



~~2599 a.T. 40~~

Kn 7700₄₀

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE

BRUNNEN-DRUCK

ARBEITEN
AUS DEM
KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



NEUNZEHNTER BAND.

MIT 14 TAFELN UND IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

1903.149

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1903.

DOI: <https://doi.org/10.25646/6373>



Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den thierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konserviren von Nahrungsmitteln. Von Regierungsrath Dr. E. Rost. (Hierzu Tafel I—III.)	1
Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen. Von Prof. Dr. Rubner, Mitglied des Reichs-Gesundheitsrathes	70
Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen. Von Dr. phil. et med. R. O. Neumann, früherem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	89
Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung. Von Prof. Dr. A. Heffter in Bern, früher Regierungsrath im Kaiserl. Gesundheitsamte	97
Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper. Von Dr. G. Sonntag, techn. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	110
Ueber die Labgerinnung der Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen. Von A. Weitzel, techn. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	126
Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. Ueber den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweineschinken. Von Dr. Ed. Polenske, techn. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	167
Studien über krankheitserregende Protozoen. II. Plasmodium vivax (Grassi & Feletti), der Erreger des Tertianfiebers beim Menschen. Von Fritz Schaudinn (Rovigno). (Hierzu Tafel IV—VI.)	169
Ueber die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen und die Bazillen des Smegma's. Von Dr. A. Weber, Königl. württemb. Oberarzt, kommandirt zum Kaiserl. Gesundheitsamte. Mit Mikrophotographien von Dr. Albert Maassen, techn. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte. (Hierzu Tafel VII—XI.)	251
Die Bestimmung des Rohrzuckers in gezuckerten Früchten. Von Dr. H. Schmidt, Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	284
Beiträge zur Kenntniss über die im Handel befindlichen Zündwaaren und über ihre Untersuchung. Von Dr. Karl Fischer, Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	300
Beiträge zur Kenntniss der Dammarharze. Unter Zugrundelegung einer von Dr. J. Fränkel ausgeführten Experimental-Untersuchung bearbeitet von Dr. Walter Busse	328
Beiträge zur Zuckerbestimmung nach Anlage B und E der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz. Von Dr. H. Schmidt, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	337
Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten.	
A. Deutsch-Ostafrika.	
I. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet	362
II. Desgl. im Jahre 1900/1901	365
III. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900, erstattet vom Oberstabsarzt Dr. Steuber, Chefarzt der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika	368
IV. Desgl. für das Halbjahr vom 1. April bis 30. September 1900	383
B. Kamerun.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in dem Berichtsjahre 1898/99	390
II. Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse in der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 30. Juni 1900. Von Regierungsrath Dr. A. Plehn	392
III. Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse des Kamerun- und Sanagaflussgebiets (Duala Edea) in der Zeit vom 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901. Vom Regierungsrath Dr. A. Plehn	394

	Seite
C. Togo.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahres- berichte für das Schutzgebiet	398
II. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/1901. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet	400
D. Deutsch-Südwestafrika.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahres- berichte für das Schutzgebiet.	401
II. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/1901. Von Dr. Lübbert, Oberstabsarzt und Chefarzt in der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika.	404
III. Bericht über die Vorkehrungen gegen die Pestgefahr an der Landgrenze. Von Schöppwinkel, Stabsarzt in der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch Südwest- afrika	405
IV. Bericht über die Thätigkeit des Chefarztes in der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1898/99. Von Oberstabsarzt Dr. Lübbert	406
V. General-Sanitätsbericht über die Kaiserl. Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 31. März 1899. Von Oberstabsarzt Dr. Lübbert, Chefarzt.	408
VI. Desgl. für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. Von Ober- stabsarzt Dr. Lübbert, Chefarzt	418
VII. Desgl. für das Berichtshalbjahr vom 1. April bis 30. September 1900. In Ver- tretung des Chefarztes erstattet von Stabsarzt Dr. Hummel	426
E. Marshall-Inseln.	
Gesundheitsverhältnisse in der Zeit vom 1. April 1900 bis 31. März 1901. Von Dr. Schnee, Arzt.	433
F. Schutzgebiet von Neu-Guinea, einschl. des Inselgebietes der Karolinen, Palau und Marianen.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes von Neu-Guinea im Jahre 1899/1900. Ans dem Jahresbericht für das Schutzgebiet	435
II. Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Karolinen und Marianen in der Zeit vom 9. April 1900 bis 1. April 1901. Von Regierungsarzt Dr. Girschner	440
III. Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Yap, erstattet von Dr. Sunder	443
IV. Die Krankheitsverhältnisse auf den Marianen. Von Regierungsarzt Dr. Girschner	445
Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. Chem- ische Untersuchung eines neuen im Handel befindlichen „Dauerwurstsalzes Borolin“ und eines „Dauerwurstgewürzes“. Von Dr. Adolf Günther, wissenschaftlichem Hülfсарbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	446
Versuche über Zuckerbestimmungen. Von Dr. G. Sonntag, technischem Hülfсарarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	447
Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung). XIV. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrathes über die Einleitung der Abwässer Dresdens in die Elbe. Berichterstatter: Geheimer Hofrath Prof. Dr. Gärtner. Mitberichterstatter: Geheimer Medizinalrath Prof. Dr. Rubner. (Hierzu Tafel XII—XIV.)	458
Die Lebensdauer der Pestbazillen in Kadavern und im Kothe von Pestratten. Von Dr. Albert Maassen, techn. Hülfсарarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	508
Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. (Vorläufige Mittheilung.) Von Fritz Schaudinn (Rovigno)	547
Untersuchungen über die sogenannte „rohe Karbolsäure“ mit besonderer Berück- sichtigung ihrer Verwendung zur Desinfektion von Eisenbahnviehtransportwagen. Von Dr. Carl Fischer und F. Koske, Hülfсарarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	577
Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. Bei- trag zur Untersuchung der Erdfarben auf Arsen. Von Dr. Carl Fischer, wissenschaft- lichem Hülfсарarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	672

ARBEITEN
AUS DEM
KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



NEUNZEHNTER BAND.

ERSTES HEFT.

MIT 3 TAFELN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1902.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den thierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Conserviren von Nahrungsmitteln. Von Regierungsrath Dr. E. Rost. (Hierzu Tafel I—III.) . . .	1
Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen. Von Prof. Dr. Rubner, Mitglied des Reichs-Gesundheitsraths	70
Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen. Von Dr. phil. et med. R. O. Neumann, früherem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	89
Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung. Von Professor Dr. A. Heffter in Bern, früher Regierungsrath im Kaiserl. Gesundheitsamte	97
Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper. Von Dr. G. Sonntag, techn. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	110
Ueber die Labgerinnung der Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen. Von A. Weitzel, techn. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	126
Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. Ueber den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweineschinken. Von Dr. Ed. Polenske, Techn. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	167

Verlag von **Julius Springer in Berlin N.**

Die grösseren wissenschaftlichen Arbeiten u. s. w. aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte erscheinen unter dem Titel:

Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte

in zwanglosen Heften, welche zu Bänden von 30—40 Bogen Stärke vereinigt werden.

Bis jetzt sind erschienen:

Erster Band. — Mit 13 lithograph. Tafeln und Holzschnitten. — **Preis M. 26,—.**

Zweiter Band. — Mit 6 lithograph. Tafeln und Holzschnitten im Text. — **Preis M. 22,—.**

Dritter Band. — Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Egypten und Indien entsandten Kommission, unter Mitwirkung von Prof. Dr. Robert Koch bearb. vom Kaiserl. Reg.-Rath Dr. Georg Gaffky. Mit Abbildungen im Text, 30 Tafeln und 1 Titelbilde. — **Preis M. 30,—.**

Vierter Band. — Mit Abbildungen im Text. — **Preis M. 18,—.**

Fünfter Band. — Mit 14 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 28,—.**

Sechster Band. — Mit 6 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 23,—.**

Siebenter Band. — Mit 22 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 36,—.**

Achter Band. — Mit 26 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 45,—.**

Neunter Band. — Mit 21 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 33,—.**

Zehnter Band. — Die Cholera im Deutschen Reiche im Herbst 1892 und Winter 1892/93. Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 35,—.**

Fortsetzung auf Seite 3.

Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den thierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konserviren von Nahrungsmitteln.

Von

Regierungsrath **Dr. E. Rost.**

(Hierzu Tafel I—III).

Abgesehen von der alkalischen Reaktion des Borax, die ihn gleich anderen alkalischreagirenden Salzen bisweilen als säuretilgendes und als Harnsäure lösendes Mittel Verwendung finden lässt, sind den Borverbindungen, Borsäure und Borax, spezifische sowohl allgemeine als örtliche Heilwirkungen zugeschrieben worden. Diese Empfehlungen haben jedoch einer scharfen Kritik nicht standhalten können. So ist man von der Verwendung der Borpräparate zur Beeinflussung der Menstruation, zur Anregung der Wehentätigkeit — in der Ueberzeugung ihrer pharmakodynamischen Unwirksamkeit bei physiologischen und krankhaften Zuständen des Uterus¹⁾ — völlig zurückgekommen. Auch die Behandlung der zentralen Erregungszustände, Delirien, Manie oder Krämpfe, die früher ein grosses Gebiet für die Verordnung der Borsäure darstellten („sal narcoticum oder sedativum“), hat man aufgegeben; nur von französischen und englischen Aerzten wird Borax bei der Behandlung der Epilepsie mit zweifelhaftem Erfolg und unter Inkaufnahme nicht gleichgültiger Nebenwirkungen vereinzelt noch angewendet.

Dagegen ist der Gebrauch der Borverbindungen zu antiseptischen Zwecken, so bei der Behandlung von Wunden, einfachen und eitrigen Entzündungen von Schleimhäuten und serösen Höhlen, insbesondere von Erkrankungen der Mundschleimhaut das hauptsächlichliche Anwendungsgebiet. Die ihnen zugeschriebenen starken entwicklungshemmenden und keimtödtenden Eigenschaften sind es auch, welche ihnen in neuerer Zeit ein weiteres Feld der Anwendung eröffnet haben: die Haltbarmachung von Nahrungsmitteln.

Da es sich bei dieser Art der Konservirung nicht wie bei der Anwendung der Kälte um die Erhaltung des ursprünglichen frischen Zustandes der Lebensmittel durch Fernhalten neuer Keime und durch Unschädlichmachen der schon vorhandenen unter Aenderung der äusseren Bedingungen, sondern darum handelt, dass in das zu konser-

¹⁾ Binswanger, Pharmakologische Würdigung der Borsäure, des Borax und anderer borsaurer Verbindungen in ihrer Einwirkung auf den gesunden und kranken thierischen Organismus. München 1846.

virende Mittel ein chemischer Stoff hineingebracht wird, der in ihm verbleibt und mit ihm zugleich genossen wird, so hat die öffentliche Gesundheitspflege die Pflicht, die Zulässigkeit solcher mit Borverbindungen versetzten Nahrungs- und Genussmittel vom sanitären Standpunkt aus zu prüfen. Dies umsomehr, als die Borverbindungen gerade unseren wichtigsten, meistgebrauchten und in grossen Mengen genossenen Nahrungsmitteln, wie Fleisch, Butter, Margarine, Milch zugesetzt werden, und als die Thiermilch in steigendem Masse Kindern als ausschliessliche Nahrung dient. Hierzu kommt, dass der geringe Geschmack dieser Substanzen in Nahrungsmitteln, die schmeckende oder riechende Stoffe oder zugesetzte Gewürze enthalten, den Geniessenden nicht vor einem Uebermass des angewendeten Mittels warnt¹⁾. Nach Lazarus²⁾ werden 1—2 g Borsäure im Liter Milch noch nicht geschmeckt. Eine deutliche Geschmacksveränderung der Milch nach Borax tritt erst nach 6—8 g auf einen Liter ein. Ausserdem scheint nach den ausgedehnten Selbstversuchen Binswanger's³⁾ eine Gewöhnung an den Geschmack der Borverbindungen möglich zu sein; denn eine Drachme Borsäure auf einmal genommen wirkte schliesslich nicht mehr auf seine Geschmacksempfindung ein.

Auch für die Verproviantirung auf Expeditionen und der Soldaten in einem Feldzug, wobei Reizungs- und Erkrankungszustände des Darms eine häufige Erscheinung sind, ist die Zulässigkeit der Konservirung mit Recht als eine Frage von hoher hygienischer Bedeutung bezeichnet worden.

Da für die Beurtheilung dieser Frage der praktischen Ernährungslehre andere Gesichtspunkte wie bei der wissenschaftlichen Prüfung eines chemischen Stoffs mit Hülfe des pharmakologischen Versuchs nicht in Frage kommen, so ist als Grundlage eine eingehende, nach verschiedenen Seiten gerichtete experimentelle Untersuchung auszuführen und sind ärztliche Beobachtungen und etwaige praktische Erfahrungen aus dem täglichen Leben zur Ergänzung und zum Vergleich zu sammeln. Hieraus ergibt sich ohne Weiteres, zunächst die Wirkungen kleiner und grösserer Gaben solcher Stoffe auf den Organismus einwandfrei festzustellen, eventuell durch Heranziehung grosser Mengen die Angriffspunkte aufzusuchen, an denen das Mittel auf den Körper wirken kann, und endlich die beobachteten Wirkungen zu zergliedern, wobei unter anderem auch ein Vergleich mit anderen Chemikalien nothwendig sein wird. Erst mit Hülfe solcher Unterlagen kann an die Beurtheilung der Zulässigkeit eines Stoffes als desinfizirender Zusatz zu unseren Lebensmitteln mit Aussicht auf Erfolg herangetreten werden; sie wird um so sicherer zu einem endgültigen Ergebniss führen, je reichhaltiger das unter verschiedenen Versuchsbedingungen gewonnene Material ist und je mehr es alle Möglichkeiten einer Einwirkung des zu prüfenden Stoffs in mannigfachen Zuständen berücksichtigt. Die eigene Beob-

¹⁾ Auf diesen Umstand legt Foulerton (siehe S. 4) besonderes Gewicht. Würde konservirte Milch von frischer Milch ebenso leicht wie gesalzenes Fleisch von frischem durch den Geschmack unterschieden werden können, so läge eine Nothwendigkeit, durch Gesetzgebung einzugreifen, nach ihm nicht vor.

²⁾ Siehe S. 7.

³⁾ A. a. O. Binswanger (S. 42).

achtung und die strenge Kontrolirung der Versuchsbefunde durch Parallelversuche ist dabei ein unbedingtes Erforderniss.

Es kann keineswegs als ausreichend angesehen werden, wenn man sich darauf stützt, dass trotz längeren und ausgedehnten Gebrauchs eines Mittels Schädigungen beim Menschen nicht beobachtet worden sind; bei dem Genuss von konservirter Nahrung im Speziellen würden nach der herrschenden Meinung in erster Linie Störungen des Appetits und der Verdauung, Magendrücken, Ekel, Uebelkeit, Kopfweh zu erwarten sein, Erscheinungen, die — ganz abgesehen davon, dass der Arzt im Allgemeinen über die Ausdehnung der Nahrungsmittelkonservirung nicht unterrichtet ist —, schon an sich in ihrer Ursache schwer zu deuten sind. Sie können verschiedenerlei Entstehung haben, und es sind hauptsächlich der Genuss verdorbener, übermässig reichlicher Speisen, ein kalter Trunk u. s. w. sicher auszuschliessen, bevor ein etwa zugesetztes Konservierungsmittel als Ursache anzuschuldigen ist. Auch darf man sich nicht auf Versuche am Thier und besonders an kleinen Pflanzenfressern, wie Meer-schweinchen und Kaninchen, beschränken und hierbei die für die Ernährung beim Menschen gebräuchlichen Mengen unter Nichtberücksichtigung der verschiedenen Organisation und Ernährung, Grösse des Darms, Verschiedenheit der Wasserabgabe u. a. mehr auf das Kilogramm Körpergewicht der Thiere einfach umrechnen.

Dass bei den Konservierungsmitteln im Besonderen Versuche von längerer Dauer unter Beachtung etwaiger chronischer Wirkungen anzustellen sind, ist wegen der Art der Verwendung derselben selbstverständlich.

Zur Begründung der Nothwendigkeit, die genannten Grundsätze einzuhalten, sei noch daran erinnert, dass selbst Arzneimittel, die doch von vornherein mit grösserer wissenschaftlicher Strenge beurtheilt zu werden pflegen, sich im Laufe der Zeit als nicht ungefährlich oder sogar schädlich herausgestellt haben. Ebenso sind Jahre vergangen, bis man unter den neueren aus Fleisch bereiteten Nährpräparaten solche erkannt hat, die wie das Tropon und Sosen als in ihrer Ausnutzung im Darm mangelhafte Zubereitungen anzusehen sind.

Es ist demnach eine Aufgabe der Hygiene, Schädigungen der menschlichen Gesundheit durch konservirte Nahrung unter allen Verhältnissen zu verhüten. Hierbei kann aber gerade der Laboratoriumsversuch am Thier, der durch Feststellung der Wirkungen eines Stoffes auch unter Anwendung grosser Mengen die gefährdeten Organe und Thätigkeitsäusserungen kennen lehrt, der Wegweiser für Anstellung und Deutung von Versuchen am Menschen sein, denen doch in letzter Linie die ausschlaggebende Bedeutung zugemessen werden muss.

I. Die Verwendung der Borpräparate zur Nahrungsmittelkonservirung und die antiseptische Kraft derselben.

Die Borpräparate sollen im Jahre 1867 zuerst als Konservierungsmittel angewendet worden sein¹⁾.

Schon vor dem Jahre 1871 wurden sie von Gahn in Upsala in Form des

¹⁾ Nach Plagge und Trapp, Die Methoden der Fleischkonservirung. Veröff. a. d. Geb. d. Militär-Sanitätswesens. Heft 5, 1893.

Aseptins¹⁾ zur Lebensmittelhaltbarmachung empfohlen. Seitdem sind die Borverbindungen als Borsäure, Borax oder Boroglycerid (Barff's preserving compound) in Form von Pulver oder Lösung, allein oder mit anderen konservirenden Stoffen vermischt anempfohlen und verwendet worden. Derartige borhaltige Mittel sind verschiedene Präservirungssalze, Konservesalz, Bormischung²⁾, Glacialin, Konservirungsflüssigkeit. Ausser Borsäure sind enthalten schweflige Säure im Carolin-pulver, Ammoniumfluorid in Mayol³⁾, Natriumsalicylat in Stabes, Sanität und Wickersheimerscher Flüssigkeit⁴⁾. Auch in Farbstoffen zur Färbung von Wurst findet sich Borax und für Pökelrezepte wird Borsäure schon seit Herzen⁵⁾ 1875 neben Kochsalz und Salpeter empfohlen⁶⁾.

Von Wichtigkeit für die sanitäre Beurtheilung ist die Kenntniss von den Lebensmitteln, die mit Borpräparaten haltbar gemacht sein können, und von den Mengen, die für die einzelnen Mittel empfohlen werden und thatsächlich aufgefunden worden sind, und die in einer Mahlzeit oder über den ganzen Tag vertheilt aufgenommen werden können.

Schinken, Lachsschinken, Speck, Trockenpökelrindfleisch, Cervelatwurst, Blutwurst, Brühwürstchen, Frankfurter Würstchen, Fische, Kaviar, Schaalthiere, Milch, Butter, Margarine, Eigelb, Eiweiss sind borhaltig gefunden worden. Nach amerikanischen Wurstrezepten⁷⁾ wird verschiedenen Wurstsorten Borsäure zu 0,3% zugesetzt; auch der Zusatz von Borsäure zu Frankfurter Würstchen beträgt nach Aussage der Fabrikanten 0,3 bis 0,5%. Amerikanisches Trockenpökelrindfleisch enthielt bei der chemischen Untersuchung bis zu 3,87% Borsäure (Dresden). Von 51 im Kais. Gesundheitsamt während vier Jahren von Polenske⁸⁾ untersuchten Proben amerikanischen Trockenpökelrindfleisches wurden in 9 Proben Borax qualitativ,

	in 2 Proben	bis 0,5% Borax,	
„ 7	„	0,5—1,0%	„
„ 19	„	1,0—2,0%	„
„ 13	„	2,0—3,0%	„
„ 1	„	3,36%	„

nachgewiesen. In Frankfurter Bratwürsten in Büchsen⁹⁾ sind bis zu 0,87%

¹⁾ Aseptin: Borsäure und Alaun zu gleichen Theilen; Doppel-Aseptin: Borsäure 2 Theile und Alaun 1 Theil; Amykos-Aseptin: Aseptin mit einem Gewürznelkenpräparat. Zitirt nach Nyström, Ueber Aseptin (Borsäure) Schmidt's Jahrbücher, 154, 1872, S. 211.

²⁾ Die in England vielfach verwendete „Boric mixture“ besteht aus 75 Theilen Borsäure und 25 Theilen Borax. Foulerton. The Influence on health of chemical preservatives. The Lancet 1899, II, S. 1427.

³⁾ Artikel „Conservatio“ in Hager's Handbuch der pharmazeutischen Praxis 1899, S. 952.

⁴⁾ Polenske, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 12. 1896, S. 548.

⁵⁾ Herzen, Ber. d. D. chem. Ges. 8. 1875, S. 822. Die Wirkung einer Borsäurelösung in Borax wird durch Zusatz von etwas Kochsalz und Salpeter erhöht.

⁶⁾ Vergl. im Uebrigen Plagge und Trapp a. a. O.

⁷⁾ Duff, The manufacture of sausages, New-York.

⁸⁾ Polenske, Ueber den Borsäuregehalt des amerikanischen Trockenpökelrindfleisches. Arb. a. d. K. G.-A., Bd. 17, 1900, S. 561.

⁹⁾ Popp und Fresenius, Die Frankfurter Würste und deren Büchsenkonserven. Zeitschr. f. öffentl. Chem. 1897, S. 155.

Borsäure, in der dazu gehörigen Lake 0,297 und 0,459 Borsäure auf 100 ccm, in Krabben¹⁾ bis zu 2,8% Borsäure gefunden werden. Die Behauptung, dass durch gründliches Abwaschen und Wässern die Borverbindungen zum grössten Theil aus dem Fleisch entfernt werden, ist durch die Untersuchungen von Beythien und Hempel²⁾ widerlegt. Amerikanisches Trockenpökelfleisch, das 1,12% Borsäure enthielt, zeigte nach dem Abwaschen unter der Wasserleitung und 2 $\frac{1}{2}$ - bis 12stündigem Wässern noch 0,96 bzw. 0,69% Borsäure. In die Bouillon gingen beim Kochen 0,26 bzw. 0,17% über. Auch hat die Angabe, es dringe Borsäure oder Borax beim blossen Bestreuen von geräucherten Fleischwaaren nicht in das Innere des Fleisches, eine Widerlegung durch die Versuche Polenske's³⁾ erfahren. Für Milch wird ein Zusatz von 1,5 bis 2 g Borsäure pro Liter zur Süßerhaltung als nothwendig angegeben⁴⁾.

Es werden demnach die Mengen Borsäure, welche der Tagesnahrung im Einzelnen beigemischt sein können, in weiten Grenzen schwanken können; jedenfalls liegen Mengen von 3 g Borsäure in den gesammten Mahlzeiten im Tag, wie sie 1884 Forster und Schlenker für ihre Versuche verwendet haben, durchaus in dem Bereiche der praktischen Verhältnisse.

Dass die hohen Prozentsätze, welche die chemische Untersuchung aufgedeckt hat, nicht etwa Ausnahmen sind, beweist die ganze Natur der Borverbindungen als Desinfektionsmittel, wie sie durch sorgfältige, weit zurückreichende Untersuchungen bereits festgestellt worden ist.

Nach Sieber⁵⁾ kann die Fäulniss der Bauchspeicheldrüse selbst durch gesättigte (4%) Borsäurelösung nicht unterdrückt werden. Systematische Untersuchungen unter Dragendorff's Leitung haben zu folgenden Ergebnissen geführt, die mit Benutzung einer von Kühn gegebenen Tabelle in nachstehender Zusammenstellung (S. 6) angeführt werden sollen.

Aus diesen an Eiweissaufguss- und Erbseninfusbakterien in Bucholtz'scher⁶⁾ Nährlösung erhobenen Befunden schliesst Kühn, dass die antiseptische Wirkung des Borax sehr gering ist, diejenige der Borsäure ein wenig grösser zu sein scheint. Ein Vergleich mit den übrigen genannten antiseptischen Substanzen ergibt die richtige Würdigung der antibakteriellen Eigenschaft der Borverbindungen. Nicht unwichtig sind ferner die Beobachtungen Kühn's, dass ein geringer Zusatz von Borax sowohl auf die Bakterien aus Erbseninfus als auch aus Eiweissaufgüssen „weit entfernt, die

¹⁾ Kister, Ueber Gesundheitsschädlichkeit der Borsäure als Konservierungsmittel für Nahrungsmittel. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 37, 1901, S. 226.

²⁾ Beythien und Hempel, Ueber Bestimmung der Borsäure in Fleischkonserven und die Abnahme des Borsäuregehalts beim Wässern etc. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genussm. 1899, S. 842.

³⁾ Polenske, Ueber den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweineschinken nach längerer Aufbewahrung in Boraxpulver oder pulverisirter Borsäure. Arb. aus d. K. G.-A. Bd. 19, 1902, Heft 1.

⁴⁾ Cnyrim, Die Konservirung der Nahrungsmittel, 1879.

⁵⁾ Sieber, Journal f. prakt. Chem., 19, 1879, S. 439; citirt nach Plagge und Trapp.

⁶⁾ Destillirtes Wasser 100,0; Kandiszucker 100,0; weinsaures Ammonium 1,0; phosphorsaures Kalium 0,5 g.

	Bucholtz ¹⁾		Schwartz ²⁾	Haberkorn ³⁾	Kühn ⁴⁾	
	Be- einflussung d. Entwick- lung bzw. Klarbleiben d. Flüssigkeit	Fort- pflanzung ge- hemmt	Beeinflussung der Ent- wicklung bzw. Klarbleiben der Lösung		Be- einflussung d. Entwick- lung bzw. Klarbleiben der Lösung	Fort- pflanzung ge- hemmt
Sublimat . . .	1:20000	1:312		1:25000	1:25000	
Salicylsäure . .	1:666			1:700		1:600—700
Essigsäure			1:20000		1:5000	1:5000
Thonerde						noch nicht erreicht
Borsalicylsaures			1:5000		1:900—1000	1:900—1000
Natrium						
Borax . . .			1:150		1:150 ⁵⁾	1:150
						noch nicht erreicht
Borsäure . .	1:333		1:250		1:200—75	1:150
Thymol . . .	1:2000			1:3000	1:3000 u. darüber	1:2000—3000
Karbolsäure .	1:200			1:100	1:250	1:150

Bakterienentwicklung zu hindern, sie geradezu begünstige⁶⁾“. R. Koch⁷⁾ fand, dass Milzbrandsporen in 5% Borsäurelösung nach 6 und 10 Tagen „etwas verspätetes Wachsthum“, in 5% Boraxlösung überhaupt keine Beeinflussung zeigten. Kitasato⁸⁾ äusserte sich nach dem Ausfall seiner Versuche, in denen Typhusbazillen bei 1,7 bis 2% Borsäurezusatz in der Entwicklung gehemmt, bei 2,7% vernichtet wurden, „es ist höchst merkwürdig, dass man die Borsäure bisher als ein wirksames Desinfektionsmittel angesehen hat“, und ist der Ansicht, dass man die Borsäure aus der Liste der Desinfektionsmittel streichen sollte, da die gegen alle Säuren so empfindlichen Cholera-bazillen der Borsäure gegenüber wenig empfindlich sind. Zu derselben Ueberzeugung

¹⁾ Bucholtz, Bakterien und Antiseptica. Arch. f. exp. Path., Bd. 4. 1875. S. 1.

²⁾ Schwartz, Sitzber. der Dorpat. Naturf.-Gesellsch. 1879, zitiert nach Kühn.

³⁾ Haberkorn, Das Verhalten von Harnbakterien gegen Antiseptica. Diss. Dorpat 1879.

⁴⁾ Peter Kühn, Ein Beitrag zur Biologie der Bakterien. Diss. Dorpat 1879.

⁵⁾ In der Tabelle findet sich hier ein Druckfehler: 1:950. Nach S. 20 ist diese Zahl zweifellos in 1:150 abzuändern.

⁶⁾ S. 29. Versuche mit Verdünnungen

No. 1. 1 Borax: 100
 „ 2. „ „ : 150
 „ 3. „ „ : 200
 „ 4. „ „ : 250
 „ 5. „ „ : 300

„In No. 1 und 2 trat die Trübung zwar langsamer auf als in dem gleichzeitig aufgestellten Kontrollfläschchen, erreichte jedoch am 5. Tage auch hier, wie in den übrigen Nummern, gleich anfangs eine grössere Höhe als in den letzteren. Auch mikroskopisch scheinen die Bakterien massenhafter, besser entwickelt und beweglicher als in dem Kontrollfläschchen.“

⁷⁾ R. Koch, Ueber Desinfektion. Mittheil. aus d. Kais. Gesundheitsamt, I, 1881, S. 234.

⁸⁾ Kitasato, Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholera-bazillen zu säure- oder alkali-haltigen Nährböden. Zeitschr. f. Hyg., Bd. 3, 1888, S. 404.

kam Lazarus¹⁾. Lange²⁾ konnte in Blut- und Fleischproben durch Borverbindungen in keiner Konzentration Bakterienwachstum oder Schimmelbildung unterdrücken. Es war wohl bei geringeren Konzentrationen eine Abnahme der Keimzahl gegenüber Kontrollproben zu bemerken, indessen trat doch ein unangenehm säuerlicher Geruch ein, die Konsistenz wurde leicht schmierig; die Zersetzungs Vorgänge wurden also in keiner Weise gänzlich unterdrückt. Diesen übereinstimmenden Ergebnissen eingehender bakteriologischer Prüfung gegenüber können gegentheilige Angaben nicht ausschlaggebend sein, nach denen z. B. schon 0,5 g Borsäure oder Borax im Liter³⁾ genügen sollen, um Milch 24 Stunden süß zu erhalten. Es kann eben frische Milch bei reinlicher Aufbewahrung im kühlen Raum auch ohne chemische Zusätze ebenso lange vor der Säuerung bewahrt werden. Andererseits sah Halliburton die mit 0,5, 1,0 und 1,5 g Borsäure auf den Liter versetzte Milch in etwas über einem Tag sauer werden. Allerdings hat Petterson⁴⁾ wirksame Wachstumshemmung nach Borsäure und Borax zu Fleisch, besonders bei gleichzeitigem Zusatz von Salz in grösserer Menge, gefunden.

Die von Kosegarten⁵⁾ beobachtete starke Hemmung von Hefe- und Fadenpilzen in ihrer Entwicklung durch Borax hat von Lange⁶⁾ nicht bestätigt werden können.

II. Die Einwirkungen der Borpräparate auf den thierischen und menschlichen Körper.

Die Erfahrungen, die man bei der Verwendung von Borverbindungen gegen Krankheiten hat sammeln können, bieten für die pharmakologische Beurteilung dieser Stoffe — abgesehen von der therapeutisch angestrebten Beeinflussung der Harnabscheidung und der Lösung von Harnsäurekonkrementen — nur insoweit Unterlagen, als dabei nicht beabsichtigte Wirkungen auf den Verdauungskanal, auf die Haut und die Niere beschrieben worden sind. Es sind demnach die zu Versuchszwecken angestellten Beobachtungen an Menschen und die Untersuchungen am Thier in der Litteratur als das wesentliche Material für die Beantwortung der vorliegenden Frage anzusehen.

Versuche über eine etwaige chemische Veränderung der Nahrungsmittel durch die Borverbindungen, mit denen jene mehr oder weniger lange vor dem Genuss versetzt zu werden pflegen, scheinen nicht vorzuliegen. Die Möglichkeit, dass Lebensmittel, welche durch die Vermischung mit Borsäure oder dem alkalischen Borax chemische Veränderungen erleiden, auch für die Ernährung anders zu beurtheilen

¹⁾ Lazarus, Die Wirkungsweise der gebräuchlichen Mittel zur Konservirung der Milch. Zeitschr. f. Hyg., Bd. 8, 1900, S. 207.

²⁾ Lange, Beitrag zur Frage der Fleischkonservirung mittels Borsäure, Borax und schwefligsauren Natronzusätzen. Arch. f. Hyg., Bd. 40, 1901, S. 143.

³⁾ Foulerton, a. a. O.

⁴⁾ Petterson, Experimentelle Unters. über das Konserviren von Fleisch und Fischen mit Salzen. Arch. f. Hygiene 37, 1900, S. 171.

⁵⁾ Kosegarten, Der Einfluss des Kali chloricums und des Borax auf niedere pflanzliche Organismen untersucht. Diss. Kiel 1878.

⁶⁾ Lange a. a. O.

seien, muss jedenfalls zugegeben werden¹⁾. Die Alkaleszenz des Borax ist nicht so unbedeutend, dass er nicht auf Myosin auflösend und auf Fett verseifend wirken könnte. So beschreibt Lange²⁾ Beobachtungen, nach denen Myosin in der That bei längerer Einwirkung verdünnter Boraxlösung auf Fleisch in Lösung ging.

In der folgenden Betrachtung sei das Wirkungsbild der Borpräparate nach den eingangs vorgezeichneten Grundsätzen weniger systematisch als im Anschluss an die im Kais. Gesundheitsamt in den letzten 2½ Jahren ausgeführten Versuche besprochen. Es sollen betrachtet werden:

1. die Wirkungen der Borpräparate auf den Körper von der Aufnahme mit der Nahrung bis zum Zeitpunkt der Aufsaugung im Darm und der Abgabe des zur borsäurehaltigen Nahrung gehörenden Koths, d. h. die Wirkung auf die Verdauungsenzyme, auf die Schleimhaut des Magens und des Darms und auf die Art und Grösse der Ausnutzung der mit Borpräparaten versetzten Nahrung,

2. die Wirkungen der Borpräparate auf den Körper nach ihrem Uebertritt aus dem Darm in die Säftemasse bis zur endgültigen Entfernung aus dem Körper mit dem Harn und zwar auf den Stoffwechsel und auf einzelne Organe.

1. Die örtlichen Wirkungen (einschliesslich der Beeinflussung der Verdauungsenzyme).

Die von verschiedenen Seiten (Leffmann³⁾, Keppler⁴⁾, Liebreich⁵⁾, Foulerton⁶⁾ u. a.) untersuchte Wirkung der Borverbindungen auf die Fermente des Magens und des Darms (und auch des Mundspeichels), welche die Verdauung und damit auch die Aufsaugung der eingeführten Speisen vorbereiten, trägt kein spezifisches Gepräge⁷⁾: es ist die Wirkung der schwachen Säure, welche der Borsäure, die Wirkung eines Alkalis, welche dem Borax in der Wirksamkeit gegenüber den

¹⁾ So äussert sich die Spezialkommission des D. Fleischer-Verbandes in ihren gutachtlichen Äusserungen zum Fleischbeschauengesetz (Hamburg 1901) auf S. 30: „Borax ist als Konservierungsmittel ohne Weiteres zu verwerfen, da es eine Verseifung der damit behandelten Fleisch- und Fetttheile zur Folge hat, die dieselben übel von Geruch und Geschmack und für den Genuss widerwärtig und schwer verdaulich machen.“

²⁾ A. a. O. S. 174.

³⁾ Leffmann, Ueber Verdauungsfermente unter besonderer Berücksichtigung ihrer Beeinflussung durch Konservierungsmittel. Journ. Frankl. Inst. 1898, 147, S. 97, zitiert nach Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungsmittel 1899, S. 894; Chem. Centralbl. 1899, I, S. 754.

⁴⁾ Keppler, Ueber den Wirkungswerth von Pepsin und Pankreatin in Gegenwart von Borsäure. Pharmazeut. Centralh. 1899, Nr. 2.

⁵⁾ Liebreich, Ueber die Wirkung der Borsäure und des Borax, Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medizin 1900, S. 83.

⁶⁾ Foulerton a. a. O.

⁷⁾ Die von Pouchet 1891 ausgeführten Versuche (Brouardel, les empoisonnements 1902, S. 530) können diese Anschauung nicht erschüttern: Wenn er zu künstlichem Bauchspeichel (0,5% Sodatripsinlösung) 5% Borax setzt, so schafft er Versuchsbedingungen, welche im menschlichen Organismus auch nicht annähernd vorliegen. Auch in diesem Versuche wirkte allein die Reaktion.

Verdauungsfermenten eigen ist. Immer natürlich nur sofern die genannten Mittel ihre Reaktion im Verdauungskanal selbst zur Geltung bringen können, soweit also nicht durch die Reaktion des Fleisches oder der Milch, zu denen die Borpräparate gesetzt werden, oder durch die Reaktion, welche bereits im Magen vorherrscht, dem Stoff die ursprüngliche Reaktion genommen wird. Bei der Verschiedenheit der Reaktion, unter der das Pepsin des Magens und das Trypsin der Bauchspeicheldrüse wirken, würde in gewissen Grenzen hiernach die Borsäure auf das erstere steigend, auf das letztere hemmend und der Borax gerade umgekehrt wirken. Auch für den Ablauf der Labwirkung¹⁾ in der Milch unter dem Einfluss von Borzusätzen ist von Halliburton²⁾, Lange³⁾ und Weitzel⁴⁾ gefunden worden, dass die Borsäure in nicht zu kleinen Mengen eine Beschleunigung, der Borax als Alkali eine Verzögerung setzt. Aus den systematischen Untersuchungen Weitzel's, auf die im Original zu verweisen ist, ergibt sich aber, dass die hemmende Wirkung des Borax sich schon in sehr kleinen Mengen geltend macht und dass Konzentrationen von 1—2 g auf einen Liter die Milch für die Labgerinnung so gut wie untauglich machen würden; eine Beobachtung, die mit den Versuchen Halliburton's übereinstimmt. Milch, die normal nach 9¼ Minute gerann, wurde bei Gegenwart von Borax (ohne Erhöhung der zugesetzten Labmenge) koaguliert:

bei Zusatz von:

0,004 ‰	1¼ Min. später,
0,01 ‰	4¾ „ „
0,02 ‰	6¾ „ „
0,04 ‰	16¾ „ „
0,1 ‰	380 „ „
0,2 ‰	nach 7 Stunden nicht geronnen (Weitzel).

In Halliburton's Versuchen gerann

Kontrolmilch	nach ½ Min.,
Milch mit 0,05 ‰ Borax	„ 2 „
„ „ 0,1 und 0,15 ‰	gerann überhaupt nicht.

Demgegenüber fand Lange wohl eine mit steigendem Zusatz zunehmende, aber nicht beträchtliche Herabsetzung der Labwirkung (allerdings arbeitete er mit grossen Labmengen, welche bis zu einer gewissen Grenze die Wirkung von zugesetzten Chemikalien aufheben können).

Hiernach muss der Zusatz von Borax zu Milch, die wegen ihrer hauptsächlichlichen Verwendung zur Kinderernährung eine besondere Stellung unter den Volksnahrungsmitteln einnimmt, hygienisch als ein höchst

¹⁾ Die Essentia seripara Soxhlet enthält sogar 4 ‰ Borsäure. Zitirt nach Jahresber. d. Tierchem. 7. 1877, S. 183.

²⁾ Halliburton, Remarks on the use of borax and formaldehyde as preservatives of food. Brit. med. journal 1900, II, S. 1.

³⁾ A. a. O.

⁴⁾ Weitzel, Ueber die Labgerinnung der Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen. Arb. a. d. K. G. A., 19, 1902, Heft 1.

bedenklicher angesehen werden. Die Abhängigkeit der Wirkung des Borax und der Borsäure auf ein anderes Enzym, das Hefeendotrypsin, von ihrer Reaktion haben Hahn und Geret¹⁾ festgestellt. Die Proteolyse, d. i. die Verdauung des eigenen Eiweisses des Hefepresssafts, wurde durch Borax wesentlich verzögert, entsprechend der Wirkung der zum Vergleich herangezogenen fixen Alkalien und des Ammoniaks, durch Borsäure, gemäss der geringen Acidität, nur unwesentlich nach der anderen Richtung beeinflusst, während das neutrale borsäure Salz eine wohl in die Fehlergrenzen des Versuchs fallende Steigerung der Wirksamkeit ergab²⁾. Auch durch die lange Einwirkung der Borpräparate auf Nahrungsmittel, wie sie bei der praktischen Verwendung derselben zur Haltbarmachung der längere Zeit aufzuhebenden oder zu versendenden Lebensmittel die Regel ist, scheinen die geschilderten Verhältnisse nicht wesentlich nach der einen oder anderen Richtung geändert zu werden. Wenigstens fand Foulerton, dass Rindfleisch, welches 24 Stunden vorher mit Bormischung versetzt worden war, nur um einen sehr geringen Betrag schlechter (3%) verdaut wurde als solches, welchem erst bei Beginn des Versuchs, zugleich mit dem Enzym, das Konservierungsmittel zugesetzt wurde. Jedoch genügt dieser eine Versuch noch nicht, die Frage zu entscheiden.

Gelangt Borsäure oder Borax in einem Nahrungsmittel zum Genuss, so werden sich etwaige **örtliche** Wirkungen derselben auf die Wand des Magens und des Darms geltend machen. Diese können sich nun in verschiedenen subjektiven Beschwerden, bezw. im Thierversuch in den Zeichen der Röthung, Entzündung oder Verätzung des Magens und Darmkanals bei der Leichenschau, oder in einer vermehrten Absonderung von Verdauungssekreten und in einer gesteigerten Darmperistaltik, erkennbar an der Beschaffenheit und Zusammensetzung des Koths (Diarrhoe), zu erkennen geben.

Schon aus den in der Fachliteratur vorliegenden Untersuchungen ergibt sich, dass grösseren Mengen von Borsäure und Borax, in Substanz oder in gesättigter Lösung genommen, örtliche Reizwirkungen zugesprochen werden müssen; bei der geringen Löslichkeit der Borsäure (4%) und des Borax (6—7%) in Wasser und dem hohen Krystallwassergehalt des Borax sind diese nur gering. Gerade die Einzelbeobachtungen am Menschen und am Thier sind aber wenig übereinstimmend, was sich theilweise wohl daraus erklärt, dass die geschilderten leichten subjektiven Beschwerden beim Menschen oft anderen Ursprungs sein können, und dass gerade im Magen des Kaninchens, welches häufig zu Versuchen gedient hat, die in der Regel vorhandenen grossen Futtermengen eine Berührung der chemischen Stoffe mit der Schleimhaut mehr oder weniger verhindern. Jedenfalls spricht dieses wechselvolle Bild, wie auch in

¹⁾ Hahn und Geret, Ueber das Hefeendotrypsin, Zeitschr. f. Biol. 40, 1900, S. 117.

²⁾ Wenn in einer Kontrolprobe das Hefeendotrypsin z. B. soviel Eiweiss verdaute, dass schliesslich noch 37,4% des ursprünglichen Eiweisses als koagulirbares Eiweiss übrig blieb, so zeigte derselbe Presssaft unter sonst gleichen Bedingungen:

mit 1% Borsäure versetzt	35,6%
mit 1% neutralem borsäurem Salz	24,7%
mit 1% Borax	75,6%

koagulirbares Eiweiss.

eigenen Versuchen gesehen wurde, dafür, dass es sich hierbei nicht um spezifische Wirkungen handelt, wie z. B. beim fluorwasserstoffsäuren oder überschwefelsäuren Natrium, welche regelmässig schon in kleinen Mengen typische Aetzwirkungen im Darmkanal entfalten. Binswanger, dem wir wohl die exakteste pharmakologische Prüfung der Borpräparate überhaupt verdanken, hat in Selbstversuchen nachgewiesen, dass Mengen von 1 Drachme (3,75 g) Borax in 4 getheilten Gaben nüchtern genossen, erst nach der 4. Gabe starke Brechneigung, Mengen von $1\frac{1}{2}$ Drachme innerhalb $\frac{1}{2}$ Stunde in Aufschwemmung getrunken, Erbrechen machten und dass Borsäure, von der er um 8 und 9 Uhr Morgens je 1 Drachme nahm, keine Belästigung hervorrief; erst als er um 9⁴⁵ noch eine dritte Drachme aufnahm, stellte sich Erbrechen ein. Ähnliches fanden Polli¹⁾, Wildner²⁾, Johnson³⁾, Vigier⁴⁾ und Rosenthal⁵⁾; kleinere Gaben blieben ohne erkennbaren Einfluss auf das Wohlbefinden der Versuchspersonen, grössere Gaben (4—6 g Borsäure) riefen starke Uebelkeit und Durst, grosse Gaben (10—15 g insgesamt) Erbrechen, Appetitverlust und starke Diurese hervor (Rosenthal). Demgegenüber haben Mattern⁶⁾ und Kister⁷⁾ schon nach wesentlich niedrigeren Gaben in Versuchen an sich und an anderen Druckgefühl, Schmerzen im Magen und Uebelkeit beobachtet⁸⁾. In einem Selbstversuch, wobei Herr Dr. Sonntag⁹⁾ die einzelnen Harne zur Bestimmung des Ablaufs der Borsäureausscheidung quantitativ untersuchte, konnte ich nach 3 g Borsäure, in 1 Glas Kaffee gelöst, während des gewohnten Frühstücks genossen, $\frac{1}{2}$ Stunde später und nach kurzem Nachlass nach 8 Stunden noch einmal und nach 16 Stunden zum dritten Mal wiederholtes Aufstossen und leichte Uebelkeit bemerken. Ein mit Sicherheit auf die Nierengegend zu verlegendes ziehendes Gefühl dauerte mit Unterbrechungen während einiger Stunden an.

Hier leitet der systematisch ausgeführte Thierversuch zum Verständniss, und lehrt, dass die Schleimhäute allerdings der Beeinflussung dieser Substanzen ausgesetzt sein können.

¹⁾ Polli, Annal. di chim. applic. alla medicina 1877, zitiert nach Ber. der D. chem. Gesellsch. 10. 1877. S. 1382.

²⁾ Wildner, Zur therapeutischen Verwerthbarkeit der Borsäure. Diss. Würzburg 1885.

³⁾ Johnson, Nord. med. Ark. 17. 1885 No. 9, zitiert nach Virchow-Hirsch's Jahresbericht 1885 I. S. 401.

⁴⁾ Vigier, Note préliminaire sur l'action physiologique du borate de soude. Compt. rend. d. soc. biol. 1883. S. 44.

⁵⁾ Rosenthal, Neuere Unters. über Arzneimittel. Sitzber. der Ges. d. Aerzte in Wien. Wien. mediz. Blätter 1884. S. 78.

⁶⁾ Mattern, Ueber die Verwendung der Borsäure. Ber. über d. 7. Vers. d. fr. Ver. bayr. Vertreter d. angew. Chemie 1888.

⁷⁾ Kister, Ueber Gesundheitsschädlichkeit der Borsäure als Konservierungsmittel für Nahrungsmittel. Zeitschr. f. Hyg. 37. 1901. S. 225.

⁸⁾ Nach Angaben in dem Report of the departmental committee appointed to inquire into the use of preservatives and colouring matters London 1901 will der eine Sachverständige nach Gaben von 0,65 bis 1,3 g Borsäure täglich gewöhnlich Verdauungsstörungen mit Erbrechen beobachtet haben, während ein anderer in Selbstversuchen bis 0,65 g ohne Schaden ertrug und ein dritter nur dann Nebenwirkungen (Hauterkrankungen) sah, wenn die Patienten nierenleidend waren. Sonst hätten hunderte von Patienten 0,6 g 3 bis 4 mal täglich gegen Blasenleiden schadlos vertragen.

⁹⁾ Siehe S. 54.

So hat Mitscherlich¹⁾ in zwei sorgfältig ausgeführten und beschriebenen Versuchen an Kaninchen nachgewiesen, dass ein Thier nach Einspritzung von 2 Gaben von 1,9 g in Wasser gelöster Borsäure innerhalb 3½ Stunden, von der ersten Gabe an gerechnet, nach 26½ Stunden, ein anderes nach 3,75 g Borsäure nach 17 Stunden unter den Erscheinungen von Diarrhoe, Kolikschmerzen, Schwäche und zentraler Lähmung zu Grunde ging. Mitscherlich bezeichnet diese Gaben mit Recht als grosse, wenn man berücksichtigt, dass das übliche Gewicht eines Kaninchens 1—2 Kilo beträgt. Diarrhoen und die bei der Leichenöffnung gefundene schwere Entzündung des Verdauungskanal konnte Mitscherlich weder bei innerlicher Einführung von Essig-, Ameisen-, Citronen- und Weinsäure noch von Oxalsäure feststellen („Acidum boracicum ab omnibus aliis acidis hucusque perscrutatis eo differt, quod inflammationem canalis intestinalis atque diarrhoeam producat“). Aehnliche Befunde erhielt Binswanger bei Hunden und neuerdings Santesson²⁾ beim Kaninchen. Auch das Erbrechen, welches die beiden Liebreich'schen Hunde zeigten, nachdem sie 12 bzw. 15 Tage 0,23 bis 0,24 g Borsäure pro Kilogramm Körpergewicht in der Nahrung aufgenommen hatten, ist eine Folge der örtlichen Reizung im Magen. (Desgleichen bei den jungen Hunden, welchen Pouchet 0,5—3,0 g Borax im Futter gab.)

Von besonderer Bedeutung sind aber zur Ergänzung der Beobachtungen am Menschen Binswanger's klinische Versuche an Magenkranken und Roese's³⁾ Untersuchungen an der Mundschleimhaut Gesunder. Ersterer beobachtete bei Frauen mit erkranktem Magen nach grösseren Dosen Borax und Boraxweinstein beunruhigende Erscheinungen; „wie ganz anders erschien die Wirkung auf den Magen bei zuvor geschwächten Verdauungsorganen von einigen von mir beobachteten Kranken“⁴⁾. Roese⁵⁾

¹⁾ Mitscherlich, De acidi acetici . . . et boracici effectu in animalibus observatio. Commentatio Berlin 1845.

²⁾ Santesson, Ueber pathologische Veränderungen bei Borsäurevergiftung. Skand. Arch. f. Physiol. 10. 1900. S. 191.

³⁾ Roese, Untersuchungen über Mundhygiene. Zeitschr. f. Hyg. 36. 1901. S. 161.

⁴⁾ Binswanger, A. a. O. S. 43.

⁵⁾ Einer gütigen privaten Mittheilung des Direktors des hygienischen Instituts Fr. Hofmann in Leipzig entnehme ich noch folgende beachtenswerthen Bemerkungen: „Im Mittel der 5 bis 6 Einzelversuche ergab sich als Menge der abgestossenen Mundepithelien in ccm vol., bzw. in mg trockne Epithelien (da für 1 ccm vol. Epithel im Mittel 25 mg trocknes Epithel gefunden wurde) folgende Werthe:

Bei Spülung mit	Frau R.	Dr. R.	Frau R.	Dr. R.
	ccm vol. Epithel		mg trocknes Epithel	
Physiologischer Kochsalzlösung . .	0,82	1,97	20,6	49,2
2% Sodalösung bei 40° C	0,70	2,16	17,5	54,0
2% „ bei 16° C	0,79	2,42	19,8	60,5
1% Kaliumpermanganat	1,24	2,47	31,0	61,8
2% Borsäure	1,61	2,86	40,2	71,5
4% Borax	1,70	2,52	42,5	63,0

Die Abstossung des Mundepithels stieg bei Frau R. also von normal 20,6 mg auf 40,2 und 42,5 mg mit Borsäure bzw. Borax, bei Dr. R. von normal 49,2 mg auf 71,5 und 63,0 mg trocknes Mundepithel bei nur zweimaliger Mundspülung mit Borwasser im Tage. Schwerwiegender war die akute Reizung der Schleimhaut und als solche Folge die enorme fortwährende Schleimsekretion und Katarrh, unter welchen der Appetit gänzlich verloren ging.“

stellte bei systematischen Ausspülungen der Mundhöhle mit 2 % Borsäure- und 4 % Borax-Mundwässern, gegenüber 0,6 % Kochsalz- und Sodalösungen, eine merkliche Steigerung der Abstossung von Epithelien und Abgabe von Schleim fest, die in engen Röhren gemessen oder nach dem Trocknen gewogen wurden. Ganz neuerdings hat Le Clerc¹⁾ das Auftreten einer schweren Mundschleimhautentzündung bei einem Anginakranken beschrieben, der, anstatt nach der ärztlichen Vorschrift eine 3,75 % Borsäurelösung mit gleichen Theilen Lindenblüthenabkochung zu verdünnen, sie unverdünnt als Gurgelwasser anwandte und innerhalb 15 Stunden 2 Liter verbrauchte.

In eigenen Versuchen konnte festgestellt werden, dass je nach der Thierart die örtliche Reizung und Entzündung hervorrufende Wirkung mehr oder weniger in die Erscheinung tritt. So zeigte sich, dass ein Hund von 17 Kilo wiederholt nach 6 g Borsäure erbrach und zwar erst ungefähr 12 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, ein anderer von 10 Kilo sein gewohntes Fleischfutter das eine Mal schon nach Zusatz von 2 g, das andere Mal bei allmählich steigender Gabe bis zu 5 g Borsäure erbrach, während er unter denselben Bedingungen

Borax (krystallwasserhaltig)	9 g
Soda („)	14 g
Kalisalpeter	11 g
Fluornatrium	0,5 g
Salicylsäure	2,0 g
Formaldehyd	0,4 g
und Kochsalz	25 g

nicht mehr vertrug, oder die Aufnahme der Nahrung verweigerte. Diese Versuche erstreckten sich über einige Monate; von den einzelnen Substanzen wurden allmählich steigende Mengen dem gewohnten, stets gleichbleibenden Fleischfutter zugemischt, bis das Futter verweigert oder wieder erbrochen wurde. Wesentlich anders gestalteten sich die Verhältnisse, wenn die Borsäure demselben Hund im Hungerzustande verabreicht wurde. Während ihm in der Hungerzeit vorher und nachher täglich 100 cem Wasser mit dem Magenschlauch ohne Reaktion eingegossen werden konnten, erbrach der Hund nach kurzer Zeit das Wasser, als in ihm 1 g Borsäure, sofort, als in ihm 2 g Borsäure gelöst waren. (Vergl. Anhang Seite 58.) Bei Einspritzung unter die Haut wirkte die Borsäure nicht brechenenerregend: ein 16 Kilo schwerer Hund erbrach auf 4,5 g Borsäure in 5 % Lösung nicht, zeigte nur starkes Kothdrängen und mehrere Kothentleerungen. Noch empfindlicher erwiesen sich Katzen; abgesehen von einer Katze, welche erst auf 2 g Borsäure die Fresslust verlor, verweigerten zwei ihr Fleischfutter von 200 g bei Zumischung von 0,5 g Borsäure und eine andere Katze bei Zusatz von 0,5 g Borax. Eine Katze frass in langdauernden Versuchen höchstens 1 g Borax in ihrem Futter; sie verweigerte schliesslich die Nahrung und konnte nur durch längere Boraxunterbrechung wieder zur Aufnahme boraxirten Fleisches gebracht werden.

Am geringsten und auffälliger Weise sehr wechselnd war der objektive Befund

¹⁾ Le Clerc, Effets caustiques d'un gargarisme boriqué. La semaine médicale 1902, Nr. 6, S. 48.

an der Schleimhaut bei Eingabe von Borpräparaten an Kaninchen, bei denen eine typische Schleimhautentzündung des Magens und des Darms sich erst bei sehr grossen Gaben bemerkbar machte. Allerdings befand sich der Magen der Thiere, welche in der Regel nach eintägiger Nahrungsentziehung zum Versuch verwendet wurden, niemals leer. Stets war die beobachtete Reizwirkung auf die Magenschleimhaut bei Borax stärker als bei Borsäure. Eine besonders deutliche, auf einen grösseren Bezirk des Magenfundus beschränkte oder mehr allgemeine Röthung nebst punkt- oder streifenförmigen Blutungen und Flecken von dunkelrother oder brauner Farbe zeigte sich aber regelmässig bei Einspritzung von Borverbindungen unter die Haut von Kaninchen, wie neuerdings auch Santesson bei den so behandelten Thieren beobachtet hat. Ob diese Erscheinung mit der weiter unten zu besprechenden Ausscheidung der Borverbindungen auf die Schleimhaut des Magendarms in ursächlicher Beziehung steht, sei dahingestellt. Eine spezifische reflektorische Reizung vom Magen aus auf die Absonderung des Bauchspeichels kommt den Borpräparaten bei Kaninchen unter Anwendung der Gottlieb'schen Versuchsanordnung nicht zu. (Vergl. hierzu Versuch 34 im Anhang.)

Nach dem Ausfall dieser Versuche und nach Beobachtungen an Menschen, welche bei den Stoffwechselversuchen beschrieben sind, ist dieser zweifellos bestehenden Reizwirkung auf den Magen nicht die praktische Bedeutung zuzusprechen, die ihr von vielen Seiten zuerkannt worden ist: sie kann nur bei grossen Gaben in starker Konzentration und bei Menschen mit erkrankter Magenschleimhaut eine Rolle spielen. Für die geringe Acidität, welche der Borsäure zukommt, spricht auch die Thatsache, dass Milch und Eiweisslösung von Borsäure nicht gefällt werden (Mitscherlich) und für die geringe Reizwirkung, dass nach Rosenthal Einspritzungen von Borsäure unter die Haut mit Erfolg beim Menschen ohne Beschwerde angewendet worden sein sollen und dass nach Liebreich weder der Magen und der Darm von Hunden bei Bepflügelung mit Borlösung noch das Flimmerepithel nennenswerth durch Bor beeinflusst wurde.

Von wesentlich grösserer Bedeutung scheinen dagegen die Diarrhoen¹⁾ zu sein, welche — wie auch in den bereits besprochenen Versuchen Mitscherlich's und Santesson's beobachtet — eine regelmässige und charakteristische Erscheinung nach innerlicher und subkutaner Darreichung von Borsäure und Borax sind. Sie können nach Zufuhr grosser Mengen bei Kaninchen so reichlich und stürmisch werden, dass der dünne Koth beständig abläuft, das Thier hochgradig ermattet und ein tiefes Sinken der Eigenwärme zeigt. Anfänglich hocken die Thiere, einem frierenden Vogel ähnlich, wie eine Kugel, mit aufgestellten Haaren, was besonders dem Kopf ein eigenartiges Ansehen verleiht, später sitzen oder liegen sie in passiver Bauch- oder Seitenlage mit abgestreckten Läufen und sind nicht mehr im Stande, einer Entwärmung entgegen zu arbeiten, die Temperatur sinkt unter 34°, ja bis 29° (vergl. Kaninchen No. 62 und ff. im Anhang). Die Thiere saufen gierig vorgesetztes Wasser; Ent-

¹⁾ In England haben Aerzte wiederholt von Diarrhoen bei kleinen Kindern berichtet, die sie auf den Zusatz von Borax zur Milch schieben. (Tubb Thomas; Allen. — Zitiert nach Halliburton a. a. O.)

kräftung, Alkaliverlust bei der Borsäurediarrhoe und Temperaturabfall, gegen den Kaninchen bekanntlich äusserst empfindlich sind, mit den Zeichen der centralen Lähmung (vergl. Versuch 63) führen zum Tode. Zur Deutung dieser Befunde seien die in der Litteratur vorliegenden und die eigenen Versuche über Salz-, Säure- und Alkaliwirkungen herangezogen. Bei Kaninchen, welche vom Magen oder vom Unterhautzellgewebe aus mit Kochsalz getödtet wurden, fehlte jede Andeutung von Diarrhoe (Hermanns¹⁾); ebenso trat nach innerlicher Salpetervergiftung (3 bis 4,6 g in 9 bis 31 % Lösung pro Körperkilo) bei Kaninchen Diarrhoe nicht ein (Binz²⁾). In meinen Parallelversuchen trat weder nach Natronsalpeter- noch nach Sodaeinspritzung (ein- und mehrmalig) unter die Haut beschleunigte Kothentleerung bei Kaninchen auf. Bei diesen Sodaversuchen fiel dagegen die starke Veränderung der Einstichstellen auf. Theilweise war das Fell bretthart, narbig geschrumpft, theils eitrig entzündet, und mit den Bauchdecken verwachsen, im Gegensatz zu den Boraxthieren, welche nur bläulich durchscheinende Stellen von der Innenseite des Fells her zeigten, ohne Verwachsung oder Schrumpfung. Eingabe von Salzsäure rief ebensowenig Diarrhoe hervor (vergl. Anhang).

Nach diesen Befunden und nach dem Ausfall eines Versuches am Hund (16700 g), der auf 4,5 g unter die Haut gespritzte Borsäure mit Kothdrang und häufigen Kothentleerungen antwortete, scheint den Borverbindungen insgesamt in grösseren Mengen beim Thier eine Wirkung auf die Kothentleerung zuzukommen, eine Thatsache, auf die bei Besprechung der Versuche am Menschen zurückzukommen sein wird.

Es hat sich also bis jetzt, abgesehen von der Beeinflussung der Verdauungsenzyme, insbesondere des Labs, bei der Einwirkung auf den Verdauungskanal selbst ein nennenswerther Unterschied zwischen Borsäure und Borax nicht auffinden lassen.

Durch die exakten Untersuchungen Forster's³⁾ und Schlenker's ist als ein weiteres Moment für die Beurtheilung der Wirkungen der Borsäure die Feststellung der verminderten Ausnutzung der eiweiss- und fetthaltigen Nahrung im Darmkanal des Menschen bei Gegenwart von Borsäure hinzugekommen. Diese Ergebnisse sind von um so grösseren Werth, als Forster sich nicht auf die Bestimmung des Stickstoffs und der ätherlöslichen Substanzen beschränkt, sondern eine ins Einzelne gehende Analyse der ätherlöslichen Stoffe im Koth gegeben hat, und als der in allen Fällen erhobene Befund bereits bei Zusatz von 0,5 g Borsäure zur Tagesnahrung sich einstellte. Bevor aber diese Versuchsergebnisse verallgemeinert werden dürfen, waren entsprechende Versuche an anderen Personen anzustellen, umsomehr, als nach einer Mittheilung K. B. Lehmann's⁴⁾ das Ergebniss Forster's nach nicht veröffentlichten Versuchen Mann's eine Bestätigung nicht gefunden hat. Ausserdem mussten diese

¹⁾ Hermanns, Toxikologische Studien über Kalium- und Natriumchlorid. Diss. Marburg 1872.

²⁾ Binz, Die Reduktion des Natriumnitrats im Thierkörper. Arch. internat. de pharmacodyn. 9. 1902. S. 441.

³⁾ Forster, Ueber die Verwendbarkeit der Borsäure zur Konservirung von Nahrungsmitteln. Arch. f. Hyg. 2, 1884, S. 75.

⁴⁾ K. B. Lehmann, Methoden der praktischen Hygiene 1901, S. 305.

Untersuchungen auf den Borax ausgedehnt und bei gleichzeitiger Analyse des Harns angestellt werden.

Ueber die bestätigenden Versuche, welche Heffter¹⁾ im Jahre 1898 unter Anlehnung an die Forster'schen angestellt hat, wird in demselben Heft gesondert berichtet. Hier ist hervorzuheben, dass es möglich ist, auch auf indirektem Wege den Beweis zu liefern, dass den Borverbindungen eine Herabsetzung der Resorptionsgrösse für Eiweiss in der That zukommt. Entsprechend den Lehren des Stickstoffgleichgewichts giebt die Menge des im Harn eines Tages erscheinenden Stickstoffs einen Maassstab für die Menge des im Darm aufgesaugten Eiweissstickstoffs. Ferner gehört das Eiweiss neben den Kohlehydraten zu den am schnellsten in die Säfte übertretenden Nährstoffen, so dass schon in der ersten Stunde nach Aufnahme einer eiweissreichen Nahrung die Stickstoffmengen im Harn ansteigen, um innerhalb 2 bis 4 (6) Stunden den Höhepunkt zu erreichen. Es muss sich also durch Messung der stündlichen Stickstoffmengen in dem nach Aufnahme eines Frühstücks von bekanntem Eiweissgehalt ausgeschiedenen Harn, gegenüber den Werthen nach Zugabe von Borsäure zum Frühstück feststellen lassen, ob der Borsäure innerhalb einer bestimmten Zeit (3—4 Stunden) eine Wirkung auf die Aufsaugung stickstoffhaltiger Nahrungsstoffe eigen ist. Kann man doch hier — entgegen der Versuchsanordnung, bei der der 24stündige Koth auf den Gehalt an nicht ausgenutztem Stickstoff untersucht wird — gewissermassen die Borsäure im Moment ihres Eingreifens ertappen; etwaige Störungen im Darm werden sofort, bevor sie wieder ausgeglichen werden können — durch Analyse des betreffenden Stundenharns erkannt²⁾.

Die Versuchsanordnung war im Einzelnen folgende. Die Versuchspersonen Dr. Fritzweiler und Dr. Sonntag, die sich hierzu bereitwilligst erboten haben,

¹⁾ Heffter, Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung. Arb. aus d. K. G.-A., Bd. 19, 1902, Heft 1.

²⁾ Am Hund dürfte zuerst Panum (Ueber die Sekretionskurve des Harnstoffes und des Harns in den nächsten 24 Stunden nach einer einzigen, aus Fleisch allein oder aus Fleisch mit einem Zusatz von Fett, Borsäure, Roggenbrot und Wasser bestehenden Mahlzeit. Nord. med. Ark. 6, 1874, citirt nach Jahresber. d. Thierchemie 4, 1874, S. 365) den Verlauf der Stickstoffausscheidung im Harn nach Aufnahme einer bestimmten Nahrung mit und ohne Zusatz einer zu prüfenden Substanz untersucht haben. Die Normalkurve (rasches Ansteigen in der 2. und 3., Maximum in der 3.—6. Stunde; innerhalb der ersten 7—7½ Stunden enthält der Harn ebensoviel Stickstoff wie in den nächsten 16½—17 Stunden) wurde durch Zusatz von 2 g Borsäure zum Futter (500 g Fleisch und 30 g Fett) nicht merkbar beeinflusst (nähere Angaben enthält das Hammarsten'sche Referat nicht). Später hat auf Anregung von Zuntz an sich selbst Frentzel während eines Tages die Stickstoffwerthe zweier Nüchternstunden und der drei darauf folgenden Stunden nach Eiweissaufnahme festgestellt. (Frentzel, Ergographische Versuche über die Nährstoffe als Kraftspender für ermüdete Muskeln. Arch. f. Physiol. 1899, Suppl. S. 149.)

Darauf wurde die Resorptionsgrösse unter dem Einfluss des Saccharins mit dieser Versuchsanordnung von Bornstein verfolgt. (Bornstein, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung des Saccharins, Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 40, 1900, S. 208).

Ueber die Stundenwerthe der Stickstoffausfuhr im Harn vergl. im Uebrigen:

Yvon, Sur les variations horaires de l'excrétion urinaire chez l'homme normal. Compt. rend. soc. biol. 1901, S. 201.

Sherman und Hawk, On the elimination of nitrogen, sulphates and phosphates after the ingestion of proteid food. American journal of physiol. 4, 1900, S. 25.

genossen spätestens Abends 8 Uhr ein eiweissarmes Abendbrot. Am nächsten Morgen wurde vor Beginn des Versuchs der Nachtharn entleert, und der auf die nächsten beiden Stunden fallende Harn getrennt gesammelt. Darauf wurde innerhalb 5 Minuten ein stets gleichbleibendes Frühstück, das grösstentheils aus Plasmon oder Tropon¹⁾ bestand, eingenommen, und der Harn der nächsten 3 bis 4 Stunden gesammelt. Nach einer Vorperiode von mehreren Tagen wurde dem Frühstück Borsäure in steigenden Mengen zugesetzt. An diesen 3tägigen Versuchsabschnitt schloss sich eine Nachperiode, die in allen Punkten dem Vorversuch entsprach. Im Versuch F. wurden auch Phosphorsäurebestimmungen im Harn ausgeführt. Die Ergebnisse folgen in Form von Tabellen und von Kurven (vergl. Tafel I).

Versuch an Dr. S. 27./2. bis 5./3. 1901.

Beginn des Vorversuchs 7³⁰ Uhr, Frühstück (60 g Plasmon²⁾, 10,0 g Fleischextrakt³⁾,
3 g Kochsalz, 400 ccm heisses Wasser : 8,0 g Stickstoff) 9³⁰—9³⁵.
Ende des Versuchs 12³⁰.

Datum	Bor- säure	Harnmengen						Gesamt-Stickstoff im Harn					
		vor dem Frühstück		nach dem Frühstück				vor dem Frühstück		nach dem Frühstück			
		1.	2.	1	2.	3.	1.	2.	1.	2.	3.		
		Stunde	Stunde	Stunde	Stunde	Stunde	Stunde	Stunde	Stunde	Stunde	Stunde		
		7 ³⁰ -8 ³⁰	8 ³⁰ -9 ³⁰	9 ³⁰ -10 ³⁰	10 ³⁰ -11 ³⁰	11 ³⁰ -12 ³⁰	7 ³⁰ -8 ³⁰	8 ³⁰ -9 ³⁰	9 ³⁰ -10 ³⁰	10 ³⁰ -11 ³⁰	11 ³⁰ -12 ³⁰		
27./2.	—	38	48	65	85	58	0,644	0,705	0,839	0,908	0,726		
28./2.	—	47	52	52	95	59	0,718	0,724	0,750	1,021	0,764		
1./3.	—	44	53	53	75	50	0,785	0,749	0,785	0,909	0,734		
		Mittel: 94 ccm		Mittel: 197 (+ 103)									

Es wird zu der Plasmonsuppe heisses Wasser mit 1, 2 und 3 g Borsäure gelöst
verwendet:

2./3.	1 g	43	54	60	99	66	0,777	0,800	0,855	1,047	0,879
3./3.	2 g	70	72	83	117	97	0,898	0,885	0,963	1,039	0,969
4./3.	3 g	52	55	56	81	78	0,798	0,739	0,769	0,546	0,885
		Mittel: 115 ccm		Mittel: 246 (+ 131)							
5./3.	—	48	40	41	66	54	0,692	0,582	0,661	0,837	0,735
		Mittel: 88 ccm		Mittel: 161 (+ 73)							

Hier musste der Versuch unterbrochen werden, weil Verstopfung, Magendrücken und Uebelkeit sich bemerkbar machten. Die Nahrung wurde schliesslich nur mit Widerwillen aufgenommen.

¹⁾ Ein Bedenken, das durch seine schlechte Ausnutzung im Darm ausgezeichnete Tropon für vorliegende Zwecke zu verwenden, bestand nicht, da doch die Borsäurewerthe denen einer Vor- und Nachperiode gegenübergestellt werden, welche die Resorptionsgrösse und -schnelligkeit des Tropens feststellen. Der Ausfall dieser Versuche erweist überdies die Brauchbarkeit des Tropens für unsern Zweck.

²⁾ Plasmon : 11,855% Stickstoff.

³⁾ Fleischextrakt 8,86% Stickstoff.

Versuch an Dr. Fr. 24./3. bis 31./3. 1901.

Beginn des Vorversuchs 6 Uhr früh, nach dem Entleeren des Harns 130 ccm Fachinger Wasser. Frühstück. (35 g Tropon¹⁾, 80 g Tropon-Bisquits²⁾, 3 g Thee, 15 g Zucker, 350 ccm heisses Wasser: 8,0 g Stickstoff) 8⁰, bis 8¹⁰. Diese Nahrung wurde wohl hauptsächlich der Beigabe substantieller Nahrung wegen mit grossem Appetit verzehrt. (Im Gegensatz zu Dr. S., der während des Versuchs über ein unbehagliches Gefühl im Magen klagte und dies auf das Fehlen fester Beinahrung schob). Ende des Versuchs 12⁰⁰.

Datum	Borsäure	Harnmengen						Gesamt-Stickstoff im Harn							
		vor dem Frühstück		nach dem Frühstück				vor d. Frühstück		nach dem Frühstück					
		1. Std.	2. Std.	1. Std.	2. Std.	3. Std.	4. Std.	1. Std.	2. Std.	1. Std.	2. Std.	3. Std.	4. Std.		
		6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12		
24./3.	—	39,0	35,0	58,0	61,0	63,0	64,0	0,638	0,438	0,686	0,766	0,773	0,752		
25./3.	—	72,0	68,0	89,0	77,0	76,0	66,0	0,732	0,650	0,781	0,823	0,883	0,809		
26./3.	—	54,0	58,0	83,0	78,0	59,0	48,0	0,784	0,638	0,738	0,864	0,732	0,633		
		Mittel: 109 ccm		Mittel: 274 (+ 165)											

Es werden dem heissen Wasser zur Bereitung des Thees und der Tropon-Aufschwemmung 1, 2 und 3 g Borsäure zugesetzt.

27./3.	1 g	63,0	73,0	96,0	75,0	77,0	86,0	0,675	0,631	0,723	0,721	0,799	0,805		
28./3.	2 g	56,0	76,0	118,0	89,0	98,0	100,0	0,773	0,735	0,850	0,823	0,829	0,851		
29./3.	3 g	101,0	97,0	104,0	86,0	104,0	104,0	0,853	0,700	0,734	0,773	0,921	0,829		
		Mittel: 155 ccm		Mittel: 379 (+ 224)											
30./3.	—	51,0	51,0	84,0	76,0	62,0	72,0	0,672	0,582	0,644	0,683	0,770	0,738		
31./3.	—	50,0	56,0	72,0	58,0	47,0	49,0	0,739	0,689	0,763	0,703	0,713	0,759		
		Mittel: 104 ccm		Mittel: 260 (+ 156)											

Datum	Borsäure	Gesamt-Phosphorsäure im Harn					
		vor dem Frühstück		nach dem Frühstück			
		1. Std.	2. Std.	1. Std.	2. Std.	3. Std.	4. Std.
		6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
24./3.	—	0,170	0,115	0,100	0,080	0,075	0,110
25./3.	—	0,140	0,110	0,100	0,070	0,085	0,115
26./3.	—	0,220	0,115	0,110	0,080	0,075	0,095

Es werden dem heissen Wasser zur Bereitung des Thees und der Tropon-Aufschwemmung 1, 2 und 3 g Borsäure zugesetzt.

27./3.	1 g	0,130	0,100	0,105	0,080	0,085	0,105
28./3.	2 g	0,130	0,095	0,100	0,080	0,085	0,120
29./3.	3 g	0,145	0,100	0,110	0,090	0,080	0,090
30./3.	—	0,085	0,075	0,075	0,070	0,060	0,075
31./3.	—	0,080	0,065	0,070	0,070	0,065	0,080

Stickstoffgehalt des Tropons 14,80%.

Stickstoffgehalt der Tropon-Bisquits 3,528%.

¹⁾ Tropon: 14,80%.

²⁾ Tropon-Bisquits 3,528%.

Leider sind die Zahlen der Nachperiode von geringerem Werthe, da die Versuchsperson in der auf die Einnahme von 3 g folgenden Nacht zum ersten Male schlecht schlief, am Morgen des ersten Nachtages beim Trinken des Fachinger Wassers Magen drücken verspürte und sich während der beiden Nachtage nicht frisch und wohl fühlte. Ueberblicken wir zunächst die Ergebnisse des ersten Versuchs (S), so zeigt sich am dritten Versuchstag ein sehr charakteristischer Befund. Während in den Vortagen, den ersten zwei Versuchstagen und am Nachtag die Kurve der Stickstoffmengen im Harn dieselbe Gestalt hat, allmählicher Anstieg von den meist gleich niedrigen Nüchternwerthen in der ersten und zweiten Stunde, Abfall in der dritten Stunde, erhebt sich nach Einnahme von 3 g Borsäure der Werth der ersten Stunde fast nicht und sinkt während der zweiten Stunde sogar steil ab, um sich erst in der dritten Stunde etwas über den Nüchternwerth zu erheben. Der Durchschnitt der drei Einzelwerthe nach Aufnahme von 8 g N im Frühstück (0,733 g N) ist tiefer als derjenige der zwei Stunden vor der Nahrungsaufnahme (0,764 g N).

Demgegenüber zeigte der Versuch F. nicht diesen selben Befund während sämtlicher vier Versuchsstunden. Bei Betrachtung der ersten zwei Versuchsstunden aber fällt ohne Weiteres auf, dass das Kurvenbild sich schon nach der Gabe von 1 g Borsäure verändert hat: am ersten Versuchstag Treppenbildung, am zweiten Versuchstag ist der Werth der zweiten und folgenden Stunde niedriger als der der ersten Stunde, am dritten Versuchstag steigt die Kurve während zwei Stunden nur sehr wenig an und erreicht noch nicht einmal die Höhe der vorletzten Nüchternstunde. Stellen wir deshalb in einer besonderen Tabelle die Unterschiede der Stickstoffwerthe der zweiten Versuchsstunde von dem Werth der letzten Nüchternstunde in absoluten und prozentischen Werthen zusammen, so ergibt sich, dass in dem Versuch F. schon nach der Dosis von 1 und 2 g wesentlich niedrigere Stickstoffmengen resorbirt wurden, als ohne Borsäure, und dass in dem Versuch S. ebenfalls nach 2 g Borsäure eine Andeutung dieses Befundes zu erkennen ist. Die Steigerung der Stickstoffwerthe der zweiten Versuchsstunde gegenüber der letzten Vor-(Nüchtern)stunde beträgt:

Versuch F.	Steigerung in g	Mittel- werth	Steigerung in %	Versuch S.	Steigerung in g	Mittel- werth	Steigerung in %
Vortag 1	0,328	0,242 g	75	Vortag 1	0,203	0,220 g	28
" 2	0,173		27	" 2	0,297		41
" 3	0,226		35	" 3	0,160		21
Versuch 1 g Borsäure	0,080	0,080 g	12	Versuch 1 g Borsäure	0,247	0,070 g	31
" 2 " "	0,088		12	" 2 " "	0,154		17
" 3 " "	0,073		10	" 3 " "	-0,193		- 26

Hieraus ergibt sich, dass der Borsäure in der That eine die Resorption verzögernde Wirkung auf die stickstoffhaltigen Bestandtheile zukommt, ein Befund, der durch das Ergebniss des einen Hunderversuchs Panums¹⁾ nicht umgestossen werden kann. Dieser Einfluss der Borsäure lässt sich aber auch noch auf eine andere Weise

¹⁾ Panum, S. 43a.

indirekt darthun, durch Bestimmung der Eigenwärme eines Thieres nach Aufnahme eines Fleischfutters mit und ohne Borsäure. Werden in gegebener Zeit geringere Mengen von Eiweiss aufgesaugt, so können auch nur geringere Mengen Nahrung als Wärmequelle am Kraftwechsel theilnehmen. Dies muss sich bei geeigneter Versuchsgestaltung nachweisen lassen. An diese zeitraubenden Messungen konnte umso eher gegangen werden, als sie gleichzeitig die in der Fachlitteratur vielverbreitete Annahme einer Temperatursenkung unter dem Einfluss der Borsäure zu prüfen geeignet waren. Die an einem und demselben Hund bei stets gleichbleibender Nahrung (1250 g gemahlenes Pferdefleisch) in zwangloser Seitenlage gefundenen Temperaturen, welche an einem dauernd 12 cm tief im Mastdarm liegenden Thermometer abgelesen wurden, haben uns gezeigt, dass nicht nur das Maximum der Temperatur während 4 Stunden Verdauung nach Borsäurezufuhr niedriger liegt als normal, sondern auch dies Maximum deutlich später erreicht wird und die Erhöhungen über der Anfangstemperatur des betreffenden Versuchs wesentlich geringer sind. (Vergl. Tabelle S. 67 im Anhang).

Fütterung 10 ²⁰	Unterschied der Temperatur zwischen Maximum und 10 ³⁰	Maximum wird erreicht nach
Normal 1	+ 0,8	90 Min.
Borsäure I	+ 0,36	125 „
„ II	+ 0,27	140 „
„ III	+ 0,28	190 „
„ IV	+ 0,20	140 „

Es ist aber auch die Form des Anstiegs und des Abfalls bei borsäurehaltiger Nahrung ein verschiedener. In Normal-Versuch 1 steigt von einem gewissen Zeitpunkt (11¹⁵) die Temperatur schnell hoch an und bleibt längere Zeit auf der Höhe, in Borsäureversuch I, II, III, IV erfolgt der Anstieg ganz allmählich; in III und IV erleidet das Plateau sogar eine deutliche Senkung. Während am 31./1, 1./2. und 3./2. ohne Borsäure¹⁾ das Maximum der Temperatur nach 115, 120 und 130 Minuten erreicht wurde, stieg die Temperatur am 4./2. unter dem Einfluss der Borsäure erst nach 200 Minuten auf ihren Gipfel²⁾.

Es hat sich also durch Heranziehung anderer Versuchsanordnungen zeigen lassen, dass die behauptete Verzögerung der Ausnutzung eines mit Borsäure versetzten Nahrungsmittels besteht und zwar innerhalb 1—2 Stunden sich bereits bemerkbar macht. Bei der Feststellung dieser Wirkung zur Begründung und Erklärung eines direkt erhobenen Versuchsbefundes durfte natürlich ohne Bedenken zu den hohen angewendeten Gaben gegriffen werden. Für die praktischen Verhältnisse sind die direkten Befunde das Ausschlaggebende; die indirekt gewonnenen Ergebnisse widerlegen nur die Ansicht einiger Autoren, dass Forsters Versuchen ein Werth nicht beizumessen sei. Ob diese Verzögerung der Resorption während des übrigen Theils des Tages unter Umständen nicht doch wieder ausgeglichen werden kann, lässt sich

¹⁾ In der Tabelle nicht angeführt.

²⁾ Irgend ein Einfluss auf das Grosshirn konnte in den vier Stunden, während welcher das Thier ruhig dalag, nicht festgestellt werden. Ebenso wenig wurde die Kothentleerung beeinflusst.

aus vorliegenden Versuchen nicht erschliessen, Forsters und Heffters Versuche sprechen dagegen, auch ist in einigen der später anzuführenden Versuche an Menschen eine deutliche Mehrausscheidung von Stickstoff und ätherlöslicher Substanz im Tageskoth einwandfrei festgestellt und eine grössere Ausfuhr von stickstoffhaltigen Substanzen im Koth der Chittenden'schen, Liebreich'schen und Leffmann'schen Hunde gefunden worden.

Es gelangten vom Nahrungsstickstoff im Koth zur Ausscheidung (Mittelwerthe):

	I	II	III			
	%	%	a %	b %	c %	
Vorperiode . . .	2,4	5,2	2,7	3,6	2,8	(Chittenden)
Borperiode . . .	Borax 4,3	Bors. 6,3	Borax 4,2	Bors. 3,6	Borax 5,3	
Nachperiode . .	4,0	6,3	3,6	2,8	4,0	

Es wurden ausgeschieden bei einem Hund von 7,7 Kilo bei einer nicht näher bezeichneten Nahrung von 8,7 g Stickstoff im Koth täglich (Mittelwerthe):

	Wasser g	Trocken- substanz g	Stickstoff g	Stickstoff in % des Nahrungsstickstoffs	
Vorperiode (10 Tage)	139,5	54,9	2,3	26	(Liebreich)
Boraxperiode „ „	113,0	50,4	3,1	36	
Nachperiode „ „	136,0	52,8	2,6	29	

d. h. in 10 Tagen gab der Hund 8,3 g N mehr mit dem Koth ab, während weniger Wasser zu Verlust ging und die Gesamtmenge der Trockensubstanz gleichfalls niedriger war.

In dem Ausfall dieser Stundenversuche dürfte aber der Schlüssel zum Verständniss der von K. B. Lehmann angeführten Mann'schen und einiger meiner noch zu besprechenden Stoffwechsel-Versuche zu suchen sein. Es wird die Vermehrung des Stickstoffs im 24stündigen Koth nach Borsäure abhängig sein von der Vertheilung der Borsäuregaben über den Tag und von dem mehr oder weniger längeren Andauern der Wirkung der Einzelgaben. Wenn nun diese allein oder ausschliesslich in Erzeugung einer stärkeren Peristaltik und Diarrhoe besteht, worauf die Versuche am Menschen und am Thier hindeuten, so würde der Endeffekt nach Borsäure für gewöhnlich in der Summation der Einzeleffekte nach Aufnahme der einzelnen borsäurehaltigen Nahrungsmittel zu sehen sein. Die Vermuthung Forster's, dass es sich hierbei um eine, durch die Borsäure bedingte Schleim- und Saftabsonderung und gesteigerte Zellabstossung im Darm handle, wird durch Röse's Beobachtungen gestützt. Auch das Ergebniss des Liebreich'schen Stoffwechselversuchs am Hund: Erhöhung der Stickstoffmenge im Koth, der weniger feste Substanzen und Wasser führt, würde in diesem Sinne zu deuten sein. In meinen Versuchen hat sich eine Bestätigung dieser Forster'schen Vermuthung nicht finden lassen.

2. Die Allgemeinwirkungen.

Die in der Litteratur vorliegenden Stoffwechselversuche mit Borsäure und Borax betreffen Hunde (Gruber¹⁾, Chittenden und Gies²⁾ Liebreich³⁾ und neuerdings 3 Kinder im Alter von 2½ bis 5 Jahren (Tunnicliffe und Rosenheim⁴⁾). Es können aber nur solche Stoffwechselversuche Anspruch auf Beachtung finden, die nach den Grundsätzen der exakten Forschung der Stoffwechselphysiologie angestellt sind. Versuche, in denen die Menge des Harnstickstoffs um 20 bis 50 % an den einzelnen Tagen schwankt, oder solche, in denen wohl die Menge des in der Nahrung enthaltenen Stickstoffs, nicht aber die Nahrung selbst angegeben wird und in denen 26 % des in dem Futter gereichten Stickstoffs mit dem Koth zu Verlust gehen, sind einer eindeutigen Beurtheilung nicht zugänglich. Ueberdies war selbst die längste angewendete Versuchsdauer von 10 Tagen noch eine zu kurze, als dass man sich eine Vorstellung über etwaige chronische Einwirkungen der Borverbindungen machen könnte.

Es wurden deshalb im Jahre 1899 zunächst Stoffwechselversuche an mehreren sowohl ausgewachsenen, ins Stickstoffgleichgewicht gebrachten als auch im Wachsthum stehenden Hunden angestellt. In keinem der Versuche trat — wie auch von Chittenden und von Liebreich behauptet worden ist — eine nennenswerthe Aenderung des Eiweissumsatzes ein; erst als in dem im Anhang (Tafel II) folgenden Versuch 2 (Hund A⁵⁾, 9750 g, Nahrung 13,6 g Stickstoff haltendes rohes Pferdefleisch, 100 ccm Wasser, Gesamtwasser 400 ccm), die 29 Tage lang gegebene Menge von 1 g Borsäure und während 10 Tagen gereichte Menge von 2 g auf 3 g (11 Tage) und 4 g (4 Tage) erhöht wurde, gab der Körper von seinem eigenen Eiweiss mit den Ausscheidungen ab und zwar in Prozenten des Nahrungsstickstoffs ausgedrückt, nach 3 g täglich 2,3 %, nach 4 g täglich 6 %⁶⁾. Im 2tägigen Nachversuch erreichte die Minusbilanz ihren höchsten Werth. Ausserdem wurde auch das Ammoniak zur Entscheidung der Frage, ob die Borsäure Säurewirkung auf den Stoffumsatz besitzt, bestimmt.⁷⁾ Die Werthe für Ammoniak blieben während 50 Fütterungstagen unverändert, erst am 51. Versuchstag (4 g Borsäure) sinkt die ausgeführte Ammoniakmenge im Harn deutlich ab. Das Fehlen von grösseren Ammoniakmengen im Harn nach Einführung grösserer Borsäuregaben spricht also entschieden gegen die Annahme einer Säurewirkung der Borsäure und damit gegen einen wesentlichen Unterschied zwischen Borsäure und Borax nach der Aufsaugung. Die in den einzelnen Perioden

¹⁾ Gruber, Ueber den Einfluss des Borax auf die Eiweisszersetzung im Organismus. Zeitschr. f. Biol. 16, 1880, S. 198.

²⁾ Chittenden und Gies, The influence of borax and boric acid upon nutrition with special reference to proteid metabolism. American journal of physiology 1, 1898, S. 1.

³⁾ Liebreich a. a. O.

⁴⁾ Tunnicliffe und Rosenheim, On the influence of boric acid and borax upon the general metabolism of children. Journ. of hygiene 1, 1901, S. 168.

⁵⁾ Hund A hatte vom 31. Oktober bis 1. Dezember 1899 zu dem veröffentlichten Salpeterversuch gedient.

⁶⁾ Verabreicht wurden 0,1 g, 0,2 g, 0,31 g und 0,44 g Borsäure pro Kilo Körpergewicht.

⁷⁾ Methode Schlössing (4 Tage lang stehen lassen, Kontrollbestimmungen).

gelassenen Harnmengen zeigten ebenfalls keine Aenderung; gegenüber dem Durchschnitt der 12 Vortage von 389 ccm pro Tag betrugen die Werthe nach 1,2 und 3 g Borsäure 382, 367 und 361 ccm.¹⁾ Erst als 4 g Borsäure verfüttert wurden, nahm die Harnmenge merklich zu (514 ccm) und überstieg allein schon die Menge des Nahrungswassers (400 ccm) um ein Beträchtliches (114 ccm täglich).

Ein ganz markantes Verhalten zeigt dagegen das Körpergewicht des Hundes, das während der 54tägigen Borsäuredarreichung (98 g Borsäure) von 9740 auf 8400 g, d. h. um 1340 g oder um 13 % fiel; auch während der beiden Nachtage sank es noch um 250 g. Um zunächst dem Einwand zu begegnen, es sei die gleichmässige Fütterung die Ursache der Gewichtsverminderung, braucht zum Vergleich nur der an demselben Hund A unter gleichen Ernährungsverhältnissen 6 Monate früher angestellte Versuch (Vers. 1 auf Taf. II) herangezogen zu werden, der sich über 73 Tage gleicher Fütterung erstreckte und bei dem eine 31 Tage währende Fütterung von 1 g Borax und eine 29 Tage dauernde Fütterung von 1 g Borsäure durch eine 10tägige Zwischenperiode getrennt war. In diesem borsfreien Abschnitt versucht das Thier sein Körpergewicht wieder hochzubringen und auch später zeigt sich noch einmal eine Gewichtssteigerung, so dass der Abfall des Körpergewichts von 10300 auf 9850 g der Wirkung des Borax, der von 9850 auf 9600 der Borsäure zugeschrieben werden muss. Ueberdiess zeigt ein mit Verfütterung von 1 g Natronsalpeter²⁾ über 24 Tage ausgedehnter Versuch an demselben Hund A einen in die Grenzen des Physiologischen fallenden Unterschied von 140 g auf 10420 g Anfangsgewicht.

Dieses merkwürdige Heruntergehen des Körpergewichts in Versuch 2 kann nach dem Gesagten weder auf einen gesteigerten Umsatz von Eiweiss noch auf einen grösseren Wasserverlust durch den Harn zurückgeführt werden. Da das Thier seine Munterkeit verlor und so stark abmagerte, dass die Tödtung schliesslich geboten schien, so ist der Gedanke an eine gesteigerte Inanspruchnahme des Fetts als Ursache dieses Gewichtsverlustes nicht von der Hand zu weisen, umsomehr als trotz immer geringer werdenden Gewichts der Hund sein gleichbleibendes Futter vollständig verzehrte.

In dem Versuch 1 an demselben Hund A betrug nun die Stickstoffbilanz

in der Vorperiode (3 Tage)	100,2 %
in der Boraxperiode (31 Tage, täglich 1 g)	100 %
in der Zwischenperiode (10 Tage)	96,4 %
in der Borsäureperiode (29 Tage, täglich 1 g)	101,4 %

Die hier in der Zwischenperiode auftretende geringere Stickstoffabgabe fällt nun zeitlich zusammen mit einem Anstieg des vorher gesunkenen Körpergewichts; es ist hier ein Moment angedeutet, das ausgeprägter bei den Stoffwechselversuchen am Menschen auftritt: eine durch die Borsäuredarreichung entstandene, aus dem Körpergewicht, nicht aber aus dem Eiweissumsatz zu erschiessende Wirkung auf den Stoff-

¹⁾ D. h. sehr hohe Werthe, etwa 97%, 95%, 92% und 90% vom Nahrungswasser (unter Vernachlässigung der festen Bestandtheile im Harn), so dass sich der starke sturzartige Abfall des Körpergewichts sofort bei der ersten harntreibenden Gabe von 4 g bemerkbar macht.

²⁾ E. Rost, Ueber den Einfluss des Natronsalpeters auf den Stoffwechsel des Hundes. Arb. a. d. K. G. A. Bd. 18, 1901, S. 78.

umsatz wird beim Weglassen der Borsäure in der Nachperiode durch eine Aenderung des Eiweissumsatzes erkannt. Nimmt man als Ursache für die Gewichtsverminderung eine durch Borsäure bewirkte gesteigerte Einschmelzung von Fett an, so hat es den Anschein, als ob der Organismus in der borsäurefreien Periode den vorher erlittenen Verlust an Körperfett durch Eiweissparung zu decken sucht.

Der mit grossen Gaben Borax von Gruber angestellte Stoffwechselversuch kann aber — entgegen der Ansicht Pouchet's¹⁾ — eine für die praktischen Verhältnisse zu verwerthende Bedeutung nicht besitzen. Er beweist im Zusammenhang mit den übrigen Stoffwechselversuchen mit kleinen und mittleren Gaben lediglich, dass bei Borax allerdings eine Erhöhung des Eiweissumsatzes beobachtet werden kann, wenn die angewendeten Mengen so gross sind, dass sie eine Salzwirkung, eine Wasserentziehung, entfalten. So übersteigt an dem Tage, wo der Hund Gruber's von 34 Kilo 20 g Borax dem Futter zugemischt erhält, die Harnmenge allein schon die Flüssigkeitsmenge der Nahrung um 300 ccm. Diese Steigerung des Eiweissumsatzes ist nach den Lehren der Stoffwechselphysiologie eine Folge der Salzwirkung, die ihrerseits nur durch gewisse grosse Mengen Salz hervorgerufen werden kann. Kleinere Mengen könnten diese Wirkung selbst bei schwachen oder kranken Personen nicht entfalten, da sie ihre Vorbedingung in der bestimmten Menge Salz hat. Hierfür können die folgenden Versuche als Beweis dienen. In einer früheren Arbeit²⁾ ist der Nachweis zu liefern versucht worden, dass der Natronsalpeter in kleinen Dosen ohne Einfluss auf den Eiweisshaushalt eines Hundes ist, in grossen Gaben den Eiweissumsatz stört. Stellt sich in Folge der Zufuhr dieses Salzes durch Harnvermehrung eine Wasserentziehung im Körper ein, so erleidet der Eiweisszerfall eine Steigerung; wird dagegen durch Wasserdarreichung einer Entwässerung durch Salpeter vorgebeugt, so setzt der Körper etwas weniger Eiweiss um. In gleicher Weise wirken Kochsalz und mit Wahrscheinlichkeit andere Salze (wie schwefelsaures, essigsaures Natrium, Soda). Der Borax reiht sich nun in seiner Wirkung in grossen Mengen dem Kochsalz und Salpeter an. Ein Hund, der zu seinem Futter (44,2 g Stickstoff haltendes Pferdefleisch und 100 ccm Wasser, Gesamtwasser etwa 1075 ccm) 2—15 g Borax zugelegt bekam, zeigte folgende Mittelwerthe (Seite 25).

In der 4tägigen vierten Theilperiode, wo nach 15 g krystallwasserhaltigem Borax (einer im Vergleich zur Menge von 40 g Salpeter an denselben Hund verfütterten Gabe mässigen Dosis) die Wassermenge in der Nahrung schon nicht genügte, das Harnwasser zu decken, stieg der Eiweissumsatz auf 103,4 % (gegenüber 98,6 % der Vor- und 98,9 % der ersten Theilperiode). Der Effekt ist entsprechend der geringen Entwässerung klein aber trotzdem nicht zu übersehen. Giebt man dagegen bei reichlicher Wasserdarreichung einem Hunde ähnliche Boraxmengen, so tritt eine geringere Stickstoffausfuhr im Harn ein. Es gelang nach Fehlversuchen schliesslich, einem anderen Hund von 11 Kilo, der reichliche Mengen Wasser zu seinem Futter gemischt und bisweilen noch Wasser mit dem Magenschlauch erhielt, 10 g Borax meist in Gelatine kapseln beizubringen. Als die verminderte Stickstoffausfuhr in Harn und Koth

¹⁾ Pouchet in Brouardel, Les empoisonnements criminels et accidentels, Paris 1902, S. 526.

²⁾ E. Rost, a. a. O.

	Körpergewicht g	Harnmenge in cem	Stickstoff im Koth g	Stickstoff- bilanz in % des Nahrungs- stickstoffs. %	Borax (wasserfrei) im Futter pro Kilo Körper- gewicht berechnet g
Vorperiode: 5 Tage	28860—28860	1002	1,1	98,6	—
Versuchsperiode: 1. 28 Tage (2 g Borax)	28860—28280	1001	1,13	98,9	0,035
2. 6 Tage (5 g Borax)	28280—28340	987	1,44	99,9	0,090
3. 5 Tage (10 g Borax)	28340—28540	963	1,35	99,7	0,18
4. 4 Tage (15 g Borax)	28540—28000	1116	1,27	103,4	0,27
Nachperiode	28000—28750	897	1,52	102,0	—

sich unter dem Einfluss des Borax bemerkbar machte, wurde nach und nach das Extrawasser weggelassen, bis der Hund nur das im Fleisch enthaltene Wasser sich zuführte. Es konnte gehofft werden, somit die Wasserzufuhr so niedrig zu gestalten, dass die wasserentziehende Wirkung des Borax, welcher in gleicher Menge weiter verabreicht wurde, nun in Wirksamkeit treten würde.

In der That zeigte der Borax bei reichlicher Wasserversorgung des Thieres eine gegen die Vorperiode nicht zu verkennende geringere Stickstoffausfuhr in den Ausscheidungen; bei Herabsetzung des Wassers wirkte darauf dieselbe Menge dagegen erhöhend auf den Eiweisszerfall. Entsprechend den angewendeten Mengen Borax sind grössere Ausschläge nicht zu erwarten (S. 26 u. Vers. 3 auf Tafel II).

Die Gleichheit in der Stoffwechselwirkung mit dem Salpeter und Kochsalz lehrt, dass der von Gruber an 2 Versuchstagen mit 10 und 20 g Borax beobachtete Eiweissmehrerfall nur die Wirkung grosser Gaben ist. Eine spezifische Borwirkung scheint hiernach auf den Eiweissumsatz nicht zu bestehen. Die nach grossen Mengen Borsäure im Versuch S. 22 beobachtete Erhöhung des Eiweisszerfalls ist ja ebenfalls als eine Wirkung der Entwässerung des Körpers aufzufassen; auch die Borsäure ruft eine Wasserverarmung durch Harnvermehrung hervor.

Das im Thierversuch beobachtete Wirkungsbild der Borverbindungen auf den Stoffwechsel: der bei unveränderter Eiweisszersetzung wahrscheinlich auftretende Fettmehrerverbrauch, die Diurese und die Nachwirkungen, hat sich nun in 7 Versuchen an 5 verschiedenen gesunden Menschen bestätigen, bzw. zur Gewissheit zeigen lassen. Ueber die Beeinflussung des Stoffumsatzes durch Borax in einem Selbstversuch wird Herr Dr. Neumann¹⁾ gesondert berichten. Die übrigen 6 Versuche an 4 Personen sind mit Borsäure angestellt.

¹⁾ R. O. Neumann, Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt, Band 19, 1902, Heft 1.

Hund. (Vergl. Tafel II.)

Dauer des Versuchs: 9. November bis 9. Dezember 1900.

Nahrung: Fleisch mit 18,7 g N und 300 ccm Wasser (Gesamt-Wasser 710 ccm, später wechselnd).

Versuchs- tag	Körper- gewicht in g	Eingeführt				Harn			Koth N total	N in Harn, Koth und Spül- wasser	Bilanz	
		Borax in g	Wasser			Menge in ccm	N total	P ₂ O ₅ total			in abso- luten Werthen	in % des Nähr- ungs N
			in der Nähr- ung	Extra (300 und darunter dem Fleisch zuge- mischt)	total							
1	11 900	—	410	300	710	648	18,788	2,333	0,444	19,432	—0,7	103,7
2	11 900	—	410	300	710	630	18,345	2,425	0,444	18,989	—0,3	101,6
3	—	—	410	300	710	716	18,765	2,613	0,444	19,409	—0,7	103,7
4	11 820	—	410	300	710	716	18,765	2,613	0,351	19,416	—0,7	103,7
5	—	—	410	300	710	748	18,724	2,879	0,351	19,275	—0,6	103,2
6	11 820	—	410	300	710	748	18,724	2,879	0,351	19,275	—0,6	103,2
7	11 820	10	410	350	760	680	18,538	2,788	0,351	19,089	—0,4	102,1
(bricht nach 20 Minuten: frisst Nachts vollständig das Futter wieder auf)												
8	11 850	—	410	300	710	680	18,538	2,788	0,351	19,089	—0,4	103,7
9	11 850	—	410	300	710	746	18,882	2,648	0,351	19,433	—0,7	103,7
10	—	—	410	300	710	722	18,316	2,599	0,317	18,833	—0,1	100,5
11	11 700	—	410	300	710	722	18,316	2,599	0,317	18,833	—0,1	100,5
1	11 650	10	410	300	710	736	18,877	2,834	0,317	19,394	—0,7	103,7
2	11 700	10	410	320	730 ¹⁾	660	18,092	2,607	0,317	18,609	+0,1	99,5
3	11 650	10	410	350	760	694	18,062	2,498	0,317	18,579	+0,1	99,5
4	11 650	10	410	350	760	652	17,946	2,478	0,141	18,287	+0,4	97,9
5	11 600	10	410	450	860	718	18,240	2,190	0,141	18,581	+0,1	99,5
6	11 420	10	410	170	580	612	17,684	2,601	0,141	18,025	+0,7	96,3
7	11 300	10	410	200	610	570	18,180	2,251	0,141	18,511	+0,2	99
8	11 300	10	410	200	610	586	18,180	2,403	0,141	18,521	+0,2	99
9	11 020	10	410	100	510	650	18,391	2,502	0,141	18,732	—0,03	100
10	10 970	10	410	100	510	570	18,786	2,565	0,141	19,127	—0,4	102,1
11	10 770	10	410	50	460	605	18,456	2,601	0,141	18,797	—0,1	100,5
12	10 650	10	410	0	410	408	16,485(?)	2,183(?)	0,141	?	?	?
Hat Fleisch nur bis auf etwa 30 g aufgefressen.												
1	—	—	410	300	710	428	18,061	2,289	0,141	18,402	+0,3	98,4
2	11 100	—	410	300	710	430	18,722	2,515	0,192	18,914	—0,2	101
3	11 400	—	410	300	710	435	19,872	—	0,192	20,046	—1,3	106,9
4	11 350	—	410	300	710	520	19,350	2,626	2,030	21,380	—2,7	114,3
										Koth u. Spülwasser		
5	11 450	—	410	300	710	670	19,191	2,780	0,30 ²⁾	19,691	—1,0	105,3
6	11 400	—	410	300	710	685	18,317	2,843	0,30	18,817	—0,1	100,5
7	11 450	—	410	300	710	632	17,731	2,623	0,30	18,231	+0,5	97,4
8	11 470	—	410	300	710	900	17,338	2,565	0,30	17,838	+0,9	95,2

¹⁾ Die Mengen über 710 werden mit der Schlundsonde eingegossen.

²⁾ Mittelwerth eingesetzt.

Stoffwechselversuche am Menschen.

Methodik. Bei der Wahl der Nahrung für die vier Versuchspersonen musste davon abgesehen werden, sie so gleichmässig und eintönig zu gestalten, wie sie beispielsweise von Neumann in seinen vielfachen Versuchen genossen wurde und manches zur Klärung bestimmter Fragen beigetragen hat. Die Leute (Laboratoriums- und Hausdiener) mussten zunächst drei bis vier Tage lang die Nahrung ausprobieren, mit der sie auf 20 bis 30 Tage gut auskommen und die sie auch bis zuletzt mit Appetit geniessen würden; sie erklärten jedoch, ohne Kartoffeln, Zwiebel und schliesslich ohne Bier nicht auskommen zu können, sodass diese neben einem sehr dünnen Kaffee (oder Theeaufguss) in die Kost eingesetzt werden mussten. Bedenkt man, dass als oberster Grundsatz bei der Wahl der Nahrung die Erhaltung des Appetits der Versuchspersonen zu gelten hat, und dass kleine Schwankungen in der Nahrungszufuhr sich auch bei der einfachsten Kostform nicht ausschliessen lassen¹⁾, so konnte ohne Bedenken eine derartige Kost gewählt werden, wenn nur ein besonderer Werth auf die gleichmässige Gestaltung der hauptsächlichsten Eiweissträger, des Fleisches und des Brotes, gelegt wurde. Das in grossen Stücken bezogene Fleisch wurde von Fett und Bindegewebe befreit, in Stücke geschnitten und sofort nach der Fertigstellung der Analyse (gewöhnlich 5—6 Stunden nach Einkauf), noch bevor sich Fleischwasser abgeschieden hatte, für 5 (Winter) oder 3 (Sommer) Portionen abgewogen und in verschliessbaren Glasgefässen im Eisschrank oder in Eis gepackt aufbewahrt. Das Brot wurde auf folgende Weise hergestellt. Nach verschiedenen Versuchen im Brotzubereiten wurden von einem und demselben Mehl unter Verwendung bestimmter Mengen zum Anrühren des Sauerteigs, zum Bereiten des Teigs, zum Bestreuen der Gefässe, der Tischplatte u. s. w. im Gesundheitsamt von einem zuverlässigen Bäcker unter Aufsicht die Brote für 4 oder 5 Tage hergestellt. Der fertige, ausgerollte Teig wurde zu gleichen Theilen genau abgewogen, zu Broten geformt und nun erst zum Backen ausgegeben. Von den gelieferten Doppelbroten, die natürlich wegen verschiedener Wasserabgabe nicht gleich schwer waren, wurde ein Brot gewogen und zur Hälfte getrocknet und für Wasser- und Stickstoffbestimmung benutzt. Der Stickstoffgehalt eines halben Brotes wurde als tägliche Stickstoffzufuhr mit dem Brot in Rechnung gesetzt. Die übrigen Brote wurden in luftdicht schliessenden Gefässen aufbewahrt. Kaffee wurde in genügender Menge eingekauft, ebenso Kartoffeln, Zwiebeln und Zucker im Grossen bezogen und in einer Probe analysirt. Das Bier war von einer Füllung genommen. Die einzelnen Mahlzeiten vertheilten sich von früh 7 Uhr nach Entleeren des Koths, des Harns und nach Feststellung des Gewichts bis abends gegen 6 Uhr; die Hauptmahlzeit fiel auf die Zeit zwischen 11 und 1 Uhr. Zum Kaffee, Mittagbrot und Vesper (Abendbrot) wurden in Versuch I—IV je drei 1 g Borsäure haltende, besonders weiche Pillen verschluckt, in Versuch V eine Lösung getrunken, in Versuch VI Gelatine kapseln mit Borsäure eingenommen.

¹⁾ Die Berechnung des Stickstoffgehalts einer vielseitigen Nahrung bis auf 4 oder sogar 5 Dezimalen kann nicht den geringsten Einfluss auf die Exaktheit eines Stoffwechselversuchs ausüben.

Die Versuchsanordnung war in den meisten Versuchen die gleiche. Der Vorversuch folgten nach mehrtägiger Pause auf die Probetage; angestrebt wurde, diese Vorperiode bis zur Gewichtskonstanz und gleichzeitig bis zum Stickstoffgleichgewicht auszudehnen. Diese letztere Forderung war aber nicht immer zu erfüllen, da die Versuchspersonen verschieden anstrengende und grosse Arbeit zu verrichten hatten. Es musste dann die Gewichtsgleichheit als genügend angesehen werden, was umso eher geschehen durfte, als die drei Versuche Doppelversuche waren und zeitlich jedesmal die beiden Personen den gleichen Versuchsbedingungen ausgesetzt waren. In Versuch VI umfasst die Vorperiode 17 Tage. Die eigentliche Versuchs- (oder Borsäure)periode wurde nun mehr oder weniger lange, bis zu 12 Tagen ausgedehnt; im Versuch III und IV schloss sich hieran eine Zwischenperiode, der abermals ein Abschnitt mit Borsäuredarreichung folgte. In den übrigen Versuchen wurde unmittelbar die Nachversuchszeit angeschlossen, der in derartigen Versuchen leider noch immer ein zu geringer Werth beigemessen wird, obwohl sie doch geeignet ist, die Vorperiode zu kontroliren, etwaige Nachwirkungen der im Versuchsabschnitt gegebenen Substanz festzustellen und etwaige Einwände gegen die lange Dauer der gleichmässigen Lebensweise zu widerlegen.

Versuch I und II, 1900.

Person A, 26 Jahr alt, 170 cm lang und 63000 g schwer¹⁾.

Person B., 23 Jahr alt, 171 cm lang und 59000 g schwer.

Es wurden aufgenommen:

	I Albrecht			II Brackelmann		
	Frisch	Stickstoff	Roh-Kalorien ²⁾ (Total- verbrennungs- wärme Rubner's)	Frisch	Stickstoff	Roh-Kalorien
Fleisch	etwa 350	12,12	440	etwa 300	10,39	378
Brot (360 g Mehl)	„ 500	5,001	1317	„ 350	5,10	1317
Kartoffeln	150	etwa 0,52	156	150	etwa 0,52	156
Kaffeeaufguss	von 10 g	0,07	12	von 3 g		12
Thee aufguss	0			125	?	
Butter	125	etwa 0,098	960		etwa 0,098	960
Zwiebeln	0					
Pfeffer	0					
Zucker	15		59	15		59
Kochsalz	15					
Bier	0					
2 Fl. Sodawasser	1800			1700		
Trinkwasser						
		17,826	2944 = 47 : 1000		16,1	2882 = 49 : 1000

¹⁾ Nacktgewicht.

²⁾ Die Totalverbrennungswärme der Nahrungsmittel in den Versuchen I bis IV ist nach den von Rubner direkt ermittelten Werthen für die Nahrung der Personen V und VI berechnet worden.

Stoffwechselversuch I. Versuchsperson A.¹⁾

Dauer des Versuches: 14. November bis 7. Dezember 1900.

Nahrung mit 17,8 g N.

Datum	Körpergewicht in g	Zusätze Borsäure g	Harn						Koth					Feste Stoffe im Harn in g berechnet	N im Harn und Koth	N-Bilanz	
			Menge in ccm	Spez. Gewicht	N		P ₂ O ₅		feucht	trocken	Wasser	N total	ätherlösliche Substanz			in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N
					in %	total	in %	total									
14. XI.	63400	—	1118	1026	1,432	16,012	0,210	2,348	—	6,7	—	0,470	—	67,73	16,482	+ 1,344	92,7
15. XI.	63600	—	990	1028	1,728	17,062	0,250	2,475	—	7,4	—	0,495	1,268	64,59	17,557	+ 0,269	98,5
16. XI.	63600	—	976	1029	1,618	15,795	0,240	2,342	152	44,7	107,3	3,241	6,468	65,95	19,036	— 1,206	106,7
17. XI.	63500	—	934	1030	1,753	16,371	0,250	2,335	90,2	24,9	65,3	1,912	3,849	65,29	18,283	— 0,457	102,6
18. XI.	63500	—	932	1031	1,768	16,480	0,265	2,469	90	26,1	63,9	1,913	3,531	67,32	18,393	— 0,567	103,2
19. XI.	63500	—	1030	1027	1,546	15,920	0,220	2,226	164	42,5	121,5	3,226	5,04	64,80	19,146	— 1,320	107,4
20. XI.	63400	—	892	1029	1,599	14,261	0,230	2,052	200	40,2	159,8	2,907	3,471	60,27	17,168	+ 0,658	96,3
Durchschnitt pro Tag:			982			15,986		2,329	139	35,7	103,6	2,023	3,937	65,13	18,009		100,5
21. XI.	63400	3	1108	1026	1,464	16,225	0,200	2,216	40	11,8	28,2	0,969	1,252	65,43	17,194	+ 0,632	96,6
22. XI.	63300	3	1195	1025	1,323	15,810	0,210	2,509	18	4,7	13,3	0,359	0,557	69,61	16,169	+ 1,657	90,7
23. XI.	63000	3	996	1029	1,471	14,658	0,220	2,191	145	44,0	141,0	3,289	4,998	67,30	17,944	— 0,118	100,7
24. XI.	63250	3	1106	1025	1,379	15,252	0,195	2,157	86	25,0	61	1,839	1,839	64,42	17,091	+ 0,735	96,0
25. XI.	62900	3	1310	1020	1,072	14,048	0,140	1,834	114	34,2	79,8	2,380	2,380	61,05	16,428	+ 1,398	92,2
26. XI.	62650	3	1406	1019	1,004	14,113	0,145	2,039	52	16,0	36,0	1,149	1,918	62,24	15,262	+ 2,564	85,7
27. XI.	62300	3	952	1029	1,530	14,567	0,210	1,999	200	47,2	152,8	3,359	4,379	64,33	17,926	— 0,100	100,6
28. XI.	62500	3	1002	1026	1,448	14,505	0,195	1,954	200	54,2	145,8	1,955	3,179	60,70	16,460	+ 1,354	92,4
29. XI.	62200	3	1120	1025	1,361	15,241	0,200	2,240						65,24	17,196	+ 0,630	96,6
30. XI.	62000	3	1130	1026	1,431	16,168	0,195	2,203	40	17,0	23,0	1,363	1,905	68,45	17,531	+ 0,295	98,4
1. XII.	62100	3	1003	1028	1,644	16,485	0,235	2,357	191	38,0	153	2,617	4,111	65,40	19,102	— 1,276	107,1
2. XII.	62150	3	925	1029	1,806	16,705	0,220	2,035	124	29,0	95	2,172	3,645	62,50	18,877	— 1,051	105,9
Durchschnitt pro Tag:			1104			15,314		2,311	101	27,6	94,9	1,950	2,777	64,72	17,265		97,0
3. XII.	62300	—	972	1028	1,632	15,867	0,210	2,041	70	23,0	47,0	1,747	2,644	63,41	17,614	+ 0,212	98,8
4. XII.	62350	—	812	1029	1,593	12,937	0,235	1,908	75	22,2	52,8	1,678	2,761	54,87	14,615	+ 3,211	82,1
5. XII.	62500	—	920	1028	1,546	14,219	0,215	1,978	176	35,7	140,3	2,744	4,120	60,02	16,963	+ 0,863	95,2
6. XII.	62550	—	874	1026	1,708	14,928	0,160	1,398	60	16,5	43,5	1,313	1,930	52,95	16,241	+ 1,585	91,2
7. XII.	62400	—	972	1026	1,390	13,513	0,150	1,458	146	29,0	117,0	2,253	3,422	58,88	15,766	+ 2,060	88,5
Durchschnitt pro Tag:			910			14,216		1,740	105	25,3	80,0	1,947	2,975	58,07	16,239		91,1

Betrachten wir nun zunächst die Stickstoff- und Fettabgabe im Stuhl, so hat die Borsäure hier weder am ersten Tag der Einnahme, noch an einzelnen Tagen besonders hohe Werthe erreicht, noch war der Tagesdurchschnitt über dem Mittel der Vorperiode gelegen.

Die den Körper im Harn und Koth verlassenden Stickstoffmengen waren im Versuch II in der Vorperiode 103,3%, in der Versuchsperiode 103,4%, also unverändert (entsprechend verhalten sich die Werthe für die Phosphorsäure). In dem Versuch I fallen sie von Mittel 100,5% auf 97% Gesamtdurchschnitt, innerhalb der ersten 6 Borsäuretage auf 93,6%; dieser Befund wird bei den späteren Versuchen uns wieder entgegentreten. Bei gleichbleibender oder sogar etwas verminderter Eiweiss-

¹⁾ Die graphischen Darstellungen der Versuchsergebnisse I bis VI finden sich Tafel III.

Stoffwechselversuch II. Versuchsperson B.

Dauer des Versuches: 16. November bis 7. Dezember 1900.

Nahrung mit 16,1 g N.

Datum	Körpergewicht in g	Zusätze Borsäure g	Harn						Koth					Feste Stoffe im Harn in g berechnet	N im Harn und Koth	N-Bilanz	
			Menge in cem	Spez. Gewicht	N		P ₂ O ₅		feucht	trocken	Wasser	N total	ätherlösliche Substanz			in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N
					in %	total	in %	total									
16. XI.	59 300	—	1150	1025	1,378	15,842	0,210	2,415	47	17,5	29,5	1,199	2,503	66,99	17,041	— 0,941	105,9
17. XI.	59 300	—	1174	1025	1,351	15,861	0,200	2,348	30	10,5	19,5	0,702	1,437	68,39	10,563	— 0,463	102,9
18. XI.	59 300	—	1306	1024	1,208	15,780	0,190	2,481	27	9,0	18,0	0,587	1,203	73,03	16,376	— 0,267	101,7
19. XI.	59 200	—	1370	1020	1,070	14,661	0,175	2,397	129	44,5	84,5	3,162	6,250	63,84	17,824	— 1,724	110,9
20. XI.	59 200	—	1110	1027	1,306	14,500	0,220	2,442	29	11,0	18,0	0,788	1,508	69,83	15,288	+ 0,812	95,0
Durchschnitt pro Tag: 1255						15 325		2,421	52,4	18 5	33,9	1,287	2,580	68,42	16,612		103,3
21. XI.	59 200	3	1400	1022	1,204	16,856	0,170	2,380	65	21	44	1,555	2,946	71,77	18,411	— 2,311	114,5
22. XI.	59 000	3	1750	1017	0,085	14,969	0,145	2,537	53	18,4	34,6	1,319	2,157	69,32	16,288	— 0,188	101,0
23. XI.	58 900	3	1046	1027	1,310	13,707	0,230	2,406	101	26,5	74,5	2,013	3,200	65,80	15,720	+ 1,380	91,1
24. XI.	59 000	3	1150	1025	1,317	15,150	0,200	2,300	65	21,5	43,5	1,615	2,650	66,90	16,765	— 0,665	104,2
25. XI.	58 600	3	1624	1019	0,984	15,983	0,130	2,112	26	10,7	15,3	0,722	1,229	71,90	16,705	— 0,605	103,7
26. XI.	58 200	3	1902	1016	0,080	15,311	0,140	2,662	94	30,3	63,7	2,159	3,982	70,91	17,470	— 1,37	108,6
27. XI.	58 280	3	1070	1025	1,223	13,107	0,185	1,980	43	14,1	28,9	0,992	1,908	62,33	14,099	+ 2,0	87,4
28. XI.	58 500	3	1165	1025	1,432	16,685	0,190	2,213	73	22,8	50,2	1,586	2,965	67,86	18,685	— 2,585	116,3
29. XI.	58 500	3	1150	1024	1,330	15,295	0,185	2,127	58	17,9	40,1	1,247	2,265	64,31	16,542	— 0,442	102,7
30. XI.	58 550	3	1255	1024	1,271	15,953	0,175	2,196	35	11,9	23,1	0,866	1,558	70,18	16,819	— 0,719	104,5
1. XII.	58 400	3	1232	1024	1,267	15,609	0,190	2,341	57	19,0	38,0	1,365	2,620	68,89	16,974	— 0,874	105,5
2. XII.	58 600	3	1025	1025	1,525	15,627	0,185	0,896	13	5,5	7,5	0,372	0,731	59,71	16,358	— 0,258	101,6
Durchschnitt pro Tag: 1314						15,354		2,262	56,9	18,3	38,6	1,318	2,330	67,49	16,719		103,4
3. XII.	58 450	—	1322	1018	0,190	13,214	0,145	1,917	120	40,5	79,5	3,048	4,868	55,44	16,262	— 0,162	101,0
4. XII.	58 500	—	1004	1024	1,175	11,793	0,170	1,707	26	9,5	16,5	0,708	1,179	56,14	12,501	+ 3,6	77,4
5. XII.	58 650	—	1110	1025	1,349	14,980	0,109	2,109	23	13,2	9,8	0,946	1,668	64,66	15,926	+ 0,17	98,3
6. XII.	58 650	—	1606	1019	1,035	16,593	0,110	1,767	47	19,5	27,5	1,390	2,464	71,10	17,983	— 1,98	111,8
7. XII.	58 620	—	992	1020	1,050	10,416	0,150	1,488	113	34,5	78,5	2,362	4,519	46,23	12,778	+ 3,3	79,2
Durchschnitt pro Tag: 1207						13,474		1,797	65,9	23,4	42,4	1,691	2,94	58,71	15,09		93,4

umsetzung fällt nun das Körpergewicht in beiden Versuchen fast gleichmässig beständig ab, bei I während des ganzen Versuchs, bei II nur während 6 Tagen.

Die Unterschiede betragen in der Borsäureperiode:

	zwischen höchstem und tiefstem Stand des Körpergewichts	zwischen Körpergewicht des letzten Vortags und des letzten Tages der Borsäureperiode
Versuch I	63 400	63 400
	62 100	62 140
	1 300 g	1 260 g
Versuch II	59 200	59 200
	58 200	58 600
	1 000 g	600 g

Allerdings steigen in den ersten sechs Tagen bei Borsäureeinnahme die Harnmengen beträchtlich an, so dass auf den Tag bei jeder der beiden Personen 200 ccm mehr Harn abgegeben werden; wenn die Wasserabgabe auf den übrigen Wegen dieselbe bliebe, worüber der Versuch keinen Aufschluss giebt, so könnte der Körpergewichtsverlust einfach Wasserverlust sein. Es zeigt indess der Stoffwechsel im Nachversuch ein so abweichendes Verhalten, dass im Hinblick auf die Ergebnisse im Hundeversuch noch an eine andere Ursache für die Abnahme des Körpergewichts gedacht werden muss. Die beiden Versuchspersonen, welche im Nachversuch ihr Körpergewicht zu erhöhen suchen, zeigen erstens eine Harnaussuhr, die noch hinter der des Vorversuchs zurückbleibt (910 ccm gegen 982 ccm täglich bei I; 1207 ccm gegen 1255 ccm täglich bei II), zweitens bei unveränderter Kothstickstoffabgabe eine Stickstoffbilanz, die nicht unbeträchtlich zu Gunsten des Organismus ausschlägt (91,1% gegen 100,5% der Vor- und 97% der Borsäureperiode bei I; 93,4% gegen 103,3% der Vor- und 103,4% der Borsäureperiode bei II) und drittens eine gleichsinnige Aenderung der Phosphatmengen im Harn (2,329; 2,311; 1,740 bei I; 2,421; 2,262; 1,797 bei II).

Diese Momente bedeuten für den Organismus eine Sparung, er setzt weniger Eiweiss um und scheidet mit dem Harn weniger Wasser aus. Diese nicht unbedeutende Aenderung des Stoffverbrauchs dürfte aber wohl als Folge eines tiefgreifenden Eingriffs auf denselben während der Borsäureeinnahme anzusehen sein, da eine vermehrte Wasserausfuhr im Harn so schwere Beeinflussungen des Stoffumsatzes nicht bewirkt¹⁾. Es gestattet hiernach der Ablauf der Nachperiode bei I und II einen Rückschluss auf die Verhältnisse während des eigentlichen Versuchsabschnittes zu machen; mit Vorbehalt einer nachfolgenden Bestätigung und eines direkten Beweises erlauben die Versuche an I und II im Verein mit den Versuchsergebnissen am Hund auf eine gesteigerte Inanspruchnahme des Fetts bei Darreichung von 3 g Borsäure zu schliessen. Nach Weglassen der Borsäure sucht der Körper sich auf den früheren Bestand zu bringen, indem er sorgsam an Eiweiss und Wasser spart, um den (vermutheten) Verlust an Fett anderweitig zu decken.

Auch der Selbstversuch R. O. Neumann's²⁾ mit 3 und 5 g Borax zeigt, dass während der ersten sieben Tage bei zehntägigem Genuss von 3 g Borax das Körpergewicht um 1200 g sinkt, obwohl der Eiweissumsatz, gemessen an der Ausscheidung des Stickstoffs, nicht vermehrt ist, sondern im Gegentheil tiefer als in der Vorperiode steht. Diese geringere Stickstoffabgabe würde vielmehr ein Gleichbleiben oder ein Ansteigen des Körpergewichts erwarten lassen³⁾. Gerade dieser Versuch Neumann's lässt aber die eingetretene Gewichtsabnahme als die Folge der Boraxeinfuhr erkennen, da N. in mehreren gleich angeordneten Stoffwechselversuchen erwiesen hat, dass die

¹⁾ Vergl. hierzu E. Rost. Diese Zeitschrift, Bd. 18, 1901, S. 78.

²⁾ Neumann, a. a. O.

³⁾ Diese in einigen der Stoffwechselversuche gesehene geringere Stickstoffbilanz zu Gunsten des Organismus hat nichts zu thun mit der von Cyon (Sur l'action physiologique du borax. Compt. rend. 87, 1878, S. 845) aufgestellten Behauptung, dass Borax den Eiweissansatz begünstige. Zu seinen einfachen Fütterungsversuchen hatte Cyon Hunde verwendet, die nach überstandener Krankheit mit steigenden Mengen Nahrung versehen wurden.

eintönige Kostform sein Körpergewicht nicht beeinflusst. Der innerhalb sieben Tagen sich geltend machende Gewichtssturz von täglich 170 g geht einher mit einer täglichen Mehrausscheidung von nur 46 ccm Wasser mit dem Harn, kann also durch sie allein nicht bedingt sein. Eine Andeutung einer Wassersparung mit dem Harn ist auch bei Neumann in der Nach- bzw. Zwischenperiode vorhanden (1052 ccm gegen 1097 ccm täglichen Durchschnitt in der Vorperiode).

Zwei weitere Stoffwechselversuche (III und IV) an den Personen W. und S. sind während 34 Tagen im Juni und Juli 1901 angestellt worden. Die grossen Schwankungen der Stickstoff-, Harn- u. s. w. Werthe der einzelnen Tage sind wohl theilweise auf die heisse Jahreszeit¹⁾ zurückzuführen, unter der die Versuchspersonen, besonders der fette S., bei ihrer angestrengten körperlichen Arbeit (Haus- und Laboratoriumsdiener) sehr zu leiden hatten. Die Nahrungsaufnahme musste gegen Ende des Versuchs theilweise erzwungen werden und war im Wesentlichen nur durch Darreichung von Fleisch und Butter in tadellos frischem Zustand und bester Qualität und durch Zugabe von 2 Flaschen des gewohnten leichten Bieres pro Tag ermöglicht, während die Personen A. und B., denen Sodawasser gegeben wurde, beständig nach einem Reizmittel verlangten.

Es decken sich bezüglich der Appetitabnahme bei gleichmässiger Kost im Sommer unsere Erfahrungen mit denen K. E. Ranke's²⁾; nur traten pathologische Zustände, wie Magenkatarrh, niemals ein.

Versuch III und IV.

Person S., 28 Jahre alt, 176 cm lang und 89000 g schwer. Person W., 27 Jahr alt, 170 cm lang und 74000 g schwer.

Es wurden aufgenommen:

	III Schwerdtner			IV Werner		
	Frisch	Stickstoff	Roh-Kalorien	Frisch	Stickstoff	Roh-Kalorien
Fleisch . . .	etwa 350	11,92	443	etwa 350	11,92	443
Brot	„ 505	etwa 4,8	1396	„ 500	etwa 4,8	1369
Kartoffeln . .	200	0,612	208	200	0,612	208
Kaffeeaufguss .	von 10	0,077	12	von 10	0,077	12
Thee aufguss .	—	—	—	—	—	—
Butter . . .	150	—	1196	150	—	1196
Zwiebel ½ . .	?	—	?	?	—	?
Pfeffer . . .	—	—	—	—	—	—
Zucker . . .	15	—	59	15	—	59
Kochsalz . . .	15	—	—	15	—	—
Bier	700 ccm	0,617	320	700	0,617	320
Sodawasser . .	—	—	—	—	—	—
Trinkwasser .	2800	—	—	2800	—	—
			3607			3607
			40 : 1000			48 : 1000

¹⁾ In den Kurven finden sich die Maxima und Minima der Temperaturen für Berlin nach den Beobachtungen der Landwirthsch. Hochschule in Berlin beigelegt (entnommen Veröff. des Kaiserlichen Gesundheitsamts 1901).

²⁾ K. E. Ranke, Der Nahrungsbedarf im Winter und Sommer des gemässigten Klimas. Zeitschr. f. Biol. 40, 1900, S. 288.

Stoffwechselversuch III. Versuchsperson S.

Dauer des Versuches: 2. Juni bis 5. Juli 1901. Nahrung mit 17,7–18,3 g N.

Datum	Körpergewicht in g	Stickstoff der Nah- rung in g	Borsäure in g	Harn						Koth					Feste Bestandtheile im Harn in g (berechnet)	N im Harn und Koth	N-Bilanz		
				Menge in ccm	Spez. Gewicht	N		P ₂ O ₅		Gewicht			N total	ätherlösliche Substanz			in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N	
						in %	in Summa	in %	in Summa	feucht	trocken	Wasser							
2. VI. ¹⁾	89 800	18,0	—	1376	1025	1,0	14,06	0,23	3,164	(5) ⁴⁾	499	58	441	3,378	3,779	—	17,4	+ 0,6	96,7
3. VI. ²⁾	90 000	18,0	—	185	1027	1,5	15,87	0,29	3,146	(4)	518	54	474	2,892	2,457	—	18,8	— 0,8	104,4
4. VI. ³⁾	89 500	18,0	—	1790	1020	1,0	18,29	0,19	3,356	(3)	473	55	418	3,630	2,988	—	21,9	— 3,9	121,5
5. VI.	89 400	17,9	—	1680	1017	0,9	15,54	0,22	3,780	(5)	375	50	325	2,769	2,925	66,54	18,3	— 0,4	102,2
6. VI.	89 500	17,9	—	1635	1018	1,0	16,04	0,22	3,556	(4)	395	33	362	1,940	1,710	68,57	18,0	— 0,1	100,5
7. VI.	89 200	17,9	—	2010	1016	0,8	16,43	0,18	3,567	(5)	460	50	410	3,346	2,583	74,93	19,8	— 1,9	110,5
8. VI.	89 100	17,7	—	1800	1014	0,8	14,51	0,18	3,240	(4)	475	60	415	3,297	3,250	58,73	17,8	— 0,1	100,5
9. VI.	89 100	17,7	—	2440	1012	0,6	15,98	0,16	3,904	(4)	488	58	430	3,532	3,847	68,22	19,5	— 1,8	109,0
10. VI.	89 000	17,7	—	2370	1012	0,6	15,19	0,13	3,081	(4)	557	49	508	2,528	2,205	66,27	17,7	± 0	100,0
11. VI.	89 000	18,3	—	1604	1016	0,8	13,51	0,18	2,887	(2)	337	46	291	2,982	2,423	59,86	16,5	+ 1,8	98,1
12. VI.	89 000	18,3	—	1820	1015	0,9	16,15	0,18	3,276	(3)	330	43	287	2,989	3,182	63,61	19,1	— 0,8	104,5
13. VI.	89 000	18,3	—	2320	1012	0,6	14,74	0,13	3,776	(3)	323	36	287	2,578	2,591	64,87	17,3	+ 0,8	95,6
				1947					3,442		436	49	381	2,992	2,828	67,9		— 0,55	103,0
14. VI.	88 200	18,3	3	2450	1013	0,6	15,26	0,13	3,216	(3)	415	55	360	3,881	4,666	74,21	19,1	— 0,8	104,4
15. VI.	88 100	18,3	3	2310	1012	0,6	14,84	0,12	2,934	(3)	432	50	372	3,415	3,792	64,59	18,1	— 0,2	101,0
16. VI.	87 800	18,3	3	2820	1010	0,6	16,22	0,10	2,961		147	18	125	1,438	1,812	65,71	17,7	+ 0,6	96,7
17. VI.	88 100	18,2	3	2230	1012	0,6	12,92	0,11	2,542	(3)	420	49	371	3,533	4,165	62,35	16,5	+ 1,7	90,7
18. VI.	87 850	18,2	3	2880	1010	0,5	13,54	0,09	2,650		247	35	212	2,526	3,319	67,26	16,1	+ 2,1	88,5
				2536					2,861		332	40	292	2,958	3,551	66,8		+ 0,68	96,0
19. VI.	88 000	18,2	—	2450	1011	0,6	13,72	0,11	2,744		218	30	188	2,121	2,740	62,79	15,8	+ 2,4	87,0
20. VI.	88 200	18,1	—	2040	1012	0,7	13,88	0,15	2,754	(3)	415	53	362	3,558	5,185	57,04	17,4	+ 0,7	96,2
21. VI.	88 000	18,1	—	2450	1012	0,6	15,98	0,12	2,989		237	34	203	2,497	3,128	68,50	18,5	— 0,4	102,2
22. VI.	88 000	18,1	—	2220	1013	0,7	15,44	0,14	3,152		175	27	148	2,153	2,925	67,24	17,6	+ 0,5	97,3
23. VI.	87 500	18,2	—	1820	1017	0,8	14,70	0,16	2,912	(2)	433	57	376	3,627	3,562	72,09	18,2	— 0,1	100,5
24. VI.	87 900	18,2	—	1560	1017	0,9	14,93	0,15	2,902		205	36	171	2,858	3,876	61,79	17,8	+ 0,4	97,8
25. VI.	87 950	18,2	—	2190	1014	0,7	14,96	0,12	2,716		—	—	—	0,754	1,043	71,44	16,7	+ 1,5	92,0
26. VI.	87 750	18,1	—	2320	1017	0,7	16,17	0,13	3,085		103	20	83	0,754	1,043	91,90	16,9	+ 1,2	93,5
27. VI.	87 400	18,1	—	2660	1013	0,6	16,60	0,12	3,192	(2)	280	50	230	3,717	5,367	80,57	20,3	— 2,2	111,9
28. VI.	87 400	18,1	—	2660	1011	0,6	15,75	0,11	2,872	(2)	255	38	217	2,436	3,166	68,18	18,2	— 0,1	100,5
				2237					2,932		212	34,5	177,5	2,447	3,203	70,1		+ 0,39	98,0
Es erfolgt eine Zulage von 50 g Speck für die folgenden Borsäuretage:																			
29. VI.	87 300	18,4	3	2460	1012	0,6	15,01	0,12	2,927	(2)	240	40	200	2,856	5,566	68,78	17,9	+ 0,5	97,3
30. VI.	87 100	18,4	3	2335	1016	0,6	14,97	0,12	2,779		125	22	103	1,620	2,684	87,05	16,6	+ 1,8	90,0
1. VII.	87 500	18,4	3	2660	1012	0,6	13,28	0,11	2,667	(2)	220	38	182	2,559	5,174	67,52	15,8	+ 2,6	86,0
2. VII.	87 400	18,4	3	1500	1019	0,9	13,48	0,15	2,280	(2)	195	33	162	2,513	4,477	66,40	16,0	+ 2,4	87,0
3. VII.	86 800	18,4	3	2250	1015	0,6	14,77	0,12	2,610	(3)	330	44	286	3,154	4,649	78,64	17,9	+ 0,5	97,3
				2181					2,653		222	35	187	2,540	4,510	73,7		+ 1,56	91,5
4. VII.	87 000	18,4	—	1400	1020	1,1	15,71	0,20	2,786	(2)	465	51	414	3,663	4,777	65,24	19,4	— 1,0	105,4
5. VII.	86 400	18,3	—	1735	1019	1,0	17,29	0,18	3,071	(2)	325	37	288	2,652	2,935	76,81	19,9	— 1,6	108,0
				1567					2,928		395	44	351	3,158	3,856	71,0		— 1,3	106,7

¹⁾ Flüssigkeitsmenge getrunken: 2300 ccm.

²⁾ " " 3000 "

³⁾ " " von jetzt an 3500 ccm.

⁴⁾ Die Zahlen in Klammer geben die Zahl der Stuhlentleerungen an.

Stoffwechselversuch IV. Versuchsperson W.

Dauer des Versuches: 2. Juni bis 6. Juli 1901. Nahrung mit 17,7—18,3 g N.

Datum	Körpergewicht in g	N der Nahrung in g	Borsäure in g	Harn						Koth						Feste Bestandtheile im Harn in g (berechnet)	N im Harn und Koth	N-Bilanz	
				Menge in cem	Spez. Gewicht	N		P ₂ O ₅		Gewicht			N total	ätherlösliche Substanz	in absoluten Werthen			in % des Nahrungs-N	
						in %	in Summa	in %	in Summa	feucht	trocken	Wasser							
2. VI. ¹⁾	74 600	18,0	—	1470	1025	0,9	13,454	0,2	3,454	(3) ⁴⁾ 139	32	107	2,448	5,518	85,63	15,8	+ 2,2	88,0	
3. VI. ²⁾	74 100	18,0	—	830	1030	1,6	13,595	0,3	2,531	61	18	43	1,436	2,174	58,02	15,0	+ 3,0	83,5	
4. VI. ³⁾	74 000	18,0	—	1170	1028	1,6	18,673	0,3	3,510	(2)	188	40	148	3,192	4,556	76,33	21,9	— 3,9	121,4
5. VI.	74 600	17,9	—	1830	1018	1,0	18,677	0,2	3,706	(2)	41	15	26	1,286	1,633	48,43	20,0	— 2,1	111,5
6. VI.	74 400	17,9	—	1735	1017	0,9	16,056	0,2	3,643	(2)	386	50	336	3,906	5,908	68,72	20,0	— 2,1	111,5
7. VI.	74 100	17,9	—	1970	1016	0,8	15,803	0,2	3,447	(2)	215	42	173	3,548	3,799	73,44	19,3	— 1,4	107,7
8. VI.	74 000	17,7	—	1752	1017	0,8	14,324	0,2	3,329	(2)	163	36	127	3,029	3,805	69,40	17,4	+ 0,3	98,3
9. VI.	74 100	17,7	—	2180	1013	0,6	14,283	0,1	3,052	82	17	65	1,333	2,086	44,23	15,6	+ 2,1	88,5	
10. VI.	74 100	17,7	—	1160	1022	1,3	14,665	0,3	2,628	(2)	105	31	74	2,443	3,971	59,26	17,1	+ 0,6	96,6
11. VI.	74 000	18,3	—	1705	1018	0,9	15,873	0,2	3,240	(2)	197	40	157	3,297	4,588	71,51	19,2	— 0,9	105,0
12. VI.	74 000	18,3	—	1885	1015	0,7	14,409	0,2	3,440	69	12	57	0,991	0,995	65,88	15,4	+ 2,9	84,0	
13. VI.	74 000	18,3	—	3290	1009	0,5	15,753	0,2	(?)	(2)	190	34	156	2,313	7,579	68,99	18,1	+ 0,2	99,0
				1867					3,333	153	31	122	2,410	3,884	65,82		+ 0,08	99,6	
14. VI.	73 200	18,3	3	3050	1010	0,5	15,094	0,1	3,164	(2)	154	37	117	2,758	5,565	71,06	17,9	+ 0,4	97,8
15. VI.	73 000	18,3	3	2885	1010	0,5	14,581	0,1	3,174	(2)	160	35	125	2,746	4,115	67,22	17,3	+ 1,0	94,5
16. VI.	72 700	18,3	3	2660	1012	0,6	14,896	0,1	2,712	138	32	106	2,596	3,827	74,37	17,5	+ 0,8	95,6	
17. VI.	72 600	18,2	3	2970	1010	0,5	14,262	0,1	3,118	91	23	68	1,916	2,523	69,20	16,2	+ 1,6	89,0	
18. VI.	72 350	18,2	3	2870	1010	0,5	13,581	0,1	2,841	(2)	210	45	165	3,707	4,774	66,87	17,6	+ 0,6	96,7
				2887					3,001	151	34	117	2,745	4,155	69,94		+ 0,88	94,7	
19. VI.	72 500	18,2	—	2580	1010	0,5	13,545	0,1	2,633	(2)	230	35	195	2,749	3,594	60,11	16,3	+ 1,9	89,5
20. VI.	72 700	18,1	—	2145	1012	0,6	13,663	0,1	2,660	—	—	—	1,507	2,796	59,98	15,2	+ 2,9	84,0	
21. VI.	72 700	18,1	—	2575	1011	0,6	14,744	0,1	2,781	(2)	157	40	117	1,507	2,796	66,06	16,3	+ 1,8	90,0
22. VI.	76 600	18,1	—	2110	1013	0,7	15,588	0,1	2,954	168	34	134	2,732	4,250	63,91	18,3	— 0,2	101,0	
23. VI.	72 700	18,2	—	1740	1016	0,9	14,835	0,2	3,161	242	40	202	3,284	3,492	64,87	18,1	+ 0,1	99,5	
24. VI.	72 750	18,2	—	2120	1011	0,7	13,860	0,1	2,586	71	15	56	1,226	1,545	54,34	15,1	+ 3,1	83,6	
25. VI.	72 800	18,2	—	1920	1015	0,8	14,757	0,1	2,726	104	24	80	1,902	2,892	67,10	16,7	+ 1,5	92,0	
26. VI.	72 650	18,1	—	2285	1013	0,7	16,027	0,2	3,473	(3)	402	70	332	5,532	6,980	69,21	21,4	— 3,3	117,5
27. VI.	72 500	18,1	—	3205	1009	0,5	15,076	0,1	3,205	(2)	339	36	303	2,712	2,736	67,21	17,8	+ 0,3	98,4
28. VI.	72 900	18,1	—	2550	1011	0,5	14,173	0,1	3,162	110	22	80	1,776	1,762	65,36	15,9	+ 2,2	88,0	
				2323					2,939	182	35	147	2,493	3,284	63,81		+ 1,01	94,35	
Es erfolgt eine Zulage von 50 g Speck für die folgenden 5 Borsäuretage:																			
29. VI.	72 700	18,4	3	2820	1012	0,5	14,686	0,1	3,327	100	26	74	2,184	2,223	78,85	16,9	+ 1,5	92,0	
30. VI.	72 000	18,4	3	2350	1014	0,6	13,509	0,1	2,867	222	49	173	3,437	9,996	76,66	16,9	+ 1,5	92,0	
1. VII.	72 500	18,4	3	2135	1013	0,6	13,720	0,1	2,989	115	18	97	1,414	2,466	64,67	15,1	+ 3,3	82,2	
2. VII.	71 700	18,4	3	2365	1015	0,6	14,700	0,1	3,524	(2)	265	51	214	4,070	8,695	82,66	18,8	— 0,4	102,2
3. VII.	71 600	18,4	3	2020	1015	0,7	13,659	0,1	2,560	(3)	188	42	146	2,919	9,786	70,60	16,6	+ 1,8	90,3
				2338					3,054	178	37	141	2,805	6,633	74,69		+ 1,54	91,8	
4. VII.	72 000	18,4	—	1710	1016	0,9	14,627	0,2	2,702	(2)	100	16	84	1,186	2,640	63,75	15,8	+ 2,6	87,0
5. VII.	72 000	18,3	—	2110	1014	0,7	15,745	0,1	2,827	(2)	81	16	65	1,199	2,293	68,83	16,9	+ 1,4	92,4
6. VII.	72 000	18,3	—	2245	1015	0,8	17,947	0,1	2,806	(2)	183	38	145	2,942	4,452	78,46	20,9	— 2,6	113,0
				2022					2,778	121	23	98	1,776	3,128	70,15		+ 0,46	97,5	

¹⁾ Flüssigkeitsmenge getrunken: 2000 cem.

²⁾ " " 4000 "

³⁾ " " 3500 "

⁴⁾ Die Zahlen in Klammer geben die Zahl der Stuhlentleerungen an.

Auch in diesen zeitlich gleichlaufenden Versuchen spricht sich als deutlichste Einwirkung der Borsäure (3 g täglich)¹⁾ der Abfall des Körpergewichts aus, der hier sogar in Form eines Sturzes sich darbietet und insgesamt bei III (S.) 2200 g, bei IV (W.) 2400 g beträgt.

Die Unterschiede betragen:

	zwischen Körpergewicht des letzten Vortags und des ersten Versuchstags	zwischen höchstem und tiefstem Stand des Körpergewichts während des Borsäureabschnitts	zwischen Körpergewicht des letzten Vortags und des letzten Versuchstags
Versuch III (S.) 5 Tage	89 000 88 200 <u>800 g</u>	89 000 87 800 <u>1 200 g</u>	89 000 87 860 <u>1 140 g</u>
Versuch IV (W.) 5 Tage	74 000 73 200 <u>800 g</u>	74 000 72 360 <u>1 640 g</u>	74 000 72 360 <u>1 640 g</u>

10 Tage später (nach einer Zwischenperiode ohne Borsäure), in der sich das Körpergewicht wieder gehoben hatte):

Versuch III (S.) 5 Tage	—	87 400 86 800 <u>600 g</u>
Versuch IV (W.) 5 Tage	—	72 900 71 600 <u>1 300 g</u>

Zieht man zur Erklärung dieses Uebergangs des während sechs bis sieben Tagen beobachteten Körpergleichgewichts in einen beständigen Abfall, der bereits am ersten Tage der Borsäuredarreichung in Form eines Sturzes (800 g) beginnt, die Verhältnisse des Eiweissumsatzes und der Wasserausfuhr im Harn heran, so könnten in diesen beiden Versuchen allerdings allein schon die ausserordentlich gesteigerten Harnmengen (III: 590 ccm, IV: 980 ccm tägliche Steigerung), wieder unter der Voraussetzung, dass das Mehr von Harnwasser nicht durch geringere Abgabe von Wasser durch Haut, Lungen und Koth gedeckt wird, als die Ursache der Körpergewichtsabnahme angesehen werden. Jedoch ist auch hier die Stickstoffbilanz der Zwischenperiode (III: statt 100% in den ersten acht Tagen 95,8%, in den gesamten zehn Tagen 98%. IV: in den ersten sieben Tagen 91,4%, in den gesamten zehn Tagen 94,35%) eine solche, dass die Tendenz des Körpers, durch verminderte Eiweissumsetzung für den Körper zu sparen, wahrscheinlich gemacht wird. Ja, der auf die zehntägige Zwischenperiode folgende erneute Borsäureabschnitt steht dem Anschein nach noch unter diesem Bestreben des Körpers, indem hier während der fünf Tage III täglich 1,56 g und IV täglich 1,54 g Stickstoff im Körper zurückbehält. Auch wäre es denkbar, dass schon im Verlauf der ersten Borsäureperiode der Körper dem Verlust an Energie durch Verbrennung von Fett durch haushälterisches Umgehen mit

¹⁾ Wie in Versuch I und II in Pillen genossen, die von den Personen gern gekaut wurden.

Eiweiss entgegenzuarbeiten sucht, eine Vermuthung, die mit der grössten Reserve ausgesprochen sei. Mit der Stickstoffausscheidung parallel läuft die Phosphorsäureabgabe im Harn. Endlich sei noch auf die Mengen der festen Bestandtheile im Harn bei IV hingewiesen, wie die Berechnung aus Harnmenge, specif. Gewicht und Haeser'schem Koeffizienten ergeben hat:

	Täglicher Durchschnitt in g
IV. Vorperiode	65,82
Borsäureperiode (3 g)	69,94
Zwischenperiode	63,81
Borsäureperiode (3 g)	74,69
Nachperiode	70,15

Es ist also hier auch bei Berücksichtigung der grösstentheils in den Harn übergehenden 3 g¹⁾ Borsäure eine wesentlich grössere Ausfuhr an Mineralbestandtheilen zu erkennen, als in den borsäurefreien Abschnitten sich geltend machte²⁾.

Unter den vier bis jetzt angeführten Borsäureversuchen ist dieser (Nr. IV) der einzige, der eine deutliche Mehrausfuhr an Stickstoff und ätherlöslicher Substanz im Koth erkennen lässt und zwar in beiden Borsäureperioden (Durchschnittswerthe).

Versuch IV (W.)	Wasser	Trocken- substanz	Stickstoff in g	Aetherlösliche Substanz in g
Vorperiode (12 T.) . . .	122	31	2,410	3,884
Borsäureperiode (5 T.) .	117	34	2,745	4,155
Zwischenperiode (10 T.) .	147	35	2,493	3,284
Borsäureperiode mit Zu- gabe von 50 g Speck (5 T.)	141	37	2,805	6,633
Nachperiode (3 T.) . . .	98	23	1,776	3,218
und zwar 1. Tag	84	16	1,186	2,640
2. „	65	16	1,199	2,293
3. „	145	38	2,942	4,453

Die Wasserabgabe durch den Koth ist in den Versuchsabschnitten dabei nicht wesentlich gesteigert, die Erhöhung der Gesamtkothmenge wird allein von der Trockensubstanz gedeckt.

Hier macht sich auch zum ersten Mal in vorliegender Stoffwechselreihe eine sehr geringe Stickstoff- und Fettabgabe mit dem Koth in der auf den zweiten Borsäureabschnitt folgenden Schlussperiode bemerkbar, worauf bei Versuch V und VI noch einmal zurückzukommen sein wird. Die Werthe 1,776 g Stickstoff und 3,128 g Fett im Koth liegen unter sämtlichen bei W. beobachteten Werthen. Noch tiefer liegen die Zahlen für die ersten zwei der drei Nachversuchstage.

Ein ungünstiges Moment ist bei beiden Versuchspersonen S. und W. zweifellos in der häufigen (bis fünfmaligen) Stuhlentleerung zu erblicken. Nur hingewiesen sei

¹⁾ Vergl. hierzu S. 54 Sonntag's Versuche über die quantitative Ausscheidung der Borsäure, nach denen innerhalb 24 Stunden von 3 g Borsäure S. = 1,83 g, R. = 2,282 und W. = 2,181 g abgab.

²⁾ Diesbezügliche Versuche am Hund, in denen der Mineralstoffwechsel analytisch untersucht werden soll, sind leider zu einem Abschluss noch nicht gelangt.

auf die eigenthümlichen Verhältnisse des unter fast gleichen Bedingungen wie W. lebenden fetten S. In der zwölftägigen Vorperiode scheidet S. mit dem Koth ab täglich 381 g Wasser und 49 g Trockensubstanz (gegenüber 122 g und 31 g bei W.). Diese offenbar durch die gleichmässige, fettreiche Kost hervorgerufenen diarrhoischen Entleerungen werden nach und nach fester, in der Zwischenperiode sind sie 177,5 g Wasser und 34,5 g Trockensubstanz. Diese Werthe sind wohl als die annähernde Normalzahl für S. unter den angegebenen Ernährungsverhältnissen anzusehen. Es zeigen diese Versuche, dass unter gewissen Umständen (reichliche Wasseraufnahme) eine nicht unbedeutende Wasserabgabe mit dem Koth erfolgen kann. Ob wir es hier bei dem fetten S. mit ähnlichen Verhältnissen zu thun haben, wie sie Rubner¹⁾ für einen fettsüchtigen Knaben festgestellt hat, bleibe dahingestellt. Rubner hält es nicht für unmöglich, dass auch eine „Verdauungsanomalie“ ursächlich bei der Entstehung der Fettsucht sein kann.

Es sollen jetzt die Versuche V und VI, nur soweit sie den Eiweissstoffwechsel betreffen, hier besprochen werden. Die ausführliche Darstellung des im Respirationsapparat ausgeführten Versuchsabschnitts²⁾ geschieht durch Rubner in den Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. 19, Heft 1.

Zum Versuch dienten wiederum die Personen A. und B., die etwa ein Jahr vorher in einem Stoffwechselversuch 12 Tage lang 3 g Borsäure genossen hatten. (Versuch I und II). Die Wahl von Personen, welche schon früher auf ihren Stoffwechsel untersucht worden waren, erfolgte absichtlich zu Vergleichszwecken. Die Bevorzugung dieser Personen vor III und IV geschah, weil einmal A und B sich nur wenig in ihrem Gewicht von einander unterscheiden, beide mager sind und im Gegensatz zu S. und W. stets geformten Stuhl und nur einmal am Tage absetzten. Ueberdies hatten I und II wenigstens nicht so störende Tagesschwankungen im Eiweissumsatz gezeigt wie III und IV.

Es umfassten³⁾:

	VI (A.)	V (B.)
die Vortage ausserhalb des Apparats	17	7
die Vortage im Rubner'schen Resp.-Apparat, ohne körperliche Arbeit	3	3
die Borsäuretage (3 g) im Apparat, gleichfalls ohne körperliche Arbeit	5	5
die Borsäuretage (3 g) ausserhalb des Apparats	2	2
die Zwischentage (ohne Borsäure)	0	6
die Borsäuretage (3 g)	0	4
	27 Tage	27 Tage

Die Borsäureaufnahme geschah in diesen Versuchen bei VI (A.) in Form von Gelatinekapseln, von denen je 3 mit zusammen 1 g Borsäure während oder kurz nach den drei Tagesmahlzeiten genossen wurden. V (B.) trank eine Lösung von 3 g Borsäure in etwa 300 g Wasser der Tagesration schluckweise zu den Mahlzeiten. Die

¹⁾ Rubner, Beiträge zur Ernährung im Knabenalter mit bes. Berücksicht. d. Fettsucht. Berlin 1902, S. 68.

²⁾ Vorläufige Mittheilung: Rubner, Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen. Hygien. Rundschau, 1902, 15. Febr.

³⁾ In dieser Versuchsreihe sind die einzelnen Versuchsabschnitte zeitlich nicht gleichlaufend.

Nahrung war die der früheren Borsäureversuche, nur wurde vom 25./10. (d. h. vom Beginn des ersten Versuchs im Respirationsapparat) anstatt zwei Flaschen Berliner Bier (700 ccm) nur eine Flasche gegeben, damit auch die täglich getrunkene Flüssigkeitsmenge von 2000 auf 1650 ccm herabgesetzt. Im Einzelnen sind hier nur die ausserhalb des Rubner'schen Respirations-Apparats verbrachten Versuchstage zu besprechen.

Es wurden aufgenommen:

	V Brackelmann			VI Albrecht		
	Frisch	Stickstoff	Roh-Kalorien ¹⁾ (Totalverbrennungswärme Rubner's)	Frisch	Stickstoff	Roh-Kalorien (Totalverbrennungswärme Rubner's)
Fleisch . . .	etwa 350	12,00	419—468	etwa 350	12,00	422—443
Brot	„ 500	4,85—4,96	1340—1382	„ 500	4,67—4,91	1260—1340
Kartoffeln . .	200	etwa 0,474	208	150	etwa 0,35	156
Kaffeeaufguss .	von 10 g	„ 0,072	12	von 10 g	„ 0,072	12
Theeaufguss .	—	—	—	—	—	—
Butter	etwa 125	„ 0,115	961	etwa 125	„ 0,115	960
Zwiebeln . . .	30	„ 0,088	17	30	„ 0,088	17
Pfeffer	0,5	„ 0,008	2,2	0,5	„ 0,008	2,2
Zucker	15	—	59	15	—	59
Kochsalz . . .	12	—	—	12	—	—
Bier	350	„ 0,304	80	350	„ 0,304	80
Sodawasser . .	—	—	—	—	—	—
Trinkwasser .	1300	—	—	1300	—	—
		17,90—18,02	3144		17,61—17,85	3025
			54 : 1000			48 : 1000
			(= 2954 Rein-			(= 2800 Rein-
			kalorien)			kalorien)

Von dem Versuch VI (A.) kommen für unsere Betrachtung neben der Vorperiode nur die beiden letzten Tage in Betracht; sie zeigen mit grösster Deutlichkeit wiederum den Körpergewichtssturz unter der Einwirkung der Borsäure. Die Versuchsperson, welche nach dem Verlassen des Respirationsapparates 3 g Borsäure weiter nahm, verlor von Mittag 11¹/₂ bis 7 Uhr des nächsten Morgens 930 g, innerhalb der nächsten 24 Stunden 550 g, sodass der Versuch hier eine sofortige Abbrechung erforderte. Es ist dieser Gewichtssturz von 3 Pfd. innerhalb 43¹/₂ Stunden der bedeutendste, welcher in meinen Versuchen je gesehen worden ist. Dabei waren die täglichen Harnmengen sogar um 100 ccm niedriger als die der Vorperiode vor Aufenthalt im Apparat, und nur 67 ccm höher als die der Borsäureperiode im Apparat. Auch hier kann der Eiweissumsatz in den 2 Tagen (83,4 % und 103 %) nicht die Ursache dieser Gewichtsabnahme sein, sodass man auch hier auf Betheiligung eines anderen Faktors hingedrängt wird. Auch die Versuchsperson B. (V) erlitt an den beiden Tagen, an denen sie, ausserhalb des Respirationsapparates, noch 3 g Borsäure ass, einen Gewichts-

¹⁾ Diese Zahlen sind die von Rubner durch Verbrennung der einzelnen Nahrungsmittel in der Berthelot-Mahler'schen Bombe gefundenen; vergl. Rubner, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, Bd. 19, 1902, Heft 1.

Versuch V. Versuchsperson B.

Versuchsdauer: 19. Oktober bis 14. November 1901.

Nahrung mit 17,7—18,6 g N.

Datum	Körpergewicht in g	Zusatz zur Nahrung (Borsäure)	Harn						Koth					Feste Bestandtheile im Harn (berechnet)	N der Nahrung	N im Harn u. Koth	N-Bilanz	
			Menge in ccm	Spez. Gewicht	N		P ₂ O ₅		Gewicht		Wasser in Summa	N total	ätherlösliche Substanz				in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N
					in %	total	in %	total	feucht	trocken								
1901																		
18. X. ¹⁾	58 150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19. X.	58 480	—	895	1024,4	1,5	13,407	0,3	2,694	63	18	45	1,317	—	—	18,556 ²⁾	14,724	+3,832	79,5
20. X.	58 550	—	995	1026,5	1,6	15,950	0,3	2,597	80	24	56	1,361	—	—	18,556	17,311	+1,245	93,4
21. X.	58 580	—	1585	1016,7	1,0	15,755	0,1	2,330	85	25	60	1,222	—	—	18,556	17,577	+0,979	94,7
22. X.	58 670	—	1120	1023,2	1,3	14,739	0,2	2,677	57	17	40	1,232	—	—	18,563	15,971	+2,592	86,0
23. X.	58 250	—	1850	1015,3	0,9	17,094	0,2	2,904	122	39	83	2,877	—	—	18,563	19,971	-1,408	107,6
24. X.	58 700	—	1210	1020,6	1,2	14,865	0,2	2,868	72	22	50	1,685	—	—	18,563	16,551	+2,012	89,1
25. X.	58 420	—	1960	1014,3	0,8	16,464	0,1	2,901	76	25	51	1,890	2,500	—	18,563	18,334	+0,229	98,7
			1873								1,741					+1,354	92,7	

Vorversuchsperiode

Versuch im **Respirations-Apparat**; es werden von jetzt an 350 ccm Flüssigkeit (Bier) weniger getrunken.

weniger getrunken.																	
	von 7 bis 11 ³⁰ h.	220	—	—	—	—	—	17	22,12	57	1,728	2,033	8,8	—	—	—	—
26. X. ³⁾	58 626	—	1500	1016,8	1,1	16,022	0,2	2,685	—	—	—	—	—	17,907	17,750	+0,157	99,1
27. X.	58 741	—	1370	1016,8	1,0	14,049	0,2	2,206	73	25,88	47	1,884	2,624	54,3	17,907	15,933	+1,964 89,1
28. X.	58 960	—	1310	1018,8	1,2	15,130	0,2	2,137	81	25,03	56	1,901	2,568	60,0	17,907	17,031	+0,876 95,1
			1393			15,067	2,342	77,7	24,3	53	1,837	2,408	57,87			+0,999	94,4
29. X.	59 010	3	1280	1020,8	1,2	14,874	0,2	2,586	139	36,20	103	2,912	3,279	52,6	17,907	17,786	+0,121 99,4
30. X.	59 078	3	1190	1023,4	1,3	15,744	0,2	2,963	130	32,20	98	2,648	3,028	63,8	18,022	18,392	—0,370 102,5
31. X.	58 833	3	1590	1017,4	0,9	14,970	0,2	2,655	82	19,50	62	1,615	1,468	63,0	18,022	16,585	+1,437 92,0
1. XI.	58 887	3	1310	1020,1	1,1	13,984	0,2	2,764	86	24,00	62	1,986	2,009	61,0	18,022	15,970	+2,052 88,3
2. XI.	58 872	3	1200	1023,4	1,2	14,952	0,2	2,976	119	29,53	89	2,311	3,379	64,3	18,022	17,263	+0,759 95,8
			1314			14,905	2,789	111,2	28,3	82,8	2,294	2,433	60,94			+0,948	95,7

Versuchsperiode (3 g Borsäure)

Versuch ausserhalb des Apparates.

3. XI. ⁴⁾	von 7 bis 11 ³⁰ h.	175	—	—	2,180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. XI.	58 550	3	1135	1019,2	1,1	12,791	0,2	2,633	20	7,65	12	0,603	0,662	—	17,930	15,576 + 2,354 86,8
	Summa	1310			14,971											
4. XI.	58 150	3	1930	1014,3	0,8	16,212	0,2	3,165	93	29,32	64	2,140	2,987	63,0	17,930	18,352 - 0,422 102,3
		1620													+0,967	94,5
5. XI.	58 520	—	740	1024,6	1,6	11,914	0,3	2,509	22	8,6	13	0,604	0,963	48,3	17,930	12,518 + 5,412 70,8
6. XI.	58 730	—	995	1025,0	1,6	15,602	0,2	2,358	26	9,6	16	0,671	1,091	58,0	17,930	16,273 + 1,657 90,7
7. XI.	58 850	—	880	1026,9	1,7	15,123	0,3	2,429	38	13,9	24	0,916	1,570	55,4	17,728	16,039 + 1,689 90,5
8. XI.	59 080	—	1155	1022,9	1,4	16,574	0,2	2,622	33	12,0	21	0,780	1,364	61,9	17,728	17,354 + 0,374 98,0
9. XI.	59 150	—	1275	1022,0	1,3	16,467	0,2	2,601	35	13,1	22	0,814	1,510	65,4	17,728	17,281 + 0,396 97,8
10. XI.	59 010	—	900	1026,3	1,6	14,301	0,3	2,295	69	27,2	42	1,717	2,970	54,5	17,728	16,018 + 1,710 90,5
		991			12,854	2,116	42	12,4	23	0,917		57,25			+1,873	89,7

Zwischenperiode

¹⁾ Der Versuch dauert von 7 Uhr früh bis 7 Uhr früh des nächsten Tages.

²⁾ Berechnet.

³⁾ Der Versuch beginnt erst um 11³⁰ Vormittags.

⁴⁾ Berechnet.

⁵⁾ In diesen Versuchen ist als N-Werth für die tägliche Menge Butter 0,115 g eingesetzt worden.

Datum	Körpergewicht in g	Zusatz zur Nahrung (Borsäure)	Harn						Koth						Feste Bestandtheile im Harn	N der Nahrung	N im Harn u. Koth	N-Bilanz		Versuchsperiode (3 g Borsäure)
			Menge in ccm	Spez. Gewicht	N		P ₂ O ₅		Gewicht		Wasser in Summa	N total	ätherlösliche Substanz	in absoluten Werthen				in % des Nahrungs-N		
					in %	total	in %	total	feucht	trocken										
11. XI.	58 500	3	1170	1023,5	1,5	16,953	0,2	2,457	86	31,5	55	1,989	3,510	62,7	17,972	18,942	- 0,970	105,4		
12. XI.	58 250	3	1340	1017,4	1,1	15,383	0,2	2,466	46	16,7	29	1,127	2,014	53,1	17,972	16,510	+ 1,463	91,9		
13. XI.	58 770	3	845	1026,9	1,6	13,309	0,3	2,611	47	18,4	29	1,126	2,122	53,2	17,972	14,435	+ 3,537	80,4		
14. XI.	58 450	3	1730	1015,4	1,0	16,470	0,1	2,508	30	10,9	19	0,671	1,141	60,5	17,972	17,141	+ 0,831	95,4		
			1271			15,529		2,510	52	19,4	33	1,228		57,6			+ 1,457	93,3		

Versuch VI Versuchsperson A.

Dauer des Versuchs: 19. Oktober bis 14. November 1901.

Nahrung mit 17,6—18,4 g N.

1901																			
18. X.	64 100	—	1300	1021,8	1,0	12,467	0,2	2,886	96	20	76	1,323	—	—	18,427	13,790	+ 4,737	75,4	
20. X.	63 500	—	1225	1027,6	1,4	17,321	0,2	2,928	108	28	80	2,003	—	—	18,427	19,324	- 0,807	105,1	
21. X.	63 400	—	1450	1018,5	1,1	16,240	0,2	2,595	102	28	74	2,029	—	—	18,427	18,269	+ 0,158	99,2	
22. X.	63 550	—	825	1029,3	1,8	14,726	0,3	2,632	142	37	105	2,637	—	—	18,444	17,363	+ 1,081	94,8	
23. X.	63 320	—	880	1029,4	1,9	16,817	0,3	2,966	290	50	240	3,584	—	—	18,444	20,401	- 1,957	110,6	
24. X.	63 500	—	660	1030,8	2,1	13,768	0,4	2,891	72	20	52	1,523	—	—	18,444	15,291	+ 3,153	83,0	
25. X.	63 770	—	935	1026,9	1,7	15,577	0,3	2,646	345	60	285	4,099	—	—	18,444	19,676	- 1,232	106,6	
			1039			15,274		2,792	165	34,7	130	2,457					+ 0,720	96,4	

Es werden 350 ccm Flüssigkeit (Bier) weniger getrunken.

26. X.	63 300	—	1520	1016,9	1,0	15,854	0,2	2,706	70	21	49	1,729	—	—	17,788	17,583	+ 0,205	98,9	Vorversuchsperiode
27. X.	63 350	—	805	1028,8	1,8	14,566	0,3	2,423	53	18	35	1,450	—	—	17,788	16,016	+ 1,772	90,1	
28. X.	63 350	—	815	1028,4	1,8	14,804	0,3	2,453	124	38	86	2,950	—	—	17,788	17,714	+ 0,074	99,6	
29. X.	63 360	—	855	1028,9	1,7	14,962	0,3	2,420	82	22	60	1,734	—	—	17,788	16,696	+ 1,092	93,9	
30. X.	63 300	—	800	1029,7	1,9	15,260	0,3	2,624	120	31	89	2,456	—	—	17,903	17,716	+ 0,187	99,0	
31. X.	63 200	—	1050	1024,1	1,4	14,443	0,2	2,383	86	24	62	1,840	—	—	17,903	16,283	+ 1,620	91,0	
1. XI.	63 100	—	1230	1020,0	1,2	14,465	0,2	2,423	100	24	76	1,794	—	—	17,903	16,259	+ 1,644	90,8	
2. XI.	62 900	—	840	1029,2	1,7	14,612	0,3	2,512	62	19	43	1,386	—	—	17,903	15,998	+ 1,905	89,4	
3. XI.	62 850	—	890	1029,2	1,9	16,572	0,3	2,465	45	15,1	30	1,079	—	—	17,769	17,651	+ 0,118	99,3	
4. XI.	62 700	—	1180	1021,9	1,3	15,611	0,2	2,738	188	36,8	151	1,500	—	—	17,769	17,111	+ 0,658	96,3	
			998			15,115		2,515	93	24,9	63	1,588					+ 0,927	94,8	

Versuch im Respirations-Apparate.

5. XI.	von 7 bis 11 ³⁰ h.	185	—	—	2,978														
5. XI.	62 993	—	650	1030,6	2,0	13,081	0,4	2,444	72	22,8	49	1,634	3,077	46,9	17,769	14,715	+ 3,054	83,0	
6. XI.	63 282	—	750	1031,1	1,9	14,044	0,2	1,815	48	14,8	33	1,159	1,886	54,2	17,769	15,203	+ 2,566	85,6	
7. XI.	63 590	—	760	1032,2	2,2	16,785	0,3	2,067	184	47,7	136	3,689	5,536	56,8	17,609	20,474	- 2,865	116,0	
			720			14,63		2,112	101	28,4	73	2,161	3,833	52,63			+ 0,918	94,8	

¹⁾ In diesem Versuch ist als N-Werth für die tägliche Menge Butter 0,115 g eingesetzt worden.

Datum	Körpergewicht in g	Zusatz zur Nahrung (Borsäure)	Harn								Koth						N der Nahrung	N im Harn u. Koth	N-Bilanz	
			Menge in ccm	Spez. Gewicht	N		P ₂ O ₅		Gewicht		Wasser in Summa	N total	ätherlösliche Substanz	Feste Bestandteile im Harn	in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N				
					in %	total	in %	total	feucht	trocken										
8. XI.	63 481	3	840	1028,7	1,7	14,377	0,3	2,134	115	24,5	90	1,874	2,592	56,7	17,609	16,251	+1,354	92,4		
9. XI.	63 820	3	850	1028,5	1,5	12,733	0,2	2,048	249	44,0	205	3,283	3,216	55,4	17,609	16,016	+1,593	91,0		
10. XI.	63 830	3	780	1029,5	1,7	12,967	0,2	1,934	72	15,7	56	1,330	1,260	52,7	17,609	14,297	+3,312	81,5		
11. XI.	63 730	3	870	1029,1	1,8	15,347	0,3	2,227	254	46,2	208	3,848	4,373	58,8	17,853	19,195	—1,342	107,5		
12. XI.	63 636	3	785	1028,4	1,6	12,611	0,2	1,876	103	19,7	83	1,500	2,027	51,5	17,853	14,111	+3,742	79,1		
			825			13 607		2,044	158	30,0	128	2,367	2,694	54,96			+2,000	90,3		

Versuch ausserhalb des Apparates.

13. XI.	von 7 bis 11 ⁰⁰ h.	115	—	—	1,847	—	0,273	—	—	—	—	—	—	7,5	—	—	—	—
13. XI.	62 700	3	850	1022,9	1,5	12,406	0,2	1,995	20	6,5	14	0,525	0,777	45,6	17,853	14,778	+3,075	82,8
14. XI.	62 150	3	820	1027,4	1,8	15,154	0,3	2,731	168	42,0	126	3,140	6,188	51,6	17,853	18,294	-0,441	101,5
			892			14,703		2,480	94	24,2	70	1,832		52,35			+1,317	92,6

Versuchsperiode

verlust von 700 g. Dass dieser nur solange anhielt, als Borsäure aufgenommen wurde, lehrt die Zwischenperiode vom 5.—10. Nov. 1901 besonders deutlich, in welcher das Gewicht sich wieder hebt; ein Verhalten das — wenn auch nicht so ausgesprochen — in allen Versuchen am ersten oder an den ersten Nachtagen ohne Borsäureeinnahme zur Beobachtung kam. Diese beträchtliche Zunahme sofort wieder rückgängig zu machen und in zwei Tagen 760 g (in vier Tagen 560 g) Körpergewicht zu Verlust zu bringen, gelingt einwandfrei durch erneute Darreichung von Borsäure vom 11.—14. November. Auch in dem Versuche IV (W.) war der verminderte Eiweissumsatz, entsprechend der Steigerung des Körpergewichts, während der Zwischenperiode eingetreten. Gleichsinnig verändert sich auch die Menge der Phosphate im Harn bei V (B.).

Auffällig ist in diesem Versuch V (B.), dass in der borsäurefreien Zwischenperiode von sechs Tagen die Koth- und Kothstickstoffmengen um ein ganz Beträchtliches abnehmen, sodass nur 42 g feuchter Koth und 0,917 g N (innerhalb der ersten fünf Zwischentage sogar nur 0,757, d. h. 4,2 % des Nahrungsstickstoffes) abgegeben werden. Die entsprechenden Stickstoffzahlen der Vorperiode sind 1,741 und 1,837 g N. Eine Erklärung hierfür kann zunächst nicht gegeben werden; derartig niedrige Werthe, wie sie schon bisweilen beobachtet worden sind, zeigen wieder, dass der Stickstoff in Fleisch, Brot, Kartoffeln (17,7 g täglich) in einer Weise ausgenutzt werden kann, dass nicht einmal 1 g N, der als durchschnittlicher Werth des Sekretstickstoffes im Darm bei dieser Kostform angenommen wird, erreicht ist.

Reihen wir hier die Ergebnisse der Untersuchung der beiden Personen in dem Respirationsapparat Rubner's an; sie lauten: In der einer Vorperiode gegenübergestellten Borsäureperiode tritt eine geringere Verwerthung der Nahrung ein und es steigt das Mittel der Kohlensäureausscheidung wie auch die Wasserdampf-abgabe in beiden Fällen an.

Koth: Versuchsperson B. (V) im Respirations-Apparat.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Kohlenstoff
Normal	78	24,3	1,84	11,75
Borsäureperiode . . .	111	28,3	2,29	13,94

Versuchsperson A. (VI) im Respirationsapparat.

Normal	101	28,4	2,16	13,7
Borsäureperiode . . .	158	30,0	2,37	15,1

Der Energieumsatz pro Tag betrug für die Person B. (nach Rubner):

	Normalperiode	Borperiode
Kalorien aus Eiweiss	439,4	447,2
„ „ Alkohol	66,4	66,4
„ „ Kohlehydraten	1428,7	1447,0
„ „ Fett	0	110,7
	1934,5	2071,0
davon aus Eiweiss	439,4	447,2
	1495,1	1624,1
demnach die stickstofffreien Stoffe	100	: 108,7

Für die Person A (nach Rubner):

Kalorien aus Eiweiss	437,0	416,0
„ „ Alkohol	66,4	66,4
„ „ Kohlehydraten	1411,9	1401,7
„ „ Fett	0	424,3
	1895,3	2308,4
davon aus Eiweiss	437,0	416,0
	1458,3	1892,4
demnach die stickstofffreien Stoffe	100	: 129,8

Es ist durch diese Versuche Rubner's der Beweis für die nach den vorausgehenden Versuchen erschlossene, auf die Fetteinschmelzung gerichtete Wirkung der Borpräparate erbracht. Es scheinen mir dadurch die Beobachtungen Féré's ein weiteres Interesse zu erlangen, der bei Epileptikern nach Boraxbehandlung eine Boraxkachexie beschrieben hat. Jedenfalls müssten längere Zeit mit Borpräparaten behandelte Kranke zur Entscheidung dieser Frage sorgfältig auf Körpergewicht und Fettbestand beobachtet werden.

Die in allen vorliegenden Borsäureversuchen und ebenso in dem Boraxversuch Neumann's beobachtete Senkung des Körpergewichts erfordert einen Vergleich mit dem Einfluss von anorganischen Säuren und von Alkalien auf den Stoffumsatz.

Besonders ist es der Selbstversuch Burchard's unter Stadelmann's¹⁾ Leitung mit citronensaurem Natrium (Saturation von Citronensäure und Soda), welcher werthvolle Vergleichsdaten liefert. Die für den Hund als wahrscheinlich erörterte Wirkung des essigsäuren und kohlensäuren Natriums²⁾, die in grösseren Mengen bei reichlicher

¹⁾ Stadelmann, Die Alkalien 1890.

²⁾ E. Rost, Diese Zeitschr. Bd. 18, 1901, S. 98.

Wasserzufuhr in einer verminderten Eiweissumsetzung, bei ungenügender Wasseraufnahme dagegen in einem Eiweissmehrzzerfall sich äussert, trifft für das kohlen saure Natrium (bezw. citronensaure Natrium) nach dem Selbstversuch Burchard's auch für den Menschen zu. Grössere Gaben (Natriumcarbonat 18,0, Citronensäure 8,0 in 930 Wasser) riefen eine Verminderung der Stickstoffabgabe hervor, die bei gleichzeitiger Gewichtszunahme¹⁾ als Zeichen des Eiweissansatzes gedeutet werden muss. Eine geringe Diurese war, obwohl die Nahrungswassermenge unverändert blieb, in die Erscheinung getreten. Erhöhte er die Aufnahme der Alkalien auf 27,0 Natriumcarbonat (mit 12,0 Citronensäure), so blieb zunächst noch der verminderte Eiweissumsatz bestehen. Das Körpergewicht hielt sich ungefähr gleich, die Harnmenge stieg aber von 2300 auf 2522 ccm. In dem weiteren Verlauf dieses Versuchsabschnittes steigerte sich die Harnmenge noch auf 2830 ccm, und jetzt schlug die verminderte Stickstoffausfuhr in eine Stickstoffmehrabgabe um. Offenbar hatte das Salz, das bis jetzt schon stark diuretisch gewirkt hatte, schliesslich nicht mehr genügend Wasser zur Bestreitung der Harnfluth vorgefunden, sodass es Flüssigkeit dem Körper selbst entziehen musste; es war also jetzt — entsprechend den Versuchen am Hund — durch Salzwirkung Entwässerung, mit Eiweisszerfall einhergehend, eingetreten.

Die Wirkung des ebenfalls alkalisch reagierenden Borax ist allerdings nur in einem Versuch mit Gaben von 3 und 5 g beobachtet worden (R. O. Neumann). Es genügen hiernach aber schon 3 g Borax bei einem gesunden Erwachsenen, um allem Anschein nach hier die den Salzen in grossen Mengen, wie Kochsalz, Salpeter, Soda, insgesamt eigenthümliche Wirkung auf den Eiweisshaushalt bei reichlicher Wasseraufnahme, eine Stickstoffsparung, zu entfalten bezw. anzudeuten, nur nicht mit einem Gleichbleiben oder Ansteigen des Körpergewichts, sondern mit einem Gewichtsabfall verbunden. Hierin offenbart sich die spezifische Borwirkung, die auf den Fett- und Wasserverbrauch gerichtet ist. Für die spezifische Borwirkung spricht auch der Ausfall der Borsäureversuche am Menschen und am Hund, in welcher der Eiweissbestand grösstenteils, das Körpergewicht aber regelmässig, in derselben Richtung angegriffen wurde wie durch Borax.

Die Untersuchungen über den Einfluss anorganischer Säuren auf den Stoffwechsel von Dunlop²⁾ am Menschen zeigen auch eine Harnvermehrung³⁾, daneben aber steigt nach Dunlop's und Coranda's⁴⁾ Versuchen die Ammoniakmenge, entsprechend den Versuchen am Thier, im Harn an, ein Befund, welcher für

¹⁾ Die Versuchsperson war während eines zwölf-tägigen Vorversuchs mit 930 g Sodawasser bei völlig unverändertem Gewicht geblieben. Ueberhaupt ist dieser Versuch, entgegen Stadelmann's Ansicht, als der bestgelungene in der grossen Reihe der Untersuchungen Stadelmann's anzusehen. Zu bedauern ist nur, dass Analysen der Nahrung nicht ausgeführt wurden.

²⁾ Dunlop, On the action of large doses of dilute mineral acids on metabolism. *Journal of physiol.* 20, 1896, S. 82.

³⁾ Auch bei Vögeln (Gänsen, Enten, Truthühnern) steigt durch Salzsäure bei geringen Erscheinungen der Säurevergiftung die Diurese stark an. T. H. Milroy, Acid poisoning in birds. *Journ. of physiol.* 27, 1901, Seite 12.

⁴⁾ Coranda, Ueber das Verhalten des Ammoniaks im menschlichen Organismus, *Arch. f. exper. Path.*, 12, 1880, S. 76.

die Borsäure in Mengen von 1—4 g am Hund nicht zutrifft (s. S. 22). Dieser Hund zeigte vielmehr schliesslich ein Absinken der Ammoniakmengen im Harn, wie es den Alkalien insgesamt nach Stadelmann's Untersuchungen eigenthümlich ist. Diese Thatsache und das andere Verhalten des Eiweissumsatzes unter Borsäurewirkung deuten ebenfalls darauf hin, dass die eingegebene Borsäure infolge ihrer geringen Acidität nicht eine Säurewirkung wie die starken Mineralsäuren auf den Stoffwechsel entfalten kann. Auch in ihrem Verhalten auf den gesammten Stoffumsatz sind also bei Bor die Säure und ihr Salz nicht wesentlich von einander unterschieden.

Die den Borpräparaten eigenthümliche Einschmelzung von Körperfett bei völligem Intaktbleiben des Eiweissumsatzes steht in wesentlichem Gegensatz zur ebenfalls Entfettung bewirkenden Schilddrüse und den aus ihr hergestellten wirksamen Bestandtheilen, welche in fast allen Fällen eine Steigerung der Stickstoffausfuhr veranlassen, sodass die Abmagerung nicht eine reine Entfettung, sondern auch Eiweiss(Fleisch-)verlust darstellt. Nur in einigen wenigen Fällen (Gesunde bei reichlicher Kost, an Basedow'scher Krankheit Leidende) ist dieser gleichzeitig auf den Eiweisszerfall gerichtete Einfluss nicht in die Erscheinung getreten (wobei allerdings einige Mal auch ein Gewichtsverlust ausblieb). Es ist aber nach dieser Richtung die Frage der Schilddrüsenwirkung noch nicht gelöst. Nebenbei wurde, in gleicher Weise wie nach Borsäure, auch eine starkgesteigerte Wasserabgabe durch Diurese erzielt. Auch hier pflegte ähnlich den diätetischen Entfettungskuren die Wirkung auf das Körpergewicht in den ersten Tagen (erste Woche) am stärksten zu sein; was dafür spricht, dass die 3 Gewichtsverlust erzielenden Verfahren zunächst einen disponiblen Vorrath von Fett und Wasser angreifen. Weiter auf diese interessante Frage¹⁾ einzugehen, ist hier nicht der Ort. Nur sei noch erwähnt, dass die Borsäure, welche nach theoretischen Erwägungen wegen der speziell auf den Fett- und Wasserbestand gerichteten, den Eiweisszerfall nicht steigernden Wirkung ein brauchbares Entfettungsmittel sein könnte, anscheinend Melliturie oder Sehstörungen²⁾, wie nach Schilddrüsenpräparaten doch beobachtet sind, nicht im Gefolge hat. Die Entscheidung über die praktische Seite dieser Frage wird die exakte Beobachtung des Klinikers zu geben haben.

¹⁾ Mendel, Ein Fall von Myxoedem. D. med. Wochenschr. 1893, Nr. 2, S. 26, Ord & White, On certain changes observed in the urine in myxoedema after the administration of glycerine extract of thyroid gland. Brit. med. journal, 1893, II, S. 217.

Leichtenstern, Ueber Myxoedem und über Entfettungskuren mit Schilddrüsenfütterung. D. med. Wochenschr., 1894, Nr. 50, S. 932.

Bleibtreu & Wendelstadt, Stoffwechselversuche bei Schilddrüsenfütterung. D. med. Wochenschr., 1895, Nr. 22, S. 348.

Dennig, Ueber das Verhalten des Stoffwechsels bei der Schilddrüsenfütterung. Münch. med. Wochenschr., 1895, Nr. 17, S. 389.

Treupel, Stoffwechselversuche bei einem mit Thyrojoдин behandelten Fall. Münch. med. Wochenschr., 1896, Nr. 6, S. 117 u. s. w.

Jaquet & Stähelin, Zeitschr. f. klin. Med., 1901, Bd. 41, S. 1.

²⁾ Coppez, citirt nach Uhthoff, Ueber die Augenstörungen bei Vergiftungen. Graefes-Saemisch, „Handbuch d. Augenheilkunde“, 2. Aufl., XI., 1901.

Die in den Versuchen V und VI gemachte Beobachtung, dass die Borsäure nur eben angedeutet auf das Körpergewicht der Versuchspersonen herabmindernd wirkte, solange diese in der Respirationskammer unthätig waren, d. h. sich im Ruhestoffwechsel und Gewichtszunahme befanden, während sie sofort ihren entwässernden und entfettenden Einfluss geltend machte, als die Versuchspersonen die Respirationskammer verliessen und ihre gewohnte anstrengende Thätigkeit wieder aufnahmen, zeigt, dass die Borsäure ihre hauptsächlichste Wirkung auf den Stoffverbrauch bei eben ausreichender oder ungenügender Ernährung entfalten dürfte. Die Nahrung, welche während des Aufenthalts in der Respirationskammer bei Muskelruhe überreichlich war (s. S. 38 V (B.) = 51, VI (A.) = 44 Reinkalorien), sodass sie zu einem Ansatz führte, war bei der gewöhnlichen Arbeit eine wesentlich ungünstigere. Bei den Versuchspersonen III und IV (S. und W.), wo zu der starken Harnvermehrung auch noch starke Schweisse bei den hohen Aussentemperaturen traten, zeigte sich eine sehr starke Wirkung der Borsäure auf das Körpergewicht, und die Person VI (A.) bot den grössten beobachteten Abfall innerhalb zwei Tagen dar, während die Person V (B.), welche 51 Reinkalorien pro Kilo und Tag gegenüber VI (A.) mit 44 Kal. zu sich nahm, viel weniger am Gewicht verlor. Von diesem Gesichtspunkte aus würde sich auch das Ergebniss der an Kindern von 2½ bis 5 Jahren angestellten exakten Stoffwechselversuche Tunnicliffe's und Rosenheim's erklären lassen. Die Nahrung dieser Kinder war eine so reichliche (etwa 70—80 Kal. pro Körperkilo und Tag), dass die Borsäure ihre beim Erwachsenen und beim ausgewachsenen Hund gefundene Wirkung auf das Körpergewicht dieser Kinder nicht erkennbar zum Ausdruck bringen konnte. Ueberdies kann bei wachsenden Individuen die Wachstumsenergie eine so lebhaft sein, dass sie durch die Beeinflussung der Borpräparate nicht erkennbar herabgedrückt wird. Dieselbe Deutung würden die von mir angestellten Versuche an wachsenden Thieren (Hunden und Katzen) zu erfahren haben. In mannigfaltigen Fütterungsversuchen, an 36 Tage alten Kätzchen gleichen Wurfs, an 35 Tage alten Hunden (Geschwistern) und in Stoffwechselversuchen an vier Hunden vom 100. bis 190. Lebenstag hat sich ein nennenswerther Einfluss auf das Wachstum nicht finden lassen. Die verfütterten Borsäuremengen betrugen in diesen Fällen:

für die Kätzchen 0,1 bis 0,6 g Borsäure täglich und zwar 0,1 g auf 400 g und 0,6 g auf 900—1200 g Körpergewicht. Die Fütterung dauerte sechs bis acht Wochen;

für die Hunde 0,4 bis 0,8 g bzw. 0,6 bis 1,0 g Borsäure 0,1 % in Milch (als Vergleichsthiere dienten zwei Hunde, welche 0,1 % Sodamilch und solche, welche reine Kuhmilch erhielten). Die Fütterung dauerte vom 36. bis 74. Lebenstag. Im Ganzen wurden aufgenommen 26 bzw. 31 g Borsäure;

für die vier Hunde im Stoffwechselversuch:

bei III auf 410 g Fleisch 2,0 g Borax (krystallwasserhaltig)

IV „ 350 g „ 1,75 g „

V „ 293 g „ 1,5 g „

VI „ 528 g „ 2,7 g „

Nach einer Zwischenperiode von 10 Tagen folgte die 42 tägige Fütterung mit Borsäure bis zu 4 g täglich (0,2—0,8 % im Fleisch; 0,42—0,6 pro Kilo Körper-

gewicht). Die von Annett¹⁾ in unzureichender Weise veröffentlichten Versuche²⁾ müssen auf mangelhafte Versuchsanordnung und -Durchführung zurückgeführt werden (vergl. auch Foulerton und Liebreich). Es darf vermuthet werden, dass die Todesursache in einem Verhungern zu suchen ist, besonders da Abderhalden³⁾ gerade von Kätzchen beschrieben hat, dass sie bisweilen lieber Hungers sterben als Kuhmilch aufnehmen. Bei seinen Fütterungsversuchen mit Eisenzusätzen zur Milch starben alle die Kätzchen, welche regelmässig an Gewicht abnahmen, anstatt — wie es dem physiologischen Zustand des Wachstums in den ersten Lebenswochen entspricht — beständig zuzunehmen. Dies scheint mir auch die Ursache für den Ausfall der Versuche Pouchet's⁴⁾ und Kisters⁵⁾ zu sein. Sowohl die Hunde Pouchet's als auch die Kätzchen Kister's zeigten ohne Ausnahme eine Gewichtsabnahme; sie betrug z. B. bei Kister's Kätzchen nach Aufnahme von 0,05 g Borsäure pro Tag auf 375 bis 690 g Körpergewicht 80—210 g, während doch nur solche Versuche beweiskräftig sein könnten, bei denen zunächst in einer Vorperiode die Nahrung als ausreichend zur Erzielung eines Anwuchses festgestellt, und der Einfluss der Fütterung durch Heranziehen von Kontrollthieren bestimmt worden wäre. Immerhin soll nicht geleugnet werden, dass in den Kister'schen Versuchen nach unseren Erfahrungen vielleicht die Borsäure einen besonders günstigen Angriffspunkt auf den Stoffbestand hatte, als eben die Thiere in fortschreitender Unterernährung waren: hier konnte die Borsäure ihren auf die Fettzersetzung gerichteten schädlichen Einfluss besonders deutlich entfalten.⁶⁾

In meinen Versuchen, von deren Wiedergabe hier Abstand genommen werden kann, besonders auch weil die vier mit Borsäure und Borax gefütterten Hunde sich genau wie ihre drei als Kontrollthiere dienenden Geschwister⁷⁾ im Wachsthum, Aus-

¹⁾ Annett, Boric acid and formalin as milk preservatives. *Lancet* 1899, 11. November.

²⁾ Diese Annett'schen Kätzchen haben mancherlei Schicksale in der Litteratur erlebt. In der Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1900, S. 138, wurden sie als Zicklein aufgeführt (richtiggestellt S. 220); in der Tagespresse (Molkerei-Zeitung, 1901, 18. Mai und Korrespondenz des Bundes der Landwirthe, 1901, 23. Mai, erscheinen sie als Ferkel und sind als solche sogar in Brouardel (*Les empoisonnements* 1902) besprochen. In allen Fällen hatte nicht die Originalarbeit, sondern ein Referat aus dem Thierärztlichen Centralblatt, 1900, S. 157, als Quelle gedient, wobei aber allem Anschein nach selbst das deutsche Wort Zicklein missverstanden bzw. ins Französische als Ferkel übertragen wurde.

³⁾ Abderhalden, Assimilation des Eisens. *Zeitschr. f. Biol.*, 39, 1900, S. 235.

⁴⁾ Pouchet, Expériences faites dans le laboratoire du Comité consultatif d'hyg. publ. de France sur l'action du borax dans l'alimentation, abgedruckt in Brouardel, *Les empoisonnements*, 1902, S. 527. Nur ein Hund, der bei Aufnahme von täglich 0,5 g von 1250 g auf 2100 g Gewicht gekommen war, starb plötzlich, ohne dass die Sektion eine Ursache ergab.

⁵⁾ Kister a. a. O.

⁶⁾ Länger dauernde Verfütterungen von Borsäure an Meerschweinchen sind u. A. von Gaucher (*Note sur le pouvoir toxique d'un agent antiseptique. Gaz. hebdomad.*, 1888, Nr. 7, S. 102) und von Catrin (*Toxicité de l'acide borique, La semaine médicale*, 1896, S. 276) angestellt worden. Aus einem Referat über die erste Untersuchung und aus den kurzen Angaben der zweiten ist nur ersichtlich, dass Meerschweinchen unter täglicher Darreichung von 0,5 g Albuminurie zeigten und nach 14 Tagen eingingen, und die Thiere Catrin's bei Fütterung mit 1,0, 0,5 und 0,2 g innerhalb vier bis acht Tagen starben.

⁷⁾ Veröffentlicht in E. Rost, *Zur Kenntniss des Stoffwechsels wachsender Hunde*. Diese *Zeitschr.*, Bd. 18, 1901, S. 206. Thiere I, II, VII.

nutzung und Assimilation der Nahrung und Wohlbefinden verhielten, ist auf diese Punkte besonderes Gewicht gelegt worden. Auch in der anderen Versuchsreihe an wesentlich jüngeren Hunden und an von der Mutter genommenen Kätzchen hat die Borsäure einen Schaden nicht gestiftet; allerdings erforderte die Fütterung eine sorgfältige Ueberwachung und zwang, bisweilen die Milch einzugiessen oder sie durch Fleisch zu ersetzen; an keinem der Versuchstage wurde aber die Borsäure deswegen weggelassen. Neuerdings sind auch Ferkel von Tunnicliffe¹⁾ und seinen Schülern mit Milch, die einen Zusatz von Borsäure bis zu 2,4 g erfahren hatte, ohne sichtbaren Einfluss auf Wachsthum, Entwicklung und Wohlbefinden gefüttert worden.

Die von anderer Seite dem Salpeter, der sich schon Bürgerrecht in der Nahrungsmittelindustrie erworben hat, zugeschriebenen Eigenschaften auf das Körpergewicht, das in einem Fall innerhalb 36 Tagen nach Aufnahme von täglich 3 g von 27800 auf 22400 g gefallen ist ($= 19,4\%$), hat weder für den Kalisalpeter (Hund von 10 kg vertrug Mengen von 1 g steigend bis auf 10 g, ohne auch nur eine Schwankung im Gewicht zu zeigen) noch für den Natronsalpeter von mir²⁾ bestätigt werden können. Auch Binz³⁾, der sogar 4,6 g Natronsalpeter pro Kilo Körpergewicht auf einmal an Hunde verfütterte, konnte nur einmal etwas Durchfall beobachten, berichtet aber von einer rapiden Abmagerung nichts.

Während der geschilderten Stoffwechselversuche hat sich nun mit Sicherheit ein nachweisbarer Einfluss der innerlich genommenen Borsäure auf das Befinden, auf den Nahrungsbedarf und das Wasserbedürfniss nicht feststellen lassen. Es muss hiernach angenommen werden, dass die Personen, wenn die Borsäureaufnahme im täglichen Leben sich vollzogen hätte, nicht etwa durch grössere Wasserzufuhr die Mehrausfuhr von Wasser, durch Verzehren von mehr Nahrung, insbesondere von mehr Fett die Fettmehrzersetzung schliesslich aufgehoben hätten. Nur in dem Stundenversuch Dr. F. und Dr. S. (s. S. 17 u. 18) sind die dort geschilderten Beschwerden nach Einnahme von 3 g Borsäure auf einmal mit Wahrscheinlichkeit auf dieses Mittel zurückzuführen. Auch konnte ich nach Einnahme von 3 g Borsäure auf einmal die S. 11 geschilderten Beschwerden einwandfrei auf die Borsäure beziehen.

3. Weitere resorptive Wirkungen.

Es ist hier der Ort, etwaige weitere resorptive Wirkungen der Borpräparate zu besprechen, zunächst die behauptete Beeinflussung der Körpertemperatur. J. Neumann⁴⁾ will in Versuchen an Hunden und Kaninchen ein starkes Herabgehen der Eigenwärme nach Borsäure gefunden haben, eine Beobachtung, die in die

¹⁾ Tunnicliffe in Report of the departmental committee appointed to inquire into the use of preservatives and colouring matters. London, 1901, S. 306. Experiments upon the effect of boracic acid and formaldehyde upon the live weight, growth and food assimilation of young sucking pigs.

²⁾ E. Rost, a. a. O., S. 78.

³⁾ Binz, a. a. O.

⁴⁾ J. Neumann, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Borsäure. Diss. Dorpat 1879 (unter Semmer, Veterinär-Institut).

Im Arch. f. exp. Path. u. Pharm. findet sich in Bd. 12, 1879 ein kurzer Auszug.

gebräuchlichen Lehrbücher übergegangen ist. J. Neumann äussert sich wörtlich: Hunde von 15 kg vertragen 5—6 g Borsäure innerlich ohne jeden Nachtheil; die Körpertemperatur nimmt dabei beträchtlich ab. Desgleichen vertragen erwachsene Kaninchen 1 g Borsäure innerlich ohne Nachtheil; die Körpertemperatur sinkt dabei um einige Grade. Schon bei Durchsicht der Versuchsergebnisse Neumann's zeigt sich, dass jede Angabe über die Methode der Temperaturmessung fehlt; wie sehr es aber gerade bei der Temperaturbestimmung bei Kaninchen auf Innehaltung einer Reihe von Vorsichtsmassregeln ankommt, ist in den letzten Jahrzehnten zur Genüge bekannt geworden. Desgleichen fehlen Angaben über Normal- und Parallelversuche mit Wassereingiessungen. Dazu kommt, dass Neumann Kaninchen so grosse Mengen beibrachte, dass Diarrhoen¹⁾ eingetreten sein müssen (wie sie auch in einigen Fällen beschrieben sind); in diesem Fall und schon wenn das Thier seine normale hockende Haltung aufgibt, kann die Temperatur merklich sinken. (In dem einen Falle Neumann's hatte das Thier Lähmungserscheinungen). Auch zeigen die S. 67 beschriebenen Versuche an einem Hunde schon nach Aufnahme des Futters normaler Weise ein Herabgehen der Temperatur um 0,5° und mehr. Nun gab Neumann 50 ccm und mehr Flüssigkeit, nachdem die Thiere mindestens 10 Stunden vorher kein Futter erhalten hatten. In allen Fällen Neumann's sank die Temperatur aber nur innerhalb zwei bis drei Stunden, um dann auf die normale Höhe oder darüber hinaus zu steigen. Bei den Neumann'schen Hunden liegen die Verhältnisse noch weniger klar; wenn nach Einlauf von 15 g Borsäure in 2% Lösung ($\frac{3}{4}$ l) in die Drosselvene eines 14 Kilo schweren Hundes die Temperatur auf 36,7° sinkt, ist dies nicht die Folge der Borsäure und wenn ein Hund von gleichem Gewicht nach Eingiessung von 8 g Borsäure in 270 ccm Wasser in den Magen ein Heruntergehen von 39,2° auf 38,6°, ein andermal von 38,7° auf 38,2° zeigt, so hat diese keine Bedeutung. Aus den im Anhang wiedergegebenen Versuchen an drei Hunden und vier Kaninchen erhellt, dass bei einem Hunde selbst Gaben von 15 g Borsäure, und bei Kaninchen 1—3 g ohne Einfluss auf die Temperatur waren. Die über vier Stunden ausgedehnten Versuche, welche den Gang der Temperatur nach einer Fleischmahlzeit ohne und mit Borsäure (15 g) bei einem 30 Kilo schweren Hund feststellten, lassen einen Zweifel nicht mehr bestehen, dass die Borsäure selbst in grösseren als den von Neumann angewendeten Gaben den Wärmehaushalt nicht beeinflusst. Nur soweit die verminderte Aufsaugung des Eiweisses unter Borsäurewirkung innerhalb der ersten drei Stunden sich geltend macht, kommen auch kleine, nur bei besonderer Vorsicht zu entdeckende Unterschiede gegenüber den Normalwerthen zur Beobachtung.

Noch eine der Borsäure zugeschriebene Eigenschaft muss hier gestreift werden, weil sie als geeignet betrachtet werden könnte, zur Beurtheilung der pharmakologischen Wirksamkeit der Borsäure zu dienen. Es werden z. B. die Borpräparate bisweilen unter die Blut- und Parenchymgifte eingereiht. Allerdings fand Binswanger einen Einfluss derselben auf Eiweisskörper und auf das aus der Ader gelassene Blut und

¹⁾ Bei dem einen Kaninchen Santesson's, das nach subkutaner Einspritzung von Borsäure Diarrhoen und Mattigkeit zeigte, sank die Temperatur gleichfalls von 38,6° auf 37,0° C.

hat Hamburger¹⁾ festgestellt, dass „Lösungen von Borsäure bei jeder Konzentration den Blutkörperchen ihren Farbstoff entzogen“, wie schon Brücke²⁾ zur Trennung des Zooid vom Oikoid das Blut in eine 1%-Borsäurelösung fallen liess. Bereits Binswanger hat aber darauf hingewiesen, dass Borsäure und Borax auf Blut nur nach Massgabe der sauren oder alkalischen Reaktion wirken. Resorptive Wirkungen auf das Blut sind aber weder von mir, noch meines Wissens von anderen Beobachtern gesehen worden; selbst bei Einspritzung von Borsäure in die Blutbahn sind Schädigungen nicht beobachtet worden. J. Neumann's Hund, welcher 15 g Borsäure in 2% Lösung in die Blutbahn injiziert erhielt, erbrach wohl, hatte sich aber nach 8 Stunden wieder erholt (und wurde am nächsten Tage getötet). Vigier konnte nach 1,5—5,0 g in die Vene von Hunden eingespritzter Borsäure Intoxikationserscheinungen nicht auffinden; überdies ist der Borax ein beliebtes Lösungsmittel im Laboratorium für manche Substanzen zu Einspritzungen unter die Haut und in die Blutbahn. In eigenen Versuchen konnte eine Beeinflussung des Blutdrucks beim Hund und beim Kaninchen und eine Störung bei zahlreichen Diureseversuchen mit Einlauf in die Vene nicht beobachtet werden, auch ist bei keiner der ziemlich häufigen Borsäurevergiftungen, von serösen Häuten, Schleimhäuten u. s. w. aus eine Beeinflussung des Herzens oder des Kreislaufs beschrieben worden, so dass die Benennung der Borpräparate als Blutgifte wohl praktisch nicht zweckmässig gelten kann. Die beobachtete Wirkung der Borsäure auf die rothen Blutkörperchen erklärt sich durch die Löslichkeit dieser Substanz in Fetten: Die Borsäure durchdringt die Blutkörperchen ebenso wie die Epithelien der Blase, für welche die Durchlässigkeit für Borsäure durch Morro und Gaebelin³⁾ festgestellt ist. Einen osmotischen Druck den Blutscheiben gegenüber kann sie daher nicht ausüben. Hamburger fand, dass die Borsäure auch in einer dem Blut isotonischen Salpeterlösung die Fähigkeit, den Austritt von Hämoglobin zu bewirken, beibehält. Ob der Borax, welcher die Fettlöslichkeit der Säure verloren hat, die Blasenepithelien durchdringt, scheint nicht untersucht zu sein.

Todesfälle durch Einnahme von Borpräparaten beim Menschen sind nicht bekannt geworden, nur von Wunden, der erkrankten Schleimhaut der Blase und den serösen Häuten sind Vergiftungen⁴⁾ mit tödtlichem Ausgang gesehen worden. Der Uebertritt von Borsäure in den Harn bei Verwendung von Borsalben und Umschlägen mit Borsäurewasser auch von der unversehrten Haut auf dem Wege der Drüsen ist von Hall⁵⁾ nachgewiesen. Beim Thier ist die eigentliche Todesursache

¹⁾ Hamburger, Ueber den Einfluss chemischer Verbindungen auf Blutkörperchen u. s. w., Arch. f. Physiol., 1886, S. 481.

²⁾ Brücke, Vorlesungen über Physiologie, 1875. I, S. 73.

³⁾ Nach Morro u. Gaebelin, Ueber das Resorptionsvermögen der Harnblase, Zeitschr. f. klin. Med., 32, 1897, S. 12.

⁴⁾ Das Anfangssymptom ist in der Regel Erbrechen (so auch bei den Patientinnen Rovighi's, welche mit Einläufen von 1 Liter 3%-Borsäurelösung (30 g) und mehr behandelt wurden. (Die Aetherschweifelsäuren im Harn und die Darmdesinfektion, Zeitschr. f. physiolog. Chem., 16, 1892, S. 20; das zum Krankheitsbild der Enteroperitonitis dieser Patientinnen gehörende Erbrechen hat R. dabei berücksichtigt). Die Endsymptome Collaps und Lähmung.

⁵⁾ Hall, Lancet 1899, I, S. 261.

aufsteigende zentrale Lähmung¹⁾, wie sie des Näheren aus den Protokollen der Versuche 26 und 63 im Anhang zu ersehen ist. Dadurch, dass eine Lösung von 10—12 g Borsäure in 100 ccm 7%-Boraxlösung Kaninchen in den Magen gegeben wurde, war es überhaupt nur möglich, im Zeitraum von einigen wenigen Stunden das Bild der Borvergiftung sich abspielen zu sehen. Die genaue mikroskopische Untersuchung der Organe von Kaninchen, welche mit Borpräparaten vergiftet, sowie von Hunden und Katzen, welche mit Borsäure oder Borax gefüttert waren, ergab für kein Organ eine nachweisbare Schädigung wie Verfettung, Entzündung u. dergl.²⁾.

Zwei weitere Beobachtungen, die Erkrankungen der Haut und die Steigerung der Harnmenge, leiten zu der endgültigen Entfernung der Borsäure aus dem Körper über und führen zur Erörterung der Frage, ob dieses Mittel nierenschädigende Wirkungen besitzt.

Dass den Borpräparaten die Fähigkeit zukommt, Erytheme und Exantheme auf der Haut des Menschen zu erzeugen, kann trotz der mit Recht gegen viele Beobachtungen an Luetischen usw. gemachten Einwendungen (Liebreich) nicht geleugnet werden. Schon Binswanger hat an sich selbst nach grösseren Gaben Exantheme beschrieben, französische Aerzte, unter ihnen besonders Féré³⁾, haben bei Behandlung von Epileptischen häufig solche gesehen⁴⁾ und neuerdings hat Handford⁵⁾ einen unzweifelhaften Fall dieser Art mitgeteilt. Ein Kranker mit Magenerweiterung antwortete auf jede mit Borsäurelösung vorgenommene Magenspülung mit Hautausschlägen, die verschwanden, wenn Brunnenwasser als Spülflüssigkeit verwendet wurde und bei Ersatz desselben durch Borsäurelösung wieder auftrat. Auch der von Johnson⁶⁾ beschriebene Fall scheint — wenigstens nach dem Referat — eine Borsäurevergiftung nach 3,6 g gewesen zu sein (Verlust der Esslust, Kopfschmerz,

¹⁾ J. Neumann beschreibt bei einem Kaninchen „starken Durchfall, schwankenden Gang und Lähmungserscheinungen in den hinteren Extremitäten“. Bei Ferkeln trat nach Einspritzung in die Bauchhöhle unter Erbrechen, heftigem Durchfall und Temperaturverminderung der Tod ein. Ein Pferd (256 kg) erhielt am 20./2. 120 g Borsäure in den Magen, am 21./2. eine Einspritzung von 0,12 g in das Kniegelenk, am 24./2. 7,46 g in die Bauchhöhle, am 26./2. 4 g in die Brusthöhle. In der Nacht vom 27./28 stirbt das Thier (nachdem es 131,6 g Borsäure erhalten hatte). Krankheitszeichen werden nicht aufgeführt.

²⁾ Santesson (a. a. O.) hat einmal Leberverfettung (subkutan), zweimal beginnende Herzverfettung (subkutan, innerlich) und zweimal leichte Nephritis (subkutan, innerlich) bei Kaninchen innerhalb 12—24 Stunden entstehen sehen. Die Heranziehung von Vergleichsbildern normaler Thiere ist in solchen Untersuchungen indessen erwünscht, da nicht nur die Niere und Leber, sondern auch andere Organe beim scheinbar gesunden Kaninchen verändert sein können (Verfettung, trübe Schwellung u. dgl.), worauf von verschiedenen Seiten bereits hingewiesen worden ist.

³⁾ Féré, Le borisme ou les accidents de la médication par le borax. — La semaine médicale 1894, Nr. 62, S. 497.

⁴⁾ Bei solchen Kranken könnte bisweilen auch, wenn Bromkaliumkuren vorausgegangen sind, der Ausschlag diesem Arzneimittel zuzuschreiben sein.

⁵⁾ Handford, Brit. med. journal 1900, II, S. 1495.

⁶⁾ Johnson, Ueber die Ausscheidung von Borsäure und Borax aus dem menschlichen Organismus. Nord. med. Ark. 17, 1885, Nr. 9, zitiert nach Schmidt's Jahrbücher und Maly's Jahresber. f. Thierchemie, 1885, S. 235.

Erythem, Papeln), die nach vier Tagen wieder zurückging. Diese Erscheinung¹⁾ reiht sich an die Arzneiexantheme, die Jod- und Bromakne und die Antipyrinexantheme an, die wohl mit Sicherheit mit der Ausscheidung dieser Stoffe auf die Haut in ursächlicher Beziehung stehen. Wie für diese Stoffe, so ist auch für die Borpräparate die Ausscheidung auf die Haut (mit dem Schweiss, Johnson) festgestellt, und auch die Borexantheme befallen nur vereinzelte Personen.

Eine weitere sehr wesentliche Wirkung, die bei chronischer Borzufuhr deutlich wird, ist die Steigerung der Harnmenge²⁾. Wie unmittelbar nach Aufnahme der Borsäure in Mengen von 3 g die Diurese verläuft, zeigen die Stundenversuche Dr. S. und Dr. Fr. (S. 17 und 18); welch hohe Werthe sie annehmen kann, lehren die besprochenen Stoffwechselversuche am Menschen.

In keinem der Fälle³⁾ hat sich nun Durst eingestellt, so dass die Leute unter anderen Verhältnissen instinktiv zur gesteigerten Wasserzufuhr zur Deckung des Wasserverlusts gegriffen hätten. Nur Harndrang ist besonders während des Aufenthalts in der Respirationskammer in Versuch V und VI und in den Stundenversuchen angegeben worden. Schon Binswanger hat nach Borsäure, im Gegensatz zu Borax starke Harnvermehrung und Harndrang beobachtet. Eine pharmakologische Analyse dieser Borsäurewirkung⁴⁾ muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Vorläufige Versuche an Kaninchen haben schon erkennen lassen, dass dem Borax wahr-scheinlich eine spezifische Wirkung neben der Salzwirkung bei Erzeugung der Diurese zukommt, eine Vermuthung, die mit dem Ergebniss der Versuche P. A. Wagner's⁵⁾ nicht in Uebereinstimmung stehen würde. Allerdings entsprechen diese Versuche nicht den Anforderungen, welche man jetzt an einen Diureseversuch mit Einlauf verschiedener Salze in die Blutbahn stellen muss. Schon vor einigen Jahren hat man die Borsäure als Diuretikum bei Wassersucht empfohlen. Im Krankenhause zu Nürnberg von Merkel vorgenommene Versuche an Ascites-Kranken mit 1 bis 2 g Borsäure in 1 l Wasser haben wegen belästigender Magenerscheinungen abgebrochen werden müssen⁶⁾. Eine Nierenschädigung, die den Borpräparaten auf Grund von Kaninchenversuchen⁷⁾ zugeschrieben worden ist, habe ich mikroskopisch niemals sicher nachweisen können. Die mikroskopische Untersuchung der Nieren einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Kaninchen auf Verfettung, Degeneration und Zellabstossung liess

¹⁾ Jadassohn (Deutsche Klinik X, S. 139, 1902) weist in einer Vorlesung über Toxicodermien besonders auf die weniger geläufige Thatsache hin, dass nach Gebrauch von Borsäure und Borax Hauterscheinungen — Trockenheit, ekzem- und psoriasisähnliche Affektionen — vorkommen.

²⁾ Eine Diurese ist von Dunlop auch für die Salz- und Schwefelsäure festgestellt worden.

³⁾ Auch in dem Selbstversuch (3 g) trat trotz Harndrangs nicht der geringste Durst auf.

⁴⁾ Die Taube, welche bekanntlich eine durch Diuretica besonders leicht beeinflussbare Niere besitzt, reagirt sehr deutlich auf Borsäureeinspritzungen mit Harnvermehrung.

⁵⁾ P. A. Wagner, Ueber die diuretische Wirkung des Borax. Diss. Kiel 1892.

⁶⁾ Nach einer privaten Mittheilung des Herrn Medizinalraths Dr. Merkel.

⁷⁾ Plaut, Untersuchungen über die Rückwirkung der Borsäure auf die Nieren. Diss. Würzburg, 1889.

Santesson, Einiges über pathologische Veränderungen bei Borsäure-Vergiftung. Skand. Arch. f. Physiol., Bd. 10, 1900, S. 191.

nirgends einen solchen Einfluss¹⁾ auffinden. Selbst die während eines Zeitraumes bis zu acht Wochen mit Borsäure gefütterten Kätzchen und jungen Hunde wiesen nicht die geringsten Veränderungen an den Nieren auf. Die Schnitte wurden in ungefärbtem Zustand, mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt und mit Osmiumsäure oder Sudan III behandelt untersucht. Ich vermag daher Santesson nicht beizustimmen, dass die Borsäurediurese als ein Vorstadium der entzündlichen Reizung der Niere angesehen werden müsse, wenn auch die Kister'schen Beobachtungen, dass von drei Versuchspersonen nach täglicher Aufnahme von 3 g Borsäure zwei nach vier bzw. zehn Tagen Eiweiss im Harn zeigten (Mengen und Proben zum Nachweis leider nicht angegeben), das nach zwei Tagen wieder verschwand, auf eine mögliche Beeinflussung der Niere hindeuten. In den beiden Versuchen V und VI (B. und A.) war es allerdings möglich, mit den üblichen Proben (Kochprobe mit Salpetersäurezusatz, Ferrocyanwasserstoff- und Esbach's Probe) Trübungen während der Borsäureeinnahme nachzuweisen. Es gelang aber niemals, einen Niederschlag zu erhalten, auch waren die Befunde bei A. nicht völlig sicher. In dem Selbstversuch und Versuch an W. war der Stundenharn frei von Eiweiss, wie vor und nach dem Versuch.

Dass Borsäure aber nach Einführung unter die Haut bei Kaninchen eine Eiweissausscheidung mit dem Harn hervorruft, lehrt ein im Anhang (Nr. 25) wieder-gegebener Versuch mit länger dauernder Darreichung, wodurch die Beobachtungen von Plaut²⁾ und Gaucher³⁾ bestätigt werden.

Endlich bedarf noch die Ausscheidung der Borsäure aus dem Körper einer kurzen Besprechung. Neben der Abgabe der Borsäure durch die Niere ist die Ausscheidung beobachtet mit dem Schweiß, dem Speichel und der Milch. Auch auf den Magen und Darm⁴⁾ wird Borsäure, welche Kaninchen unter die Haut oder in die Blutbahn gespritzt ward, abgeschieden, woraus wohl nach den sonstigen Erfahrungen der Pharmakologie die gleichen Zustände auch für die aus dem Darm aufgesaugte Borsäure und für die Verhältnisse beim Menschen angenommen werden dürfen. Dieser Befund darf bei dem Zustandekommen des langen Verweilens der Borpräparate im Körper verwerthet werden; jedenfalls kann dieser Kreislauf der aufgesaugten, in den Darm abgeschiedenen und wieder aufgenommenen Borsäure nur unterstützend hierbei wirken.

Die Hauptausfuhr besorgt aber auch für die Borsäure die Niere. Ueber die Schnelligkeit des Uebertritts der Borpräparate in den Harn belehren uns bereits

¹⁾ Von Levy (Lustig's Institut) und von Bendix unter Ziegler's Leitung sind für Hunde und Kaninchen auch nach grossen Kochsalzgaben innerlich und von der Haut aus schwere Veränderungen des sezernirenden Parenchyms der Niere beobachtet worden.

²⁾ Plaut, Unters. über die Rückwirkung der Borsäure auf die Nieren in ihrer Anwendung als Antiseptikum. Diss. Würzburg, 1889.

³⁾ Gaucher, Note sur le pouvoir toxique de l'acide borique etc. Gazette hebdomad., 1888, Nr. 7, S. 102, citirt nach La semaine médicale.

⁴⁾ E. Rost, Notiz zur Kenntniss der Ausscheidung des Borax. Verh. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin, 1899, 21. Juli (Arch. f. Physiolog., 1899, Suppl. S. 568).

die Versuche Binswanger's, der Borsäurereaktion schon 10 Minuten¹⁾ nach Einnahme von Borsäure und 15 Minuten nach Einnahme von Borax auffinden konnte. Die Dauer der Ausscheidung ist verschiedentlich untersucht worden. Während Tunnicliffe und Rosenheim den Harn von drei jungen Kindern, denen sie bis zu zwölf Tagen Borverbindungen täglich verabreicht hatten, schon nach zwei Tagen borsäurefrei fanden, verschwand bei Binswanger nach der ersten Einnahme von 1 Drachme Borax die Borsäurereaktion im Harn schon am ersten Tag. In den Versuchen Kister's währte die Ausscheidung bei Einnahme von 1 g acht Tage, bei 0,5 g 5 Tage, bei drei Versuchspersonen Johnson's 18—19, bei zwei anderen, welche nur fünf Tage lang Borsäure genossen hatten, 12—14 Tage, vom Tag der letzten Einnahme an gerechnet. Von nicht geringer Bedeutung sind aber die Beobachtungen Féré's an Patienten, welche durch die Boraxbehandlung ihrer Epilepsie an Nierenentzündung litten. Bei diesen konnte im Harn noch sechs bis acht Wochen Borsäure nachgewiesen werden.

In den beschriebenen Stoffwechselversuchen im Kaiserlichen Gesundheitsamte war der Körper, nach den Feststellungen im Harn, ebenfalls erst nach 14—19 Tagen frei von Borsäure²⁾, ein Zeitraum, der mit R. O. Neumann's Ergebnissen in seinem Boraxselbstversuch übereinstimmt.

Diese Befunde mahnen zur Vorsicht bei der Beurtheilung der Borpräparate als Konservierungsstoffe für Lebensmittel und lehren, dass bei Schädigungen der Nieren, die als Folgeerscheinung des Borgenusses nicht von der Hand zu weisen sind, die aber auch sonst weit verbreitete Krankheiten sind, leicht die endgültige Ausscheidung der Borsäure verzögert werden kann und dass damit die Möglichkeit gegeben ist, dass sie — soweit eben sie im Körper Allgemeinwirkungen entfaltet — durch Anhäufung diese nur steigern kann³⁾.

Ueber den zahlenmässig verfolgten Ablauf der Borsäureausscheidung aus dem Körper lagen bislang⁴⁾ Untersuchungen noch nicht vor, eine Lücke, die Herr Dr. Sonntag⁵⁾ durch Verarbeitung der Kothe und Harne nach einmaliger Aufnahme von 3 g Borsäure in einem Selbstversuch und in Versuchen am Verf. und Herrn Weitzel ausgefüllt hat. Das Ergebniss ist, dass nach 3 g Borsäure, in einer Gabe genommen, im Harn zur Ausscheidung gelangen:

¹⁾ Plaut giebt an, dass bei zwei Katzen, denen er 100—200 ccm 2%-Borsäurelösung unter die Haut spritzte, schon nach zwei Minuten der Harn borsäurehaltig war. Allerdings ist nicht angegeben, wieviel Zeit die Einspritzung dieser grossen Flüssigkeitsmenge beanspruchte und von welchem Zeitpunkt die zwei Minuten gezählt sind.

²⁾ Hierbei ist mit der Möglichkeit zu rechnen, dass nur qualitativ nachweisbare Mengen im Harn auch aus konservierten Nahrungsmitteln stammen können, worüber uns speziell darauf gerichtete Versuche belehrt haben.

³⁾ Auf dieses Moment legt auch Brouardel grosses Gewicht, besonders mit Rücksicht auf die häufig mangelhaft funktionirende Schwangerschaftsnieren und auf die Thatsache, dass eine Nierenerkrankung selbst jahrelang unerkannt bleiben kann.

⁴⁾ Binswanger hat aus seinem Harn und aus dem einer Patientin die Borsäure als typische Schüppchen zur Abscheidung bringen können.

⁵⁾ Sonntag, Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper. Dieser Band, Heft 1. (Titriren bei Gegenwart von Mannit.)

S. (3 g Borsäure) ¹⁾		R. (3 g Borsäure)		W. (3 g Borsäure)	
Stunde 1—12	1,229	Stunde 1	0,055	Stunde 1	0,127
		„ 2	0,202	„ 2	0,192
		„ 3	0,278	„ 3	0,185
		„ 4	0,225	„ 4	0,130
		„ 5—6	0,320	„ 5	0,125
		„ 7—8	0,240	„ 6	0,150
		„ 9—12	0,404	„ 7	0,088
				„ 8	0,098
	1,229		1,724	„ 9	0,101
Stunde 13—24	0,606	„ 13—16	0,263	„ 10	0,091
	0,606	„ 17—24	0,295	„ 11—12	0,188
			0,558		1,475
während des 1. Tages	1,835	während des 1. Tages	2,282	während des 1. Tages	2,181
Stunde 25—36	0,481	Stunde 25—36	0,303	Stunde 25—36	0,167
„ 37—48	0,169	„ 37—48	0,131	„ 37—48	0,212
während des 2. Tages	0,650	während des 2. Tages	0,434	während des 2. Tages	0,379
Stunde 49—60	0,105	Stunde 49—60 (?)	0,090	in 48 Stunden	85,3 %
„ 61—72	0,063	„ 61—72	0,067		
während des 3. Tages	0,168	während des 3. Tages	0,157		
Stunde 73—77	0,023	Stunde 73—84	0,038		
in 77 Stunden	2,676 g	„ 85—96	0,024		
	= 89,2 %	während des 4. Tages	0,062		
		in 96 Stunden =	97,7 %		

Zieht man die Ausscheidungsverhältnisse einer anderen körperfremden, allerdings organischen Säure, der Salicylsäure, zum Vergleich heran, so haben Versuche von Petersen und Chopin gelehrt, dass ebenfalls 10—15 Tage lang der Harn salicylsäurehaltig sein kann. Ob die von Brouardel²⁾ angestellten interessanten, aber leider nie wiederholten Versuche über die Schnelligkeit und Dauer der Ausscheidung dieser Säure bei Individuen verschiedenen Alters, welche ergaben, dass mit zunehmendem Alter der Person die Salicylsäure umso später durch die Niere trat und umso längere Zeit bis zur vollständigen Entfernung aus dem Körper brauchte, auch für die Borsäure gelten, ist nicht untersucht. Die angeführten Versuche Tunnicliffe's und Rosenheim's, dass bei Kindern trotz zwölf tägiger Borzufuhr schon nach zwei Tagen der Körper alle Borsäure abgestossen hatte, könnten in diesem Sinne Verwerthung finden.

Wie auch Sonntag's Versuche erweisen, wird mit dem Koth in der Regel Borsäure nicht abgegeben; Binswanger's Stuhl war nach Aufnahme von 2 Drachmen Borax frei von Borsäurereaktion. Erst als nach 5 Drachmen zwei breiige Stühle sich einstellten, enthielt der Koth so reichlich Borsäure, dass er aus dem dazu gehörigen

¹⁾ Im Koth konnte Borsäure nur qualitativ nachgewiesen werden.

²⁾ Brouardel, zitirt nach Les empoisonnements criminels et accidentels, Paris, 1902.

Harn sie nicht in Substanz darstellen konnte. Im Blut vermochte er nach Aufnahme von viermal 1 Drachme bei Verarbeitung von 8 Unzen Aderlassblut Borsäure nur nach dem Einäschern qualitativ nachzuweisen; gleiche Befunde erhielt er bei Kaninchen. Der qualitative Nachweis gelang auch Pouchet¹⁾ im Blut von jungen, mit Borsäure gefütterten Hunden.

III. Ergebnisse der Laboratoriumsversuche und Uebertragung derselben auf die Beurtheilung der Borpräparate als Konservierungsmittel.

1. Der Borsäure und dem Borax kommt ein spezifischer Einfluss auf die Verdauungsenzyme nicht zu; ihre Wirkung ist lediglich bedingt durch den geringen Säuregrad der Borsäure oder die Alkaleszenz des Borax. Auf die Labgerinnung äussern die in der Praxis der Milch zugesetzten Mengen von Borax aber bereits so stark hemmende Wirkung, dass mit 1 g Borax auf 1 l versetzte Milch erst nach Stunden Labgerinnung zeigt.

2. Oertliche Wirkungen, bestehend in Röthung, Entzündung und Verätzung des Magens und Anfangstheils des Darms, entfalten die Borpräparate nur in sehr grossen Mengen und starken Konzentrationen und besonders bei solchen Versuchsthieren, welche sich nicht durch Erbrechen gegen eine reizende Menge im Magen zu schützen vermögen. Auch auf anderen Schleimhäuten, Flimmerepithel, serösen Häuten, erweisen sie sich nur in grossen Dosen als örtlich reizend. Desgleichen sprechen die Erfahrungen mit Einspritzung von Borsäurelösung unter die Haut beim Menschen und solche grösseren Umfanges bei verschiedenen Thieren und Liebreichs Bespülungen der Magen- und Darmwand mit Borsäurelösung gegen eine praktisch ins Gewicht fallende örtliche Reizwirkung.

3. Doch erzeugen sie in nicht zu kleinen Mengen Diarrhoen. Eine Herabsetzung der Ausnutzbarkeit der Eiweissnahrung im Darm ist den Borpräparaten eigenthümlich, und zwar in kleinen Mengen (0,5 g) schon auftretend. Sie ist durch Ausnutzungs- und Stoffwechselversuche am Thier und am Menschen erwiesen und überdies als innerhalb der ersten Stunden nach der Boraufnahme bestehend durch indirekte Versuche (Beobachtung der Ausscheidungskurve des Stickstoffs im Harn und der Temperaturkurve nach einer borhaltigen Nahrung) sichergestellt worden. Ausser Erzeugung einer Diarrhoe ist die Möglichkeit einer zur Zellabstossung und vermehrten Schleimabsonderung führenden Reizung des Darms als Ursache für die Resorptionsverzögerung und Verschlechterung zuzugeben.

4. Der Eiweissstoffwechsel wird durch die Borpräparate weder beim Hund noch beim Menschen erhöht; grosse Gaben steigern allerdings beim Hund den Eiweissumsatz, aber nur, wenn sie, entsprechend den Neutralsalzen (Kochsalz, Salpeter) und den alkalisch reagirenden Alkalisalzen,

¹⁾ Pouchet, a. a. O.

infolge Salzwirkung den Körper entwässern. Sie setzen in grosser Gabe im Gegentheil häufig den Eiweissverbrauch beim Hund ein wenig herab, wenn gleichzeitig genügend Wasser gereicht wird, um einen Wasserverlust nicht auftreten zu lassen. Diese auf den Umsatz des Eiweisses gerichtete Wirkung der Borpräparate kommt im Versuch am Menschen schon bei Tagesgaben von 3 g zur Beobachtung.

5. Nach dem übereinstimmenden Ausfall längerdauernder Stoffwechselversuche an zwei Hunden und fünf erwachsenen, gesunden Personen (sieben Versuche mit 3 g Borsäure oder Borax) bringen die Borpräparate das Körpergewicht zu einem Abfall, der bisweilen zum jähen Absturz und bedrohlich werden kann. Dieser Gewichtsverlust wird durch die der Borsäure eigenthümliche Diurese nicht ausreichend erklärt. Das Verhalten der Versuchspersonen während und nach der Borsäureaufnahme liess als Ursache dieser Abmagerung mit grösster Wahrscheinlichkeit eine gesteigerte Inanspruchnahme des Fettes erkennen, eine Annahme, welche durch Versuche in dem Respirationsapparat als erwiesen gelten kann.

Diese entfettende und harntreibende Wirkung würde, besonders von dem Gesichtspunkt aus, dass die Borsäure nicht nur den Eiweisszerfall unberührt lässt, sondern ihn sogar schont, klinisch bei Entfettungskuren zu versuchen sein. Eine besondere Aufmerksamkeit würde dabei den Nieren wegen der Möglichkeit der Ausscheidung von Eiweiss mit dem Harn zugewendet werden müssen.

6. Die vollständige Ausscheidung der Borsäure aus dem Körper geht langsam vor sich; sie kann sich über Tage und bei Nierenkranken über Wochen hinziehen, wodurch die Möglichkeit einer Anhäufung und etwaigen kumulativen Wirkung gegeben ist.

7. Für das Vorhandensein ausgesprochener pharmakologischer Wirkungen von Gaben, die etwa den bei Epileptikern verordneten entsprechen dürften, auf das Zentralnervensystem haben sich Anhaltspunkte im Thierversuch nicht auffinden lassen, ebenso wie der behauptete Einfluss der Borpräparate auf die weiblichen Unterleibsorgane schon durch Binswanger widerlegt worden ist.

8. Das Bestehen einer sogenannten Nephritis borica ist bis jetzt nicht erwiesen, eine Einwirkung auf den Wärmehaushalt und auf das in der Ader fliessende Blut hat sich nicht auffinden lassen.

9. Die Todesursache ist bei der Borvergiftung eine aufsteigende zentrale Lähmung, zu der Wärmeverlust infolge schwerster Diarrhoe unterstützend treten kann.

10. Die Borsäure und der Borax unterscheiden sich nur da von einander, wo sie ihre verschiedene Reaktion auf Schleimhäute entfalten können.

Die örtlichen Wirkungen treten dann bei Borax deutlicher als bei Borsäure in die Erscheinung. Die Aufsaugungsfähigkeit ist aber in den

einzelnen Gebieten des Körpers (Schleimhaut des Magens und Dünndarms, Mastdarms und der Blase im erkrankten Zustand, seröse Höhlen-Wundflächen, Hautdrüsen) die gleiche, ebensowenig unterscheiden sie sich in ihren Allgemeinwirkungen und bezüglich ihrer Ausscheidung durch die Nieren, durch die Haut (Hautausschläge) u. s. w. von einander.

Die Borsäure und der Borax gehören demnach — sofern sie Mengen von einigen Bruchtheilen eines Grammes übersteigen — zu den keineswegs wirkungs- und gefahrlosen Stoffen.

Schon das Verhalten derselben bei mehr als einmaliger Einführung in den Körper, die Erzeugung einer nicht unbeträchtlichen Harnvermehrung, die langsame endgültige Entfernung aus Geweben und Säften, die bei Erkrankung der Hauptausfuhrstätte, der Niere, sich erheblich steigern kann, und das Entstehen von Hautausschlägen bei innerlicher Anwendung, bei Einläufen in den Mastdarm, Ausspülung des Magens, kurz in allen Fällen, wo die Aufsaugung und der Uebertritt in die Säfte des Körpers gegeben ist, sprechen für die Wirksamkeit dieser Substanzen.

Die Möglichkeit der Erzeugung von diarrhoischen Zuständen, die Herabsetzung der Aufsaugungsgrösse im Darm und damit die mangelhafte Ausnutzung der mit Borpräparaten versetzten eiweiss- und fetthaltigen Nahrungsmittel, die in Form von Fettverlust entstehende Gewichtsabnahme und die Beeinflussung der Nieren (Eiweissausscheidung mit dem Harn) zwingen zur Einreihung der Borpräparate unter die pharmakologisch differenten Stoffe.

Für die Beurtheilung derselben in ihrem Werth und ihrer Zulässigkeit als Mittel zur Haltbarmachung von Nahrungsmitteln fällt der Umstand, dass der Fettverlust und die Wasserentziehung nach den vorliegenden Versuchen unvermerkt für die Versuchspersonen vor sich geht, besonders erschwerend ins Gewicht. Rechnet man dazu die Veränderung der Milch durch Boraxzusatz, welcher sie für die Labgerinnung fast unzugänglich macht, und berücksichtigt, dass das Publikum sich nicht durch Gebrauch seiner Sinne (Geschmack oder Geruch) von dem Vorhandensein von Borpräparaten in Lebensmitteln überzeugen und somit schützen kann, so ist **vom Standpunkt der Pharmakologie und öffentlichen Gesundheitspflege die Verwendung von Borpräparaten zur Nahrungsmittelkonservirung zu untersagen.**

Es sind nach dem Ergebniss der im Vorausgehenden geschilderten Versuche theilweise ganz andere Gründe, welche die Borpräparate als gesundheitsbedenklich und gefährlich erscheinen lassen, als sie von anderen Beobachtern hierfür angeführt worden sind. Nicht die örtlichen Wirkungen, die sich in Magenbeschwerden, Uebelkeit und Erbrechen äussern sollen, nicht Auftreten von Kopfschmerzen, nicht die Beeinflussung des Eiweissumsatzes¹⁾ oder die Wirksamkeit auf die in physiologischem oder krankhaftem Zustand befindliche Gebärmutter²⁾ sind die Unterlagen für die Erklärung der Borpräparate als schädliche Substanzen. Dass dieses Urtheil nicht durch die Thatsache beeinflusst werden kann, dass Borsäure sich in manchen Weintrauben, Obst-

¹⁾ Brouardel, Les empoisonnements criminels et accidentels, Paris, 1902.

²⁾ Lauder Brunton, in Report of the departm.-committee u. s. w. on preservatives and colouring matters, London, 1901, S. 260.

sorten, Wassermelonen als physiologischer Bestandtheil findet, ist bei den ausserordentlich kleinen Mengen, um die es sich in diesen Fällen¹⁾ handelt, ohne Weiteres verständlich.

Die chemischen Analysen wurden im pharmakologischen Laboratorium von den Herren Dr. Prall, Dr. Sonntag und Weitzel ausgeführt, wofür ich ihnen auch an dieser Stelle besonders Dank sagen möchte.

Anhang.

Versuche an einem hungernden Hund.

Täglich wurden dem Thier zur bestimmten Zeit 100 ccm Wasser in den Magen eingeführt:

Datum	Körpergewicht	Eingeführt in 100 ccm Wasser gelöst	Harn		
			Menge	Phosphorsäure	Stickstoff
7./3.	10 000	—	—	—	—
8./3.	9850	—	130	0,720	4,862
9./3.	9650	—	108	0,580	3,693
10./3.	9450	—	84	0,468	3,360
11./3.	9250	1,0 Borsäure	84	0,488	2,481
12./3.	9040	2,0 „	96	0,515	2,587
13./3.	8970	—	60	0,438	2,275
14./3.	8850	—	52	0,275	2,177

Erbrechen nach etwa ½ Stunde
Erbrechen sofort nach Eingiessen
der 2% Borsäurelösung

Versuch I.

Kaninchen 2450 g erhält **2,4 g Borsäure** in 3% Lösung subkutan. 6./6. 00 10⁰⁰ (1 g pro kg Körpergewicht). Sitzt apathisch da, frisst von dem vorgesetzten Futter nicht, 2⁰⁰ Diarrhoe, 7./6. 00 früh todt aufgefunden.

Sektion: Muskulatur blass, Lungen starkes Emphysem, Herz stark injiziert, Kranzgefässe strotzend gefüllt. L.-Kammer fest kontrahirt, R.-Kammer schlaff, enthält ein grosses, schwarzes Gerinnsel. Leber anscheinend normal (Gallenblase obliterirt, enthält kleinste Mengen krümliger Massen). Milz auffallend bunt.

Magen: Fundus geröthet, Blutaustritte; theilweise braune Verfärbung (ähnlich einer leichten Schwefelsäure-Verätzung).

Darm deutlich geröthet. — Einstichstellen in der Haut leicht verfärbt.

Versuch 2.

Kaninchen 3100 g, erhält **3 g Borax** (wasserfrei) in 3% Lösung subkutan. 7./6. 00 2⁰⁰. 3³⁰ Diarrhoe.

8./6. 00 liegt auf der Seite. Todt gegen 8 Uhr früh.

¹⁾ Vergl. K. Windisch, Ueber die Zusammensetzung der Trinkbranntweine. Diese Zeitschr. 14, 1898, S. 391.

Sektion: Starkes Oedem des Unterhautzellgewebes der ganzen Bauchhaut, etwa 1 cm dicke Sulze (die Boraxlösung hat sich der Schwere nach gesenkt). Muskulatur blass. Starkes Emphysem der Lungen. Leber brüchig, Gallengang obliteriert, Gallenblase gefüllt.

Magen: Fundus ganz gleichmässig tiefroth, Blutungen vereinzelt.

Darm: stark injiziert, Schwellung und Injektion der Plaques.

Versuch 3.

Kaninchen 2250 g, erhält 2 g **Borax** (wasserfrei) in 80 ccm Wasser rechts und links unter die Rückenhaut. 8./6. 00 2⁰⁰. Keine Diarrhoe.

9./6. 00 früh todt aufgefunden.

Sektion: Lungen stellenweise hämorrhagisch. Herz sehr stark injiziert. L.-Kammer fest zusammengezogen, wie bei I und II. Gallengang obliteriert. Milz marmorirt.

Magen: Fundus frische rothe Blutungen der Schleimhaut, gleichmässige Röthung, braune und schwarze Flecken.

Darm: stark injizierte Plaques.

Gehirn: Gefässe gefüllt, sonst o. B.

Versuch 4.

Kaninchen 2200 g, erhält 1 g **Borax** (wasserfrei) in 50 ccm Wasser unter die Rückenhaut (0,5 g pro kg) 8./6. 00 2⁰⁰. Scheinbar gesund, frisst gut, leichte Parese der Hinterbeine.

13./8. 00 (5 Tage nach der Einspritzung) 8³⁰ früh Dyspnoe, 8⁴⁵ todt.

Sektion 10⁰⁰ früh: Keine Todtenstarre. Thier sehr abgemagert. Fettschwund. Blut im r. Herzen nicht geronnen, dunkelschwärzlich; in Schälchen gegossen gerinnt es. Leber stellenweise verfettet. Nieren blass, vielleicht etwas opak. L. Nebenniere am unteren Pol Blutung; in den serösen Häuten keine Blutung.

Magen: Fundus braune bis schwarze Punkte in der Schleimhaut.

Darm: geröthet, typisch injizierte, geschwellte Plaques.

Magen mit Grünfutter, Darm mit wässriger Flüssigkeit gefüllt.

Versuch 12.

Kaninchen 2000 g, erhält 2,0 g **Borsäure** in 100 ccm Wasser subkutan. 15./8. 00 2²⁵. 16./8. 00 hat früh gefressen; Koth fest. Die Bauchhaut schwappt an umschriebener Stelle (nicht aufgesaugte eingespritzte Flüssigkeit). 2¹⁰ erneute Einspritzung von 2 g Borsäure in 100 ccm Wasser (insgesamt 4,0 g).

17./8. 00 9⁰⁰ sitzt niedergeschlagen. 9³⁰ liegt mit dem Kopf auf dem Futternapf, die hinteren Extremitäten seitlich abgestreckt. Stellt sich an der Käfigwand auf und fällt nach hinten um. Kothballen etwas weicher. Stirbt über Mittag.

Sektion 2⁰⁰: L. Lunge dunkler gefärbt als die rechte. L. Herz fest kontrahiert; schwarze Gerinnsel im r. Herzen.

Magen: Fundus hochgradig geröthet; eine bisquitförmige entzündete Stelle, deren Schleimhaut defekt ist.

Darm: Duodenum stark injiziert. Plaques geschwellt und injiziert, doch nicht so stark wie bei Versuch 1—5.

Versuch 13.

Kaninchen 2200 g, erhält **2,5 g Borax** (wasserfrei) in 50 ccm Wasser subkutan. 24./8. 00. 2³⁰. Thier frisst.

25./8. ein wenig apathisch, frisst; keine Diarrhoe. Harn schwach eiweisshaltig (Ferrocyanwasserstoff-, Ring- und Esbach-Probe). 25.—30./8. Harn eiweisshaltig. 31./8. bis 1./9. desgleichen (Esbach 0,5‰). 4./9. desgleichen, Niemals Zucker im Harn. Nahrungsaufnahme lässt beträchtlich nach, wird deshalb 10./9. durch Nackenschlag getödtet.

Sektion: 1350 g Gewicht des toten Thieres. Ausserordentlich mager, Leib eingesunken, Muskelschwund. Alle Organe zeigen eine in die Augen fallende Röthe, die auch in 4‰ Formaldehyd bleibt und noch am 20./10. zu beobachten ist.

Magen: umschriebene Röthung im Fundus. Plaques ein wenig geschwollen. Gewichtsverlust 850 g.

Versuch 18.

Kaninchen erhält am 6. und 7./3. innerhalb 22 Stunden 2 mal **3 g Borsäure** in 3‰ Lösung (die zweite Gabe nüchtern) in den Magen. Diarrhoe. Tod frühestens 8 Stunden nach der letzten Borsäuregabe. Anfangsgewicht 2300 g, Gewicht des toten Thieres 2130 g, Gewichtsverlust 170 g.

Sektion: Todtenstarre gering. Nach Durchtrennung der Haut erscheint die Muskulatur deutlich roth; starke Gefässinjektion an der Innenseite der Hautdecken. l. Herz halb kontrahirt, r. Kammer schlaff. Gerinnsel im Herzen. Rechts von der Wirbelsäule und am r. Zwerchfellansatz je ein Blutaustritt. Nieren sehr blutreich, Harnkanälchenzeichnung ausserordentlich deutlich. Magen- und Darmserosa ausgesprochen injiziert.

Magen: Fundusschleimhaut hyperämisch und hämorrhagisch (ganz ähnlich Kaninchen 2, Borax subkutan).

Darm: stark geröthet, ein Blutaustritt im Zwölffingerdarm. Plaques wenig injiziert.

Wie bei Kaninchen 13 fällt der ausserordentliche Blutreichthum der Organe auf. Sie behalten die Röthe. Gehirn deutlich injiziert. Nirgends, auch auf Schnitten nicht, Blutungen.

Versuch 19.

Kaninchen erhält vom 6. bis 12./2. 01 **6 mal je 1,5 g Borsäure** in 50 ccm Wasser in den Magen (insgesamt **9,0 g Borsäure**). Tod 4 Stunden nach der letzten Borsäureeingabe. Gewichte 2200, 2020, 1917, 1785, 1675, 1555, 1515 g. Gesamtgewichtsverlust 685 g.

Harn vom 9./2. deutlich Eiweiss (Koch- und Ferrocyanwasserstoffprobe), 10./2. eiweissfrei, 11./2. geringe Eiweissmenge. Erst am 12./2. nach der letzten Borsäureeingabe (11⁰⁰) weiche Kothballen, mittags leichte Diarrhoe. Verweigert die Nahrung

vollständig. Thier hockt ruhig in einer Ecke. 3⁰⁰ schnappt bisweilen nach Luft. 3¹⁵ Thier zuckt zusammen, bekommt mühsame Athmung, fällt auf die Seite, schreit lange und laut, zappelt, macht Ruderbewegungen und stirbt nach etwa drei Minuten unter nicht typischen Streckkrämpfen.

Sektion: Beim Abziehen der Haut fällt die ausgeprägte Gefässfülle auf, Netz mit dunkelblauen Gefässen (vergl. Nr. 18). Kranzgefässe des Herzens stark injiziert. Lunge theilweise hepatisirt. Nirgends Serosablutungen.

Magen und Darm stark injiziert; beide prall mit Flüssigkeit gefüllt, Magenschleimhaut stark mit Schleim bedeckt, keine Röthung, keine Blutungen. Zwölffingerdarm lebhaft geröthet. Plaques sehr schön injiziert. Nirgends Blutungen.

Niere enorm blutreich, Rinde sehr schmal.

Gehirn Oberfläche deutlich injiziert; nirgends Blutungen.

Versuch 20.

Kaninchen, 2650 g, wird 24 Stunden ohne Nahrung gelassen. 14./2. 01 2500 g, erhält in 3% Lösung in den Magen

10 ²⁵	2,5 g Borsäure	} innerhalb 4 1/4 Stunden.
12 ⁴⁰	2,5 g „	
2 ⁴⁰	2,5 g „	
<hr/>		
7,5 g in 250 ccm Wasser.		

Frisst nicht, sitzt ruhig mit hängendem Kopfe da, Augen halb geschlossen, Respiration 1¹⁵ 72, 2⁴⁰ 52. Profuse Diarrhoen. Bis 5⁰⁰ beobachtet. Tod über Nacht.

Sektion: 15./2. 01, früh 11⁰⁰. Innenfläche des Fells stark injiziert. Herz stark injiziert. Niere sehr blutreich.

Magen und Darm prall und schwappend mit Flüssigkeit gefüllt. Serosa deutlich roth durchschimmernd, starke Injektion. Fundusschleimhaut hyperämisch mit feinsten streifenförmigen Blutungen. Plaques prachtvoll injiziert. Im Anfangstheil des Coecums reichliche Blutungen, theils streifenförmig.

Chronische Boraxzufuhr, subkutan.

Kaninchen Nr. 25, 1900 g.

5./2. 01. Erhält 12⁰⁰ 0,5 g Borax (krystallwasserhaltig) in 2,5% Lösung (0,5 g in 20 ccm Wasser) unter die Rückenhaut, also rund 0,25 g wasserfreies Salz.

6./2. 01. Erhält 11⁴⁰ 0,5 g Borax. Futter aufgefressen, der klare Harn reagirt alkalisch, kein Eiweiss, kein Zucker, kein morphol. Bestandtheil. Von heute ab Heymans'sches Regime, 200 g Möhren, 50 g Hafer.

7./2. 01. Erhält 12⁰⁰ 0,5 g Borax, schreit laut, als ca. 18 ccm eingelaufen sind; Injektionsstelle gewechselt. Harn etwas trüb, konzentriert, deutlich alkalisch, wenig Eiweiss, Kochprobe +, Ferrocyankwasserstoff +, Esbach +. Nachmittagharn schon deutlich eiweisshaltig.

8./2. 01. Erhält 12⁰⁰ 0,5 g Borax, stark eiweissaltig ($\frac{1}{2}$ ‰). Futter
1870 g stets aufgefressen.

Sektion am 26/2. 01, Nachm. 3⁰⁰ (Nackenschlag). Wohlgenährtes, fettreiches Thier. Nur an zwei Stellen der Bauchhaut ist diese mit der Unterlage verklebt, sonst zirkumskripte livide Verfärbung und Injektion an den Injektionsstellen der Haut. Bauchdecken unversehrt. Muskulatur blass. Brusthöhle: rechts oben neben der Wirbelsäule, fünfpfennigstückgrosse subpleurale Blutung! Bauchhöhle: Leber braun, Nieren blutreich, Magen im Fundus hellroth.

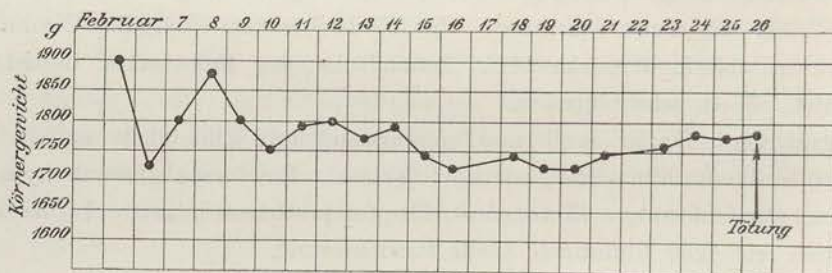
Borax ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 + 10 \text{aq}$).

Kaninchen	0,5 g	subkutan täglich	5.—17./2.	0,5	$\times 13 = 6,5$
„	0,625 g	„	18.—22./2.	0,625	$\times 5 = 3,1$

rund 0,25 g auf 1 kg Gewicht.

9,6 g Borax.

Am zweiten Tag Eiweissarn, an einem Tag nicht aufgefressen, niemals Diarrhoe.



Versuch 26.

Kaninchen 1250 g erhält am 13./III. 01. 11²⁰ 4 g **Borsäure** in 100 ccm Wasser in den Magen. 11²⁵ Harnentleerung. 12¹⁰ Angestossen flüchtet sich das Thier in eine Ecke des Käfigs, Respiration 94. Wird ein paar Mal an der Nase gereizt, sofort Abgang dünnen gelben Koths. 2 Min. später ebenfalls dünner Koth. Diarrhoe hochgradig. 1⁰⁵ (105 Min. später) 3 g in 100 ccm Wasser. 2⁰⁰ Harnentleerung. 2³⁵ (weitere 90 Min. später) 3 g in 100 ccm Wasser. Resp. 70. Geringe, aber deutliche Hypästhesie. Lidschluss träge, Nasenreize werden nicht heftig abgewehrt. Thier sitzt ruhig in einer Ecke. 3³⁵ 4 g (im Ganzen 14 g) in 100 ccm Wasser. Sofort nach dem Einsetzen in den Käfig zittert das Thier, stemmt sich mit den Vorderbeinen steil auf, schlägt den Kopf in den Nacken, Nasenflügelathmen; dieser Anfall dauert nur kurze Zeit. Reaktion auf Corneareizung sehr schwach; Respir. sehr lebhaft. 3⁴⁰ schläfrig, Pupillen eng, ungleichweit. 3⁴⁵ lässt sich auf die Seite legen und bleibt

mit erhobenen Hinterbeinen liegen. Beim Anfassen Plätschern im Leib; Kothabgang. Bauch trommelartig aufgetrieben. Bis 3⁴⁷ bleibt das Thier ruhig liegen. 3⁴⁷ an der Nase gereizt, springt es auf, zittert und zuckt einmal krampfhaft zusammen. 3⁴⁹ lässt sich auf die Seite legen, Zucken der Zehen der Vorderpfoten. Tiefe, etwas keuchende Respir., 80. 3⁵¹ richtet sich von selbst auf. Leichte Abwehrbewegungen auf Nasenreizung, Zittern. 3⁵⁵ auf die Seite gelegt. Der ganze Körper wogt bei der Athmung. 4⁰⁶ Hinterbeine halb abgestreckt. Kopf und Hals platt aufliegend, schreit ungefähr zehnmal; rutscht in dieser Lage nach vorn; Bewegungen, als wollte es brechen. 4⁰⁸ sehr tiefe Respir., 74. 4¹⁷ nach mehrmaligen vergeblichen Versuchen, sich aufzurichten, gelingt es. 4³⁵ zittert auf Reize hin. 4³⁵ bis 6⁴⁵ vom Laboratoriumsdiener beobachtet: häufig Zittern, mühsames Athmen; später liegt es platt auf dem Bauch; stirbt während der Nacht.

Sektion 14./III. Lunge ödematös; Leib aufgetrieben, Dickdarm prall gefüllt, bedeckt Magen und Dünndärme, Nieren intensiv geröthet; Magen-Fundus kaum dunkelroth, keine Blutung (im Gegensatz zur subkutanen Injektion). Dünndarm dagegen sehr geröthet, Dünn- und Dickdarm ohne Blutung.

Kaninchen Nr. 29.

Am 18./III. zum letzten Mal gefüttert.

19./III. 1470 g. 9⁴⁵ 0,45 g **Salzsäure** in 50 ccm Wasser in den Magen. 1³⁰ 0,45 g Salzsäure in 100 ccm Wasser. Das Thier erscheint völlig gesund, frisst; Athmung etwas beschleunigt; keine Diarrhoe.

Am 20./III. 11¹² 0,45 g Salzsäure in 100 ccm Wasser, lebhafte Athmung. 1⁵⁸ 0,45 g Salzsäure in 100 ccm Wasser, tiefe Athmung, Flankenschlagen und Ziehen des Kopfes beim Athmen; Thier liegt mit nach hinten abgestreckten Hinterbeinen da, rutscht dann zurück und richtet, an der Käfigwand sich aufstemmend, sich auf; Orthopnoë; Hinterbeine paretisch. 2¹⁷ lässt sich auf die Seite legen. 2²⁴ das Thier wird etwas gehalten: Einlauf einer 5 %igen Soda-lösung in die Drosselader (10 ccm); Athmung wird kräftiger, tiefer. 2²⁶ Thier will sich aufrichten. 2²⁸ Einlauf von weiteren 4 ccm Sodalösung; in den Käfig gesetzt. 2³⁰ hebt den Kopf wieder.

Kaninchen Nr. 30.

Am 18./III. zum letzten Mal gefüttert.

19./III. 1170 g. 9⁴⁰ 5,5 g **Borsäure** 5 % warmer (35°) Lösung in den Magen; entleert sofort Harn, sitzt geduckt, krank, frisst nicht, Athmung nicht beschleunigt. 11³⁰ schwere profuse Diarrhoe. 1¹⁰ Einlauf von 10 ccm 5 %iger Boraxlösung in die Drosselvene, Athmung wird rascher, Reflexe gesteigert beim Anblasen, rechtes Hinterbein leichter Streckkrampf, linkes Hinterbein klonischer Krampf. 1¹⁶ weitere 10 ccm Borax. 1¹⁸ Abgebunden, liegt auf der Seite, tiefe aber ruhige Athmung, Reflexe noch gesteigert. 1⁴⁵ adynamisch, Reflexe nicht mehr gesteigert, Diarrhoe hat nachgelassen. 1⁴⁴ Resp. 44. 1⁴⁸ Respir. 26. 1⁵⁰ Respir. 14. 1⁵¹ nach einer Gruppe von vier Athemzügen letzter schnappender Athemzug. 1⁵³ Thorax aufgeschnitten. Herz schlägt noch bis 1⁵⁶ schwach weiter.

Sektion: Magen nicht verätzt; Magen- und Darmserosa stark injiziert.

[Fortsetzung von Kaninchen Nr. 29.]

2⁵⁵ stirbt nach einigen schnappenden Athembzügen, ohne Krampf.

Sektion 3¹⁵: Blut im Herzen flüssig, Magen: Erosionen und Verätzungen, durch die Serosa sichtbar, die Därme sehen bläulich aus, Schleimhaut hochgradig gereizt und theilweise verätzt. (Während des Lebens aber keine Diarrhoe!)

Kaninchen Nr. 34.

Direkt aus dem Stalle. 10./IV. 01. 1040 g. 10²⁸ 1 ccm Paraldehyd in 15 ccm Wasser in den Magen; Carotis sinistra mit Gad's Blutwellenzeichner verbunden.

11²³ in die Speiseröhre Magensonde

Harnmengen:

einggelegt. 11 ⁰³ Blasenkanäle. 11 ¹⁰	11 ⁰⁰ —11 ¹⁵	. . . 0,9 ccm	
1 Harntropfen. 11 ³⁵ 33 ccm 3 % iger	11 ¹⁵ —11 ²⁵	. . . 1,4 "	Probe mit Curcuma-Papier
Borsäure in den Magen (1 g Borsäure), Blutdruck unverändert. 1 ¹²	11 ²⁵ —11 ³⁵	. . . 1,4 "	direkt im Harn:
Pankreaskanüle eingelegt. 1 ²⁸ 66 ccm	11 ³⁵ —11 ⁴⁵	. . . 1,6 "	schwach röthl. Rand
3 % iger Borsäure in den Magen	11 ⁴⁵ —11 ⁵⁵	. . . 1,1 "	Papier röthlich
(2 g Borsäure). Thier wird durch	11 ⁵⁵ —12 ⁰⁵	. . . 1,1 "	Papier röthlich
Verbluten getödtet.	12 ⁰⁵ —12 ¹⁵	. . . 0,9 "	leuchtend roth
Sektion: Magen blass, keine	12 ¹⁵ —12 ²⁵	. . . 0,8 "	schwächer roth
Reizung, kein Epithelverlust, Darm	12 ²⁵ —12 ³⁵	. . . 0,7 "	leuchtend roth
blassrosa, Niere, Blase ohne Blutungen.	12 ³⁵ —12 ⁴⁵	. . . 0,6 "	
	12 ⁴⁵ —12 ⁵⁵	. . . 0,4 "	Maximum der Rothfärbung
	12 ⁵⁵ —1 ⁰⁵	. . . 0,7 "	" " "
	1 ⁰⁵ —1 ¹⁵	. . . 2 Tropfen	
	1 ¹⁵ —1 ²⁵	. . . 2—3 "	
	1 ²⁵ —1 ³⁵	. . . 2—3 "	
	1 ³⁵ —1 ⁴⁵	. . . 3 "	
	1 ⁴⁵ —1 ⁵⁵	. . . 0,4 ccm	

Schlüsse: Borsäure vom Magen aus ohne Einfluss auf Blutdruck und Harnsekretion und Pankreasspeichelabscheidung; keine erhebliche Reizung der Magenschleimhaut festzustellen; bereits in den ersten 10 Min. tritt Borsäure in den Harn über; Maximum in der 8. und 9. Periode (80 und 90 Min. nach Eingabe in den Magen).

Kaninchen Nr. 57.

Direkt aus dem Stall; 1620 g. 1²³ erhält mit der Schlundsonde eine Lösung von

Borsäure	12,0
Borax	7,0
Wasser	100,0

sofort nach dem Einspritzen sitzt es mit aufgestellten Ohren tief respirirend da (Flankenschlagen), kriecht und läuft herum, dabei mit dem Kopf auf und ab pendelnd, hält für kurze Zeit den Kopf wagerecht, in der Verlängerung der Körperachse.

2⁰⁰ kaum kranker Eindruck, sitzt still da, aufgestellte Löffel, sehr schreckhaft. 2¹⁷ nach dem Anfassen bewegt sich das Thier ungeschickt und zittert, im Allgemeinzustand kaum verändert. 2⁴⁴ keine Lähmung, keine Diarrhoe, sehr starkes Intentionszittern, Thier geht ein wenig zurück und zittert dabei so stark, dass das Käfiggitter wackelt. 2⁴⁸ lässt plötzlich den Kopf nach vorn gleiten, legt sich, senkt den Kopf ein wenig nach rechts; plötzlich Krampf und Kopf in den Nacken geschlagen, mächtige Stoss- und Ruderbewegungen, lässt ein wenig nach, wiederholt sich, Nachlassen, Kopf nach rechts, vereinzelt Zuckungen in den Beinen. 2⁵¹ zweiter leichter Krampf, das Thier liegt dabei auf dem Rücken, Kopf nach rechts, lebhaftes Athmen in der anfallsfreien Zeit, Herzschlag stockt vorübergehend, stellt sich nach künstlicher Respirirung wieder ein. 2⁵⁴ Thier liegt, tief athmend, platt auf dem Bauch. 2⁵⁶ leichte Anfälle. 2⁵⁷ Herzschlag nicht mehr zu fühlen. 2⁵⁸ Typischer Streckkrampf (Kopf in den Nacken geschlagen. 3⁰⁰ Athmung flach, Hornhautreflex erloschen. 3⁰³ einige schnappende Athemzüge. 3⁰⁴ Pupille mittelweit. 3⁰⁵ todt.

Sektion: Lungen o. B., Herz schlaff, mit dunkelbraunrothem, flüssigem Blut, Magen schimmert rothbraun, ganz ähnlich der Farbe der Leber, durch, Schleimhaut des Magens und obersten Theils des Dünndarms hochgradig geröthet, entzündet, Niere dunkelviolet (sehr auffällig), Blase leer; nirgends Blutungen.

Versuch Nr. 62.

Kaninchen (1425 g früh) erhält nach dem Fressen

7 g Borax	} in den Magen, 4./VII. 01, 2 ¹⁰ .
10 g Borsäure	
ad 100 ccm Wasser	

In den Käfig gesetzt, lässt das Thier Harn; Kopf etwas in den Nacken geschlagen, etwas ziehende Athmung. 2³⁰ Hinterbeine einseitig abgestreckt, aber keine Lähmung, Thier kann noch hüpfen. 2⁴⁵ weiche Kothballen. 3⁰⁵ setzt sich in eine Ecke oder drängt sich zu dem anderen Kaninchen, Haltung aber wieder normal. 3²⁰ Diarrhoe beginnt, bald starkdiarrhoeische Entleerungen. 4⁰⁵ sehr starke Diarrhoe, Thier setzt sich immer wieder, zusammengeduckt in eine Ecke; derselbe Zustand bis 5⁰⁰.

Temperaturen:

2 ¹²	39,4° C.
2 ³⁴	37,9° C.
2 ⁴⁵	37,4° C.
3 ⁰⁵	37,2° C.
3 ²⁵	36,9° C.
3 ⁴⁵	36,9° C.
4 ¹⁰	36,8° C.
4 ²⁵	36,8° C.
4 ⁴⁰	36,7° C.
4 ⁵⁵	36,7° C.

5./VII. 01. Früh todt aufgefunden, Todtenstarre, der rechte Vorderlauf nach oben abgestreckt. Gesammtabfall 2,7° C.

Sektion: 11⁰⁰ 1460 g; Todtenstarre ausgeprägt; die Fellinnenfläche zeigt ausgesprochene Gefässinjektion (Gefässbäumchen). Lunge o. B.; Herz, linkes Herz halbkontrahirt, rechtes Herz schlaff; Bauch enorm aufgetrieben, schwabbt; nach dem Aufschneiden der Bauchdecken liegt der stark ausgedehnte, roth durchschimmernde Magen und der mit viel Flüssigkeit gefüllte Dickdarm und Dünndarm vor, Blase leer, kontrahirt; nirgends Blutungen; Magenschleimhaut lebhaft geröthet, mit zwei kleineren

Blutungen, Duodenum stark injiziert, keine Blutungen, der übrige Darm theils durchgängig, theils stellenweise stark geröthet; Dünndarm und Dickdarm 120 ccm freiwillig ablaufende dicke Flüssigkeit, Magen voller Futterreste.

Versuch Nr. 63.

Kaninchen 9./12. 1270 g, 10./12. 1200 g.
Erhält 12⁰⁰ **1,2 g Borsäure** (40 ccm) in 3% Lösung subkutan. 11⁵⁰ 39° C., beide fressen sofort, schwere Diarrhoen. 3¹⁰ 37,4° C., 4⁰⁰ 37,3° C., 5⁰⁰ 37,0° C.

11./12. Früh 9³⁰ Parese der Hinterbeine. Hockt mit nach vorn und aussen abgespreizten Hinterbeinen, Kopffellhaare gestäubt (sehr auffällig). Temperatur unter 34° C. Gegen 10⁰⁰ Hinterbeine fast gelähmt; 11¹⁰ 30,5° C. 11¹⁵ Kopf sinkt auf die Seite; kann noch hüpfen, der Hinterkörper mit abgestreckten Beinen wird beim Vorschnellen des Vorderkörpers nach vorn geworfen. 11⁴⁵ rechte Vorderpfote paretisch, linkes Vorderbein noch beweglich. 120 Resp., oberflächlich Nasenflügelathmung, Pupillen sehr stark erweitert. 11⁴⁸ kann die rechte Vorderpfote wieder etwas bewegen. Gereizt macht es Rutschversuche, Ataxie; rutscht aus und bleibt platt auf dem Boden mit seitwärts abgestreckten Beinen liegen. 11⁵⁰ 29,5° C., Herzschlag kaum noch zu fühlen. 11⁵² bleibt auf den Rücken gelegt liegen. 106 Resp. Corneal- und Nasenreflex vorhanden. 12⁰⁵ in die Höhe gehoben, macht es mit dem Kopf Bewegungen und rudert mit den Vorderbeinen, fällt aber sehr bald auf die Seite. 12¹⁵ in die hockende Lage gesetzt, kann es sich noch für ein paar Sek. mit dem Vorderkörper aufrecht halten. 12¹⁶ noch spontane Bewegung mit dem Kopf. Lähmung schreitet fort bis zum Tod 12³⁷.

Versuch Nr. 64.

Kaninchen 9./12. 1260 g, 10./12. 1195 g.
Erhält 12⁰⁵ **1,2 g Borax** in 3% Lösung (wasserfrei) 40 ccm, 6% subkutan. 11⁵⁰ 38,8° C., schwere Diarrhoen, 3¹⁰ 37,9° C., 4⁰⁰ 37,1° C., Diarrhoe, 5⁰⁰ 36,2, über Nacht gestorben.

Sektion 11./12., 12⁰⁰. Todtgewicht 1085 g (110 g Verlust). Fell im weiten Umkreis um die Einlaufstelle durch eine Sulze abgehoben. Fellinnenfläche nicht merklich injiziert.

Lungen odematös, Herz stark injiziert. Darm mit Flüssigkeit prall gefüllt, Darminhalt 50 ccm gelb-trübe Flüssigkeit. Magen Schleimhaut vom Pylorus ganz abgehoben, Fundusschleimhaut grau verfärbt, eine Reihe braunschwarzer Flecken (submuköse Blutungen) am Pylorus und Fundus. Darm sehr stark injiziert, ohne Blutungen. Eine Blutung im Rectum, 5 cm vom Anus entfernt. Blase leer, ohne Blutung. Niere: Rinde schmal, schwarz-blaue Grenzschrift.

Temperatur-Versuche an einem und demselben Hund.

Zeit	17. I. Versuch Normal I °C.	18. I. Borsäure- Vers. I 15 g °C.	20. I. Borsäure- Vers. II 15 g °C.	29. I. Borsäure- Vers. III 15 g °C.	30. I. Borsäure- Vers. IV 15 g °C.	31. I. Versuch Normal II °C.	4. II. Borsäure- Vers. V 15 g °C.
vord. Fressen	—	—	38,4	38,78	38,42—38,44	38,16	¹⁾
nach d. „	37,40	37,70	—	38,70	—	—	38,58
10 ²²	37,75	38,30	38,3	38,60	—	38,24	38,46
10 ²³	37,90	38,41	38,60	38,55	—	38,16	38,37
10 ²⁴	37,95	38,45	38,62	38,54	38,50	38,14	38,30
10 ²⁵	38,00	38,45	38,56	38,52	38,42	38,16	38,25
10 ²⁶	38,02	38,42	38,48	38,48	38,42	38,16	38,20
10 ²⁷	38,02	38,40	38,45	38,48	38,42	38,12	38,16
10 ²⁸	38,02	38,40	38,44	38,46	38,42	38,14	38,12
10 ²⁹	38,02	38,40	38,43	38,42	38,41	38,14	38,12
10 ³⁰	38,06	38,42	38,41	38,42	38,38	38,14	38,12
10 ³¹	38,06	38,42	38,41	38,41	38,30	38,14	38,12
10 ³²	38,08	38,42	38,40	38,42	38,24	38,14	38,12
10 ³³	38,08	38,40	38,40	38,40	38,22	38,12	38,16
10 ³⁴	38,08	38,40	38,39	38,40	38,30	38,00	38,14
10 ³⁵	38,05	38,40	38,38	38,38	38,32	38,10	38,10
10 ⁴⁰	38,05	38,36	38,30	38,40	38,28	38,00	38,06
10 ⁴⁵	38,11	38,30	38,32	38,36	38,24	38,10	38,04
10 ⁵⁰	38,11	38,30	38,35	38,36	38,22	38,12	38,08
10 ⁵⁵	38,11	38,32	38,34	38,35	38,26	38,12	38,08
11 ⁰⁰	38,20	38,38	38,35	38,36	38,24	38,16	38,09
11 ⁰⁵	38,20	38,42	38,40	38,34	38,30	38,18	38,06
11 ¹⁰	38,22	38,51	38,40	38,38	38,30	38,24	38,05
11 ¹⁵	38,30	—	38,50	38,40	38,36	38,28	38,12
11 ²⁰	38,40	38,61	38,52	38,42	38,36	38,30	38,14
11 ²⁵	38,52	38,66	38,60	38,46	38,38	38,36	38,18
11 ³⁰	38,62	38,68	38,62	38,50	38,40	38,40	38,19
11 ³⁵	38,70	38,68	38,62	38,54	38,41	38,40	38,20
11 ⁴⁰	38,73	38,63	38,63	38,56	38,42	38,40	38,24
11 ⁴⁵	38,74	38,65	38,62	38,51	38,45	38,40	38,30
11 ⁵⁰	38,86	38,68	38,60	38,52	38,48	38,42	38,30
11 ⁵⁵	38,82	38,62	38,62	38,54	38,48	38,42	38,32
12 ⁰⁰	38,84	38,63	38,55	38,52	38,50	38,40	38,35
12 ⁰⁵	38,82	—	38,56	38,51	38,50	38,44	38,33
12 ¹⁰	38,80	38,68	38,55	38,52	38,50	38,44	38,38
12 ¹⁵	38,76	38,69	38,58	38,50	38,50	38,46	38,42
12 ²⁰	38,72	38,71	38,60	38,58	38,50	38,44	38,40
12 ²⁵	38,70	38,74	38,66	38,60	38,54	38,42	38,32
12 ³⁰	38,55	38,64	38,68	38,60	38,58	38,38	38,32
12 ³⁵	38,60	38,52	38,66	38,58	38,50	38,34	38,28
1 ⁰⁰	38,60	38,52	38,60	38,55	38,50	38,32	38,32
1 ¹⁰	38,60	38,60	38,60	38,64	38,48	38,30	38,31
1 ²⁰	38,62	38,54	38,42	38,68	38,42	38,24	38,40
1 ³⁰	38,68	38,60	38,40	38,70	38,40	38,20	38,42
1 ⁴⁰	38,60	38,38	38,48	38,62	38,34	38,18	38,46
1 ⁵⁰	38,48	38,44	38,50	38,54	38,28	38,16	38,46
2 ⁰⁰	38,48	38,42	38,45	38,54	38,22	38,22	38,38
2 ¹⁰	38,52	38,40	38,40	38,58	38,26	38,30	38,34
2 ²⁰	38,50	38,38	38,45	38,60	38,26	38,34	38,30
3 ⁰⁰	38,50	38,40	38,32	38,40	—	—	—
5 ⁰⁰	38,50	38,50	38,40	38,30	—	—	—

¹⁾ Von 10⁰¹ bis 10²⁰ steigen die jede Minute gemessenen Temperaturen von 38,48 auf 38,69 °C. und bleiben schliesslich von 10¹³ an auf 38,61 °C. stehen. Frisst von 10²⁰ bis 10²³ 20". Fütterung regelmässig 10²⁰.

			Hunde			Kaninchen		
			I	II	III	I	II	III
Vor-Periode:						grau	grau	weiss
			°C	°C	°C	(58)	(59)	(60)
			°C	°C	°C	°C	°C	°C
18 XI.	10 Uhr		37,8	38,2	38,0	39,0	—	—
	3—4 „		—	—	—	39,8	40,0	39,5
			(30200 g)	(15000 g)	(16600 g)			
19. XI.	10 „		38,0	38,3	37,9	39,2	39,6	39,1
	3—4 „		—	—	—	—	—	—
20. XI.			—	—	—	—	—	—
21. XI.	10 „		38,3	38,0	38,2	39,1	39,6	39,0
Borsäure-Periode:								
			6 g Borsäure im Futter	6 g Borsäure	6 g Borsäure	1 g in 2 Kapseln	1 g in 2 Kapseln	1 g in 2 Kapseln
			3 Uhr					
			38,8	38,2	38,5	39,9	39,9	39,3
				nicht aufgefressen	hat erbrochen nachts			
			(31800 g)	(15100 g)	(16700 g)			
22. XI.	10 „		38,1	38,0	37,8	38,9—38,6	39,7	39,2
			6 g Borsäure	6 g Borsäure frisst nicht	6 g Borsäure frisst ein wenig u. bricht sofort	1 g (1315)	1 g (1090)	1 g (1354)
	3—4 „		38,3	38,1	37,7	39,5	38,0 (?)	39,4
							Thermometer nur 3 cm tief im Rectum; Verletzung (?) Schleim	
23. XI.	10 „		37,7	38,1	37,5	38,9	38,7	38,8
			6 g Borsäure	3 g Borsäure frisst nur wenig	2 g Borsäure frisst schliesslich auf	1 g (1333)	1 g (1023)	1 g (1347)
	3—4 „		37,7	38,2	38,0	39,8	38,3	39,5
24. XI.			6 g	3 g	3 g	—	—	—
				nicht aufgefressen				
25. XI.			(31350 g)	(14840 g)	(16600 g)	1 g in Lösung (1345)	1 g in Lösung (1060)	1 g in Lösung (1350)
	12 „		37,3	38,1	37,4	38,8	39,0	38,5
			10 g	3 g	3 g			
				beinahe vollständig aufgefressen				
26. XI.						(1340)	(1026)	(1346)
			37,0	37,7	38,1	39,0	39,6	38,7
			10 g	3 g	3 g	1 g in die Lunge	1 g	1 g
	3 „		37,9	38,2	38,2	Tod	—	—
						IV (61)		
27. XI.			(31400 g)	(15200 g)	(16700 g)	1110	1025	1366
				nicht völlig aufgefressen				
	12 „		37,4	37,7	38,1	39,0	38,3	38,9
			12 g	3 g	3 g	Diarrhöe	1,5 g in 30 Wasser	1,5 g in 30 Wasser
	3 „		37,7	38,1	38,5		fressen sofort hinterher	
				hat zum 1. Mal aufgefressen			ist über Nacht gestorben, 7 Uhr a. M. noch warm	

[Fortsetzung]

		Hunde			Kaninchen		
		I	II	III	IV grau (61) °C	II grau (59) °C	III weiss (60) °C
28. XI.	11 Uhr	37,5 15 g; frisst sofort auf (mit Wasser vermischt)	37,6 3 g	38,1 3 g frisst sofort auf	39,0	tot	38,6 2 g in 40 ccm frisst sofort
	3 "	37,6	38,1 hat wieder nicht aufgefressen	38,1			
29. XI.		38,3 15 g, frisst sofort auf, grosser Durst, gegen 2 Uhr Schleim erbrochen	38,5 frisst nicht auf	37,9 frisst auf	39,2 zum 1. Mal 1,0 g in 20 aq stirbt über Nacht		38,9 3 g in 60 ccm Wasser, schlüttelt sich, frisst aber sofort
30. XI.		38,1 15 g	38,0 3 g aufgefressen	37,9 4 g			
		38,0	38,0	38,2			
1. XII.		0 (30700 g)	0	0 (16700 g)			
2. XII.		38,1 15 g	38,3 3 g gleich aufgefr.	38,3 4 g			
		38,5 von jetzt an 1 Liter Wasser dazu	38,1	38,3			
3. XII.		15 g	3 g	4 g			
4. XII.		15 g (31000 g) Versuch ab- gebrochen. Hund wird etwas matt, verliert Munter- keit, springt nicht mehr aus dem Küfig heraus.	4 g	4 g (16700 g)			

Weitere Temperaturversuche an Kaninchen:

Sonnabend, 15./2. 02.	Montag, 17./2. 02.	Dienstag, 18./2. 02.	Mittwoch, 19./2. 02.
	vor dem Füttern		
	8 ³⁰ 39,34	8 ³⁰ 39,50	8 ³⁰ 39,48
	nach dem Füttern		
	9 ³⁰ 39,30	9 ³⁰ 39,68	9 ³⁰ 39,42
		25 ccm Leitungswasser (nicht gewärmt, einge- gossen)	1 g Bors. in 25 ccm Wasser
		hinterher 39,48	9 ⁴⁵ 39,28
vor dem Füttern	10 ³⁰ 39,50	10 ³⁰ 39,44	10 ³⁰ 39,10
11 ³⁰ 39,20	11 ³⁰ 39,70	11 ³⁰ 39,42	11 ³⁰ 39,30
nach dem Füttern			
12 ³⁰ 39,52	12 ³⁰ 39,52	12 ³⁰ 39,48	12 ³⁰ 39,22
1 ³⁰ 39,64	1 ³⁰ 39,60	1 ³⁰ 39,40	1 ³⁰ 39,34
2 ³⁰ 39,72	2 ³⁰ 39,72	2 ³⁰ 39,48	2 ³⁰ 39,60
3 ³⁰ 39,68	3 ³⁰ 39,70	3 ³⁰ 39,44	
4 ³⁰ 39,46	4 ³⁰ —	4 ³⁰ 39,40	
	von 5 ⁰⁰ ohne Nahrung gelassen	von 4 ^{1/2} —5 ⁰⁰ Futter	

Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen.

Von

Prof. Dr. Rubner,

Mitglied des Reichs-Gesundheitsraths.

In der vorhergehenden Arbeit des Herrn Regierungsraths Dr. Rost¹⁾ ist über eine Reihe von Experimenten, in welchen der normalen Kost Borsäure beigelegt worden war, berichtet worden. Dabei haben sich eigenartige Gewichtsschwankungen zwischen den Zeiten der normalen Ernährung und der Ernährung unter Borsäurezusatz herausgestellt²⁾.

In der Borperiode begann das vorher gleichmässige Körpergewicht der Männer mehr oder minder stark zu fallen und nach dem Aussetzen der Borzugabe wieder anzusteigen. Diese Wahrnehmung wurde an sämtlichen fünf Personen, die sich diesen Stoffwechselversuchen unterzogen, gemacht und war bereits in derselben Weise an Hunden zur Beobachtung gelangt.

Sie war um so auffallender, als es sich dabei weder um eine vermehrte N-Ausscheidung, noch um eine Verminderung der Resorption oder um eine Vermehrung von Wasserausscheidung im Harn und Koth handeln konnte. Somit hätte man nur an eine vermehrte Wasserverdunstung durch die Haut oder an eine Vermehrung des Stoffverbrauches und an eine hierauf zurückzuführende Abmagerung denken können.

Auch deutete das Verhalten der Versuchspersonen und der Hunde in der Nachperiode, in welcher eine Verminderung des Eiweissumsatzes und eine Sparung an Harnwasser bei gleichzeitiger Gewichtszunahme eintrat, darauf hin, dass wir in der Borsäureperiode es mit weitgehenden Schädigungen des Körperbestandes zu thun haben.

Welcher Art dieser unzweifelhaft als eine Wirkung der Borsäure aufzufassende Gewichtsabfall sei, lässt sich ohne Feststellung des gesammten Stoffwechsels, namentlich ohne spezielle Untersuchung der respiratorischen Ausgaben nicht feststellen. Ich bin ersucht worden, nach dieser Richtung zwei Männer, welche einer zeitweisen Borsäurezugabe zur Nahrung unterworfen werden sollten, zu prüfen. Ueber die Ergebnisse habe ich an anderer Stelle bereits kurz referirt, im Folgenden mögen die betreffenden Untersuchungen, was ihre Zahlenergebnisse anlangt, etwas eingehender berichtet sein.

Der allgemeine Gang der Experimente war folgender: Zwei Männer von 58

¹⁾ E. Rost, Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den thierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konserviren von Nahrungsmitteln.

²⁾ Hygien. Rundschau. 1902, Nr. 4

bezw. 63 kg Gewicht, in den 30er Jahren, wurden einer gleichmässigen Kost unterworfen. Die Beschaffenheit derselben ist näher auf S. 38 der vorigen Abhandlungen angegeben.

Die Kost wurde durch besondere Analysen auf ihren Gehalt an Stoffen untersucht und desgleichen die festen und flüssigen Ausscheidungen genau festgestellt. Diese Analysen führte das Kaiserl. Gesundheitsamt aus.

Die Männer befanden sich je acht Tage im Respirationsapparat, im Ruhezustande — zur Beobachtung ihrer Kohlensäure- und Wasserdampfabgabe. An jedem Tage wurde der Versuch nur zwei Stunden unterbrochen, welche Zeit zum Auswechseln der Barytröhren, Wägen der Schwefelsäurekölbchen, Ablesen der Gasuhren, Instandsetzung der Apparate für den neuen Versuch, Bereitung der Aufnahme der Nahrung nothwendig war.

Die Kost bestand aus Fleisch, Brot, Kartoffeln, Butter, Zucker, Zwiebeln, Pfeffer und Salz; dazu als Getränke Kaffee, Wasser und pro Tag eine Flasche (= 350 ccm) Bier.

Von einigen dieser Substanzen war ein grosser Vorrath vorhanden, sodass für die ganze Versuchsperiode dieselben analytischen Werthe zu Grunde gelegt werden konnten; in anderen Fällen, wie bei Fleisch z. B., wurden die einzelnen Proben gesondert analysirt.

Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Ventilation waren in allen Fällen dieselben. Die ersten drei Tage einer Reihe waren „Normalversuche“, die nächsten fünf Tage „Borsäureversuche“. Von jeder in der Kost eingeführten Kost wurde eine Probe zurückbehalten und mittelst der Berthelot'schen Bombe der Verbrennungswerth geprüft. Ebenso wurde mit Harn und Koth verfahren. Ich habe aber nicht die täglichen Ausscheidungen, sondern nur die Mischproben entweder der Normal- oder der Borsäureprobe analysirt.

Er lässt sich also die täglich eingenommene Kalorienmenge mit absoluter Sicherheit angeben, ebenso die Energieverluste mit den festen und flüssigen Ausgaben.

Im Respirationsapparat hielten sich die Männer ruhig, wie dies eben durch die natürlichen Verhältnisse gegeben ist. Während der beiden Stunden, die sie ausserhalb des Apparates verbrachten, hatten die beiden das Bedürfniss, sich etwas Bewegung zu machen, und die andauernde Ruhe war dem einen Manne nicht nach seinem Geschmack, sodass wir ihm einen kurzen Spaziergang bewilligen mussten.

Wenn auch Fleisch und Brod in der Kost dominirten, so war dieselbe doch noch ziemlich komplizirt zusammengesetzt und eine recht umfangreiche Arbeit nothwendig, um alle Werthe durch spezielle Analysen zu belegen.

Die beiden Männer sollen im Nachfolgenden kurz mit Al. und Br. bezeichnet werden, die Tage ohne Borsäuredarreichung als Vorperiode, Vp., die Tage mit Borsäurezugaben mit Bp.¹⁾.

Die Verhältnisse der Nahrungszufuhr und des Energiewerthes der Kost.

Die täglich verzehrten Nahrungs- und Genussmittel finden sich in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt und zwar in der Weise, dass zuerst alle Nahrungs-

¹⁾ Die Ausführung der Respirationsversuche hatte Privatdozent Dr. Wolpert übernommen.

mittel aufgeführt sind, bei den nachfolgenden Tagen aber nur diejenigen, für welche neue Proben in Betracht kommen. Zur Feststellung der Tagesmittel sind also jeweilig diese Zahlen, z. B. für Fleisch, Brot etc. für die früher angegebenen auszuwechseln. Wie man aus den nachstehenden Tabellen sieht, liess sich die Nahrung bis auf wenige Kalorien gleich erhalten.

Bei Bier ist zunächst die Verbrennungswärme des Alkohols nicht aufgeführt (66,4 Kal.), sondern nur der Werth des Trockenrückstandes.

Al.

Tag	Nahrungs- mittel	g Trocken- substanz	1 g Kal.	Summe	Im Tag Kal.
1 u. 2	Fleisch . .	86,7	5,107	460,8	—
	Brot . . .	306,5	4,204	1288,5	—
	Kartoffeln .	38,8	4,020	156,0	—
	Kaffee . .	2,3	5,387	12,4	—
	Butter . .	104,3	9,212	960,8	—
	Zwiebel . .	4,0	4,252	17,0	—
	Pfeffer . .	0,5	4,497	2,2	—
	Zucker . .	15,0	3,940	59,1	—
	Bier . . .	20,4	3,910	79,8	—
	—	—	—	—	3036,6
3	Brot . . .	299,0	4,306	1287,4	3035,5
1	—	—	—	—	3035,5
2	Fleisch . .	81,2	5,193	421,7	2996,4
3	Butter . .	104,2	9,212	959,9	2995,5
4	—	—	—	—	2995,5
5	Brot . . .	316,7	4,231	1339,8	3046,8

Br.

Tag	Nahrungs- mittel	g Trocken- substanz	1 g Kal.	Summe	Im Tag Kal.
1 u. 2	Fleisch . .	86,6	5,332	461,7	—
	Brot . . .	320,5	4,180	1339,7	—
	Kartoffeln .	51,5	4,020	208,2	—
	Kaffee . .	2,3	5,387	12,4	—
	Butter . .	104,3	9,212	960,8	—
	Zwiebeln .	4,0	4,252	17,0	—
	Pfeffer . .	0,5	4,497	2,5	—
	Zucker . .	15,0	3,940	59,1	—
	Bier . . .	20,4	3,910	79,8	—
	—	—	—	—	3141,3
3	Fleisch . .	87,4	5,362	468,4	3148,0
1	Butter . .	104,3	9,212	960,8	3141,7
2	Fleisch . .	87,4	5,362	468,4	3190,7
	Brot . . .	335,2	4,124	1382,6	
3	—	—	—	—	3190,7
4	Fleisch . .	83,3	5,030	418,8	3141,1
5	—	—	—	—	3141,1

Harn und Koth zeigen in kalorimetrischer Hinsicht keine wesentlichen Unterschiede bei Borsäurefütterung und ohne dieselbe.

Bei Al. war die Verbrennungswärme des aschefreien Kothes

ohne Bor p. 1 g 5,933 Kal.

Borperiode 5,933 „

und bei Br. in der Vp. 5,880 „

Bp. 5,916 „

Die Differenz auch in letzterem Falle ist völlig belanglos. Insoweit also die Borsäure, wie erwiesen, auf eine Vermehrung der festen Ausscheidungen hinwirkt, thut sie dies offenbar im Wesentlichen nicht durch qualitative Aenderungen der Kothbeschaffenheit, sondern durch eine Mehrbildung eines Kothes, wie er auch sonst erzeugt zu werden pflegt¹⁾.

Wenn die Nahrung, welche die beiden Männer aufnahmen, bezüglich der Eiweisszersetzung, einem Gleichgewichtszustand entspricht, so berechnen sich folgende Verhältnisse:

Ausgaben für den Zustand des N-Gleichgewichts.

Vorperiode.		
Al.		Br.
Harn $15,5 \times 9,23$	= 143,0	$16,2 \times 7,51$ = 121,6
Koth $28,4 \times 5,265$	= 155,2	$24,3 \times 5,547$ = 134,3
	<u>298,2 Kal.</u>	<u>255,9 Kal.</u>
Borperiode.		
Harn $15,3 \times 8,07$	= 123,5	$15,7 \times 7,72$ = 121,1
Koth $30,0 \times 5,428$	= 164,5	$28,3 \times 5,526$ = 147,0
	<u>288,0 Kal.</u>	<u>268,1 Kal.</u>

Die Energieverluste in den Ausscheidungen²⁾ lassen zusammengekommen eine Abhängigkeit von der Borsäurefütterung nicht erkennen; wohl aber jene der festen Ausscheidungen, die in beiden Fällen bei Borsäuredarreichung grösser sind als ohne eine solche.

Bei Al. 155,2 : 164,5 und bei Br. 134,3 : 147,0

+ 5,9 %

+ 8,4 %

also sehr gleichartige Verhältnisse.

Eine direkte Abgrenzung des Koths war unterblieben, weil die Versuchsreihe, welche den Respirationsversuchen vorausging, bereits eine sehr langdauernde war, und ohne eine solche Abgrenzung ein Urtheil erlaubt (s. die vorhergehende Abhandlung) und die zu erwartenden Aenderungen in der Borsäureperiode selbst keinen Zweifel hinsichtlich des Ergebnisses bedingen.

¹⁾ S. Rubner, Der Energiewerth der Kost. Zeitschrift f. Biol. XLII. p. 299.

²⁾ Die Quotienten $\frac{C}{N}$ (für den Harn) waren:

	Al.: 0,76	Br.: 0,78
	0,76	0,76
und $\frac{Kal.}{N}$	Al.: 9,23	Br.: 7,51
	8,07	7,72.

Al.:

Tag	Nahrung frisch	Nahrung trocken	N	C	N-halt. Substanz	Fett	Kohle- hydrat	Asche
1	2022	590,6	17,77	285,1	111,0	105,6	344,6	21,4
2	2022	590,6	17,77	285,1	111,0	105,6	344,6	21,4
3	2002	583,1	17,61	285,5	110,0	104,7	339,0	21,2
1	2002	583,1	17,61	285,5	110,0	104,7	339,0	24,2 ¹⁾
2	1980	577,6	17,61	283,3	110,0	104,7	339,0	24,2
3	1983	577,5	17,61	283,1	110,0	104,7	339,0	24,2
4	1983	577,5	17,61	283,1	110,0	104,7	339,0	24,2
5	2026	595,2	17,85	283,1	115,6	104,7	351,6	24,3

Br.:

1	2082	617,4	17,91	291,3	111,9	106,0	370,5	22,0
2	2082	617,4	17,91	291,3	111,9	106,0	370,5	22,0
3	2055	618,2	17,91	291,3	111,9	106,8	370,5	21,7
1	2057	618,2	17,91	291,3	111,9	106,8	370,5	24,7 ¹⁾
2	2073	632,9	18,0	298,0	112,6	106,9	383,8	25,1
3	2073	632,9	18,0	298,0	112,6	106,9	383,8	25,1
4	2068	628,8	18,0	295,3	112,6	105,3	383,8	24,9
5	2068	628,8	18,0	295,3	112,6	105,3	383,8	24,9

Aus diesen Zusammenstellungen ergibt sich darin als tägliche Nahrungsaufnahme, hier ausgedrückt in Nahrungsstoffen, pro Tag:

		N-halt. Stoffe	Fett	Kohlehydrate
Al.	Vp.	110,7	105,3	342,7
	Bp.	110,6	104,7	341,4
Br.	Vp.	111,9	106,8	370,4
	Bp.	112,5	106,2	381,1

Auf Grund meiner Standardzahlen würden daraus sich ableiten an Kal.:

	Al.		Br.	
	Vp.	Bp.	Vp.	Bp.
aus N-halt. Stoffen	453,9	453,6	458,9	461,2
Fett	979,4	973,4	993,6	987,9
Kohlehydraten	1405,0	1399,7	1518,4	1562,7
Summe	2838,3	2826,7	2970,9	3011,3

Was die Vertheilung der Nahrungsstoffe anlangt, so waren von 100 Kal.

bei Al.	in Eiweiss	16,0	bei Br.	15,5
	in Fett	34,4		33,1
	in Kohlenhydr.	50,4		51,5

Die Kost enthält also die übliche Menge von Eiweiss; sie war aber eine sehr fette Kost; entsprach übrigens der Geschmacksrichtung beider Personen. Ich habe schon an anderer Stelle auf diesen grossen Fettreichtum der hier üblichen Kost aufmerksam gemacht. An vielen anderen Orten in Deutschland wird kaum die Hälfte der hier in Berlin verzehrten Fettmengen genossen, dafür aber inodyne Mengen von Kohlehydraten.

¹⁾ Incl. 3 g Borsäure.

Nunmehr lässt sich auch vergleichen, inwieweit die Berechnung der Nahrungsaufnahme nach den Standardzahlen (N-haltige Stoffe 4,1 Kal., Kohlehydrat 4,1, Fett 9,3) übereingeht mit der direkten Feststellung nach den kalorimetrischen Werthen mittelst der Berthelot'schen Bombe. Ich habe vor Kurzem den Nachweis geführt, dass die Berechnung mittelst der Standardzahlen nur minimale Abweichungen giebt, dieses wird in der That hier wieder bestätigt.

Reinkalorien der täglichen Einnahme (ohne Alkohol)

(Brutto Kal. — Koth):

	Al.		Br.
	2838,3		2970,9
	<u>155,5</u>		<u>134,4</u>
Vp.	2682,8		2836,5
	2826,7		3011,2
	<u>164,5</u>		<u>147,0</u>
Bp.	2662,2		2874,2

Stellt man diese Reinkalorien der Einnahme in Vergleich mit den direkt mittelst der kalorimetrischen Untersuchung gewonnenen Werthe, so hätte man:

	Standardberechnung	direkter Versuch	Diff.
Al. Vp.	2682,8	2738,1	+ 2,0%
Bp.	2662,2	2726,6	+ 2,4%
Br. Vp.	2836,5	2887,1	+ 1,8%
Bp.	2874,2	2892,8	+ 0,6%

Diese Ergebnisse stimmen im Allgemeinen mit den von mir anderweitig gemachten Beobachtungen überein.

Nach den oben S. 72 gegebenen Zusammenstellungen betrug die Menge der Gesamtspannkraftzufuhr im Mittel:

	Al.		Br.
Vp. 1.	3036,6	} 3036,2 Kal.	1. 3141,3
2.	3036,6		2. 3141,3
3.	3035,5		3. 3148,0
Bp. 1.	3035,5	} 3013,9 Kal.	1. 3141,3
2.	2996,4		2. 3190,7
3.	2995,5		3. 3190,7
4.	2995,5		4. 3141,1
5.	3046,8		5. 3141,1

Dazu sind noch je 66,4 Kal. an Alkohol in Rechnung zu stellen. Wir haben schon erwähnt, dass man davon vielleicht einen kleinen Abzug zu machen hätte, weil geringe Antheile des Alkohols durch Verdunstung zu Verlust gehen mögen, ohne in die Verbrennung hineingerissen zu werden. Da aber dieser Antheil gerade unter den in unserem Versuche gegebenen Bedingungen, nämlich bei der geringen Darreichung an Alkohol überhaupt sehr klein, möglicherweise verschwindend klein gewesen sein dürfte, so habe ich von einer solchen unsicheren Korrektur abgesehen, umsomehr, als in allen Versuchen genau dieselben Verhältnisse wiederkehren, eine Einwirkung

auf das Endergebniss also gar nicht in Frage kommt. Sonach waren also die Bruttoeinnahmen incl. Alkohol bei

	Al.		Br.
Vp.	3036,2		3143,5
	66,4		66,4
	3102,8 Kal.		3209,9 Kal.
Bp.	3013,9		3160,9
	66,4		66,4
	3080,3 Kal.		3227,5 Kal.

Von den wichtigen Zahlen der Stoffzufuhr sind noch zu erwähnen die N- und die C-Zufuhr.

An N wurde täglich aufgenommen	bei Al. Vp.	17,70
	Bp.	17,65
	bei Br. Vp.	17,91
	Bp.	18,00

Die Kohlenstoffzufuhr inkl. Alkohol betrug	
bei Al. Vp.	285,2
Bp.	283,6
bei Br. Vp.	291,3
Bp.	295,6

Respirationsversuche und die Ausscheidungen.

Im Anschluss an die Grösse der Nahrungseinnahme mögen die Verhältnisse des Stoffwechselversuches näher behandelt sein. Die Männer befanden sich je 8 Tage im Respirationsapparat in völliger Ruhe. Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft waren fast völlig dieselben an den einzelnen Tagen.

Bestimmt wurde die Kohlensäureausscheidung und der Verlust an Wasserdampf in den a. a. Stelle eingehend dargelegten Weise. Die Gewichtsbestimmungen beziehen sich nur auf die nackten Personen. Die beiden Tabellen geben über alle einschlägigen Verhältnisse genaue Auskunft.

Al. vom 4. Nov. 01 ab.

	Tag 1 Mo./Di.	Tag 2 Di./Mi.	Tag 3 Mi./Do.	Borsäure, 3 g täglich					
				Tag 4 Do./Fr.	Tag 5 Fr./Sa.	Tag 6 Sa./So.	Tag 7 So./Mo.	Tag 8 Mo./Di.	
Gewichtsänderung	+ 293	+ 289	+ 308	— 109	+ 339	+ 10	— 100	— 94	
CO ₂ g (24 St.) . .	680,4	657,5	697,9	687,0	724,0	821,6	936,4	806,8	
H ₂ O g (24 St.) . .	1189	750	905	1006	963	1146	1104	1109	
Harn	650	750	670	840	850	780	870	785	
Koth (feucht) . .	72	48	184	115	249	72	254	103	
Lüftung cbm 22 St.	637,0	685,5	696,0	477,5	874,0	837,5	818,5	771,0	
CO ₂ % ₀₀ Zustrom .	0,67	0,56	0,60	0,64	0,47	0,57	0,56	0,70	
„ „ Abstrom .	1,16	1,00	1,06	1,30	0,85	1,02	1,11	1,18	
Zustrom: Temp. .	21,9°	20,8°	19,4°	21,0°	20,9°	19,9°	20,8°	21,8°	
„ H ₂ O mg (L.)	8,26	7,44	7,34	8,18	7,91	7,35	8,20	9,04	
„ „ rel. Feucht.	43 %	41 %	45 %	45 %	44 %	43 %	43 %	47 %	
Körpergewicht . .	62,700	62,993	63,282	63,590	63,481	63,820	63,830	63,730	63,736
	Mo. 11 1/2	Di. 11 1/2	Mi. 11 1/2	Do. 11 1/2	Fr. 11 1/2	Sa. 11 1/2	So. 11 1/2	Mo. 11 1/2	Di. 11 1/2

Da das Ergebniss der Experimente bei beiden Männern nicht ein in allen Theilen übereinstimmendes war, sollen die beiden Reihen getrennt behandelt werden.

Was zunächst die Person Al. anlangt, so zeigen die Gewichtsverhältnisse an den Normaltagen einen fast gleichbleibenden Anwuchs; mit der Borsäuregabe geräth dieser Anwuchs sofort in unregelmässige Schwankungen mit dem allgemeinen Charakter einer Verminderung des Ansatzes.

Die CO_2 -Ausscheidung differirt in der Vp. nicht erheblich, auch am ersten Tag der Borsäurefütterung war kein Unterschied bemerkbar, dann steigt dieselbe am 5., 6., 7. Tag sehr stark an und sinkt am 8. Tag wieder etwas ab, bleibt aber immer wesentlich höher als in der Vorperiode. Eine den Stoffumsatz mehrende Verbrennung tritt also ganz offenkundig in die Erscheinung.

Sie war begleitet von einer Mehrung der Wasserdampfausscheidung, wie sie in der Regel beim Menschen einer Mehrzersetzung der Stoffe zu folgen pflegt. Weder die Temperaturschwankungen, noch jene der relativen Feuchtigkeit können als Ursache für diese Veränderungen herangezogen werden.

Aehnlich war der an Br. angestellte Versuch verlaufen.

Br., vom 25. Okt. ab.

	Tag 1 Fr./Sa.	Tag 2 Sa./So.	Tag 3 So./Mo.	Borsäure, 3 g täglich					
				Tag 4 Mo/Di	Tag 5 Di./Mi.	Tag 6 Mi/Do.	Tag 7 Do./Fr.	Tag 8 Fr./So.	
Gewichtsänderung	— 30	+ 115	+ 219	+ 50	+ 68	— 245	+ 54	— 15	
CO_2 g (24 St.) . .	689,0	709,6	680,2	752,4	693,6	779,0	787,8	680,0	
H_2O g (24 St.) . .	909	819	822	1631	744	1326	1317	873	
Harn	1720	1370	1310	1280	1190	1590	1310	1200	
Koth	79	73	81	139	120	82	86	119	
Körpergewicht . .	Fr. 58,656	Sa. 58,626	So. 58,741	Mo. 58,960	Di. 59,010	Mi. 59,078	Do. 58,833	Fr. 58,887	Sa. 58,872
Lüftung cbm (22 St.)	645,0	542,5	891,5	719,0	707,0	744,5	737,5	741,5	
CO_2 % Zustrom . .	0,62	0,73	0,74	0,95	0,69	0,59	0,62	0,72	
„ „ Abstrom . .	1,11	1,33	1,09	1,43	1,14	1,07	1,11	1,14	
Zustrom: Temp. . .	19,1	19,7	19,4	19,6	19,8	19,7	19,3	19,8	
„ H_2O mg/L. . .	9,10	9,10	9,46	8,85	9,27	7,91	7,61	7,84	
„ „ rel. Feucht . .	56	54	56	53	55	47	46	46	

Die Tage der Vorp. zeigen im Ganzen eine Gewichtszunahme, jene der Borp. eine Gewichtsabnahme. In beiden Fällen war aber nicht im Entferntesten die Gewichtsvariation so bedeutend, wie bei den von Dr. Rost sonst untersuchten Personen.

Dies erklärt sich durch den Stoffansatz, durch die Mast, in welcher sich die Männer während der „Normalperiode“ befanden. Bei Al. war in der letzteren das Gewicht im Durchschnitt täglich um 297 g gestiegen, während der Borsäureperiode nur mehr um 9 g p. d., bei Br. in der Vorperiode um 101 g täglich gestiegen und in der Borperiode um 38 g täglich gefallen.

Als die Versuchspersonen unmittelbar nach dem Respirationsversuche in ihre Dienststellung zurückkehrten, fiel bei Beibehaltung der gleichen Kost und gleichen

Borsäuredosis das Körpergewicht stark ab, da nunmehr ein Ansatz von Stoffen nicht mehr möglich war, die vermehrte Stoffzersetzung aber offenbar noch anhielt.

Die beiden Fälle, welche hinsichtlich der Borsäurewirkung mir zur Verfügung standen, waren, wenigstens nach den Gewichtsverhältnissen und nach der Gewichtsabnahme beurtheilt, offenbar solche, bei denen der Effekt kein grosser genannt werden konnte im Vergleich mit dem, was Dr. Rost in anderen Fällen beobachtet hat.

Die CO_2 -Ausscheidung war bei Br. in der Vorp. recht gleichmässig, während der Borp. aber entschieden ungleichmässig und zweifellos vermehrt, wenn auch nicht in demselben Maasse, wie bei Al. Ganz analog verhält sich die Wasserdampfausscheidung. Hier bei Br. trat diese sogar recht bedeutend in die Erscheinung, freilich nur als insensible Verdunstung, denn vermehrte Schweisssekretion war nicht nachzuweisen.

Die mittlere Kohlensäureausscheidung betrug in den beiden Reihen

bei Al. Vp. 678,2 g p. Tg. (= 195,0 C.)

Bp. 795,2 g „ „ (= 216,8 „ „)

bei Br. Vp. 692,9 g „ „ (= 188,9 „ „)

Bp. 738,6 g „ „ (= 202,4 „ „)

bei Al. an N Bp. mehr + 17,2%

„ Br. „ „ „ „ + 6,8%

Noch grösser waren die Differenzen an einzelnen Tagen; bei Al. gaben die letzten drei Tage ein Mittel von 855,64 CO_2 , bei Br. die Tage, die über dem Mittel der Vorperiode liegen, 773,1, also + 26,1% bzw. + 11,6%.

Die Störungen eines normalen Stoffumsatzes sind also nicht gleichmässig und erreichen auch für die Mittel der Extreme sehr bedeutende Grössen.

Die Wasserdampfausscheidung des Menschen pflegt nach meinen sonstigen Erfahrungen im Allgemeinen, wenn Lufttemperatur, Feuchtigkeit und Ventilation gleichbleiben, sehr gleichmässig zu verlaufen. Bei beiden Männern waren aber zwischen „Normal“- und „Borperiode“ zum Theil recht wesentliche Unterschiede gegeben.

Al. schied in der Normalperiode im Mittel 984 g Wasser aus

„ „ „ „ Borperiode „ „ 1065 g „ täglich

also mehr + 12,3%.

Br. gab in der Normalperiode 850 g Wasser ab

„ „ „ „ Borperiode 1178 g „ „

also mehr + 38,6%.

Die Verdunstung ist in beiden Fällen vermehrt. Die Mehrausscheidung an Wasserdampf ist zweifellos auf die Haut und nicht auf eine Mehrung von Wasserverdunstung durch die Lunge zu beziehen. Bis jetzt ist nichts Näheres darüber bekannt, ob und in welchem Maasse etwa andere nicht schweisstreibende Medikamente auf die Wasserdampfausscheidung einwirken.

Die Mehrverdunstung konnte bei Al. 81 g täglichen Gewichtsverlust erklären, bei Br. entsprach die Bp. einer Mehrung des Gewichtsverlustes von 328 g täglich¹⁾.

¹⁾ Die wirklichen Gewichtsänderungen brauchen diesen Angaben nicht zu entsprechen, da die Stoffzersetzung während der beiden ausserhalb des Respirationsapparats verbrachten Stunden nicht exakt zu berechnen ist.

Dem Verlust gegenüber bestand, was die festen Stoffe betrifft, ein mehr oder minder bedeutender Ansatz.

Die Ausgaben von Harn und Koth enthalten für beide Männer die nachfolgenden Tabellen:

Ausgaben. Al.

Tag	Harn- menge	N im Harn	C im Mittel	Koth feucht	Koth trocken	N im Koth	C im Koth
1	650	13,08	11,06	72	22,8	1,63	13,66
2	750	14,04		48	14,8	1,16	
3	760	16,78		184	47,7	3,67	
1	840	14,38	10,47	115	24,5	1,87	15,06
2	850	12,73		249	44,9	3,28	
3	780	12,97		72	15,7	1,33	
4	870	15,35		254	46,2	3,85	
5	785	12,61		103	19,7	1,50	

Ausgaben. Br.

Tag	Harn- menge	N im Harn	C im Mittel	Koth feucht	Koth trocken	N im Koth	C im Koth
1	1720	16,02	11,84	79	22,1	1,73	11,75
2	1370	14,05		73	25,9	1,88	
3	1310	15,13		81	25,0	1,91	
1	1280	14,87	11,38	139	36,2	2,91	13,94
2	1190	15,74		130	32,2	2,65	
3	1590	14,97		82	19,5	1,61	
4	1310	13,98		86	24,0	1,99	
5	1200	14,95		119	29,5	2,31	

Zunächst ergibt sich aus denselben eine verminderte Nahrungs-Resorption in der Borsäureperiode. In beiden Fällen zeigt die letztere Veränderungen, welche auf eine geringere Verwerthung der Nahrung schliessen lassen. Es wurden gefunden pro Tag:

Bei dem Manne Br.:

	Frischer Koth	Trockener Koth	N	C	Kal.
Normalperiode	78 g	24,3	1,84	11,75	155,2
Borperiode	111 g	28,3	2,29	13,94	164,5

Bei dem Manne Al.:

	Frischer Koth	Trockener Koth	N	C	Kal.
Normalperiode	101 g	28,4	2,16	13,7	134,3
Borperiode	158 g	30,0	2,37	15,1	147,0

In beiden Fällen hatte der Koth eine dünnere Beschaffenheit angenommen, was an sich schon auf eine Störung der normalen Vorgänge hinweist, und führte mehr Trockensubstanz, reichlicher N und C aus. An N kam in dem einen Falle + 24,5%, im zweiten + 9,7%, an C + 18,9 und + 10,2% mehr.

Die Mehrung des Energieverlustes im Koth, die wir schon früher erwähnt, machte bei Al. 5,9, bei Br. 8,4% aus.

Daraus ergeben sich als Mittel für die Ausgaben von Al.:

	Harn	N darin	C darin	Koth feucht	Koth trocken	N im Koth	C
Vp.	720	14,63	11,06	101	28,4	2,16	13,66
Bp.	825	13,61	10,47	158	30,0	2,37	15,06

und für Br.:

Vp.	1393	15,07	11,84	78	24,3	1,84	11,75
Bp.	1314	14,90	11,38	111	28,3	2,29	13,94

Bezüglich des Harnvolumen ist ein durchgreifender Unterschied nicht vorhanden.

Bei Al. nimmt in der Bp. dasselbe zu, bei Br. dagegen etwas ab.

Daran ¹⁾ wird auch nichts geändert, wenn man nur das im Harn entleerte Wasser in Rechnung stellt:

bei Al. 667 : 730

bei Br. 1339 : 1255.

Im Harn, Koth und Respiration kamen an Wasser

Al.: Vp. (984 + 667 + 73) 1724 Br.: Vp. (850 + 1339 + 53) 2241

Bp. (1065 + 730 + 113) 1949 Bp. (1178 + 1255 + 83) 2516

Die Mehrung der Wasserabgabe ist hier ganz deutlich ausgesprochen; im Wesentlichen aber spielt die Ausscheidung durch die Respiration und den Koth eine Rolle.

Bezüglich des Harn-N hat man den Eindruck einer N-sparung in der Bp. Der Unterschied ist nicht erheblich, auch nicht konstant, er wird durch die Vermehrung der N-ausscheidung im Koth wieder abgeglichen.

Die Bilanz der Gesamt-N- und C-ausscheidung ergibt sich aus den beiden nachfolgenden Tabellen.

Al.

Tag	N im Ganzen	C			
		Respir.	Harn	Koth	Summe
1	14,71	185,5	11,06	13,66	210,3
2	15,20	179,3			204,0
3	20,47	190,3			215,0
Mittel	16,96	185,2	10,47	15,06	210,0
1	16,25	187,3			212,9
2	16,02	197,4			223,0
3	14,30	224,0			249,6
4	19,19	253,8			279,3
5	14,11	220,0			245,4
Mittel	15,98	216,8			242,3

¹⁾ Trockensubstanz im Tagesharn bei Al.: Vp. 53,53 g Br.: Vp. 54,64 g
Bp. 54,96 g Bp. 59,0 g

nach den Analysen v. Dr. Röst.

Arb. a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. XIX.

Br.

Tag	N im Ganzen	C			
		Respir.	Harn	Koth	Summe
1	17,75	187,9	11,84	11,78	211,6
2	15,93	193,5			217,1
3	17,03	185,5			209,1
Mittel	16,90	188,9	11,38	13,94	212,5
1	17,79	205,2			230,6
2	18,39	189,1			214,4
3	16,58	212,4			237,7
4	15,97	214,8			240,1
5	17,26	185,4			210,7
Mittel	17,20	201,4			226,7

Der Kraftwechsel nach den kalorimetrischen Erhebungen.

Die Betrachtung der Kohlensäureausscheidung allein hätte vollauf genügt, die vorgelegte Frage in dem Sinne zu entscheiden, dass die Borsäure eine Mehrung des Stoffumsatzes und zwar, da die N-ausscheidung sich nicht wesentlich ändert, der stickstofffreien Stoffe herbeiführt. Indess möchte ich doch noch den Energieumsatz selbst genauer bestimmen; die Verhältnisse sind in dieser Hinsicht nicht so einfach, wie man meinen könnte, da wir statt einer glatten Stoffersetzung bei beiden Männern einen mehr oder minder erheblichen Stoffansatz vor uns haben.

Dieser Ansatz wurde unter dem Einfluss der Borsäure verringert, also liesse sich einmal die Wirkung der letzteren darstellen durch die Aenderung, welche die Grösse des Ansatzes erfährt, oder aber wir können die hierzu komplementäre Grösse: die Aenderung des Energiewechsels ins Auge fassen. Was die letztere anlangt, so stehen uns zu ihrer Feststellung zwei verschiedene Berechnungsweisen, die im Wesentlichen wenigstens übereinstimmende Ergebnisse liefern sollten, zu Gebot. Der eine Weg legt zu Grunde die kalorimetrischen Verhältnisse der Zufuhr und Ausfuhr und den Ansatz.

Was den letzteren, den Ansatz, anlangt, so ist die Menge des täglich in allen Speisen und Getränken eingeführten Kohlenstoffs bekannt.

In allen vier Reihen sind erhebliche Kohlenstoffmengen angesetzt worden. Dieser Kohlenstoffansatz erklärt sich zum Theil aus Eiweissansatz. Denn es war

	Al.		Br.	
	Vp.	Bp.	Vp.	Bp.
die Einfuhr:	17,70	17,65	17,91	18,00
	16,79	15,98	16,90	17,20
Ansatz von N:	0,91	1,67	1,01	0,80 pro Tag
darin C:	2,93	5,37	3,23	2,6

Ausserdem ist anzunehmen, dass das reichlich zugeführte Fett zum Ansatz gelangte. Hierzu war dasselbe wohl genügend. Zwar enthielt der Koth wie immer eine gewisse Menge von Aetherextrakt:

Bei Al. Vp. 3,83 g pro Tag und bei Br. 2,4 g pro Tag
 Bp. 2,7 „ „ 2,4 „ „

Von diesem aber kann nach allen Erfahrungen nur ein kleiner Theil wirklich als nicht resorbirter Antheil aufgefasst werden. Selbst wenn man allen Aetherextrakt, was falsch wäre, als nicht Resorbirtes ansehen wollte, hätten wir bei Al. 72,4—72,8 C. in dem unzweifelhaft aufgenommenen Antheil, bei Br. 74,5—74,1 g C. Dann ergäbe sich folgendes Bild:

Kohlenstoffeinnahme (inkl. Alkohol) und Ausgaben pro Tag.

Al.		Br.	
Vp.	Bp.	Vp.	Bp.
285,2	283,6	291,3	295,6
ab 210,0 Ausgaben ¹⁾	242,3	212,5	226,7
75,1	41,5	78,8	68,9
Ansatz 2,9 Fleisch-C	5,4	3,2	2,6
Rest 72,2	36,1	75,6	66,3
Fett-C, verfügbar 72,4	72,8	74,5	74,1
Kohlehydratansatz —	—	1,1	—

Bis auf einen Fall würden Eiweiss und Fettansatz allen angesetzten C decken; wenn aber der im Koth enthaltene Fettrest nicht von dem gefütterten Fette herrührte, so reichte auch in diesem einen Fall das Fett hin den Ansatz zu decken.

Die Menge des C, welche im Fettansatz enthalten sein kann, ergibt sich aus dem Kohlenstoffgehalte des zugeführten Fettes; aus den Analysen, welche wir über die wesentlichsten der eingeführten Fette (Aetherextrakte) besitzen, kann man einen mittleren Kohlenstoffgehalt von 71,4 % ableiten.

Der kalorische Werth der zum Ansatz gelangten Stoffe ist demnach folgender:

Al.		Br.	
Vp. 0,91 N ²⁾	= 31,5 Kal.	1,0	= 34,7 Kal.
72,2 Fett-C	= 888,0 „	75,6 Fett-C	= 930,0 „
	919,5 Kal.		964,7 Kal.
Vp. 1,7 N	= 58,9 Kal.	0,8 N	= 29,8 Kal.
36,1 Fett-C	= 444,0 „	66,3 Fett-C	= 815,5 „
	502,9 Kal.		845,3 Kal.

Unter dem Einfluss der Borsäure sank bei Al. die Grösse des täglichen Ansatzes von 919,5 Kal. auf 502,5 und bei Br. von 964,7 auf 845,3. Die Kost hatte also für beide erheblich an Werth eingebüsst. Bei Al. hat die Borsäure den in der Vp. bestehenden Ansatz von Eiweiss und Fett um 45,4 % herabgemindert, im zweiten Fall um 12,5 %, das ist eine ungemein bedeutende Wirkung.

Will man den entsprechenden komplementären Vorgang d. h. die Erhöhung der Zersetzung in kalorischen Einheiten ausdrücken, so ergibt sich folgendes:

¹⁾ Respiration + Harn + Koth.

²⁾ 1 N als Ansatz ist mit 34,7 zu berechnen.

1 C als Fettansatz = 12,3 Kal.

1 C als Kohlehydrat (Glykogen) = 9,32.

	Kal. Brutto in der Zufuhr A	Kal. im Ansatz B	Kal. für Harn u. Koth ¹⁾ C	Summe B + C	Umsatz A — B + C
Al.: Vp.	3102,0	919,5	290,0	1209,7	1892,0
Bp.	3080,3	502,9	274,3	777,2	2303,1
Br.: Vp.	3209,9	964,7	247,4	1212,1	1997,8
Bp.	3227,3	845,3	262,0	1107,0	2120,0

Darnach ist der Energieverbrauch in der Borperiode in beiden Fällen gesteigert, am meisten bei Al., weniger bei Br. Ich bemerke, dass hier nur die Mittelzahlen der ganzen fünftägigen Borperiode berechnet worden sind, während, wie oben für die Kohlensäureausscheidung angegeben worden war, die typische Beeinflussung der Borsäure noch weit höher bewerthet werden müsste.

Bei Al. haben wir einen Zuwachs von 21,7 % für den mittleren Umsatz, bei Br. nur 5,3 %²⁾.

Es ist nicht ohne Interesse, festzustellen, wie hoch im extremst beobachteten Falle die Steigerung des Umsatzes gehen kann. Al. schied 936,4 g CO₂ aus. Für diesen Fall würde sich berechnen:

C-einnahme	295,6
C-ausgabe	280,9
Ansatz	14,7 C
ab für Eiweissansatz (s. o.)	2,6
bleibt für Fettansatz	12,1
demnach kalorischer Werth des Ansatzes	29,8
12,1 Fett C	148,8
Summe	178,6

Diese Grösse in der obigen Tabelle eingesetzt

$$(178,6 + 274,3 = 452,9 \text{ (B + C) Umsatz} = 3080,3$$

$$- 452,9$$

$$2627,4$$

Diese maximale Steigerung würde einem Mehrverbrauch von 38,8 % an Energieumsatz entsprechen.

Die Umsatzberechnung aus dem Stoffwechselversuch.

Die eben festgestellten Zahlen geben einen sicheren Anhalt über die Veränderungen der Ernährungsvorgänge; man kann aber noch in anderer Weise zu einer Darstellung der Stoffwechselvorgänge kommen.

Der zweite Weg, welcher zur Kontrolle der Berechnungen eingeschlagen werden

¹⁾ Nach dem Tagesumsatz gerechnet.

²⁾ Hyg. Rundschau 1902, Nr. 4 sind die Werthe unter anderen Voraussetzungen berechnet auf Grund des Stoffwechsels.

kann, ist die Betrachtung der Stoffwechselvorgänge, wie sie sich aus den respiratorischen Ausscheidungen und den stofflichen Ausscheidungen im Harn und Koth ableiten lassen.

Von den in der Nahrung eingeführten Kohlehydraten ist ein Theil im Koth zu Verlust gegangen; so fanden sich nach den im Kaiserl. Gesundheitsamte ausgeführten Analysen an Cellulose

bei Al.	bei Br.
Vp. 1,47 g p. Tag	1,25
Bp. 1,44 „ „ „	1,36

Da hier die Untersuchung des Kothes die Ausscheidung von Cellulose als sicher ergab, so müssten diese Werthe von dem überhaupt vorhandenen Kohlehydratvorrath abgezogen werden.

Auch etwas Stärkemehl fand sich noch in den Ausscheidungen.

bei Al.	bei Br.
Vp. 0,78 g p. Tag	0,93
Bp. 1,24 „ „ „	0,91

Der Verlust ist ein recht unerheblicher und könnte wohl, wenn man nur Näherungszahlen gewinnen wollte, ausser Betracht bleiben.

Als Verbrennungswerth des C für die Gruppenbezeichnung „Kohlehydrat“ dürfte 9,4 Kal. als gerechtfertigt erscheinen.

Für die weiteren Berechnungen käme namentlich noch das Verhältniss zwischen N und C in der Eiweisszufuhr in Betracht. Da keine reinen Eiweissstoffe zugeführt wurden, sondern nur jenes Gemenge N-haltiger Substanzen, das man bei den Aufgaben der praktischen Ernährungslehre kurzweg Eiweiss nennt, bestehen hinsichtlich dieser Relation N : C gewisse Unsicherheiten, die wir nicht absolut abzugleichen vermögen. Ich glaube aber, was ich an anderer Stelle schon erwähnt habe, nach Abwägung aller einschlägigen Verhältnisse die Relation 1 N : 3,2 C als eine brauchbare Näherungszahl zu Grunde legen zu dürfen. Für das Aetherextraktgemisch haben wir oben 71,4% C als Mittelzahl schon angegeben. Zieht man von der Gesamtsumme des in der Nahrung eingenommenen Kohlenstoffs die auf Eiweiss, Alkohol und Fett entfallende Menge ab, so hinterbleibt der Kohlehydratkohlenstoff¹⁾.

Berücksichtigt man das eingangs über die Kohlehydrate Gesagte, so würde als Kohlehydratkohlenstoff erhalten in der Nahrung:

Al.		Br.	
Vp. 148,6	Bp. 147,8	Vp. 152,6	Bp. 157,0
1,0	1,2	1,0	1,0
147,6 C pro Tag	146,6 C	151,6 C	156,0 C

¹⁾ Nimmt man für die Kohlehydrate einen „mittleren“ C-Gehalt an, so kommt man zu etwas anderen Ergebnissen; die in meiner vorläufigen Mittheilung enthaltenen Zahlen sind unter letzterer Annahme abgeleitet. Für den relativen Vergleich zwischen Borperiode und den Normaltagen ist es gleichgültig, wie man rechnen will.

Auf Grund dieser Erwägungen lässt sich folgende Bilanz aufstellen.

	Al.		Br.	
	Vp.	Bp.	Vp.	Bp.
Gesammt C-Ausscheidung	210,1	242,0	212,6	226,7
davon ab für Eiweiss	54,07	51,37	54,41	55,8
	156,03	190,68	158,16	171,31
ab für Alkohol	4,83	4,83	4,83	4,83
	151,2	185,85	153,3	166,73
Kohlehydratzufuhr	147,6	146,6	151,6	156,0
Fett C-Verbrauch	3,6	39,2	1,7	10,7

Die Wärmebildung erfolgte also durch den Eiweissumsatz, jenen des Alkohols, durch Kohlehydrate und durch Verbrennung von Fett, welches letzteres in der Borperiode erheblich mit zur Deckung des Körperbedarfes herangezogen worden war.

Aus dem Verbrauch der einzelnen Stoffe ergibt sich dann folgende Bilanz.

Kalorischer Werth der Stoffbilanz.

Al.			Br.		
N-	16,8	= 437,0 Kal.	N-	16,9	= 439,4 Kal.
Alkohol	4,83 C	= 66,4 „	Alkohol	4,83 C	= 66,4 „
Kohlehydrate	147,6 C	= 1387,4 „	Kohlehydrate	156,6 C	= 1425,0 „
Fett	3,6 C	= 44,3 „	Fett	1,7 C	= 20,9 „
		1935,1 Kal.			1951,7 Kal.
N-	15,6	= 416,0 Kal.	N-	17,2	= 447,2 Kal.
Alkohol	4,83 C	= 66,4 „	Alkohol	4,83 C	= 66,4 „
Kohlehydrate	146,6 C	= 1378,0 „	Kohlehydrate	156,0 C	= 1466,4 „
Fett	39,2 C	= 482,2 „	Fett	10,7 C	= 131,6 „
		2342,6 Kal.			2111,6 Kal.

Der Energieumsatz muss nach der Berechnung des Stoffwechsels etwas zu hoch ausgefallen sein, weil bei den festen Ausscheidungen auch noch jener Antheil in Rechnung gestellt wird, welcher als Rest der zum Ansatz gelangten Bestandtheile zu betrachten ist. Diese Grösse lässt sich schätzen, wenn man annimmt, dass von dem kalorischen Werth des Koths proportional dem Ansatz von Stoffen eine gewisse Energiemenge in Abzug gebracht werden kann¹⁾.

Unter dieser Voraussetzung kürzen sich die erhaltenen Zahlen um einige Kalorien und man findet

	Vp.	Bp.
bei Al. 1889	:	2316
„ Br. 1911	:	2072
bei Al. + 21,5 % in der Borperiode		
„ Br. + 8,3 % „ „ „		

¹⁾ Angesetzt wurde bei Al. Vp. 29,6 % der zugeführten Energie

Bp. 16,3 % „ „ „

„ „ „ Br. Vp. 30,5 % „ „ „

Bp. 26,3 % „ „ „

woraus als täglicher Abzug sich ergibt rund: 46,5 Kal., 26,7 Kal.

40,8 Kal., 38,7 Kal.

Es ist also ziemlich gleichgültig, welchen Rechnungsgang man einschlagen will; wir erhalten immer wieder Zahlen, die diese Mehrung der Borsäurewirkung gleichartig erkennen lassen.

Wir fanden nach der CO_2 -Ausscheidung + 17,2 bzw. 6,8 % mehr
nach den kalorimetrischen Werthen + 21,7 „ 5,3 „ „
aus dem Stoffwechsel + 21,5 „ 8,3 „ „
„ „ „ + 21,7 „ 6,7¹⁾ „

Wir können nunmehr die Ergebnisse der beiden zur Berechnung angewandten Methoden mit einander vergleichen und finden dabei als Energieverbrauch:

	Kalorimetrische Methode	Stoffwechsel- Berechnung	Differenz in Kal.
Al. Vp.	1892	1889	— 3
Bp.	2303	2316	+ 13
Br. Vp.	1998	1911	— 87
Bp.	2120	2072	— 48

Die Uebereinstimmung ist also eine genügende, wie wir schon eingangs für die Gesammtzufuhr nachgewiesen haben.

Zergliedert man die Bilanz des Stoffumsatzes, indem man den Umsatz der N-freien Stoffe allein heranzieht, so muss man dabei von einer gleichmässigen Eiweisszersetzung ausgehen, denn die im Experiment gefundenen Unterschiede sind zum Theil nur auf Schwankungen in der Zufuhr zu beziehen, wodurch isodynamische Schiebungen innerhalb der Stoffzersetzung eintreten.

Gehen wir von den Ergebnissen der kalorimetrischen Feststellung der Zersetzung aus, so ergeben sich folgende Unterschiede:

Al. 1892 Kal.	Br. 1998
ab 437 Kal. aus Eiweiss	ab 439 aus Eiweiss
1455 aus N-freien Stoffen	1559 Kal. aus freien Stoffen
2303	2120
437 aus Eiweiss	439 aus Eiweiss
1866 aus N-freien Stoffen	1681 aus N-freien Stoffen

Demnach durch Borsäure mehr:

$$\begin{aligned} \text{Al. } &+ 28,2 \% \\ &+ 7,8 \% \end{aligned}$$

Die Steigung der Zersetzung der N-freien Stoffe war im Mittelwerth der fünf Tage also sehr erheblich.

Nehmen wir die Ergebnisse der Stoffwechselversuche, so hätten wir:

Al. 1889	Br. 1911
437 Eiweiss	439
1452 aus N-freien Stoffen	1472 aus N-freien Stoffen
2316	2062
437	439
1879 aus N-freien Stoffen	1533 aus N-freien Stoffen

¹⁾ Nach den Annahmen der vorläufigen Mittheilung.

Demnach bei Borsäure mehr:

Al. + 29,3 %

Br. + 10,9 % an N-freien Stoffen

Also nach den verschiedenen Berechnungsmöglichkeiten:

nach der kalorimetrischen Bestimmung + 28,2 + 7,8

nach dem Stoffwechselversuch + 29,3 + 10,9

„ „ „ + 29,8 + 8,7¹⁾

Die beiden Fälle, welche hinsichtlich der Borsäurewirkung mir zur Verfügung standen, waren, wie schon erwähnt, wenigstens nach der Gewichtsabnahme beurtheilt, offenbar solche, bei denen der Effekt kein grosser genannt werden konnte im Vergleich mit dem, was Dr. Rost in anderen Fällen beobachtet hat und doch sind solch' erhebliche Wirkungen im Umsatz zu verzeichnen.

Unsere Beobachtungen ergaben sonach wichtige latente Veränderungen in den Ernährungsvorgängen nach Borsäuregenuss. Dass Borax anders wirken sollte, ist nicht anzunehmen. Nicht allein die Verdauungsorgane, auch der ganze Stoffumsatz kann unter der Zufuhr dieser von Manchen für völlig indifferent gehaltenen Substanz leiden.

Eine derartige Veränderung des Stoffwechsels eines Menschen, welche zu einem Mehrverbrauch an Energie von 22 % führt und den Umsatz der N-freien Stoffe um fast 30 % erhöhen kann, ist eine sehr wichtige Erscheinung und fällt unzweifelhaft unter den Begriff einer gesundheitlichen Schädigung, da der Fettbestand eines Organismus von grosser Bedeutung für die Erhaltung des Lebens sein kann und seine Reduktion gegebenen Falls zu einem rascheren Zusammenbruch auch des eiweisshaltigen Materials führen muss.

In der eigenartigen Wirkung der Borsäure auf den Stoffumsatz, wie wir sie festgestellt haben, liegt wieder ein Fingerzeig, welche wichtigen Vorgänge und Aenderungen im Körper vor sich gehen können, ohne dass die empirische Beobachtung über dieselben irgend etwas auszusagen vermag.

Man bedenke die schwerwiegenden Konsequenzen, die sich namentlich für die Kinderernährung, bei alten und herangekommenen Personen, Rekonvalescenten, bei denen die sorgfältig regulirte und wirkende Ernährung die Lebenserhaltung bedeuten kann, ergeben.

¹⁾ Nach den Annahmen der vorläufigen Mittheilung.

Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen.

Von

Dr. phil. et med. **R. O. Neumann,**

früherem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Bis zum Jahre 1899 lagen Stoffwechselversuche mit Borax am Menschen noch nicht vor. Der von Forster¹⁾ 1884 veröffentlichte Ausnützungsversuch am Menschen betrifft Borsäure. Gruber²⁾ untersuchte den Einfluss des Borax auf den Stickstoffumsatz des Hundes; Chittenden und Gies³⁾ Stoffwechselversuche mit Borsäure und Borax wurden an Hunden angestellt. In neuester Zeit hat Liebreich⁴⁾ einen Versuch an einem Hund mit Borax und Tunnicliffe und Rosenheim⁵⁾ Stoffwechseluntersuchungen an drei Kindern von 2½ bis 5 Jahren bei Zugabe von Borsäure und Borax zur Nahrung ausgeführt.

Bei dieser Sachlage ist es auch heute nicht ohne Interesse über einen Selbstversuch mit Borax aus dem Jahre 1899 im Zusammenhang mit den übrigen gleichzeitig von E. Rost⁶⁾ am Menschen vorgenommenen Borsäureversuchen kurz zu berichten.

Der gesammte, 21 Tage, bei gleicher Ernährung, umfassende Stoffwechselversuch wurde in vier Abschnitte eingeteilt.

In der 1. Periode, welche vier Tage währte, setzte ich mich mit der vorher ausprobierten und als ausreichend erkannten Nahrung (83,74 Eiweiss oder 13,4 g Stickstoff auf 71 Kilogramm Körpergewicht bei leichter Arbeit) ins Stickstoffgleichgewicht und nahm dann

in der 2. Periode von zehn Tagen, täglich 3 g Borax in Wasser gelöst. Hierauf folgte eine

3. Periode, in welcher der Nahrung kein Borax beigegeben wurde. Endlich schloss sich noch eine

4. Periode von drei Tagen an, in der wiederum Borax, diesmal aber 5 g gegeben wurde.

¹⁾ Forster, Archiv für Hygiene 1884. S. 75.

²⁾ Gruber, Zeitschft. f. Biologie 16. 1880.

³⁾ Chittenden und Gies, Americ. journal of physiolog. I.

⁴⁾ Liebreich, Vierteljahrshchft. f. gerichtl. Medicin 1900. S. 83.

⁵⁾ Tunnicliffe und Rosenheim, Journal of hygiene I. 1901.

⁶⁾ E. Rost, Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamt, dieses Heft.

Die Nahrung wurde, um den Versuch nicht zu compliciren, möglichst einfach gewählt und bestand aus

320 g magerem Ochsenfleisch, 250 g Roggenmehl resp. 390 g Roggenbrod, 100 g ausgelassenem Schweineschmalz, 50 g Zucker, 10 g Salz und 1400 cem Trinkwasser.

Der Körper erhielt dementsprechend 13,4 g Stickstoff = 83,74 g Eiweiss, 108 g Fett, 241 g Kohlehydrate und damit 2340 Kalorien — d. i. pro Kilo = 33 Kalorien — eine Menge, die sich schon in früheren Versuchen als vollkommen genügend für meine Person erwiesen hatte.

Das Fleisch beschaffte ich mir in einem grösseren Stück von etwa 3000 g, befreite es von Fett und Sehnen und zerkleinerte es in der Hackmaschine. Von dem gut durchgemischtem gemahlenen Fleisch wurden je 320 g mit 100 cem Wasser in Gläsern mit breitem Glasstöpsel je zwei Mal eine Stunde im Dampfsterilisator gekocht. Dadurch erhielt ich ein allerdings ziemlich trocknes aber ausserordentlich gleichmässiges und einwandfreies Produkt, welches für längere Zeit ausreichte.

Um einer etwaigen Abneigung gegen das pulverige Fleisch vorzubeugen, wurde vom siebenten Tage ab mageres Lendenfleisch, welches von Fett und Sehnen befreit war, verwendet, indem eine, dem Stickstoffgehalt des Fleisches der ersten Periode entsprechende Menge unter Zusatz von einer bestimmten Menge Salz und Schweinefett gebraten wurde. Auf diese Weise erlangte ich ein saftigeres Gericht, welches im Verein mit Brot und Schmalz die folgenden Tage bis zu Ende des Versuchs ohne Widerwillen genommen wurde.

Die Versorgung mit Brot für die ganze Dauer des Versuchs habe ich so erreicht, dass ich mir mehrere Kilo Roggenmehl verschaffte, den Stickstoffgehalt, — der nebenbei gesagt auffällig gering war — bestimmte und nun allemal je vier Mengen von 250 g gut durchmischte, mit 1% Chlornatrium versetzte und backen liess. Ich bekam auf diese Weise für jeden Tag frisches Brot, dessen Stickstoffgehalt, wie Analysen zeigten, dem im Mehl vorhandenen gleichkam.

Schweineschmalz erhielt ich durch Erhitzen des in kleine Stücke geschnittenen ungeräucherten Speckes nach Durchgiessen durch Watte als eine reine, wasserfreie, weisse Masse. Der Fettgehalt entsprach 100%.

Zucker wurde als Würfelzucker, gewöhnlich in Wasser gelöst bzw. der Boraxlösung zugesetzt, genossen.

Die chemische Untersuchung der sämtlichen genannten Stoffe erstreckte sich auf Eiweiss, Fett, Wasser und Asche, deren Mengen in doppelten Analysen festgestellt und in folgender Tabelle (S. 91) niedergelegt sind. Die Kohlehydrate wurden aus der Differenz berechnet.

Als Getränk diente nur Wasser. Alkoholica, Kaffee und Thee wurden vermieden.

Das einzige Gewürz, welches ich den Speisen zufügte, war Salz. Nach vorausgehenden Vorversuchen ermittelte ich die nothwendige Tagesmenge zu 10 g, abgesehen von der im Brot verbackenen Menge von 3,9 g (siehe oben).

Die Menge des verabreichten Borax wurde in der Hauptperiode auf 3 g fest-

Die Nahrungsmittel enthalten in 100 Theilen frischer Substanz:

Nahrungsmittel		N =	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Wasser	Asche	Bemerkungen
Mageres fettfreies Ochsenfleisch	I	3,39	21,2	1,66		76,8	1,13	Der Wassergehalt und die Asche wurde nur bei der ersten Fleischration bestimmt.
	II	3,41	21,3	1,58	—			
	III	3,44	21,5	1,29				
Roggenmehl		1,02	6,37	1,23	77,2	13,6	1,52	Kohlehydrate werden durch Differenz bestimmt.
Ausgelassenes Schweineschmalz		—	—	100	—	—	—	
Zucker		Spur	Spur	—	97	2,21	0,62	

gesetzt und auf die Tagesnahrung vertheilt, im Hinblick auf die Thatsache, dass bei einer Gabe von 3 g zu 320 g Fleisch eine, den praktischen Verhältnissen bei der Konservirung thatsächlich beobachtete Konzentration, etwa 1 %, vorlag.

Der Versuchstag dauerte von früh 9 Uhr bis 9 Uhr des nächsten Morgens. Die Aufnahme der Speisen vertheilte ich auf zwei Mahlzeiten, welche gegen 10 Uhr Vormittags und gegen 3 Uhr Nachmittags eingenommen wurden. Mit dem Fleisch zusammen genoss ich den Borax in 200 ccm Wasser gelöst und zwar die Hälfte zur Vormittags- und die andre Hälfte zur Nachmittagsmahlzeit.

Meine Beschäftigung war die gewohnte Laboratoriumsarbeit, die Lebensweise war streng regelmässig, längere Spaziergänge, Radfahren und alle andern Muskelübungen unterblieben.

Das Körpergewicht bestimmte ich Morgens 9 Uhr nüchtern, stets in derselben Kleidung, nach Entleerung von Koth und Harn.

Der Harn einer Tagesperiode wurde gesammelt und in der üblichen Weise in Doppelbestimmungen nach Kjeldahl untersucht.

Der Koth wurde auf Porzellanteller entleert, nach dem Trocknen gepulvert, gesiebt, gewogen und lufttrocken aufbewahrt. Von einer Abgrenzung der einzelnen Tageskoth habe ich geglaubt absehen zu können, da ich aus früheren Stoffwechselversuchen¹⁾ weiss, dass die Tageskothmengen recht gleichmässig zu sein pflegen.

Die Stickstoffbestimmung geschah mit lufttrocknem Koth nach Kjeldahl.

Die Fettbestimmung ebenfalls mit lufttrocknem Koth im Soxhlet'schen Apparat. Extractionsdauer 13 Stunden.

Die Phosphorsäure im Harn wurde titrimetrisch mit Urannitrat (Indicator Cochenilletinktur) bestimmt.

Es folgen zunächst die Mengen der in der Stoffwechselperiode genommenen Nahrungsmittel und ihre Bestandtheile. Der gesammte Stoffwechselversuch schliesst sich in Form einer Tabelle an. Der Uebersichtlichkeit wegen sind die Versuchsergebnisse ausserdem in einer graphischen Darstellung am Schluss beigelegt worden.

¹⁾ R. O. Neumann, Versuche mit Nutrose, Somatose, Tropon, Sosen, Plasmon, Alkohol, Saccharin, Wasser.

Mengen der Nahrungsmittel und ihrer Bestandtheile während des Versuchs.

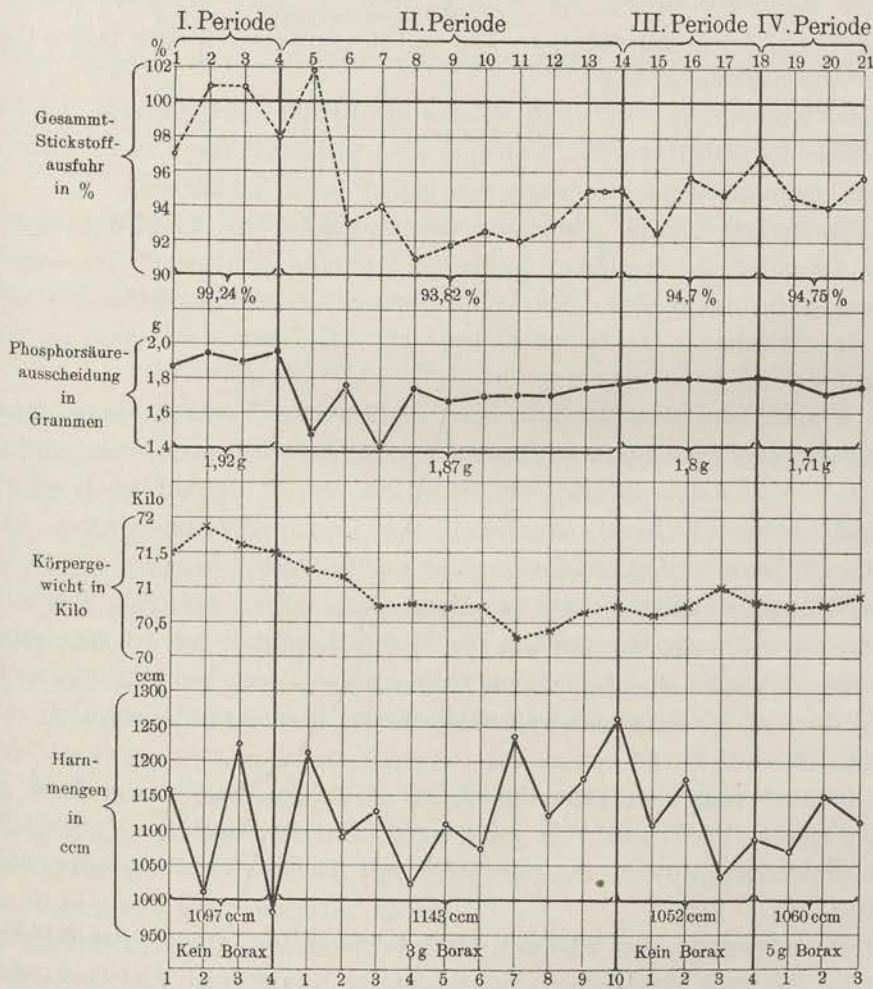
Tage	Nahrungsmittel	Menge	Flüssig- keit in der Nahrung	N	Eiweiss	Fett	Kohle- hydrate	Kalorien nach Rub- ner's Stan- dard Zahlen	Bemerkungen
1—6	Mageres, fettfreies	320				5,3		327,3	Die Stickstoff- resp. Ei- weisszahl gilt für die ganze Periode.
7—13	Ochsenfleisch	318	245	10,85 =	67,81	5,0	—	324,5	
14—21		315				4,1		316,1	
1—21	Roggenbrot entsprechend 250,0 Mehl	390	187	2,55 =	15,93	3,1	193	884,7	
1—21	Ausgelassenes Schweineschmalz	100	—	—	—	100	—	930,0	
1—21	Zucker	50	1	Spur	Spur	—	48,3	198,0	
1—6	Summa					108,4		2340,0	
7—13			433	13,40 =	83,74	108,1	241,3	2337,2	
14—21						107,2		2328,2	

Tabelle des Stoffwechselversuchs.

Periode	Datum	Versuchstag	Einnahmen						Kalorien	Körpergewicht	Ausgaben								Gesamt-N im Harn und Koth	N-Bilanz	
			Wasser	Borax	Stickstoff	als Eiweiss berechnet	Fett	Kohlehydrate			Koth				Harn					in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N
											feucht	lufttrocken	Wasser	Fett im Gesamt-Koth	N im Gesamt-Koth	Tagesmenge	P ₂ O ₅ im Gesamt-Harn	N im Gesamt-Harn			
Vorperiode	16.	1	1400	—	13,4	83,74	108,4	241	2340	71,54	254	37,2	216,8	4,05	2,17	1160	1,85	10,84	13,01	+ 0,39	97,18
	17.	2	1400	—	13,4	83,74	108,4	251	2340	71,90	230	32,3	197,7	3,38	1,95	1010	1,96	11,56	13,51	— 0,11	100,82
	18.	3	1400	—	13,4	83,74	108,4	241	2340	71,60	278	38,5	239,5	3,72	2,23	1240	1,92	11,27	13,50	— 0,1	100,75
	19.	4	1400	—	13,4	83,74	108,4	241	2340	71,55	280	38,0	242,0	3,73	2,19	980	1,96	10,97	13,16	+ 0,24	98,2
Mittel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	260	38,5	231,5	3,72	2,13	1097	1,92	11,18	13,31	—	99,24
Boraxperiode 3,0	20.	5	1400	3	13,4	83,74	108,4	241	2340	71,30	240	33,2	206,8	3,48	2,47	1210	1,45	11,21	13,68	— 0,24	101,8
	21.	6	1400	3	13,4	83,74	108,4	241	2340	71,10	210	36,3	173,7	3,36	2,09	1090	1,76	10,35	12,44	+ 0,96	92,8
	22.	7	1400	3	13,4	83,74	108,1	241	2337	70,75	268	33,5	234,5	3,79	2,00	1130	1,41	10,59	12,59	+ 0,81	94,07
	23.	8	1400	3	13,4	83,74	108,1	241	2337	70,72	204	33,0	171,0	3,64	1,97	1020	1,73	10,22	12,19	+ 1,21	91,07
	24.	9	1400	3	13,4	83,74	108,1	241	2337	70,75	190	30,5	159,5	3,36	1,83	1110	1,66	10,47	12,30	+ 1,10	91,75
	25.	10	1400	3	13,4	83,74	108,1	241	2337	70,75	185	31,2	153,8	3,08	1,85	1070	1,71	10,54	12,39	+ 1,01	92,5
	26.	11	1400	3	13,4	83,74	108,1	241	2337	70,85	196	29,0	167,0	3,48	1,76	1240	1,73	10,55	12,31	+ 1,09	91,9
	27.	12	1400	3	13,4	83,74	108,1	241	2337	70,40	205	34,0	171,0	3,37	1,96	1120	1,73	10,47	12,43	+ 0,97	92,8
	28.	13	1400	3	13,4	83,74	108,1	241	2337	70,60	200	35,0	165,0	3,14	2,06	1180	1,77	10,63	12,69	+ 0,71	94,68
	29.	14	1400	3	13,4	83,74	107,2	241	2328	70,70	220	35,0	185,0	3,42	2,07	1260	1,76	10,64	12,71	+ 0,69	94,83
Mittel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	212	31,1	190,9	3,41	2,00	1143	1,87	10,56	12,56	—	93,82
Zwischen- periode	30.	15	1400	—	13,4	83,74	107,2	241	2328	70,65	190	21,0	161,0	3,20	1,74	1060	1,80	10,54	12,27	+ 1,13	91,53
	1.	16	1400	—	13,4	83,74	107,2	241	2328	70,70	280	36,0	244,0	3,35	2,01	1120	1,79	10,72	12,83	+ 0,57	95,73
	2.	17	1400	—	13,4	83,74	107,2	241	2328	71,00	205	32,5	172,5	3,22	1,94	990	1,78	10,75	12,96	+ 0,71	94,68
	3.	18	1400	—	13,4	83,74	107,2	241	2328	70,85	270	33,0	239,4	3,52	1,95	1040	1,82	11,03	12,98	+ 0,42	96,81
Mittel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	236	30,6	195,4	3,32	1,91	1052	1,8	10,76	12,67	—	94,7
Borax- periode 0,5	4	19	1400	5	13,4	83,74	107,2	241	2328	70,80	210	32,1	177,9	3,72	1,88	1020	1,78	10,79	12,67	+ 0,73	94,53
	5.	20	1400	5	13,4	83,74	107,2	241	2328	70,75	195	32,5	162,5	3,59	1,95	1100	1,70	10,65	12,60	+ 0,80	94,00
	6.	21	1400	5	13,4	83,74	107,2	241	2328	70,90	190	33	157,0	3,60	1,97	1060	1,75	10,86	12,83	+ 0,57	95,73
Mittel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	198	32,5	165,5	3,64	1,93	1060	1,71	10,77	12,70	—	94,75

Vor und nach dem Versuch sowie während desselben befand ich mich im besten Wohlbefinden. Er wurde ohne Unterbrechung und ohne besondere Beschwerde zu Ende geführt: nur in der letzten Zeit bedurfte es einer gewissen Ueberwindung, die Boraxlösung, die auch in grösserer Verdünnung einen alkalisch süsslich faden Geschmack aufweist und gelegentlichen Falles Brechreiz hervorrufen kann, zu trinken.

Graphische Darstellung
des Stoffwechselversuchs mit Borax am Menschen.



Die Tabelle zeigt die Zusammenstellung der Einnahmen und Ausgaben. Letztere umfassen Menge, Fett-, Wasser- und Stickstoffgehalt des Kothes, neben der Menge, der Phosphorsäure und dem Stickstoffgehalt des Harns. Die Bilanz der Ein- und Ausfuhr des Stickstoffs ist in absoluten Werthen und in Prozenten angegeben.

Aus der Uebersicht geht zunächst hervor, dass während der Vorperiode Stickstoffgleichgewicht bestand. Der geringe Stickstoffansatz von 0,14 g darf als bedeutungslos angesehen werden.

In der folgenden Boraxhauptperiode tritt nach einem geringen Ausschlag nach der Seite der Stickstoffmehrausfuhr ($-0,24$ g N) vom zweiten Tag an eine auffällig geringere Ausscheidung an Stickstoff auf. Sie beginnt mit $0,96$ g \approx etwa 8% der eingeführten Stickstoffmenge, hält die ganze Boraxperiode über an und beträgt am Schluss derselben noch ca. $0,7$ g \approx 5–6% der eingeführten Menge. Am vierten Tage wird das Maximum von $1,21$ g Ansatz erreicht.

Einer Mehrausscheidung von $0,24$ g steht in dem Versuchsabschnitt eine Sparung von $8,85$ g N gegenüber, so dass in der zehntägigen Periode täglich $0,86$ g N nicht zur Ausscheidung gelangte.

In der Zwischenperiode, in welcher die Ernährungsverhältnisse der Normalperiode wieder hergestellt werden, tritt aber die Gleichgewichtslage im Stickstoff nicht wieder ein, vielmehr bleibt ein Ansatz von täglich $0,7$ g N bestehen.

Die Erwartung, durch Steigerung der Boraxgabe von 3 auf 5 g einen noch stärkeren Ausschlag in der Bilanz zu erzielen, erfüllte sich nicht. Die angewandte Menge war nicht im Stande, den in der Zwischenperiode bestehenden Beharrungszustand zu verändern. Die Stickstoffbilanz hält sich auf ihren positiven Werthen ($+0,7$ g N).

Es stimmt also das Ergebniss des vorliegenden Versuchs darin, dass ein grösserer Zerfall von Eiweiss durch die angewandten Mengen Borax nicht hervorgerufen wird, überein mit den Versuchen von Chittenden (Borsäure und Borax) und Liebreich (Borax) am Hund, von Tunnicliffe an Kindern und von E. Rost an 6 Erwachsenen, welche Borsäure aufnahmen, überein.

Die Befunde Gruber's, dass ein Hund auf 10 und auf 20 g Borax (in je eintägigem Versuch) eine Mehrausfuhr von Stickstoff zeigte, berührt die vorliegende Frage nicht, insofern es sich hier um sehr grosse Dosen handelt, die nach Versuchen E. Rost's¹⁾ als Folge der Salzwirkung bei gleichzeitiger Entwässerung des Körpers zu deuten sind.

Es hat sich aber hier, ganz ähnlich wie in einigen der Versuche Rost's, eine geringe Sparung des Stickstoffs geltend gemacht, die ebenfalls — wie in den erwähnten Versuchen Rost's — einhergeht mit einem Abfallen des Körpergewichtes.

Die Verminderung der letzteren beträgt innerhalb 7 Tagen der Boraxperiode 1200 g; sie ist nach den Beobachtungen, welche Rost²⁾ und Rubner³⁾ bei Versuchen mit Borsäure machten, als gesteigerte Fett- und Wasserabgabe aufzufassen.

¹⁾ E. Rost, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 18 (1901) S. 78 und Bd. 19 (1902) Heft 1.

²⁾ E. Rost, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 19 (1902) Heft 1.

³⁾ Rubner, Hygien. Rundschau 1902 Nr. 4 und Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 19 (1902) Heft 1.

Die Harnmengen betrugen

im Mittel in der Vorperiode	1090 ccm
„ „ Hauptperiode	1140 „
„ „ Zwischenperiode	1050 „
„ „ zweiten Boraxperiode	1080 „

Betrachten wir den Kothstickstoff für sich allein, so finden wir

in der Vorperiode eine ausgeschiedene Menge von . .	2,13 g
„ „ Hauptperiode	2,00 „
„ „ Zwischenperiode	1,91 „
„ „ zweiten Boraxperiode	1,93 „

Diese Schwankungen sind klein und zu unbedeutend, als dass sie bei den Unregelmässigkeiten der Gesamtstickstoffausfuhr eine Rolle hätten spielen können.

Jedenfalls sind sie nicht an der geringeren Gesamtstickstoffausfuhr in der zweiten Periode betheiligt.

Anders liegt die Sache beim Harnstickstoff. Hier werden im Mittel ausgeschieden:

in der Vorperiode	11,18 g
„ „ Hauptperiode	10,56 „
„ „ Zwischenperiode	10,76 g
„ „ zweiten Boraxperiode	10,77 „

Es müssen also die geringen Mengen des im Harn ausgeschiedenen Stickstoffs für den Ansatz in der zweiten Periode verantwortlich gemacht werden.

Bei der Phosphorsäureausscheidung im Harn finden wir im Allgemeinen ganz ähnliche Verhältnisse wie bei der Stickstoffausscheidung. Zwar lassen sich im Ansteigen und Absteigen der Kurven zwischen der täglichen Phosphorsäure- und Stickstoffausscheidung keine Parallelen ziehen, — was nach verschiedenen Autoren meist die Regel sein soll; — dennoch beobachten wir ein gewisses gleiches Verhalten und zwar in den ersten Tagen der zweiten Periode, indem auch ein relativ erhebliches Abfallen der Phosphorsäuremengen eintritt. Im Verlauf des zweiten Theiles dieser Periode, sowie in der dritten steigt die Kurve ganz allmählich an, d. h. die Phosphorsäureausscheidung scheint zur Norm zurückgehen zu wollen, bis auch hier wieder in der letzten Periode bei grossen Boraxgaben ein neuerliches schwaches Abfallen der Phosphorsäuremenge sich bemerkbar macht.

In Betreff der Ausnutzung der Nahrung bei Boraxgenuss musste ich aus vorliegendem Versuch — im Gegensatz zum Forster'schen Befund bei Borsäure — schliessen, dass dieselbe nicht durch Gaben von 3—5 g täglich beeinflusst würde.

Es spricht für diese Auffassung auch die Fettsäureausscheidung im Koth, die in den einzelnen Perioden kaum schwankt und von den Werthen der Normalperiode nicht abweicht.

Bemerkenswerth ist, dass Borax verhältnissmässig lange Zeit im Organismus verweilt. Die angestellten Untersuchungen ergaben, dass die qualitative Borsäurereaction im Harn von der letzten Borax-Einnahme an gerechnet 18 Tage lang positiv ausfiel.

Da nach klinischen Erfahrungen bei Nierenkranken das Verweilen von Borax bis zu sechs Wochen und länger im Organismus festgestellt worden ist, so kann dabei an die Möglichkeit einer Anhäufung von Borax im Körper gedacht werden. Ueber den quantitativ verfolgten Ablauf der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper hat Sonntag¹⁾ an drei Erwachsenen interessante Versuche angestellt, auf die hier verwiesen werden muss.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so ergibt sich:

1. Dass im vorliegenden Selbstversuch der Borax einen vermehrten Stickstoffumsatz nicht veranlasste, desgleichen die Ausnützung des Eiweisses und Fettes in der Nahrung nicht herabsetzte.
2. Die Diurese unter Boraxgenuss in geringem Maasse zunahm.
3. Das Körpergewicht aber während der Boraxperiode erheblich sank.
4. Die vollständige Ausscheidung des Borax aus dem Körper mindestens 18 Tage erforderte.

¹⁾ Sonntag, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. 19 (1902) Heft 1.

Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung.

Von

Professor Dr. A. Heffter in Bern,
früher Regierungsrath im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Die Verwendung der Borsäure und des Borax zur Konservirung von Nahrungsmitteln hat in den letzten Jahren einen sehr weiten Umfang angenommen. Da diese Substanzen, wie von verschiedenen Autoren übereinstimmend angegeben wird¹⁾, Konservierungsmittel von sehr geringer Wirkung sind, so ist es nicht zu verwundern, wenn man bei der Untersuchung konservirter Nahrungsmittel nicht selten sehr erhebliche Mengen von Borsäure findet²⁾. Ein Gehalt von 0,5 und 1 % Borsäure ist häufig bei Würsten, Pökelfleisch und Krabben nachgewiesen worden, ja auch noch höhere Zahlen hat man gefunden. Es ergiebt sich hieraus, dass Jemand, der täglich nur ein einziges mit Borsäure versetztes Nahrungsmittel verzehrt, schon nicht unbedeutende Mengen dieser Substanz aufnehmen wird. Da aber sehr verschiedene Nahrungsmittel einen Borsäurezusatz erfahren, so können die thatsächlich vorkommenden Werthe für die tägliche Borsäure-Aufnahme unter Umständen recht hoch sein, und 1—2 g erreichen, ja vielleicht übersteigen.

Bei einem Konservierungsmittel, das in einzelnen Fällen in so grossen Mengen dem Organismus zugeführt werden kann, ist die Frage nach der Gesundheitsschädlichkeit besonders schwerwiegend und sie ist nicht bloss für Erwachsene und gesunde Personen zu erwägen, sondern auch für den weniger widerstandsfähigen Körper von Kindern und Kranken. So wichtig nun für die Beurtheilung der Wirkungen eines derartigen Stoffes der Thierversuch ist, indem er uns das Wesen seiner Wirkung, die Richtung, in welcher sich diese erstreckt, kennen lehrt, als das allein Wesentliche für die Frage seiner Gesundheitsschädlichkeit sind doch die Beobachtungen am Menschen anzusehen.

Ueber die Frage, ob und inwieweit die Borsäure einen nachtheiligen Einfluss auf den Menschen in den beim Genuss damit konservirter Nahrungsmittel in Betracht kommenden Mengen ausübt, sind die in der Litteratur niedergelegten Ansichten sehr getheilt.

Binswanger³⁾ nahm nach seinen Selbstversuchen an, dass Borsäure in

¹⁾ Die Litteratur siehe bei Rost, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte. XIX, Heft 1. 1902.

²⁾ Vgl. Polenske, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte. XVII. 1900. Kister, Ztschr. f. Hygiene XXXVII, 225. 1901.

³⁾ Pharmakologische Würdigung der Borsäure, des Borax und anderer borsäuren Verbindungen in ihrer Einwirkung auf den gesunden und kranken thierischen Organismus. Preisschrift. München 1846.

Mengen von 0,3—1,0 g als unschädlich anzusehen seien. Steigerte er die eingeführte Menge auf 4 g, so trat Uebelkeit, bei höheren Gaben mehr oder weniger starkes Erbrechen und dünne Stuhlentleerungen ein. Ueber die nach länger fortgesetztem Genuss von Borsäure und Borax eintretenden Hauterscheinungen wird später zu sprechen sein.

Polli¹⁾ beobachtete acht Personen, die 45 Tage lang je 2 g Borsäure und 23 Tage lang je 4 g Borsäure in Milch täglich zu sich nahmen, ohne die geringsten abnormen Erscheinungen zu zeigen.

Vigier's²⁾ Selbstversuche zeigen, dass 2—3,5 g Borax innerlich genommen ohne Schaden ertragen werden und Rosenthal³⁾ fand, dass 4—6 g Borsäure bei Gesunden etwas Uebelkeit und Vermehrung der Harnmenge, 12—15 g unangenehmes Gefühl im Magen bewirken.

Artimini⁴⁾ behauptet ebenfalls die Unschädlichkeit der Borsäure für den Menschen, die er in Dosen von 3—4 g täglich in Speisen und Getränken monatelang ohne die geringste Belästigung genommen hat.

Aus Wildner's⁵⁾ Versuchen geht hervor, dass Einzelgaben von 0,5—1,0 g Borsäure, ebenso 2,5 g innerhalb einer Stunde genommen ohne bemerkbare Gesundheitsstörung vertragen werden können.

Diesen Angaben, die die Unschädlichkeit kleiner Mengen Borverbindungen darzuthun scheinen, stehen andere Beobachtungen gegenüber.

So erwähnt bereits 1878 Le Bon⁶⁾, dass schon kleine Mengen Borax, dem Fleisch zugesetzt, zu unangenehmen Darmerscheinungen und selbst Diarrhöen führen.

Mattern⁷⁾ beobachtete im Selbstversuch bereits nach Genuss von 2 g in 4prozentiger Lösung heftige Magenschmerzen und leichte Diarrhöen und Kister⁸⁾ sah an mehreren Versuchspersonen bei täglichen Dosen von 1 g mit Butter auf Brot gestrichen Unwohlsein, Erbrechen, beschleunigten Stuhlgang, bei Dosen von 3 g ausserdem Albuminurie. Auch Rost⁹⁾ bemerkte an sich bei einer einmaligen Dosis von 3 g leichte Uebelkeit, Aufstossen und ziehendes Gefühl in der Nierengegend.

Von nicht geringer Bedeutung für die Beurtheilung der Borwirkung auf den menschlichen Organismus sind weiterhin die mannigfaltigen Beobachtungen, die am

¹⁾ Ber. d. d. chem. Ges. 1877 p. 1382.

²⁾ Note préliminaire sur l'action physiologique du borate de soude. C. r. de la soc. biol. 1883. p. 44.

³⁾ Neuere Untersuchungen über Arzneimittel. Virchow-Hirsch Jahresb. 1884 I.

⁴⁾ L'Orosi VIII p. 45.

⁵⁾ Zur therap. Verwerthbarkeit der Borsäure. Dissert. Würzburg 1885.

⁶⁾ Sur le danger de l'emploi du borax pour la conservation de la viande et sur les raisons pour lesquelles certaines substances font perdre à la viande ses propriétés nutritives. C. r. 87, 936. 1878.

⁷⁾ Ber. über d. 7. Vers. d. fr. Ver. bayr. Vertreter d. ang. Chemie 1888 p. 36.

⁸⁾ Ueber Gesundheitsschädlichkeit der Borsäure als Konservierungsmittel für Nahrungsmittel. Ztschr. f. Hygiene 37, p. 225. 1901.

⁹⁾ Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den thierischen und menschlichen Körper mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konserviren von Nahrungsmitteln. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 19, 1902, Heft 1.

Krankenbett bei der therapeutischen Verwendung gemacht worden sind. Die äusserliche wie innerliche Anwendung, besonders die Ausspülung von Körperhöhlen, die in manchen Fällen gut vertragen wird, hat bei Kranken verschiedentlich sogenannte Nebenwirkungen auf den Magendarmkanal, die Haut und das Allgemeinbefinden hervorgerufen, die gewisse Analogien mit den Beobachtungen an Gesunden darbieten.

So berichtet Molodenkow¹⁾ von zwei Fällen, in denen Ausspülungen der Brusthöhle bzw. einer Abscesshöhle mit 4—5prozentiger Borsäure vorgenommen wurden. Bei beiden Patienten trat zunächst starkes Erbrechen ein, dann Schwächegefühl, kleiner Puls und ein vom Gesicht ausgehender Hautausschlag. Der Tod erfolgte nach 2 und 3 Tagen. In dem einen Falle wurde über Sehstörungen geklagt.

Bruzeli²⁾ behandelte einen jungen Mann 11 Tage lang mit Einläufen von 4prozentiger Borsäurelösung. Nach dieser Zeit traten allgemeine Uebelkeit, Kopfweg, Schmerzen in der Nase und im Schlunde, Schwindel, Mattigkeit, schwacher Puls und verschiedenartige Ausschläge mit Blutungen auf der Haut auf. Der Patient genas. In einem Falle von Warfvinge³⁾ wurden bei einer Frau nach Einläufen von 300 g einer 2½prozentigen Borsäurelösung ebenfalls Vergiftungserscheinungen beobachtet.

Drei weitere Vergiftungsfälle beobachtete Hogner⁴⁾, von denen der eine durch Spülung der Blase, die anderen durch Magenspülungen zu Stande kamen. Im ersten Falle wurde 1 Liter einer 4prozentigen Borsäurelösung angewendet, wovon 150 g, also 6 g Borsäure, in der Blase zurückgelassen wurden. In der folgenden Nacht stellten sich Harndrang und Diarrhöen ein, am folgenden Morgen enthielt der Harn Schleim mit Blut vermischt, sowie Schleimhautfetzen. Aehnliche Symptome wurden auch durch schwächere (2 und 3 prozentige) Borsäurelösungen hervorgerufen. Im zweiten Falle verlor ein 63jähriger Mann, dessen Magen mit Borsäurelösung ausgespült wurde, den Appetit, wurde matt und bekam im Gesicht und am Rumpf einen Hautausschlag. Fieber und Erbrechen gesellten sich dazu und unter zunehmender Schlafsucht trat am dritten Tage der Tod ein. Der dritte Fall betraf einen 63jährigen Mann, dem wegen Magenerweiterung eine Ausspülung 300 g einer 2—2½prozentigen Borsäurelösung gemacht wurde. Danach entstanden Mattigkeit, Uebelkeit und Blutungen in der Haut. Am 7. Tage erfolgte unter grosser Schwäche der Tod.

Von Vergiftungserscheinungen, die nach Applikation von grossen Borsäuremengen (50—60 g) auf die Scheidenschleimhaut entstanden, berichtet Welch⁵⁾. Es trat in 5 Fällen ein schwerer Kräfteverfall ein. Daneben bestanden starke Schmerzen in der Scheide. Einmal wurden nekrotische Schleimhautfetzen aus der Vagina ausgestossen.

Vier weitere Vergiftungsfälle, von denen einer nach Verwendung pulverförmiger Borsäure zum Verband, die anderen durch borsäurehaltige 3—4prozentige Spülflüssigkeiten veranlasst wurden, theilt Lemoine⁶⁾ mit. Ausser Erbrechen, Hautausschlägen und Kopfweg sind unter den Symptomen besonders Delirien, Hallucina-

¹⁾ Zwei Fälle von Vergiftung durch Borsäure. Petersburg med. Wochenschr. 1881. Nr. 42.

²⁾ Ueber Borsäurevergiftung. Virchow-Hirsch Jahresber. 1883 I p. 400.

³⁾ Fall von Borsäurevergiftung. Ebenda p. 401.

⁴⁾ Vergiftungsfälle durch Borsäure. Ebenda 1884 I p. 389.

⁵⁾ Toxicological effects of boracic acid. Virchow-Hirsch Jahresb. 1888 I. S. 354.

⁶⁾ De la toxicité de l'acide borique. Gazette méd. 1890 p. 205.

tionen des Gesichts und Gefühls, verminderte Sehschärfe und nächtliches Aufschreien hervorzuheben.

Eine tödtliche Vergiftung durch Borsäure wird ferner von Schwyzer¹⁾ mitgeteilt. Ein 60jähriger Mann nahm, ob absichtlich oder irrthümlich ist unklar, 15 g Borsäure. Nach einigen Stunden stellten sich bei dem schwer herzleidenden Patienten Diarrhöen, Versiegen der Harnabsonderung, Herzschwäche und allgemeiner Kräfteverfall ein und der Tod erfolgte nach 36 Stunden.

Branthomme²⁾ beobachtete nach äusserlicher Anwendung gepulverter Borsäure zwei Vergiftungsfälle. Bei einer 55jährigen Frau wurden auf einen eröffneten Karbunkel Ueberschläge von Borsäure (täglich 2 g) und Leinöl gemacht. Am 4. Tage traten Unruhe, Schlaflosigkeit, Durstgefühl und Fieber auf, sowie ein Hautausschlag. Der zweite Fall betraf einen an Bronchitis und Gehirnerweichung leidenden 65jährigen Mann, dem ein Karbunkel im Nacken eröffnet wurde. Die Wunde wurde mit gepulverter Borsäure bedeckt. Am 4. Tage zeigte sich ein Hautausschlag, dann Appetitlosigkeit, Erbrechen von Galle und Diarrhöen. Unter Kräfteverfall trat der Tod ein.

Ein durch Spülung der Pleurahöhle mit Borsäure bei einem Kinde hervorgerufener Todesfall mit vorherigem Erbrechen und Hautausschlag wird kurz erwähnt von zum Busch³⁾.

Bei der Betrachtung dieser Fälle ergeben sich als wesentliche Symptome der Borsäurevergiftung etwa folgende:

- a) von seiten des Magendarmkanals: Uebelkeit (Hogner, Bruzelius), Erbrechen (Molodenkow, Lemoine, Hogner, Branthomme, zum Busch), Diarrhöen (Hogner, Schwyzer, Branthomme);
- b) der Harnorgane: Harndrang (Hogner), Versiegen der Harnabsonderung (Schwyzer), Nierenentzündung (siehe unten Féré);
- c) Sehstörungen: (Molodenkow, Lemoine und in dem noch zu erwähnenden Fall von Rasch);
- d) Hautaffektionen in allen Fällen ausgenommen bei Schwyzer und in einem Falle von Hogner.

Als allgemeine Erscheinungen sind zu erwähnen neben Schwindel und Kopfweh starkes Schwächegefühl und Collaps. Der Tod erfolgte in 5 Fällen.

Von besonderem Interesse sind die bei fast allen Vergiftungserscheinungen erfolgten Hautausschläge, für deren Auftreten bei Zufuhr von Borsäure oder Borax noch eine weitere Reihe von Beispielen in der Litteratur vorliegt. Bereits Binswanger⁴⁾ hat beobachtet, dass nach Aufnahme grösserer Boraxmengen ein Ausschlag entstand, der am rechten Oberschenkel beginnend sich allmählig über beide Beine verbreitete. Er bestand aus nässenden Pusteln, die sich mit dicken Krusten bedeckten und deren Umgebung schmerzhaft entzündet war. Erst nach acht Monaten waren alle Geschwüre unter Hinterlassung dunkelroter Flecken abgeheilt.

¹⁾ Ueber Borsäurevergiftung. New Yorker med. Monatsschr. VIII, 263. 1895.

²⁾ Zwischenfälle nach Borsäure. Therap. Monatsh. 1897. p. 175.

³⁾ Münch. med. Wochenschr. 1902 Nr. 5 p. 204.

⁴⁾ a. a. O.

Rasch¹⁾ sah einen Ausschlag, der mit starker Trockenheit der Haut einherging, auftreten, als er einen 55jährigen Mann wegen Cystitis längere Zeit innerlich mit Borsäure behandelte (80 g im Ganzen).

Soph. Grumpelt²⁾ beobachtete Hauterkrankungen und abnorme Trockenheit der Haut (neben Uebelkeit und Kopfweh), nach Borsäureklystieren (1 Theelöffel Borsäure auf ca. $\frac{1}{2}$ l Wasser täglich zwei Mal); nach dem vierten Klysma traten diese Erscheinungen auf und verschwanden beim Aussetzen.

Bläschen- und fleckenförmige Ausschläge zeigten die Patienten Rinehart's³⁾ infolge von Blasenspülung mit Borsäurelösung und gleichzeitiger innerlicher Darreichung von vierstündlichen Dosen von 0,3 g Borsäure. Die Hauterkrankung verschwand beim Aussetzen der Behandlung und zeigte sich bei der Zufuhr von Borsäure wieder. Auch in dem von Handford⁴⁾ mitgetheilten Falle war das Auftreten der Hautaffektion sicher von der zur Magenspülung verwendeten Borsäurelösung verursacht. Die Röthung und Schwellung der Haut trat auf nach Benutzung von Borsäurelösung 1:60, verschwand nach dem Weglassen der Borsäure und kehrte wieder, als eine $\frac{1}{2}$ -prozentige Lösung zur Anwendung kam.

Besonders häufig hat man das Auftreten von Hauterkrankungen beobachtet bei der Epilepsiebehandlung mit fortgesetzten Boraxdosen, die in Frankreich und England häufig geübt wird. Bereits 1881 machte Gowers⁵⁾ auf Hautausschläge aufmerksam, die er bei Epileptikern nach längerem (achtmonatlichem resp. zweijährigem) Gebrauch von 2,7—3,0 g Borax pro Tag auftreten sah.

Diese Ausschläge boten das Bild der Psoriasis, nur war die Abschuppung nicht so stark. Vorzugsweise wurden die Arme, in geringerem Grade die Beine und der Rumpf befallen.

Auf Grund einer zehnjährigen Erfahrung über die Boraxbehandlung der Epilepsie hat Féré⁶⁾ die Beobachtungen Gowers bestätigt und erweitert. Nach seinen Angaben sind eine Anzahl Menschen gegen Borax, auch in kleinen Gaben von 3 g, sehr empfindlich. Bei einigen Patienten besteht absolute Intoleranz: sie reagiren mit Verdauungsstörungen, Erbrechen und Diarrhöen. Häufiger sind jene Kranken, die den Borax zunächst anscheinend gut vertragen, aber nach einiger Zeit krankhafte Erscheinungen auf der Haut zeigen, die entweder nur in abnormer Trockenheit derselben und Ausfallen der Haare oder Ausschlägen verschiedenster Form bestehen. Eine dieser Hautaffektionen, die am häufigsten auftritt, bezeichnet Féré als Eczema seborrhoicum. Es entstehen kreisförmige, rothgeränderte Flecken, die abschuppen, sich verbreitern und zusammenfließen. Dabei besteht Haarausfall, nicht nur am Kopfe, sondern auch in der Schamgegend und den Achselhöhlen. In manchen Fällen beobachtete Féré auch Nierenentzündungen.

¹⁾ Ein Fall von Borsäure-Exanthem. Virchow-Hirsch Jahresb. 1897 I p. 351.

²⁾ Symptoms of poisoning by boracic acid. Brit. med. Journ. 1899, 7. Jan. p. 17.

³⁾ Zwei Fälle von Vergiftung mit Borsäure. Münch. med. Wochenschr. 1902. No. 5. p. 204.

⁴⁾ Erythematous rash due to boric acid. Brit. med. Journ. Nov. 24. 1900.

⁵⁾ On Psoriasis from Borax. The Lancet 1881 II p. 546.

⁶⁾ Note sur l'action du borax administré par la voie gastrique sur les sécrétions cutanées. C. r. de la soc. biol. 1893 p. 987. und Semaine méd. 1894 p. 497.

Dass die Zufuhr kleiner Gaben Borax von 2 g längere Zeit fortgesetzt Störungen des Wohlbefindens hervorrufen kann, lehrt eine weitere Mittheilung Lemoine's¹⁾, der nach mehrmonatlichem Gebrauch dieser Tagesmenge bei zwei Patienten vermehrte Speichelabsonderung, Anschwellung und Röthung des Zahnfleisches und Auftreten eines dem Bleisaum ähnlichen grauen Saumes an letzterem beobachtete. Die Erscheinungen verschwanden nach Aussetzen des Arzneimittels. Diese Beobachtungen erinnern an die Untersuchungen Roesse's²⁾, der bei Spülungen der Mundhöhle mit 2 proz. Borsäure- und 4 proz. Boraxlösung eine Schädigung der Mundschleimhaut mit Steigerung der Epithelabsonderung und vermehrter Schleimabgabe feststellte.

Sicherlich sind in einigen der oben beschriebenen Fälle (so z. B. bei Bruzelius, Welch, Hogner) übermässig grosse Dosen zur Anwendung gekommen. In einigen anderen Fällen lässt sich die Menge der resorbirten Borsäure gar nicht beurtheilen. Das aber geht ohne Zweifel aus dem oben Angeführten hervor, dass die Borpräparate bei einem durch Krankheit geschwächten Körper sehr bedrohliche Erscheinungen, ja den Tod herbeiführen können. Uebrigens sind in einigen Fällen, so in denen von Grumpelt, Branthomme, Gowers und Lemoine die angewendeten Mengen durchaus nicht höher, als wie sie eventuell bei Genuss borhaltiger Nahrungsmittel aufgenommen werden können, und doch sah man die geschilderten Nebenwirkungen auftreten. Wahrscheinlich handelt es sich, wie schon Féré aus seinem reichhaltigen Beobachtungsmaterial geschlossen hat, um eine nicht allzuseitene Empfindlichkeit gewisser Personen gegen die Borsäurewirkung, die sich, wie das auch bei anderen Arzneimitteln der Fall ist, vorwiegend in Hauterkrankungen äussert³⁾. Es wäre auch nicht unmöglich, dass die sich widersprechenden Ergebnisse der Versuche an Gesunden auf einer grösseren oder geringeren Empfindlichkeit der Schleimhaut des Verdauungskanales gegenüber den örtlichen Wirkungen der Borsäure beruhten.

Bereits im Jahre 1884 haben Versuche, die Schlenker unter Forster's⁴⁾ Leitung angestellt hat, gezeigt, dass trotz des Fehlens merkbarer subjektiver Beschwerden kleine Mengen von Borsäure einen deutlichen Einfluss auf den menschlichen Organismus ausüben. In zwei Versuchsreihen, von denen die erste bei gemischter Kost sich über neun Tage erstreckte, die andere bei ausschliesslichem Genuss von Milch und Eiern im Ganzen acht Tage dauerte, wurde festgestellt, dass Gaben von 0,5 bis zu 3 g pro Tag den Speisen zugesetzt, eine Vermehrung der Kothausscheidung bewirkt und dass die Faeces bei den Borsäureversuchen einen höheren Stickstoffgehalt aufwiesen, als in der Norm.

¹⁾ Virchow-Hirsch Jahresb. 1892 I p. 365.

²⁾ Untersuchungen über Mundhygiene. Ztschr. f. Hygiene 36, p. 161. 1901.

³⁾ Ob es sich hierbei, wie Liebreich meint, um ausschliesslich idiosynkrasische d. h. in der Natur des reagirenden Organismus begründete oder um spezifische d. h. in der Natur des chemischen Agens liegende Wirkungen (vgl. hierzu die eingehenden Darlegungen Jaddassohn's, Die Toxikodermien, Deutsche Klinik X, 2) handelt, kann für die praktische Beurtheilung der Borsäure als Konservierungsmittel gleichgiltig sein. In dieser Hinsicht ist schon die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass bei manchen Personen Borsäure in kleinen Dosen Hauterkrankungen erzeugen kann.

⁴⁾ Ueber die Verwendbarkeit der Borsäure zur Konservirung von Nahrungsmitteln. Arch. f. Hygiene 2, p. 75. 1884.

Es folgen die Zahlen der Forster'schen Versuche.

Kost		Trockensubstanz des Kothes		Stickstoff	
		absolut	in Proz. der aufgenommenen Trockensubstanz	absolut	in Proz. des verzehrten Stickstoffes
I. Reihe Gemischte Kost	1. Periode	59,0	4,1	3,47	6,7
	2. „ (Borsäure)	70,4	4,9	4,14	8,0
	3. „	67,7	4,7	3,90	7,5
II. Reihe Milch-Eierkost	1. Vers. 3,0 Borsäure	26,9	6,2	1,07	4,2
	2. „	22,1	5,2	0,78	3,1
	3. „ 1,0 „	25,3	5,8	1,04	4,0
	4. „	19,7	4,6	0,77	3,0

Die aus dieser Tabelle ersichtliche Vermehrung der Kothmenge und der stickstoffhaltigen Bestandtheile ist bereits bei kleinen Mengen (0,5 g täglich im 3. Versuch der II. Reihe) Borsäure wahrnehmbar. Diese Wirkung der Borsäurezufuhr konnte herühren von einer verschlechterten Ausnützung der Nahrungsbestandtheile oder von vermehrter Sekretion von Verdauungssäften oder von vermehrter Epithelabstossung und Schleimproduktion. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, wurde der Trockenkoth mit Aether, mit Alkohol und mit saurem Aetheralkohol extrahirt. Aus der Menge der so erhaltenen Extrakte sowie ihres Stickstoffgehaltes konnte geschlossen werden, dass die Resorption der Fette und die Menge der Sekretionen bei gemischter Kost unverändert geblieben war. (Bei den Milch-Eier-Versuchen liegen, wie wir später sehen werden, die Verhältnisse etwas anders.) Die Vermehrung der Kothmenge beruhte demnach auf einer unter dem Einfluss der Borsäure verschlechterten Ausnützung der Nahrungsstoffe, wobei nicht auszuschliessen war, dass vielleicht auch eine vermehrte Abstossung von Darmepithelien oder erhöhte Sekretion von Darmschleim mitwirkte. Für die letztere Annahme sprach der Umstand, dass die ungünstige Wirkung nicht sofort mit Unterbrechung der Borsäurezufuhr aufhörte.

Diese Befunde Forster's haben Chittenden und Gies¹⁾ durch Versuche an Hunden bestätigen können. Die Nahrung der Thiere in den einzelnen Versuchsreihen bestand aus gleichbleibenden Mengen von Fleisch, Speck und Zwieback. In dem ersten Versuch, der von einer gleichlangen Vor- und Nachperiode eingeschlossen war, wurden 9 Tage lang je 5 g Borsäure verabreicht. In der zweiten Reihe, die aus 3 zehntägigen Perioden bestand, erhielt das Versuchsthier 1,1 und 2 g Borsäure. Die dritte Reihe umfasst 3 achttägige, von ebenso langen Zwischenperioden unterbrochene Versuche, in denen Borax (2—5 g), Borsäure (1—3 g) und wiederum Borax (5—10 g täglich) gegeben wurden. Die folgende Tabelle enthält die für die Beurtheilung der Kothausscheidung in Betracht kommenden Zahlen und zwar die Summen der ganzen Periode.

¹⁾ The influence of borax and boric acid upon nutrition, with special reference to proteid metabolism. Amer. Journ. of Physiol. I, 1. 1898.

Versuch	Koth Trocken- substanz	Stickstoff im Koth		Aetherlösliche Substanz	
		absolut	in Proz. des eingeführten Stickstoffs	absolut	in Proz. der Koth- menge
I { Vor- Borax- Nach- } Periode	38,15	2,122	2,4	13,362	35,02
	60,59	3,919	4,3	18,294	30,02
	58,70	3,624	4,0	18,338	31,24
II { Vor- Borsäure- Nach- } Periode	46,66	3,203	5,2	9,149	19,61
	53,30	3,938	6,3	10,467	19,67
	55,60	3,944	6,3	11,699	21,04
III { Vor- Borax- Nach- Borsäure- Nach- Borax- Nach- } Periode	24,69	1,417	2,7	7,163	29,01
	43,75	2,176	4,2	15,817	36,15
	39,66	1,845	3,6	12,005	30,27
	34,17	1,822	3,6	9,348	27,36
	28,75	1,465	2,8	7,768	27,02
	56,05	2,737	5,3	22,115	39,46
	42,86	2,089	4,0	14,982	34,96

Es ist ersichtlich, dass die Zufuhr von Borax, weniger ausgesprochen die von Borsäure, eine vermehrte Abscheidung von Koth zur Folge hat. Das prozentuale Verhältniss zur Trockensubstanz der eingeführten Nahrung ist nicht zu berechnen, da die letztere nicht bestimmt worden ist. Hand in Hand mit der Steigerung der Kothausscheidung geht eine Mehrausfuhr von Stickstoff in den Faeces. So wurden in den 10 Tagen des ersten Boraxversuches 1,8 g Stickstoff und in der Nachperiode 1,5 g Stickstoff mehr ausgeschieden, als in der Vorperiode. Ähnlichen Steigerungen begegnet man in den beiden anderen Versuchsreihen. Ferner ist auch die von Forster betonte Nachwirkung der Borzufuhr deutlich erkennbar. In keinem Versuche, ausgenommen den Borsäureversuch der dritten Reihe, geht in den Nachperioden die Koth- und Stickstoffzahl auf den Werth der Vorperiode zurück. Auf die von Chittenden und Gies bei den Boraxversuchen beobachtete Vermehrung der ätherlöslichen Bestandtheile des Kothes wird später zurückzukommen sein.

Neuerdings hat Liebreich¹⁾ einen ähnlichen Versuch mitgetheilt, bei dem ein Hund 10 Tage lang täglich 2 g Borax erhält. Die Art der Nahrung wird nicht angegeben, die tägliche Stickstoffaufnahme betrug 8,749 g. Die die Kothausscheidung betreffenden Zahlen für jede der 10tägigen Perioden sind folgende:

	Koth			Stickstoff	
	frisch g	trocken g	Wassergehalt g	absolut	in Proz. des eingeführten Stickstoffs
Vor- Borax- Nach- } Periode	1944	549	1395	23,006	26,3
	1634	504	1130	31,335	35,8
	1888	528	1360	25,727	29,4

¹⁾ Gutachten über die Wirkungen der Borsäure und des Borax. Vierteljahresschr. f. ger. Med. 1900, 83.

Auch hier ist die gesteigerte Ausscheidung stickstoffhaltiger Kothbestandtheile nicht zu verkennen. Wie die Tabelle zeigt, wurde in der Boraxperiode die beträchtliche Menge von 8,3 g Stickstoff mehr im Koth abgeschieden als in der Vorperiode, also fast 10% des Nahrungsstickstoffs entsprechend. In der Nachperiode betrug der Unterschied gegen die Vorperiode immer noch $+ 2,7 \text{ g Stickstoff} = 3,1\%$. Die Kothmenge selbst ist dagegen eher vermindert, sowohl in Bezug auf Wassergehalt, wie auf Trockensubstanz. Dagegen sind die Wirkungen des Borax auf die Stickstoffausscheidung viel auffallender, als in den Versuchen von Chittenden, obwohl kleinere Gaben zugeführt wurden.

Da im Jahre 1898 ausser den Thierversuchen Chittenden's nur die an einer Person erhobenen Ergebnisse Forster's vorlagen, aus denen allgemeine Schlüsse auf die Borwirkung am Menschen zunächst nicht gezogen werden durften, so habe ich damals die Forster'schen Versuche mit direkter Anlehnung an seine Versuchsanordnung wiederholt. Obwohl neuerdings bestätigende Versuche am Menschen von Rubner und Rost¹⁾ veröffentlicht worden sind, so scheint doch die Mittheilung meiner älteren Versuche in Anbetracht der Wichtigkeit der Frage nicht überflüssig zu sein, um so mehr als Konrad Mann, wie K. B. Lehmann²⁾ angiebt, die von Forster beobachtete Borsäurewirkung nicht hat feststellen können.

Als Versuchsperson diente der Verfasser selbst. Körpergewicht im Mittel 82 kg. Die Verdauungsthätigkeit läuft regelmässig ab. An schwereren Verdauungsstörungen oder Erkrankungen des Magendarmkanals habe ich nie gelitten. Auf eine Prüfung der Borsäurewirkung bei gemischter Kost und dadurch bedingter längerer Versuchsdauer musste aus äusseren Gründen verzichtet werden und so konnten nur die Ernährungsversuche mit Milch und Eiern, die sich in 48 Stunden beenden liessen, vorgenommen werden. Die Anordnung war folgende: Nachdem eine 18—20 stündige Pause in der Nahrungsaufnahme vorhergegangen war, genoss die Versuchsperson 48 Stunden lang nur Milch (2—3 Liter) und Eier (10 Stück). Nach dieser Periode fand wieder eine Hungerperiode von 18—20 Stunden statt, bevor gemischte Nahrung aufgenommen werden durfte. Die Kothentleerung erfolgte täglich regelmässig zur gleichen Zeit und der hellgelbe Milcheierkoth konnte genau von dem von gemischter Kost herrührenden Koth abgetrennt werden. Die an den beiden Versuchstagen ausgeschiedenen Kothmengen wurden gemeinsam verarbeitet und die Gesammttrockensubstanz und der Stickstoffgehalt bestimmt. Solcher zweitägiger Versuche sind vier gemacht worden, zwei ohne und zwei mit Borsäurezusatz. Zwischen den einzelnen Versuchen wurden längere Pausen gelassen, um etwaige Nachwirkungen der Borpräparate auszuschliessen.

In der zur Verwendung gelangenden Milch wurde täglich während der Versuche Stickstoff und Trockensubstanz bestimmt. Die Trockensubstanz und der Stickstoffgehalt der genau gewogenen Eier ist nach den von König gegebenen Durchschnittszahlen berechnet worden.

¹⁾ Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen. Hyg. Rundschau XII, 161. 1902.

²⁾ Die Methoden der praktischen Hygiene. 2. Aufl. Wiesbaden 1901. S. 305.

Am 3. und 4. Mai wurde der Milch je 1 g Borsäure, zum Vergleich am 14. und 15. September täglich 2 g Borsäure zugesetzt, Mengen, die durchaus in den Grenzen liegen, innerhalb derer beim Genuss boracirter Nahrungsmittel die Aufnahme der Borsäure erfolgen kann.

Die Ergebnisse meiner Versuche sind in folgender Tabelle verzeichnet:

Datum und Nummer des Versuches	K o s t		F ä c e s			
			Trockensubstanz		Stickstoff	
	Trockensubstanz	N	absolut	Proz. der aufgenommenen Trockensubstanz	absolut	Proz. des aufgenommenen N
21./22. IV. Ia	Milch 269,30	11,08	14,84	3,6	0,66	3,0
	Eier 143,95	11,03				
	Summe 413,25	22,11				
3./4. V. Ib	Milch 256,91	11,07	24,99	6,3	1,11	5,09
	Eier 140,09	10,72				
	Summe 397,00	21,79				
	2,0 Borsäure					
17./18. V. IIa	Milch 235,12	10,55	18,10	4,5	0,83	3,9
	Eier 140,60	10,76				
	Summe 375,72	21,31				
14./15. IX. IIb	Milch 365,49	15,04	44,27	8,8	2,26	8,9
	Eier 135,00	10,34				
	Summe 500,94	25,38				
	4,0 Borsäure					

Wie die angeführten Zahlen zeigen, bewirkt ein Zusatz von 1 oder 2 g Borsäure zur Tagesnahrung eine Vermehrung des Trockenkothes und des darin enthaltenen Stickstoffs. Meine Ergebnisse stimmen somit mit den Beobachtungen Forster's vollständig überein.

Der Trockenkoth des ersten Doppelversuchs ist ferner durch Extraktion mit Aether, Alkohol und saurem Aetherweingeist von den darin löslichen Substanzen befreit worden. Der verbleibende unlösliche Rückstand wurde gewogen und darin der Stickstoff bestimmt. Diese Zerlegung des Kothes in ein lösliches Extrakt und einen unlöslichen Rückstand ermöglicht die Beurtheilung, welche Bestandtheile wesentlich durch dem Einfluss der Borsäure vermehrt sind. Die Ergebnisse zeigt folgende Tabelle:

Versuch	Faeces g	Unlöslicher Rückstand				Extrakt		Extrakt-Stickstoff ¹⁾	
		ab- solut	Proz. der aufgenommenen Trockensubst	Stickstoff		ab- solut	in Proz. der Trockensubst	ab- solut	Proz. des aufgenommenen N
				ab- solut	Proz. des aufgenommenen N				
Ia.	14,84	8,60	2,08	0,65	2,93	6,24	1,52	0,01	0,07
Ib. (Borsäure)	24,99	11,75	2,96	0,95	4,34	13,29	3,34	0,16	0,75

¹⁾ Aus der Differenz (Gesamt-N — unlöslicher N) berechnet.

Wie man sieht, ist die Mehrausscheidung des Kothes nicht bloss verursacht durch ein Anwachsen des in den angewandten Lösungsmitteln unlöslichen Rückstandes, der aus Eiweiss- und Schleimstoffen neben Mineralbestandtheilen zusammengesetzt ist. Dass die letzteren vermehrt sind, ergibt sich aus dem höheren Stickstoffgehalt des Rückstandes im Versuch I b. Daneben ist aber auch eine ausgesprochene Zunahme der in Aether und Alkohol löslichen Substanzen (13,29 gegen 6,24), in denen wir wesentlich Fett, Fettsäuren und Cholesterin zu sehen haben, nicht zu verkennen. In Forster's Versuchen mit gemischter Kost ist die Menge der in Aether etc. löslichen Substanzen durch die Borsäure nicht verändert worden. Dagegen ist ein Einfluss der Borsäure in den Milch-Eier-Versuchen unverkennbar. Wenn die Differenzen auch weniger bedeutend sind, als in meinen Versuchen, so sind sie doch deutlich wahrzunehmen, wie aus folgender Zusammenstellung der Zahlen Forster's ersichtlich ist:

Versuch	Faeces g	Unlöslicher Rückstand				Extrakt		Extrakt-Stickstoff	
		ab- solut	Proz. der auf- genommenen Trockensubst.	Stickstoff		ab- solut	in Proz. d aufgen. Trockens.	ab- solut	Proz. des auf- genommenen N
				ab- solut	Proz. des auf genomm. N				
I									
3 g Bors.	26,9	5,1	1,2	0,56	2,2	21,8	5,0	0,51	2,0
II	22,1	4,7	1,1	0,49	2,0	17,4	4,1	0,29	1,1
III									
1 g Bors.	25,3	5,4	1,2	0,64	2,5	19,9	4,6	0,40	1,5
IV	19,7	4,5	1,1	0,46	1,8	15,2	3,5	0,31	1,2

Die Frage, welche Substanzen es sind, die die Zunahme des Extraktes bedingen, lässt sich aus meinen Versuchen nicht beantworten, da hier die Gewichtsmengen der in Aether etc. löslichen Bestandtheile der Faeces nicht gesondert bestimmt worden sind. Dagegen lässt sich aus den Forster'schen Zahlen eine Auskunft erhalten. Es wurden gefunden:

Versuch	Aetherisches und alkoholisches Extrakt	Saures Extrakt
1 (Borsäure)	7,8	13,9
2	7,4	9,9
3 (Borsäure)	7,1	12,8
4	6,9	8,3

Während die Zahlen für ätherisches und alkoholisches Extrakt in allen Versuchen nahezu gleich sind, sind die Mengen des sauren Extraktes in jedem Borsäureversuch deutlich vermehrt. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir diese Zunahme auf eine vermehrte Ausscheidung von Kalk- und Magnesiumseifen schieben. Ob diese Zunahme der Fettsäuren im Kothe von einer vermehrten Absonderung von Darmschleim und Abstossung von Epithelien oder einer herabgesetzten Fettresorption herrührt, ist natürlich zunächst nicht zu entscheiden. Es sei hier nur daran erinnert, dass in den Versuchen von Chittenden unter dem Einfluss von allerdings grösseren Boraxmengen

eine Zunahme der ätherlöslichen Substanzen des Kothes beobachtet wurde, die bei den Borsäureversuchen nicht auftrat (vergl. oben die Tabelle).

Was die von Forster zuerst festgestellte und durch meine Versuche bestätigte Vermehrung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Kothes angeht, die schon durch kleine Dosen von Borsäure hervorgerufen wird, so erscheint es durch die von Rost mitgetheilten Stundenversuche mindestens sehr wahrscheinlich, dass es sich um eine herabgesetzte Resorption der Eiweissstoffe infolge der durch die Borsäure gesetzten Schädigung der Darmschleimhaut handelt. Wie uns die verschiedentlich angestellten Therversuche und die oben mitgetheilten Beobachtungen am Menschen lehren, sind gerade Diarrhöen eine sehr oft beobachtete Wirkung der Borsäure. Jedenfalls stimmt diese Erklärung besser mit den bisher festgestellten Wirkungen der Borsäure überein, als die Annahme Liebreich's¹⁾, dass die Vermehrung des Kothstickstoffs daher rührt, dass infolge der desinfizirenden Wirkung der Borverbindungen stickstoffhaltige Substanzen im Darne nicht in resorbirbare Fäulnisprodukte übergeführt werden. Diese Annahme stützt sich auf die von Forster beobachtete Verminderung der Aetherschwefelsäuren des Harns bei seinen Borsäureversuchen, woraus auf eine erhebliche Einschränkung der Fäulnisprozesse im Darne geschlossen wird. Hierzu ist zunächst zu bemerken, dass Chittenden und Gies bei ihren Therversuchen auch mit den grössten Dosen von Borax keine Verminderung der Aetherschwefelsäuren erzielen konnten. Ebenso wenig wurde ein Einfluss auf die Indoxylbildung wahrgenommen, so dass die Autoren zu dem Schluss kommen: „There is no evidence whatever of any influence exerted upon intestinal putrefaction either by borax or boric acid.“ Die Versuche Rovighi's²⁾, der bei Patienten nach Eingiessungen von 3prozentiger Borsäurelösung in den Mastdarm die Aetherschwefelsäureausscheidung erheblich sinken sah, können hier nicht als beweisend gelten, weil es sich nicht um innerliche Darreichung handelte und so grosse Mengen (30—45 g) Borsäure eingeführt wurden, dass Erbrechen und andere Vergiftungssymptome auftraten. Dass Borsäure bei innerlicher Einnahme in so kleinen Gaben, wie sie von Forster und mir angewendet wurden, die Darmfäulnis herabsetzt, ist deswegen sehr unwahrscheinlich, weil ihre antiseptische Kraft eine verhältnissmässig geringe ist. Sah doch Nadina Sieber³⁾, dass Ochsenpankreas mit 0,5 % Borsäure ausgesprochenen fauligen Geruch nach drei Tagen zeigte und dass auch ein Zusatz von 4 % die Entwicklung von Mikroorganismen nicht aufhielt. Wenn wir das Calomel zum Vergleich heranziehen, das in ähnlichen Fäulnisversuchen die Indol- und Phenolbildung bei einem Zusatz von weniger als 1 % aufhält (Wassilieff⁴⁾), so wissen wir aus den Mittheilungen von Morax⁵⁾, dass es beim Menschen eine merkbare Aenderung der

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Die Aetherschwefelsäuren im Harn und die Darmdesinfektion. Zeitschr. f. physiol. Chem. XVI, 20, 1891.

³⁾ Ueber die antiseptische Wirkung der Säuren. Journ. f. prakt. Chemie XIX, 433, 1879.

⁴⁾ Ueber die Wirkung des Calomel auf Gährungsprozesse. Ztschr. f. physiol. Chem. VI, 112. 1882.

⁵⁾ Bestimmung der Darmfäulnis durch die Aetherschwefelsäuren im Harn. Ztschr. f. physiol. Chem. X. 318. 1885.

Aetherschwefelsäureausscheidung nicht verursacht. Es erscheint daher mindestens zweifelhaft, ob das in den Forster'schen Versuchen beobachtete Sinken der Aetherschwefelsäuren wirklich auf eine Borsäurewirkung zurückgeführt werden darf.

Wir können nach allem Angeführten eine Substanz, die, wie aus Forster's und meinen Versuchen hervorgeht, die Ausnutzung der Nährstoffe im Darm des Menschen schon bei Anwendung geringer Dosen beeinträchtigt, nicht als ein unbedenkliches Konservierungsmittel ansehen.

Für die Ausführung der chemischen Analysen bin ich Herrn Dr. Scherpe zu Dank verpflichtet.

Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper.

Von

Dr. G. Sonntag,

technischem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Dass Borsäure zu den Stoffen gehört, welche innerlich genommen im Harn wiedergefunden werden können, ist nach Binswanger¹⁾ zuerst im Jahre 1824 von Tiedemann und Gmelin, welche die bekannte Borsäurereaktion der Weingeistflammenfärbung in der Asche des Harns eines Pferdes nach sehr grosser Borsäuregabe erhielten, nachgewiesen. Eingehende Versuche über die Ausscheidung der Borsäure führte Binswanger an sich selbst aus, indem er kleinere und grössere Mengen von Borax und Borsäure einnahm und versuchte, die Borsäure im Harn wieder zu finden. Ein kleiner Theil der löslichen Salze, welche aus dem innerhalb 24 Stunden nach Einnahme von einer Drachme (3,75 g) Borax gesammelten Harn erhalten waren, gab die grüne Alkoholflammenfärbung; und es gelang Binswanger, aus den Salzen die glänzenden, weissen, schuppigen Blättchen der Borsäure zu gewinnen. Er wies ferner nach, dass nach Einnahme von 2 g Borax mit viel Wasser der nach 15 Minuten gelassene Harn bereits die Borsäurereaktion gab. Die grüne Flammenfärbung hielt bei dem nach 30 Minuten entleerten Harn lange ($\frac{1}{2}$ Stunde) an, war aber bei dem Harn der dritten Stunde nicht mehr zu erkennen. Nach der Aufnahme derselben Menge Borsäure konnte schon von dem nach 10 Minuten gelassenen Harn Reaktion auf Borsäure erhalten werden; den stärksten Gehalt zeigte der nach 25 Minuten und schwachen Gehalt der nach zwei und drei Stunden entleerte. Im Koth Borsäure nachzuweisen gelang Binswanger nicht nach einer Gabe von 2 Drachmen (7,5 g) Borax, sowie von einer Drachme (3,75 g) Borsäure, als die Fäces von normaler Beschaffenheit waren. Als jedoch nach der hohen Gabe von 4 Drachmen (15 g) Borax, in $1\frac{1}{2}$ Stunden genommen, leichte Diarrhöe eingetreten war, zeigte die Untersuchung, dass viel Borax durch den Darm abgegangen war, während der Harn nur geringe Mengen enthielt. Auch im eigenen Blut (Aderlassblut) konnte Binswanger Borsäure nachweisen, nicht aber im Speichel. Bei der genannten grossen Gabe von 4 Drachmen Borax zeigte sich im Harn die Reaktion bis zur 30. Stunde nach der ersten Gabe. Ebenso verschwand nach einer Gabe von 3 Drachmen Borsäure, in drei Theilen genommen, die Borsäure 30 Stunden nach der ersten Gabe aus dem Harn.

¹⁾ Pharmakol. Würdigung der Borsäure, des Borax und anderer borsäuren Verbindungen. München 1846.

Spätere Untersuchungen anderer Forscher bestätigten im Allgemeinen die Schnelligkeit des Uebertritts in den Harn und das lange Verweilen der Borsäure im Körper.

So konnte Johnson¹⁾ ebenfalls nach täglichen Gaben von 0,9 bis 3,6 g Borsäure und von 1,5 g Borax in einem Falle die Borsäure bereits 10 Minuten nach der Einnahme im Harn auffinden. Ausser im Harn fand er die Borsäure auch im Schweiss, einmal noch am zweiten Tage nach dem Aufhören der Einnahme, einige Male auch im Speichel. In gewöhnlichen Fällen wurde die Borsäurereaktion noch nach Tagen erhalten, in einem Falle bis zu 15 Tagen. Der Nachweis in den Fäces gelang nicht immer.

Vigier²⁾ stellte nach einer Gabe von 2,5 g Borax nach zwei Stunden Borsäure im Harn fest, welche auch noch in dem nach 24 Stunden gelassenen Harn nachgewiesen wurde. Sowohl bei Menschen nach einer Gabe von 2, bzw. 3,5 g Borax, wie bei Hunden nach intravenöser Einspritzung von Boraxlösung wurde Borsäure im Speichel nachgewiesen.

J. Neumann³⁾, welcher seine Versuche am Hund, Pferd, Ferkel, Kaninchen und Huhn anstellte, fand bei einem mit Borsäure gefütterten Versuchsthier⁴⁾, dass sowohl durch die Nieren, als mit dem Koth die Borsäure ausgeschieden wird; vier Stunden nach der Eingabe war die Borsäure im Harn nachzuweisen.

In einer Reihe von Versuchen an sechs wachsenden Hunden beobachtete Pouchet⁵⁾, dass nach täglicher Gabe von 0,5 bis 3,0 g Borax jedesmal Borsäure in der Leber, der Galle, den Nieren, dem Blut und den Lungen gefunden werden konnte.

Bei Versuchen an Hunden fand Leffman⁶⁾, dass Borax und Borsäure sehr schnell durch den Harn aus dem Körper fortgeschafft werden; die Ausscheidung war innerhalb 24 bis 36 Stunden beendet.

Die gleichen Werthe für die Dauer der Ausscheidung von Borax und Borsäure bei Hunden erhielten Chittenden und Gies⁷⁾.

Den Uebergang von verfütterter Borsäure in die Milch von Ziegen hat schon Harnier⁸⁾ nachgewiesen und neuerdings hat E. Rost⁹⁾ die Abscheidung von subkutan und intravenös eingespritzter Borsäure auf die Magendarmschleimhaut von Kaninchen festgestellt.

Dass auch von anderen Körperstellen aus die aufgesaugte Borsäure mit dem

¹⁾ Virchow-Hirsch, Jahresber. 1885, I, 401.

²⁾ Compt. rend. Soc. de Biol. 1883, [7], 5, 44.

³⁾ Diss. Dorpat 1879.

⁴⁾ Die Art des Versuchsthieres ist nicht angegeben.

⁵⁾ Expériences faites dans le laboratoire du Comité consultatif d'hygiène publique de France sur l'action du borax dans l'alimentation. Die in Form einer tabellarischen Uebersicht aufgeführten Ergebnisse sind in dem Werk von Brouardel, Les empoisonnements criminels et accidentels, Paris 1902, enthalten.

⁶⁾ Journ. Franklin Inst. 1898, 147, 97; Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genussm. 1899, 2, 894.

⁷⁾ Americ. Journ. of Physiol., 1898, 1, 1.

⁸⁾ Diss. Marburg 1847.

⁹⁾ Arch. f. Physiolog. 1899. Suppl., 568.

Harn abgeschieden wird, hat u. a. Hall¹⁾ durch besondere Versuche mit Auflegen von Borsäureumschlägen und Borsalbe festgestellt.

Erneutes Interesse erlangte die Frage der Ausscheidung durch die Beobachtung Férés²⁾, der bei zwei Nierenkranken nachweisen konnte, dass der Harn nach täglicher Gabe von 10 g, bzw. 6 g Borax noch 41, bzw. 53 Tage Borsäure enthielt.

Die folgenden Untersuchungen beziehen sich auf den gesunden Erwachsenen: In einem Falle, in welchem eine nicht angegebene Menge Borsäure Intoxikation mit Hautausschlag, aber ohne Eiweissarn verursacht hatte, wies Bruzelius³⁾ noch am neunten Tag nach Aussetzen der Einfuhr Borsäure im Harn nach. Nach der Einnahme von 120 grains (etwa 7 g) Borsäure erhielt Wild⁴⁾ Borsäurereaktion noch nach 26 Stunden, aber nicht mehr nach 54 Stunden. — Hall⁵⁾ fand, dass nach einer 9 Tage währenden Borsäureeinnahme von täglich $\frac{1}{2}$ Drachme der Harn nach Aussetzen der Borsäuregabe noch einige Tage Borsäure enthielt. — Kister⁶⁾ hat beobachtet, dass in zwei Versuchen nach Genuss von 1 g und von 0,5 g die Borsäure nach 2 Stunden im Urin nachweisbar war; im ersten Versuch verschwand sie erst am achten Tage, im zweiten am fünften Tage.

Tunnicliffe und Rosenheim⁷⁾ studierten die Wirkung der Borsäure bei Kindern. Drei Kinder, im Alter von $2\frac{1}{2}$, 4 und 5 Jahren erhielten nacheinander drei Tage lang 0,5 g, drei Tage 0,66 g, einen Tag 1 g Borsäure und fünf Tage 1,5 g Borax pro Tag. Die Borsäure konnte am ersten Tage im Harn nachgewiesen werden, verschwand aber im Gegensatz zu den Versuchen an Erwachsenen auffälliger Weise schon nach Ablauf des Versuchs bei zwei Kindern im Laufe des zweiten Tages und war bei dem vierjährigen Kinde bereits am zweiten Tage im Harn nicht mehr nachzuweisen.

In einem Versuch am Kaninchen, welchem mittelst der Magensonde eine Lösung von 1 g Borsäure eingeführt wurde, hat E. Rost⁸⁾ die Borsäure im Harn, der aus der Blasenkanüle tropfte, nach 10 Minuten gefunden; das Maximum der Borsäureausfuhr lag in den Minuten 80—90 nach der Einführung.

Ueber die Dauer der Ausscheidung liegen ferner die Beobachtungen vor, welche bei den im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführten Stoffwechselversuchen gemacht wurden.

R. O. Neumann⁹⁾ konnte die Borsäure 18 Tage lang nach der letzten Boraxeinnahme im Harn nachweisen.

Im Stoffwechselversuch III (S.)⁸⁾ gab in den ersten Tagen nach Aufhören der

¹⁾ Lancet 1899, I, 261.

²⁾ Semaine médicale 1894, 62, 497.

³⁾ Hygiea 1882, 548 (nach Eulenburg: Encyklopädi. Jahrb. 1900, IX., 65; Artikel „Borsäure“ von Husemann.

⁴⁾ Lancet 1899, I, 23.

⁵⁾ Lancet 1899, I, 261.

⁶⁾ Ztschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankh. 1901, 37, 225.

⁷⁾ The Journ. of Hygiene 1901, I, 168.

⁸⁾ Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 19, Heft 1.

⁹⁾ Daselbst S. 1.

Borsäuregabe Kurkumapapier nach Eintauchen in den angesäuerten Harn stets die Reaktion, welche allmählich schwächer wurde; doch zeigte der Harn der Versuchsperson noch am 9. Tage (12/VII) die Reaktion. In der Harnasche konnte noch am 12. Tage (15/VII) schwache Reaktion erhalten werden. Am 13. Tage (16/VII) blieb die Reaktion aus.

Bei Versuch IV (W.) wurde unmittelbar im Harn vom 5. Tage (8/VII) nach der letzten Borsäureeinnahme bis zum 14. Tage (17/VII) anfangs sehr deutliche, dann schwächer werdende Reaktionen erhalten. Am 14. Tage (17/VII) war die Reaktion im Harn sehr schwach, trat aber wieder deutlich in der Aschenlösung des Harns auf.

Bei der Versuchsperson B, des Versuchs V gab nach 7tägiger Gabe von täglich 3 g Borsäure der Harn am 15. Tage (19/XI) nach der letzten Borsäuregabe deutliche Reaktion, welche an den nächsten Tagen beinahe verschwand, dann aber wieder sehr deutlich wurde. Die bis zum 10/XII fast täglich angestellten Prüfungen ergaben, dass der Harn stets eine geringe Borsäurereaktion zeigte, die wohl auf den Genuss von konservierten borsäurehaltigen Nahrungsmitteln zurückgeführt werden muss.

Im Versuch VIA wurde nach täglicher, 7 Tage fortgesetzter Gabe von 3 g Borsäure am 5. Tage (19/XI) nach der letzten Borsäureaufnahme die Borsäure im Harn nachgewiesen; am 9. Tage konnte mit der Aschenlösung noch schwache, aber deutliche Reaktion erhalten werden.

Bei den weiterhin zu beschreibenden Versuchen wurde nach einmaliger Aufnahme von 3 g Borsäure in der Harnasche bei Versuch 1 (S.) 8 Tage, bei Versuch 2 (R.) 5 Tage und bei Versuch 3 (W.) 9 Tage lang nach der Aufnahme Borsäure nachgewiesen.

Versuche, den Ablauf der Borsäureausscheidung durch den Harn quantitativ zu verfolgen, sind bislang nicht unternommen worden.

Es liegt nur eine Untersuchung von Jay¹⁾ vor, welcher jedoch von der unrichtigen Voraussetzung ausgeht, dass der normale Harn des Menschen und der pflanzenfressenden Thiere Borsäure enthalte. Es geben die in vier Versuchsreihen nach Gaben von 0,15 g bis 0,3 g Borsäure gefundenen Zahlen²⁾ die Werthe „par

¹⁾ Ann. d'hygiène publ. 1897, [3], 37, 493.

²⁾ Ausgeschiedene Mengen Borsäure nach Einnahme von:

0,15 g Borsäure vor der Mittagsmahlzeit		0,3 g Borsäure vor der Mittagsmahlzeit		0,3 g Borsäure während der Abend- mahlzeit		0,3 g Borsäure früh beim Aufstehen, nüchtern	
im Liter Harn		im Liter Harn		im Liter Harn		im Liter Harn	
nach 2 Stunden	0,017 g	nach 2 Stunden	0,015 g	nach 3 Stunden	0,072 g	nach 2 Stunden	0,023 g
„ 5 „	0,063 „	„ 5 „	0,089 „	„ 13 „	0,105 „	„ 5 „	0,035 „
„ 10 „	0,050 „	„ 10 „	0,059 „	„ 19 „	0,100 „	„ 8 „	0,061 „
„ 20 „	0,090 „	„ 20 „	0,104 „	„ 23 „	0,077 „	„ 11 „	0,085 „
„ 26 u. 29 „	0,015 „	„ 24 „	0,111 „	„ 25 „	0,035 „	„ 16 „	0,053 „
		„ 34 „	0,032 „			„ 26 „	0,059 „
		„ 44 „	0,026 „			„ 30 „	0,051 „
						„ 33 „	0,035 „
						„ 37 „	0,032 „
						„ 51 „	0,024 „

litre“, sind also für den vorliegenden Zweck der quantitativen Untersuchung, welche die absoluten Mengen ausgeschiedener Borsäure in den aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten zum Gegenstand haben, ohne Bedeutung. Da die Werthe auch nicht auf eine Zeiteinheit bezogen sind, so lassen sie nicht einmal einen Vergleich mit den folgenden Ergebnissen zu, besonders auch nicht bezüglich des Maximums der Ausscheidung (11.—18. Stunde) und den angeblichen Schwankungen in der Ausfuhr nach der Erreichung des Maximums.

Die von Jay für die Bestimmung der Borsäure angewandte Methode ist die von Jay und Dupasquier¹⁾ im Jahre 1895 beschriebene, der Hauptsache nach auf dem Destillationsverfahren mit Methylalkohol beruhende. Die dort mitgetheilten, bei der Bestimmung der Borsäure in mit bestimmten Mengen Borsäure versetztem borsäurehaltigen Wein erhaltenen Zahlen zeigen gute Uebereinstimmung.

Nachdem durch Polenske²⁾ festgestellt war, dass das Titrationsverfahren³⁾ bei Gegenwart von Mannit für die Bestimmung der Borsäure im Fleisch brauchbar ist, wenn die Phosphorsäure vorher entfernt wird, konnte man erwarten, dass die für diesen Zweck benutzte Methode auch beim Harn gute Ergebnisse liefern würde. Es wurden daher zunächst Versuche angestellt, das Verfahren auf seine Anwendbarkeit beim Harn zu prüfen. Die vollständige Entfernung der Phosphorsäure gelingt leicht bei den kleineren, bis innerhalb 2 Stunden gelassenen Harnmengen. Bei grösseren Mengen konnte häufig trotz sorgfältigen Neutralisirens der mit Eisenchlorid versetzten sauren Lösung der Asche das Filtrat nicht gänzlich frei von Phosphorsäure erhalten werden. In solchen Fällen wurde die Fällung mittelst Eisenchlorid und Natronlauge im Filtrat wiederholt.

Im Einzelnen gestaltet sich das Verfahren also folgendermassen. Die gegebene Menge Harn wird mit Natronlauge alkalisch gemacht, dann eingedampft; der Rückstand getrocknet und möglichst vollständig verascht. Die Asche wird mit heissem Wasser erschöpft und die Aschenlösung nach dem Ansäuern mittelst Salzsäure mit Eisenchlorid im Ueberschuss versetzt. Dann wird bis zum Sieden erhitzt, mit Natronlauge neutralisirt, schnell abgekühlt und auf ein bestimmtes Volumen (bei grösseren Harnmengen $\frac{1}{2}$ bis 1 Liter, bei kleineren Mengen 200 ccm) aufgefüllt. Die Flüssigkeit wird nun sofort durch ein Faltenfilter abfiltrirt. Ist sie phosphorsäurefrei, was jedesmal durch Ammoniummolybdatlösung geprüft wird, so können aliquote Theile (erforderlichen Falles nach Eindampfen auf geringeres Volumen) zur Borsäurebestimmung benutzt werden. Enthält die Flüssigkeit auch nur Spuren von Phosphorsäure, so wird ein aliquoter Theil (von $\frac{1}{2}$, bzw. 1 Liter 450, bzw. 900 ccm) wieder alkalisch gemacht und bis auf etwa 100 ccm eingedampft, angesäuert, mit Eisenchlorid versetzt, neutralisirt, aufgekocht und nach dem Erkalten auf 200 oder 250 ccm aufgefüllt. Von der filtrirten phosphorsäurefreien Flüssigkeit werden dann für die Borsäurebestimmung 25 oder 50 ccm im Erlenmeyer-Kolben mit Salzsäure angesäuert, zur

¹⁾ Compt. rend. 1895, **121**, 260.

²⁾ Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1900, **17**, 561.

³⁾ Hönig und Spitz: Ztschr. für angew. Chemie, 1896, 549. Jörgensen: ebenda 1897, 5; Jones: Chem. News 80, 65.

Vertreibung der Kohlensäure zehn Minuten lang am Steigrohr gekocht, dann abgekühlt und mit Methylorange als Indikator neutralisirt.¹⁾ Nach dem Auflösen von 4 bis 5 g Mannit wird die Flüssigkeit mit Phenolphthalein versetzt und mit einer durch Baryt kohlensäurefrei gemachten Natronlauge bis zur deutlich röthlich-gelben Färbung titrirt. — Die Titration wurde stets doppelt ausgeführt. Der Wirkungswerth der Natronlauge war mittelst einer durch Auflösen von reiner, mehrfach umkrystallisirter Borsäure unter Zusatz von Natriumkarbonat hergestellten Lösung in derselben Weise bestimmt.

Von einer anfangs benutzten Lauge entsprach 1 ccm = 0,00605 g Borsäure, von der später gebrauchten 1 ccm = 0,006135 g Borsäure. Die Lauge befand sich in einer mit Zulaufbürette versehenen und vor Zutritt von Kohlensäure geschützten Flasche.

Die Zeitdauer, welche eine Bestimmung erfordert, richtet sich nach der Menge des Harns. Bei Mengen von $\frac{1}{2}$ bis 1 l verlangt das Veraschen des Trockenrückstandes, der anfangs stark aufbläht, viel Zeit. Es ist zweckmässig, den Rückstand, sofern nicht sehr grosse Platinschalen zur Verfügung stehen, in der Porzellanschale, in welcher er zur Trockne gebracht wurde, bis zum beginnenden Verkohlen zu erhitzen, dann erst mit Wasser in die kleinere Platinschale überzuspülen und nochmals zur Trockne zu bringen (am besten unter Benutzung eines mechanisch bewegten Rührers). Bei $\frac{1}{2}$ bis 1 l Harn erfordert die Bestimmung 10 bis 12 Stunden. Kleine Mengen können in der Platinschale unmittelbar eingedampft, der Rückstand anfangs im Trockenschrank langsam bis auf etwa 200° erhitzt und dann verascht werden, sodass die ganze Bestimmung in etwa 5 Stunden beendigt ist.

Mehrere Vorversuche mit borsäurefreiem Harn ergaben folgendes. 100 ccm Harn wurden verascht; aus der Aschenlösung wurde die Phosphorsäure entfernt, das Filtrat angesäuert, am Steigrohr gekocht, dann abgekühlt, mit Methylorange als Indikator neutralisirt, mit Mannit und Phenolphthalein versetzt und Natronlauge zugetröpfelt. Verbraucht wurden bei drei verschiedenen Harnen a) 0,15, b) 0,05, c) 0,20 ccm. — Bei allen Titrationen etwa eine hieraus zu entnehmende Korrektion anzubringen lag kein Grund vor, da störende Einwirkungen sämtlicher in Betracht kommender Salze auf die Titration der Borsäure bei Gegenwart von Mannit noch nicht genügend bekannt und Menge und Zusammensetzung der Harnasche nicht konstant sind. Wie die mit Harn von bekanntem Borsäuregehalt ausgeführten Analysen zeigten, betrug der Unterschied zwischen angewandter und gefundener Menge bei den grösseren Mengen bis 0,6 Prozent, bei den kleineren etwa 2 Prozent; sodass in Anbetracht der zahlreichen Einzelbestimmungen bei der Schlussberechnung, welcher die Summe der durch die Analyse gefundenen Werthe zu Grunde liegt, Abweichungen um einige Prozent von der ausgeschiedenen Menge der Borsäure zu erwarten sind.

Im Folgenden sind die Kontrollversuche aufgeführt, welche die Brauchbarkeit der Methode darlegen sollen.

¹⁾ Man kann die phosphorsäurefreien Aschenauszüge auch nach dem von Jones (a. a. O.; vergl. hierzu auch: Ztschr. f. anorg. Chem., 1899, **21**, 169) angegebenen Verfahren mittelst Kaliumjodid und Kaliumjodat neutralisiren.

Harn mit Zusatz von Borsäure.

(1 ccm Natronlauge = 0,00605 g Borsäure.)

1 Liter Harn wurde mit 1 g Borsäure versetzt, alkalisch gemacht, eingedampft und verascht. Der Aschenlösung wurde nach dem Ansäuern Eisenchlorid zugesetzt, dann wurde die Flüssigkeit neutralisirt, aufgeköcht, abgekühlt, auf 1 l gefüllt und filtrirt. Die Lösung enthielt noch Phosphorsäure; 900 ccm wurden wieder alkalisch gemacht, auf etwa 200 ccm eingedampft, nochmals mit Eisenchlorid und Natronlauge gefällt, auf 250 ccm aufgefüllt und filtrirt. Das Filtrat erwies sich nun frei von Phosphorsäure. 25 ccm desselben erforderten a) 14,8, b) 14,8 ccm Natronlauge, entsprechend 0,08954 g Borsäure; berechnet auf die ganze Harnmenge = 0,995 g Borsäure.

In 1 l Harn wurde 1 g Borsäure gelöst, die Flüssigkeit alkalisch gemacht, eingedampft, der Rückstand verascht, die Lösung der Asche mit Eisenchlorid und Natronlauge behandelt, der Niederschlag abfiltrirt und ausgewaschen, das Filtrat eingedampft auf 250 ccm. Da die Flüssigkeit noch Phosphorsäure enthielt, wurden 200 ccm derselben nochmals der Fällung ausgesetzt und dann auf 250 ccm aufgefüllt. Das Filtrat war nunmehr frei von Phosphorsäure. 25 ccm erforderten a) 13,1, b) 13,2 ccm Natronlauge, entsprechend 0,07955 g Borsäure; berechnet auf die ganze Harnmenge = 0,994 g Borsäure.

(1 ccm Natronlauge = 0,006135 g Borsäure.)

1 l Harn, dem 1 g Borsäure zugesetzt war. Die Aschenlösung wurde nach der Fällung auf 1 l gefüllt; 900 ccm des Filtrats eingedampft, nochmals gefällt, auf 200 ccm gebracht. 20 ccm dieser phosphorsäurefreien Lösung erforderten a) 14,7, b) 14,8 ccm Natronlauge, entsprechend 0,09049 g Borsäure, berechnet auf die ganze Harnmenge = 1,005 g Borsäure.

100 ccm Harn wurden mit einer Lösung von 0,1 g Borsäure gemischt, alkalisch gemacht, zur Trockne gedampft und verascht. Die Aschenlösung wurde von Phosphorsäure durch einmalige Fällung befreit, auf 200 ccm aufgefüllt und filtrirt. 50 ccm des Filtrats gebrauchten 4,05 ccm Natronlauge, entsprechend 0,0248 g Borsäure; berechnet für die angewandte Harnmenge = 0,099 g Borsäure.

100 ccm Harn mit 0,05 g Borsäure wie der vorige behandelt. 50 ccm der phosphorsäurefreien Aschenlösung erforderten 2,1 ccm Natronlauge, entsprechend 0,01288 g Borsäure; 100 ccm erforderten 4,15 ccm Natronlauge, entsprechend 0,02546 g Borsäure; im Mittel berechnet für die angewandte Harnmenge = 0,0512 g Borsäure.

Die nachstehende Versuchsanordnung zeigt, dass, wenn die bei der Anwendung des Verfahrens auf Harn infolge eines Verbrauchs an Lauge unterlaufenden Versuchsfehler ausgeschlossen werden, die einem Harn zugesetzte Borsäure so genau, wie in wässriger Lösung bestimmt werden kann.

Ein nach Einnahme von etwa 2 g Borsäure während der folgenden acht Stunden gesammelter Harn wurde in zwei Hälften getheilt. Nachdem in der einen Hälfte noch 0,5 g Borsäure gelöst waren, wurde in beiden Hälften gesondert die Borsäure bestimmt. Die Lösungen der Aschen wurden mit Eisenchlorid und Natronlauge gefällt, auf $\frac{1}{2}$ l

aufgefüllt, von den Filtraten je 450 ccm eingedampft nochmals mit Eisenchlorid und Natronlauge behandelt, die der ersten Hälfte auf 250 ccm, die der zweiten Hälfte auf 200 ccm gebracht und filtriert. 25 ccm des Filtrats aus der ersten Hälfte erforderten a) 11,6, b) 11,7 ccm Natronlauge, entsprechend 0,07147 g Borsäure. 50 ccm des Filtrats aus der zweiten Hälfte erforderten a) 10,85, b) 10,70 ccm Natronlauge, entsprechend 0,06610 g Borsäure. Demnach war enthalten in der nachträglich mit Borsäure versetzten Hälfte

0,7941 g Borsäure,

in der andern Hälfte 0,2938 g „ ;

als zugesetzt also gefunden: 0,5003 g Borsäure (statt 0,5 g).

Nach diesen Vorversuchen darf eine für die vorliegenden Zwecke ausreichende Genauigkeit des angewandten Verfahrens der Borsäurebestimmung im Harn angenommen werden.

Der quantitative Verlauf der Borsäureausscheidung nach einmaliger Gabe von genau 3,0 g Borsäure (angewendet wurde ein durch mehrfaches Umkrystallisieren der käuflichen Borsäure erhaltenes, über Schwefelsäure getrocknetes lockeres Pulver), wurde ausser in einem ersten orientierenden Selbstversuch in zwei weiteren eingehenden Versuchen an Herrn Dr. Rost und Herrn Weitzel verfolgt.

Versuch 1 (S.)

Früh acht Uhr nahm ich während des ersten Frühstückes 3 g Borsäure in wenig warmem Wasser gelöst. Danach wurden während dreier Tage die in den Zeiträumen von je 12 Stunden gelassenen Harnmengen und vom 4. Tage noch der Harn der ersten 5 Stunden gesammelt. Weitere Mengen wurden nicht quantitativ aufgefangen, sondern ferner nur, um das Abklingen der Borsäureausscheidung bis zur völligen Borsäurefreiheit des Körpers festzustellen, jeden Tag eine Probe zur qualitativen Prüfung benutzt. Die Ernährung war die gewohnte; namentlich wurden innerhalb der Versuchstage niemals grössere Flüssigkeitsmengen aufgenommen. In jedem der Sammelharne wurde dann die Borsäure bestimmt. Erhalten wurde:

	Borsäure	
	g	Prozente der eingeführten Menge
Stunde 1—12	1,229	40,97%
„ 13—24	0,606	20,20 „
während des 1. Tages . .	1,835	61,17 „
Stunde 25—36	0,481	16,03 „
„ 37—48	0,169	5,63 „
während des 2. Tages . .	0,650	21,67 „
Stunde 49—60	0,108	3,60 „
„ 61—72	0,063	2,10 „
während des 3. Tages . .	0,171	5,70 „
Stunde 73—77	0,023	0,77 „
In 77 Stunden	2,679	89,30 „

Die Zahlen zeigen, dass die Ausscheidung wohl anfänglich sehr schnell vor sich ging, am bedeutendsten innerhalb der ersten 12 Stunden (40,97 %) war, dann aber, und zwar ziemlich regelmässig fortschreitend, abnahm. So hatte schon nach 48 Stunden die Hauptmenge der Borsäure (82,84 %) den Körper verlassen und mit Ablauf des dritten Tages sind 88,54 % der eingeführten Borsäure ausgeschieden. Die absoluten, pro Tag ausgeschiedenen Mengen sind 1,8, 0,6 und 0,17 g. Im Ganzen wurde aus dem innerhalb 77 Stunden nach Aufnahme von 3 g Borsäure gesammelten Harn 2,679 g Borsäure (= 89,30 %) erhalten.

Qualitativ war Borsäure im Harn noch am 7. Tage nach der Aufnahme nachzuweisen, während der Harn des achten Tages frei von Borsäure war. In dem nach der Borsäuregabe abgesetzten Koth konnte Borsäure nur in Spuren nachgewiesen werden, schon der am 2. Tage Abends abgesetzte Koth war frei von Borsäure.

Nachdem somit bei einer Versuchsperson der Verlauf der Ausscheidung für je zwölfstündige Zeiträume festgestellt war, erschien es von Werth, die Versuche unter ähnlichen Verhältnissen auch auf andere gesunde Personen auszudehnen. Ferner musste es, nachdem erkannt worden war, dass auf die erste Zwölfstundenperiode der grösste Antheil bei der Borsäureausscheidung fiel, von Interesse sein, den Verlauf der Ausscheidung auch innerhalb der ersten Stunden nach der Aufnahme im Einzelnen zu beobachten. Bei den beiden folgenden Versuchen wurden daher die ersten Stundenharnе gesondert gesammelt; im Versuch 2 (R.) bis zur vierten, im Versuch 3 (W.) bis zur zehnten Stunde, woran sich dann noch einige zwei- und vierstündige Zeitabschnitte schliessen. In allen diesen einzelnen Harnmengen wurde die Borsäure bestimmt. Besonderer Werth wurde darauf gelegt, die beiden Versuchspersonen während der ersten 8 Stunden annähernd dieselbe Nahrung und namentlich die gleichen Flüssigkeitsmengen zu denselben Stunden geniessen zu lassen.

3 g Borsäure in Lösung wurden Morgens 8 Uhr während des ersten Frühstücks innerhalb einer Minute genommen. Das Frühstück bestand aus 1½ Butterbrötchen, 1 Ei, 2 Tassen Kaffee. Im Laufe des Tages wurden genossen: 9⁵⁰ und 10⁵ je 50 ccm Milch (Bier), 12³⁰ 1 Butterbrötchen, 2⁴⁵ 2. Butterbrötchen, 4³⁰ Mittagbrot mit einer Flasche Bier, 8¹⁵ Abendbrot.

In beiden Versuchen wurden, nachdem der Harn an vier dem Versuch vorhergehenden Tagen eiweissfrei befunden war, mehrere Harnproben der ersten Stunden nach der Borsäureaufnahme auf Eiweissgehalt geprüft; es wurde weder mittelst der Salpetersäure-Kochprobe, noch durch Kaliumferrocyanid Eiweissreaktion erhalten.

Die Ausscheidung geschah also in diesem Versuch (S. 119) am 1. Tage noch schneller, als im Versuch 1. Während der ersten 12 Stunden waren bereits 57,47 % gegen 40,97 %, während des 1. Tages 75,93 % gegen 61,17 % im ersten Versuch ausgeschieden. Am zweiten Tage war der Ausscheidungswerth geringer (14,47 % gegen 21,67 %, am dritten Tage fast der gleiche, 5,23 % gegen 5,70 %). Die absoluten Mengen Borsäure pro Tag betrugen 2,3, 0,4, 0,16, 0,06 g. In vier Tagen wurden im Harn gefunden 2,931 g Borsäure = 97,7 % der eingeführten Menge, d. h. die aufgenommene Borsäure wurde so gut wie vollständig im Harn wieder erhalten.

Versuch 2. (R).

	Harn- menge ccm	Borsäure	
		g	Prozente der eingeführten Menge
Stunde 1	50	0,055	1,83%
„ 2	85	0,202	6,73 „
„ 3	115	0,278	9,27 „
„ 4	150	0,225	7,50 „
„ 5—6	180	0,320	10,67 „
„ 7—8	102	0,240	8,00 „
„ 9—12	330	0,404	13,47 „
Stunde 1—12	1012	1,724	57,47 „
Stunde 13—16	285	0,263	8,77 „
„ 17—24	260	0,291	9,70 „
Stunde 13—24	545	0,554	18,47 „
während des 1. Tages	1557	2,278	75,93 „
Stunde 25—36		0,303	10,10 „
„ 37—48		0,131	4,37 „
während des 2. Tages		0,434	14,47 „
Stunde 49—60		0,090 (?)	3,00 „ (?) ¹⁾
„ 61—72		0,067	2,23 „
während des 3. Tages		0,157	5,23 „
Stunde 73—84		0,038	1,27 „
„ 85—96		0,024	0,80 „
während des 4. Tages		0,062	2,07 „
In 96 Stunden		2,931	97,7 „

Bei einer weiteren Probe (Stunde 97—108) war eine Mengenbestimmung der Borsäure nicht mehr genügend genau durchzuführen. Nach Verarbeitung der Aschenlösung, wurden bei der Titration 0,5 ccm Lauge verbraucht. Da bei den geringen Mengen der in dem oben erwähnten blinden Versuch hervorgetretene, nicht zu berechnende Fehler und sonstige Analysenfehler hier erheblich ins Gewicht fallen, so scheint es geboten, die Bestimmung, bei welcher der Verbrauch an Lauge bis auf 2 ccm hinuntergeht, nicht mehr zu benutzen. Die qualitative Prüfung der folgenden Harnprobe (109. bis 120. Stunde) ergab in der eingengten Aschenlösung von 100 ccm Harn noch eben erkennbare Reaktion. In dem ohne Unterbrechung weiter bis etwa zur 127. Stunde aufgefangenen Harn war aber keine Spur Borsäure mehr nachzuweisen.

Im Versuch 3 (W.) (S. 120) waren die Ausscheidungswerthe etwas geringer, als im Versuch 1 (S.) und bewegten sich ungefähr in der Mitte der bei den beiden vorhergehenden Versuchen beobachteten Zahlen: Nach 12 Stunden hier 1,475, bei den vorigen 1,229, bzw. 1,724, d. h. in den angewandten Gaben verlässt die Borsäure innerhalb der ersten 12 Stunden etwa zur Hälfte den Organismus mit dem Harn.

¹⁾ Die Untersuchung des Harns der Stunden 49—60 ist verunglückt. Die Zahl 0,09, welche der Wirklichkeit sehr nahe kommen dürfte, ist hier zwecks Aufstellung der Uebersicht und weiteren Berechnung als Mittelzahl eingesetzt.

Versuch 3. (W.).

		Harn- menge ccm	Borsäure	
			g	Prozente der eingeführten Menge
Stunde	1	63	0,127	4,23%
„	2	78	0,192	6,40 „
„	3	100	0,185	6,17 „
„	4	76	0,130	4,33 „
„	5	70	0,125	4,17 „
„	6	86	0,150	5,00 „
„	7	44	0,088	2,93 „
„	8	46	0,098	3,27 „
„	9	55	0,101	3,37 „
„	10	60	0,091	3,03 „
„	11—12	108	0,188	6,27 „
Stunde	1—12	786	1,475	49,17 „
Stunde	13—14	—	0,191	6,37 „
„	15—16	138	0,210	7,00 „
„	17—24	—	0,305	10,17 „
Stunde	13—24	—	0,706	23,53 „
während des 1. Tages .		—	2,181	72,70 „
Stunde	25—36	—	0,167	5,57 „
„	37—48	—	0,212	7,07 „
während des 2. Tages .		—	0,379	12,63 „
Stunde	49—60	—	0,146	4,87 „
„	61—72	—	0,131	4,37 „
während des 3. Tages .		—	0,277	9,23 „
Stunde	73—84	—	0,122	4,07 „
„	85—96	—	0,055	1,83 „
während des 4. Tages .		—	0,177	5,90 „
Stunde	97—108	—	0,034	1,13 „

Der Verlauf der Borsäureausscheidung in den ersten 10 Stunden, welche hier gesondert untersucht wurden, zeigt, dass die Zu- und Abnahme der ausgeschiedenen Menge doch nicht stets so regelmässig verläuft, wie der Versuch 2 (R.) vermuthen liess. Bereits in der ersten Stunde wird über das Doppelte von dem Werth bei 1 (R.) ausgeschieden; demgemäss erheben sich die Zahlen der nächsten Stunden nicht zu der Höhe der vorigen. Wie aus der Darstellung ersichtlich ist, sind diese Unterschiede aber nicht so bedeutend, dass sie die Art der Kurve, wie sie nach dem Ausfall des zweiten Versuchs für Borsäure charakteristisch zu sein scheint, wesentlich ändern könnten. Die höchste Ziffer wird bereits in der zweiten Stunde erreicht, worauf dann die Abnahme erfolgt, welche nun nicht gleichmässig für jede Stunde einen geringeren Werth giebt. Die Zahlen halten sich vielmehr nach dem grösseren Abfall der 7. Stunde mit einigen Schwankungen von der 8. bis zur 14. Stunde fast auf gleicher Höhe. — Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse der drei Versuche nebeneinandergestellt.

Daran schliesst sich eine graphische Darstellung der für die Ausscheidung innerhalb der ersten 24 Stunden erhaltenen Werthe.

Endlich werden in der letzten Darstellung die bei den drei Versuchen erhaltenen Zwölfstundenwerthe nebeneinander veranschaulicht.

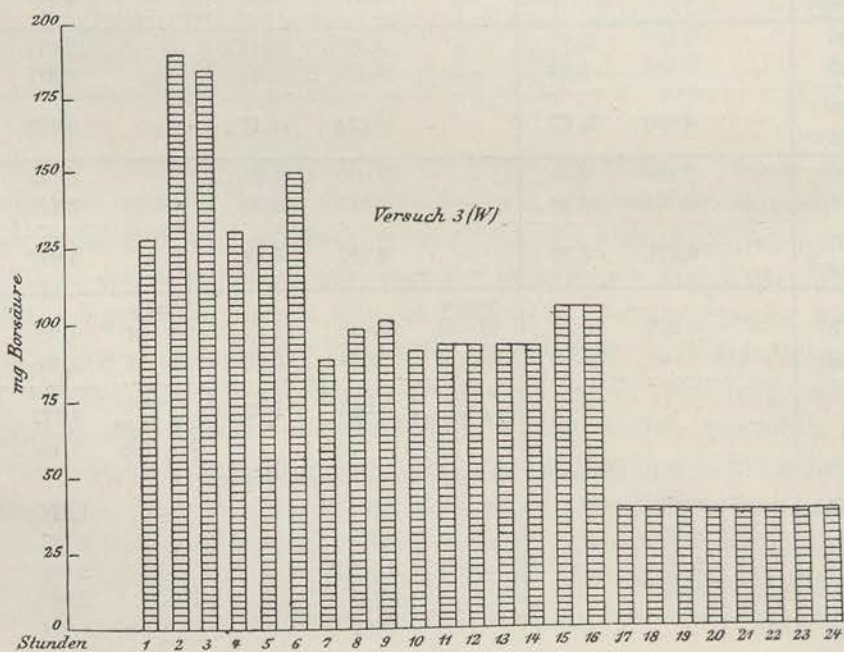
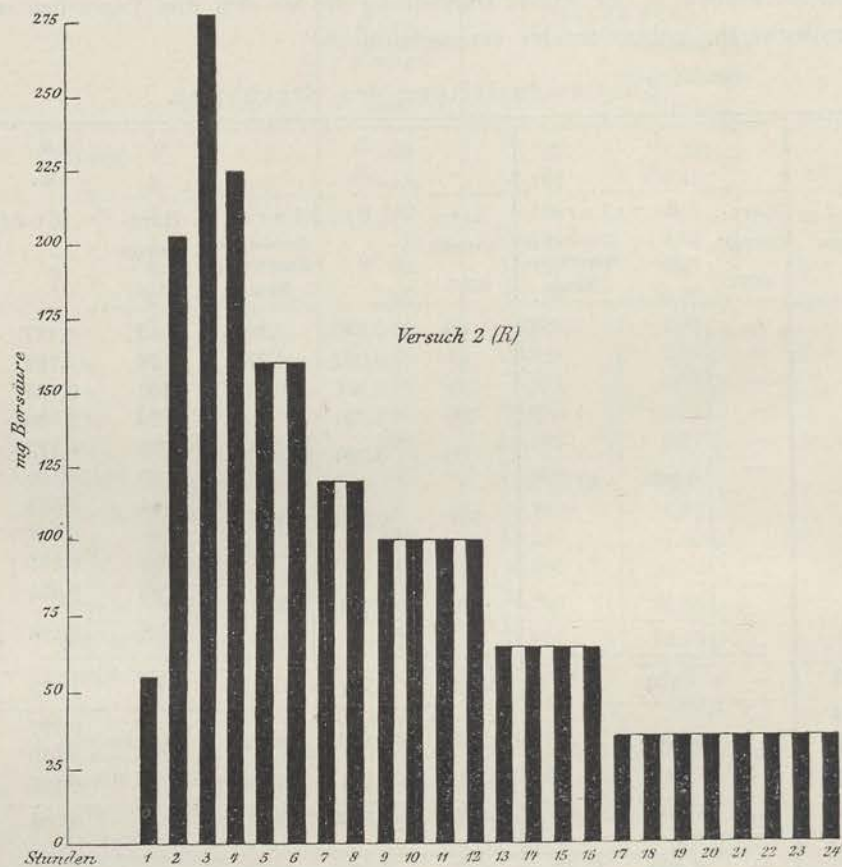
Zusammenstellung der Ergebnisse.

Stunden	1. S.			2. R.			3. W.		
	Harn- menge ccm	Borsäure		Harn- menge ccm	Borsäure		Harn- menge ccm	Borsäure	
		g	Prozent der eingeführten Menge		g	Prozent der eingeführten Menge		g	Prozent der eingeführten Menge
1	—	1,229	40,97 %	50	0,055	1,83 %	63	0,127	4,23 %
2	—			85	0,202	6,73 „	78	0,192	6,40 „
3	—			115	0,278	9,27 „	100	0,185	6,17 „
4	—			150	0,225	7,50 „	76	0,130	4,33 „
5	—			180	0,320	10,67 „	70	0,125	4,17 „
6	—						86	0,150	5,00 „
7	—			102	0,240	8,00 „	44	0,088	2,93 „
8	—						46	0,098	3,27 „
9	—			330	0,404	13,47 „	55	0,101	3,37 „
10	—						60	0,091	3,03 „
11	—						108	0,188	6,27 „
12	—								
1—12	—	1,229	40,97 „	1012	1,724	57,47 „	786	1,475	49,17 „
13—14	—	0,606	20,20 „	285	0,263	8,77 „	—	0,191	6,37 „
15—16	—						138	0,210	7,00 „
17—24	—			260	0,291	9,70 „	—	0,305	10,17 „
13—24	—	0,606	20,20 „	545	0,554	18,47 „	—	0,706	23,53 „
während d. 1. Tages	—	1 835	61,17 „	1557	2,278	75,93 „	—	2,181	72,70 „
25—36	—	0,481	16,03 „	—	0,303	10,10 „	—	0,167	5,57 „
37—48	—	0,169	5,63 „	—	0,131	4,37 „	—	0,212	7,07 „
während d. 2. Tages	—	0,650	21,67 „	—	0,434	14,47 „	—	0,379	12,63 „
49—60	—	0,108	3,60 „	—	[0,090]	[3,00] „	—	0,146	4,87 „
61—72	—	0,063	2,10 „	—	0,067	2,23 „	—	0,131	4,37 „
während d. 3. Tages	—	0,171	5,70 „	—	0,157	5,23 „	—	0,277	9,23 „
73—77	—	0,023	0,77 „	Stunden 73—84	0,038	1,27 „	Stunden 73—84	0,122	4,07 „
—	—	—	—	85—96	0,024	0,80 „	85—96	0,055	1,83 „
—	—	—	—	während d. 4. Tages	0,062	2,07 „	während d. 4. Tages 97—108	0,177	5,90 „
—	—	—	—	—	—	—	—	0,034	1,13 „

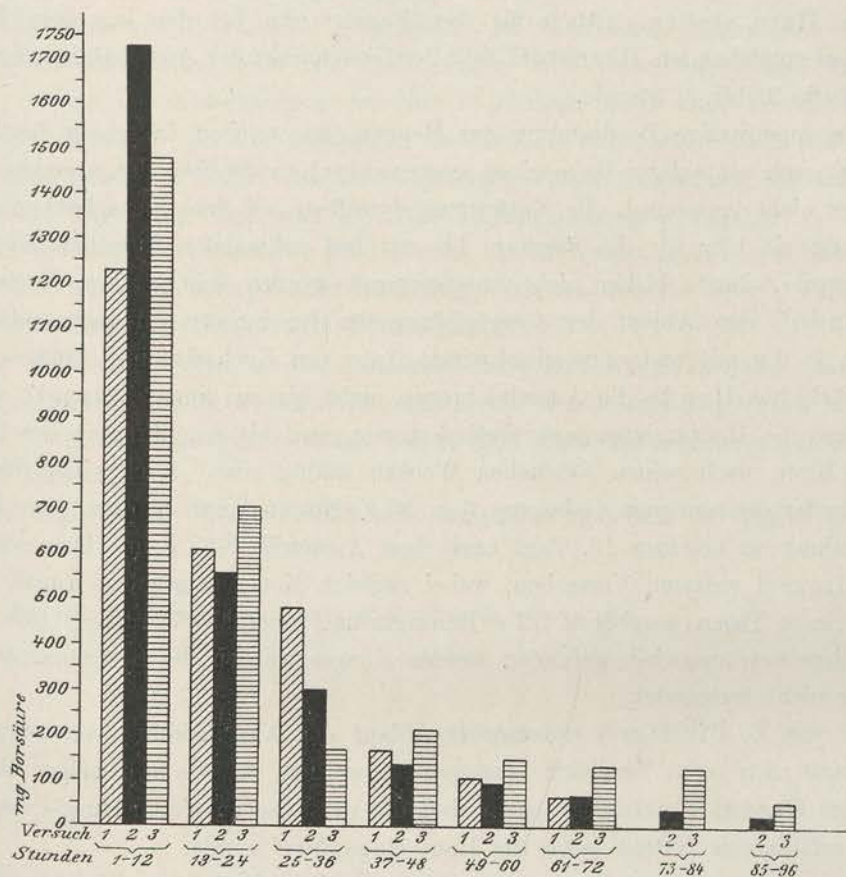
In absoluten Mengen waren ausgeschieden:

Nach 12 Std.	—	1,229	—	—	1,724	—	—	1,475	—
„ 24 „	—	1,835	—	—	2,278	—	—	2,181	—
„ 48 „	—	2,485	—	—	2,712	—	—	2,560	—
„ 72 „	—	2,656	—	—	2,869	—	—	2,837	—
„ 96 „	—	—	—	—	2,931	—	—	3,014	—

Borsäureausscheidung innerhalb der ersten 24 Stunden nach einmaliger Gabe von 3 g Borsäure.
(Die an den Köpfen verbundenen Stäbe stellen die für die einzelnen Stunden aus dem Gesamtwert der Stunden berechneten Mittelwerthe dar.)



Borsäureausscheidung in den Versuchen 1, 2, 3 nach 12 stündigen Werthen.



Die Ergebnisse der drei Versuche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die früheren Angaben über langes Verweilen der Borsäure im Körper nach Borsäureeinnahme haben sich völlig bestätigen lassen. Nach einmaliger Gabe von 3 g Borsäure war der Körper erst nach 5, 8 und 9 Tagen von der Borsäure gänzlich befreit.

Die quantitative Bestimmung der in den einzelnen Zeitabschnitten ausgeschiedenen Borsäure ergab, dass der Körper die Hauptmenge sehr schnell abstösst. Die höchste Ausscheidungsziffer gaben schon die Harne der ersten 12 Stunden (50%); zur Entfernung der letzten Hälfte braucht der Organismus noch Tage (etwa die achtfache Zeit). Nach fünf Tagen ist die Ausscheidung, soweit sie quantitativ verfolgt werden konnte, beendet. Dabei zeigen die von drei Personen erhaltenen Werthe für die zwölfstündigen Ausscheidungen sehr gleichmässiges Abfallen der Borsäuremengen, das nach schnellem Anstieg der Ausscheidungsziffer von der ersten bis zu der zweiten und dritten Stunde einsetzt. Bemerkenswerth erscheinen noch die bei dem dritten Versuch in den Einzelstunden-

werthen sich zeigenden Schwankungen, welche wohl zum Theil (vierte bis achte Stunde) in Beziehung zu der wechselnden Wasserausscheidung mit dem Harn stehen. (Auch für das Wasser und für den aus dem Eiweissstoffwechsel entstehenden Harnstoff fällt der Gipfelpunkt der Ausscheidungskurve im Harn auf die 2. bis 3. Stunde.)

Eine quantitative Bestimmung der Mengen, in welchen innerhalb bestimmter Zeiträume nach einmaliger Gabe eines anorganischen Stoffes, der normaler Weise im Körper nicht vorkommt, die Entfernung derselben aus dem menschlichen Körper erfolgt, wie sie hier für die Borsäure bis zur fast vollendeten Ausscheidung durchgeführt wurde, dürfte bisher nicht unternommen worden sein¹⁾. Vor Kurzem hat zwar Hondo²⁾ den Ablauf der Ausscheidung von Bromnatrium nach mehrtägiger Gabe von je 3 g mit und ohne gleichzeitige Gabe von Kochsalz einer Prüfung unterzogen; doch hat Hondo die Ausscheidungen nicht bis zu einem Zeitpunkt verfolgt, an welchem die Hauptmenge herausbefördert war, weil bis zum Freisein des Organismus von Brom nach seinen Versuchen Wochen nöthig sind. Nach einer fünf Tage hintereinander genommenen Gabe von 3 g (15 g) Bromnatrium wurden vom 1. Tage der Einnahme an bis zum 13. Tage nach dem Aussetzen 8,63 g im Harn wieder erhalten. In zwei weiteren Versuchen, wobei zugleich Kochsalz gegeben wurde, konnte von den in 4 Tagen gegebenen 12 g Bromnatrium innerhalb 7 Tagen 6,058, bezw. 4,737 g Bromnatrium wiedergefunden werden; länger wurden die Bestimmungen aber auch hier nicht fortgesetzt.

Der von L. Pfeiffer³⁾ untersuchte Ablauf der Ausscheidung von schwefliger Säure kann nicht zum Vergleich herangezogen werden, da die schweflige Säure im Körper der Oxydation unterliegt; auch sind die Versuche an einem Hunde angestellt, dem schwefligsaures Natron unter die Haut eingespritzt wurde.

Ueber die quantitative Bestimmung der nach Einspritzung von Lithiumchlorid unter die Haut von Katzen aus dem Magen, Darm, Speichel und Harn wieder erhaltenen Lithiummengen von Good (Proc. of the Americ. Physiol. Soc.: Americ. Journ. of physiolog. 1902, 6, Nr. 7, XX.) bleibt die ausführliche Mittheilung abzuwarten. Nach dem vorliegenden Bericht, der quantitative Werthe nicht enthält, soll bei tödtlichen Gaben (0,5 und mehr) im Magen und Darm grössere Mengen gefunden sein als im Harn. Nach wiederholten kleinen Gaben wurde mehr Lithium durch den Harn, als durch den Darm ausgeschieden.

Wenn auch durch die vorliegenden Versuche über den Verlauf der Ausscheidung von Borsäure bereits einige Kenntniss von den Ausscheidungsvorgängen bei gesunden erwachsenen Personen gewonnen werden konnte, so treten doch sogleich einige weitere Fragen auf, deren Lösung von Interesse wäre:

1. Ergeben die Ausscheidungsziffern bei derselben Person in zeitlich getrennten Versuchen annähernd dieselben Werthe?

¹⁾ Vergl. Jay a. a. O.

²⁾ Berl. Klin. Wochenschr. 1902, 205.

³⁾ Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 1890, 27, 261.

2. Zeigt sich der Ablauf der Ausscheidung wesentlich verschieden bei Personen verschiedenen Lebensalters?

(Dies wird von Brouardel¹⁾ bezüglich der Salicylsäure angegeben: Von drei Personen, welche unter denselben Bedingungen eine Gabe Salicylsäure genommen hatten, begann die Ausscheidung bei der 23jährigen nach einer Viertelstunde und dauerte 36 Stunden; bei der 46jährigen erschien die Salicylsäure nach einer halben Stunde und dauerte 2 Tage; bei der 68jährigen Person zeigte sich die Salicylsäure erst nach 4 Tagen im Harn, und die Ausscheidung dauerte 7 Tage).

3. Werden Ausscheidungszeit und Ausscheidungsmenge beeinflusst durch die Art und Menge der Nahrung, insbesondere durch eine starke Organismusedurchspülung mit Flüssigkeit?

4. Wie verhält sich die Ausscheidung bei wiederholten Gaben von Borsäure in Zwischenräumen, in denen die Ausscheidung noch nicht beendet ist? (findet eine Superposition der zweiten Ausscheidungskurve auf die vorausgehende statt?).

Die Bearbeitung dieser Fragen soll demnächst ebenfalls in Angriff genommen werden.

¹⁾ Les empoisonnements criminels et accidentels. Paris 1902.

Ueber die Labgerinnung der Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen.

Von

A. Weitzel,

technischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die Milch verliert nach einiger Zeit beim Stehen an der Luft und in der Wärme ihre ursprüngliche Beschaffenheit, sie gerinnt, d. h. das in ihr gelöste Kasein scheidet sich in Flocken aus. Dieser Vorgang, die freiwillige Gerinnung, ist auf die Wirkung der aus einem Theile des Milchzuckers der Milch sich bildenden Milchsäure zurückzuführen. Diese allmählich eintretende Selbstsäuerung der Milch (Fällung des Kaseins, *précipitation Arthus*) wird durch Zusatz von Milchsäure oder einer anderen Säure beschleunigt. Eine weitere, künstliche Gerinnung¹⁾ wird durch Zusatz von Lab bewirkt und stellt einen Fermentationsvorgang²⁾ dar (Verkäsung, *caséification Arthus*, Dicken der Milch). Das Endprodukt dieser Gerinnung unterscheidet sich physikalisch und chemisch von dem Säurefällungsprodukt; der Käse stellt ein halbweiches, aber fest zusammenhängendes, homogen erscheinendes Coagulum dar, das die Form des Gerinnungsgefäßes annimmt. Es schliesst den grössten Theil des Milchfetts ein und presst die Molken, welche Milchzucker, lösliches Eiweiss und die löslichen Salze enthält, nach und nach aus, indem es sich selbst zusammenzieht. Ausserdem besitzt das Serum von Thieren, welche mit Einspritzung von Milch verschiedener Thiere unter die Haut behandelt worden sind, die Eigenschaft, die Eiweisskörper derjenigen Thiermilch auszufällen, mit welcher sie vorbehandelt waren (Bordet'sches Laktoserum, spezifische Laktosera Wassermann's u. Schütze's).

¹⁾ Worunter nicht Gerinnung = Coagulation der Eiweisskörper zu verstehen ist.

²⁾ Das Labferment verliert durch Kochen seine Wirksamkeit, es wird aber beim Labprozess nicht verbraucht; denn die vom Labkuchen abgegossene Molke enthält noch das wirksame Labenzym.

Der Vorgang der Gerinnung der Milch durch Lab ist aber nicht — wie Fick (Ueber die Wirkungsart der Gerinnungsfermente, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 45, 1889, S. 293) angenommen hat — von der Wirkung der Eiweiss- oder Stärke spaltenden, der sog. verflüssigenden Enzyme grundverschieden. Walther (Ueber Fick's Theorie der Labwirkung und Blutgerinnung; ebenda Bd. 48, 1890, S. 529) steht vielmehr auf dem Standpunkt, dass auch das Lab zu den hydrolytischen Enzymen gehört, von denen er annimmt, dass ein Molekül Enzym mit einem Molekül Kasein in Wechselwirkung tritt, die gebildete Verbindung aber durch Wasser zersetzt wird und so das Enzym sich regeneriert. Er begründet dies damit, dass in einem U förmigen Rohr Milch bei Zusatz von sehr kräftigem Lab in dem einen Schenkel nicht „blitzartig“, sondern ganz allmählich schichtweise innerhalb mehrerer Stunden zum Gerinnen gebracht wird.

Diese Thatsache der Milchgerinnung durch Blutserum mit Milcheinspritzung vorbehandelter Thiere ist um so überraschender, als dem Blutserum an sich eine hemmende Wirkung auf den Labprozess zukommt (Rödén)¹⁾. Nach Morgenroth's²⁾ Versuchen über das Vorkommen eines Antilabs in Milch und Blutserum mit Lab immunisirter Thiere könnte die normaler Weise vorhandene gerinnungshemmende Wirkung verschiedener Blutsera mit einer Art Selbstimmunisirung vielleicht in Zusammenhang zu bringen sein.

Die Gerinnung durch Laktoserum hat mit der Labgerinnung manches gemeinsam; so ist sie an das Vorhandensein von Kalksalzen gebunden, welche event. auch durch Baryumsalze ersetzt werden können. In anderen Beziehungen unterscheidet sie sich aber wesentlich von der Labgerinnung, indem bei der Laktoserumgerinnung die Abspaltung eines dem Molkeneiweiss entsprechenden Körpers nicht nachgewiesen werden konnte. Erst wenn man das Laktoserumpräcipitat wieder löst und zwar in physiologischer Kochsalzlösung und durch Lab fällt, so spaltet sich jetzt Molkeneiweiss ab (Müller)³⁾.

Grundlegend für die Erkenntniss der Labgerinnung der Milch sind die Arbeiten Biedert's⁴⁾, Heintz's⁵⁾ und ganz besonders die werthvollen und exakten Untersuchungen Hammarsten's⁶⁾ geworden.

Die Beobachtung, durch thierische und pflanzliche Produkte die Milch zum Gerinnen zu bringen, ist schon im Alterthum gemacht worden, wie die Quellenstudien Peters'⁷⁾ aus dem alten Testament und Homer für Pflanzenlab und aus Aristoteles' Schriften für die labende Wirkung des Säugethiermagens darthun. Aufmerksam auf die Labwirkung der Magenschleimhaut bezw. des Magensaftes von Säugethiern wurde man durch das Auffinden geronnener Milch in dem Magen von Schlachtthieren, die man kurz vor der Tödtung mit Milch gefüttert hatte.

Die ersten genauen wissenschaftlichen Beobachtungen über die Labgerinnung der Milch machte Biedert (1869) mit Kälbermagen; ihm folgte hierin Heintz

¹⁾ Maly's Jahresber. der Thierchem. 17, 1887, S. 160. Rödén, Ueber den Einfluss des Blutserums auf die Gerinnung der Milch mit Lab (unter Leitung Hammarsten's).

²⁾ Centralbl. für Bakteriologie. 26, 1899, S. 349. Morgenroth, Ueber den Antikörper des Labenzym.

³⁾ Münch. med. Wochenschr. 1902, Nr. 7, S. 272. P. Th. Müller, Vergleichende Studien über die Gerinnung des Kaseins durch Lab und Laktoserum.

⁴⁾ Inaug.-Dissert. Giessen. 1869. Philipp Biedert. Untersuchungen über die chemischen Unterschiede der Menschen- und Kuhmilch, und zweite sehr vermehrte Ausgabe. Stuttgart, Enke, 1884.

⁵⁾ Journal f. praktische Chemie, N. F. VI 374 (1872). Zitiert nach Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkung. 1900.

^{6a)} Zitiert nach Maly's Jahresber. der Thierchemie. 1872. Bd. 2, S. 118. O. Hammarsten, Ueber die Milchgerinnung und die dabei mitwirkenden Fermente der Magenschleimhaut (Autoreferat).

^{6b)} Zitiert nach Maly's Jahresber. der Thierchemie. 1874. Bd. 4, S. 135. O. Hammarsten, Ueber den chemischen Verlauf bei der Gerinnung des Kaseins mit Lab (Autoreferat).

^{6c)} Zitiert nach Maly's Jahresber. der Thierchemie. 1877. Bd. 7, S. 185. O. Hammarsten, Zur Kenntniss des Kaseins und der Wirkung des Labferments (Autoreferat).

⁷⁾ Inaug.-Dissert. Rostock. 1894. Richard Peters, Untersuchungen über das Lab und die labähnlichen Fermente (Unter O. Nasse).

(1872). Jedoch blieb es Hammarsten (1872—1877) vorbehalten, einen genaueren Einblick in den Vorgang und das Wesen der Labgerinnung zu schaffen. Ihm gelang es, aus einem Labmagenaufguss das wirksame Prinzip annähernd rein darzustellen, für das er den Namen „Lab“ vorschlug, während Andere die meist gebräuchliche Bezeichnung „Labferment“ oder Chymosin (Friedberg, Deschamps), Rennin — engl. rennet¹⁾ — (Foster), Pexin — $\pi\acute{\eta}\xi\iota\varsigma$ — (Pagès) wählten.

Für die vorliegende Untersuchung kam im Wesentlichen nur das thierische Lab in Betracht. Als Hauptquelle des thierischen Labs ist die Schleimhaut des Magens (Haupt-, Vierter oder Labmagen) saugender Kälber und Ziegen zu nennen, und zwar ist nach den übereinstimmenden Untersuchungen Hammarsten's, Glässner's²⁾ und Greenwood's³⁾ der Magenrund die hauptsächlichste Bildungsstätte des Labs, nicht aber der Pfortnertheil (L. Sommer)⁴⁾.

Jedoch liefern nicht nur die Säugethiere im Magen Lab. Hammarsten ist es gelungen, in der Magenschleimhaut aller von ihm untersuchten Thiere (auch Vögel und Fische) einen in Wasser löslichen Stoff zu finden, welcher zwar selbst nicht Lab war, durch einen geringen Zusatz von Salzsäure jedoch binnen kurzem in Lab umgewandelt wurde (Vorlab, Prolab, Prochymosin).

Diese und die Versuche von Zuntz und Sternberg⁵⁾ (Vögel, Fische, Frösche) und die von Warren⁶⁾ (Säugethiere, Nichtsäuger, Wirbellose, — Hummer —) lehren, dass Labenzyme oder ihre Vorstufen in der Thierwelt weit verbreitet sind.

Für die Bildung des Magenlabs kommt auch das Alter der Thiere in Betracht. Während das saugende Kalb den Hauptlieferant des Labs darstellt, konnte Hammarsten in den Mägen von 1 bis 2 Tage alten Hunden weder Lab noch Pepsin nachweisen, spricht sich aber infolge des geringen ihm zur Verfügung gestandenen Materials mit grosser Vorsicht aus. Sommer, welcher bei seinen Versuchen verschiedene Thiergattungen in den verschiedensten Lebensabschnitten berücksichtigte, fand die labkräftigste Substanz in dem Magen junger Thiere, solange dieselben ausschliesslich von Milch lebten.

Die Ansichten über das Vorkommen von Lab im Magen des menschlichen Säuglings sind keine einheitlichen. Jedenfalls wird die allgemein gültige Anschauung von dem Vorhandensein des Labs im Säuglingsmagen, wie es von Szydlowski⁷⁾ und

¹⁾ Lab = *préure*, französ.

²⁾ Beiträge zur chemischen Physiologie u. Pathologie, 1901, Bd. I, S. 1. Glässner, Ueber die Vorstufen der Magenfermente.

³⁾ Zitiert nach Glässner.

⁴⁾ Inaug.-Dissert. Würzburg, 1897. L. Sommer, Beiträge zur Kenntniss des Labferments und seiner Wirkung.

⁵⁾ Archiv für Physiologie, 1900, S. 362. Zuntz und Sternberg, Ueber den Einfluss des Labferments auf die Verdauung des Milcheiweiss.

⁶⁾ Journ. of exp. medicine 2, 1897, S. 475. Warren, Milk curdling ferment in the gastric mucous membrane. Nach Warren hat schon Spallanzani (1789) berichtet, dass Köche in Ermangelung von Kälbermagen sich eines Auszugs von Vogelmagen bedienten und selbst die labende Wirkung des Magens von Hund, Katze, Reptilien, Schuppenfischen festgestellt.

⁷⁾ Prager Med. Wochenschr., 1892, S. 362. Szydlowski, Ueber das Verhalten des Labenzym im Säuglingsmagen.

auch neuerdings wieder von Schnürer¹⁾ auf Grund von Versuchen am Säugling bestimmt behauptet worden ist, durch Beobachtungen anderer Forscher wenig gestützt. Szydowski spricht sich dahin aus, dass im Mageninhalt des Säuglings „zu jeder Zeit und unter allen Verhältnissen Lab als konstantes Agens“ sich vorfindet, doch leidet seine Beweisführung an methodischen Fehlern (Verwendung von grösseren Mengen sauren Magensaftes). Nach Zuntz und Sternberg enthält der Magen des Säuglings weniger Lab als der des Erwachsenen, nach du Saar²⁾ soll es sich im Säuglingsmagen überhaupt nicht finden. Nach Johnson³⁾ und Boas⁴⁾ ist das Labferment aber in den Fällen, wo es sich beim Erwachsenen findet, stets, bei jeder Reaktion und bei jeder Nahrung vorhanden. Nach solchen Befunden würde die Kenntniss der biologischen Bedeutung des Labs überhaupt noch völlig dunkel genannt werden müssen⁵⁾. Johnson hat in einem Fall Lab in den Fäces nicht nachweisen können, woraus er wohl mit Recht schliesst, dass das Ferment bei der Wanderung durch den Darm mit seinem alkalischen Inhalt vernichtet worden ist.

Dass der Magen jedoch nicht ausschliesslich das labbildende Organ im thierischen Körper ist, beweisen die Beobachtungen von Zuntz und Sternberg, Edmunds⁶⁾ und Halliburton und Brodie⁶⁾. So traf Edmunds nach Art des Labferments wirkende Enzyme in einer Reihe anderer Organe an, so in Leber, Lunge, Niere, Milz, Schilddrüse, Hirn, Brustdrüse, Eierstock und Hoden⁷⁾.

Wie andere Enzyme entsteht auch das Labferment aus einer Vorstufe, einem Prolab (Hammarsten, Grützner⁸⁾, Glässner). Die inaktiven Profermente und die unmittelbar wirksamen Fermente stehen sich nach Glässner chemisch sehr nahe, denn schon eine geringe Menge Salzsäure bewirkt die Umformung der Profermente in Fermente, welche sich wie ein glatter chemischer Prozess, wie eine Hydrolyse, vollzieht. Trotzdem unterscheiden sich die Profermente in ihrem Verhalten gegen physikalische und chemische Einflüsse nicht unwesentlich von den Fermenten; so gelingt es, auf Grund des quantitativ verschiedenen Verhaltens derselben gegenüber Alkalien, durch Ausziehen der Schleimhaut des Labmagens mit 0,5% wässriger Sodalösung das fertige Labferment zu vernichten und eine Profermentlösung zu er-

¹⁾ Jahrb. für Kinderheilkunde, N. F., 50, S. 389. J. Schnürer, Zur Kenntniss der Labgerinnung.

²⁾ Zitiert nach Maly's Jahresber. der Thierchemie, 1891, Bd. 21, S. 252.

³⁾ Zeitschr. f. klin. Medizin, 1888, Bd. 14, S. 239. E. G. Johnson, Studien über das Vorkommen des Labferments im Magen des Menschen unter pathologischen Verhältnissen.

⁴⁾ Ebendasselbst, 1888, Bd. 14, S. 249. Boas, Untersuchungen über die Labfermente und Labzymogene im gesunden und kranken Magen.

⁵⁾ Die von Danilevsky und anderen russischen Forschern ausgesprochene Ansicht, dass die biologische Bedeutung des Labs in der Rückverwandlung der Spaltungsprodukte der Eiweisskörper (Albumosen) zu Organismus-Eiweiss in der Magenschleimhaut zu sehen sei, ist von Glässner neuerdings energisch bestritten worden (Beitr. z. chemischen Physiol. u. Pathol., 1901, Bd. I, S. 328).

⁶⁾ Zitiert nach Green-Windisch, Die Enzyme, 1901.

⁷⁾ Nach Sternberg sollen die italienischen Bauern zur Käsebereitung in Ermangelung von Kälbermagenlab Thierhoden verwenden.

⁸⁾ Pflüger's Archiv, 1878, 16, S. 105. Grützner, Ueber Bildung und Ausscheidung von Fermenten.

halten (Langley¹⁾, Glässner). Auch ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber höheren Temperaturen ist eine verschiedene (Lörcher²⁾, Glässner), wobei Dauer der Temperatureinwirkung, Reaktion der Flüssigkeit u. s. w. eine Rolle spielen. Die Aktivierung des Prolabs erfolgt aber, selbst bei Anwendung äquimolekularer Mengen von Säuren nicht gleich schnell. Die Säuren wirken dabei nach Glässner in folgender Reihenfolge: Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Milchsäure, Essigsäure, Phosphorsäure, wodurch die Angaben Lörcher's zum Theil bestätigt werden. Der Grad der umformenden Wirksamkeit geht parallel mit der Avidität (Lörcher) der betreffenden Säuren bez. mit der Konzentration der Wasserstoff-Ionen in der Lösung.

Vom physiologischen Standpunkt ist es nach dem Gesagten für den gesunden normalen Magen ohne Bedeutung, ob das Lab als Proferment oder fertiges Ferment austritt, da die vorhandene Magensäure schnell genug die Aktivierung des Proferments herbeiführt. Anders jedoch liegen die Verhältnisse beim erkrankten Magen mit mangelhafter Salzsäureabscheidung, beim Magen der Säuglinge im frühesten Lebensalter, in welchem ebenfalls wenig Salzsäure gebildet wird, und wohl auch bei der Zuführung grösserer Mengen Alkalis in den Magen, wobei diese allerdings ihrerseits wieder als Reiz auf die Saftsekretion wirken können.

Zur Verkäsung der Milch wird entweder die Magenschleimhaut oder häufiger noch ein Auszug derselben benutzt. Als Extraktionsmittel eignen sich am besten Lösungen von Kochsalz, Salzsäure und Glycerin. Zur Prüfung der Labfähigkeit des menschlichen Magens hat man den Magensaft benutzt. Die beste Dauerform des Labs scheint das aus dem Extrakt gewonnene trockne Pulver, das schnellstwirkende Präparat das Glycerinextrakt zu sein³⁾. Dass die Labfermente verschiedener Herkunft sich nicht völlig gleich verhalten, wird durch manche Beobachtungen in der Litteratur erwiesen⁴⁾.

Die Wirksamkeit des Labferments kann durch chemische und physikalische Einflüsse verändert, d. h. gesteigert oder abgeschwächt werden.

Schon Hammarsten erklärt die fixen Alkalien für den grössten Feind des Labferments. Sie wirken nach ihm auf das Lab selbst zerstörend und schon 0,025% Natriumhydroxyd genügen, um eine kräftig wirkende Lablösung in 24 Stunden bei einer Temperatur von 15—17° vollständig unwirksam zu machen, eine höhere Temperatur kürzt diese Zeit noch ab. Auch die kohlensauren Alkalien und noch andere Salze wirken durch die Beeinflussung des Labs hemmend oder aufhebend auf

¹⁾ Zitirt nach Glässner a. a. O.

²⁾ Pflüger's Archiv, 1898, Bd. 69, S. 141. Lörcher, Ueber Labwirkung.

³⁾ Weitere Angaben über die Gewinnung des Labs und seine Trennung von Pepsin finden sich bei Oppenheimer (die Fermente und ihre Wirkung, 1900, Leipzig, Vogel) und in Roscoe-Schorlemmer (Lehrb. der organ. Chemie, Braunschweig, 1901, 7. Theil, S. 141 und 143.) „In der Schweiz lässt man gut abgeschabten und getrockneten Kälbermagen 48 Stunden bei 20—35° in Molken liegen und verwendet dann diese abfiltrirte Lablösung (von Freudenreich)“, ferner bei Green-Windisch, Die Enzyme, 1901.

⁴⁾ So soll sich besonders das Kälberlab wesentlich von dem entsprechenden Enzym des Menschen und des Schweines unterscheiden. (Bang: Ueber Parachymosin, ein neues Labferment. — Unter Hammarsten's Leitung. — Pflüger's Archiv 79, 1900, S. 425). Auch das Froschlabb ist ein anderes als das der Säugethiere.

die Labgerinnung ein; die Säuren dagegen haben, wie schon Hammarsten¹⁾ nachgewiesen hat, in geringen Zusätzen einen fördernden Einfluss auf die Labgerinnung. Der hierbei auftretende Unterschied in der beschleunigenden Wirkung der verschiedenen Säuren wird von ihm theilweise auf die Wirkung der hierbei gebildeten Salze zurückgeführt, indem diese, wegen der ihnen zukommenden fällungshemmenden Eigenschaften die beschleunigende Wirkung der Säuren herabzumindern vermögen. Am meisten die Labgerinnung fördernd fand er unter den von ihm untersuchten Salzen das Chlorcalcium, dessen Konzentrationsoptimum nach ihm zwischen 0,1 und 0,5% liegt.

Die Labgerinnung der Milch im Magen ist nicht an den Einfluss der hier vorkommenden Säuren gebunden; die Verkäsung der Milch kann vielmehr ohne jede Säurewirkung ausschliesslich durch die Reaktionsfähigkeit des Labfermentes erfolgen.

Diesem fundamentalen Satz ist durch die ausgedehnten Versuche Biedert's, Hammarsten's und Alex. Schmidt's²⁾ in den Jahren 1869 bis 1877 endlich zum Sieg verholfen worden.

So konnte schon Hammarsten in überzeugender Weise feststellen, dass sich die Labgerinnung unabhängig von der aus dem Milchzucker der Milch entstehenden Milchsäure vollzieht, indem sowohl in Milch, welche vom Beginn bis zum Schluss des Versuchs schwach alkalisch³⁾ reagirte, als auch in milchzuckerfreier und dadurch auch milchsäurefreier Milch binnen kurzer Zeit Gerinnung eintrat⁴⁾. Vor Hammarsten hatte bereits Biedert (1869) gesehen, dass die Milch bei alkalischer Reaktion durch Lab zum Gerinnen gebracht werden kann: „Die spontane Gerinnung reiner oder mit Lab versetzter Kuhmilch ist nicht nothwendig an die Bildung freier Säure geknüpft; sie erfolgt, wenn freilich etwas später als sonst, auch bei mittlerer Zimmertemperatur in alkalisirten Proben und kann die alkalische Reaktion den Eintritt der Gerinnung lange überdauern.“

Ueber den Einfluss der Reaktion auf die Labgerinnung bei gleichzeitiger Einwirkung höherer Temperaturen ist Folgendes bekannt. Bei Anwendung höherer Temperaturen (Erhitzen) wird nach Hammarsten⁵⁾ die Labwirkung schneller in saurer als in neutraler Lösung aufgehoben im Gegensatz zu Boas, welcher saure Lösung widerstandsfähiger fand, und zu Lörcher, welcher Lab in saurer Glycerinlösung für die gegen Erhitzen beständigste Form hält. Zu erwarten wäre ja, dass der schädliche Einfluss der Temperatur, wenn er mit dem der alkalischen Reaktion

¹⁾ Hammarsten a. a. O. 1877, S. 162.

²⁾ Zitirt nach Maly's Jahresbericht der Thierchemie. 1874, Bd. 4, S. 154. Alex. Schmidt, Ein Beitrag zur Kenntniss der Milch.

³⁾ Alle mit Lab gerinnenden Kaseinlösungen reagiren ebenso wie die Milch für Lackmold alkalisch, für Phenolphthalein sauer. (Courant; Benjamin, Virchow's Archiv 1896, Bd. 145, S. 30. Beiträge zur Lehre von der Labgerinnung; unter Salkowski).

⁴⁾ Schaffer (Ueber das Kasein und die Wirkung des Labfermentes in der Kuhmilch. Landw. Jahrb. der Schweiz, 1887, S. 16, zitirt nach Maly's Jahresberichten der Thierchemie, Bd. 17 (1887), S. 158), will durch zahlreiche Versuche eine geringe Herabminderung des Säuregrades der Milch durch die Labgerinnung festgestellt haben (0,2—0,3 ccm $\frac{1}{4}$ Normalnatronlauge auf 50 ccm Milch). (Widerlegt von Söldner. Siehe später.)

⁵⁾ Hammarsten, Lehrbuch der physiol. Chemie, S. 154, Wiesbaden 1891.

kombiniert ist, am grössten sei. Nach Hammarsten genügt schon eine Temperatur von $37-40^{\circ}$, um eine Lablösung mit 0,3 % Salzsäure innerhalb 48 Stunden völlig unwirksam zu machen (entgegen dem Pepsin, welches nach diesem Verfahren labfrei gemacht werden kann), und derselbe Effekt wird erreicht durch ein kurzdauerndes Erhitzen auf 63° ; Lörcher stimmt auch hierin mit Hammarsten nicht überein, indem er die Wirkung einer Lablösung mit 0,3 % Salzsäure, 48 Stunden einer Temperatur von $37-40^{\circ}$ ausgesetzt, zwar bedeutend abgeschwächt, nicht aber aufgehoben fand.

Aber auch an sich sind die Temperaturverhältnisse von wesentlichem Einfluss auf die Labgerinnung. Das Temperaturoptimum wurde schon von Hammarsten zwischen 36 und 38° , d. h. bei Körpertemperatur erkannt.

Auf Grund eigener Versuche kam Duclaux¹⁾ zur Aufstellung einer Kurve, welche die Abhängigkeit der Labgerinnung von der Temperatur gut veranschaulicht.

Die Abszisse stellt die Temperatur dar; auf der Ordinate sind die Gerinnungszeiten aufgetragen und zwar bedeutet 1 eine solche von 32 Minuten. Hiernach liegt das Temperaturoptimum etwa bei $38-41^{\circ}$.

Graphische Darstellung
Duclaux's.
Einfluss der Temperatur auf den Eintritt der Labgerinnung.

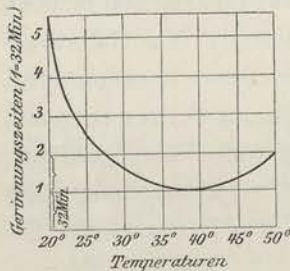


Fig. 1.

trat Labgerinnung schon nicht mehr ein, wohl aber auf Zusatz von Kalksalzen; Johnson³⁾ fand als unterste Temperaturgrenze für Labgerinnung $19,5^{\circ}$. Lörcher erhielt mit einer starken Lablösung innerhalb 20 bis 30 Minuten bei 15° noch eine Labgerinnung der Milch, ja sogar noch bei 8 bis 10° , nur dauerte hier der Prozess länger; bei 0° war es Lörcher unmöglich, innerhalb 24 Stunden eine Gerinnung zu erzielen. (Desgleichen Arthus und Pagès⁴⁾). Für den Eintritt der Labgerinnung bei den angegebenen niederen Temperaturen ist aber wieder die Labmenge von Bedeutung (Lörcher).

Erwähnenswerth sind die Beobachtungen von Chanoz und Doyon⁵⁾, nach welchen

¹⁾ Les principes de laiterie par E. Duclaux, Paris (S. 38).

²⁾ Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. 7, S. 209. Baginski, Ueber das Vorkommen und Verhalten einiger Fermente.

³⁾ A. a. O.

⁴⁾ Zitiert nach Lörcher. Arch. d. physiol. 5e série. T. 2, 1890.

Arthus et Pagès, Action du lab et coagulation du lait.

⁵⁾ Compt. rend. soc. Biol., Bd. 52, 1900, S. 453. Chanoz et Doyon, Action des basses températures sur la coagulabilité du sang et du lait et sur le pouvoir coagulant de la présure.

nicht nur Blut und Milch nach einer Abkühlung auf -180° (flüssige Luft) ihre Gerinnungsfähigkeit beibehielten, sondern auch käufliche Lablösung nach 1 bis 30 Minuten langem Abkühlen auf diese Temperatur Milch von 35° mit derselben Schnelligkeit wie nicht abgekühltes Lab verkästen.

Die Vernichtung des Labs erfolgt bei Temperaturen zwischen 60 und 70° ¹⁾, je nach der Dauer der Erwärmung und der Menge des in Lösung vorhandenen Labs und der Reaktion dieser Lösung. Im trocknen Zustande verträgt Labpulver sogar Erhitzen auf 100° .

Im Gegensatz hierzu und besonders zu den Beobachtungen von Boas²⁾, welcher Lab durch eine Temperatur von 55° in seiner Wirkung nicht wesentlich beeinflusst fand, steht die Angabe Peter's, nach der schon eine Temperatur von 56° für die Vernichtung genügen soll.

Auf Grund der beschriebenen Angaben in den Fachschriften tritt demnach die Labgerinnung am schnellsten ein bei einem Optimum der Temperatur, bei Ueberschreitung desselben nach oben und unten macht sich eine Hemmung geltend.

Zugesetzte oder durch Mikroorganismen entstehende chemische Stoffe können nach der einen oder anderen Seite die Wirkung des Labs beeinflussen.

Schliesslich wird nach A. Mayer³⁾ dem Einfluss des Lichts, besonders bei gleichzeitigem Luftzutritt, eine schädigende Wirkung auf Lablösung zugeschrieben; Luftzutritt ohne Lichteinwirkung soll dagegen nicht in gleichem Maasse schädlich sein. (Im Allgemeinen bestätigt durch die neueren Angaben Emmerling's⁴⁾).

Ueber den chemischen⁵⁾ Vorgang bei der Labgerinnung geben die systematischen Untersuchungen Hammarsten's sowie die Versuche von Benjamin, Peters und Schaffer⁶⁾ Aufschluss. Hammarsten kontrollirte als Erster die Beobachtungen an der Milch mit Versuchen an Lösungen von Kasein bei Gegenwart von Kalksalzen. Der Eintritt der Labgerinnung der Milch ist, wie die Gerinnung des Bluts, an das Vorhandensein von löslichen Kalksalzen gebunden. So gerinnt auch das in Kalkwasser gelöste Kasein erst dann, wenn ein lösliches Kalksalz (z. B. Chlorcalcium) zugesetzt wird. Bei der Verkäsung der Milch sind die phosphorsauren Salze des Calciums betheiligt. Im Laboratoriumsversuch kann aber nach Hammarsten die Phosphorsäure durch andere Säuren, wie Schwefelsäure und Kohlensäure, ersetzt werden. Ebenso ist das Calcium durch andere Erden, Baryum, Strontium und Magnesium vertretbar (Hammarsten, Arthus — Baryum-, Strontiumkäse — und Peters). Die

¹⁾ A. Mayer, Die Lehre von den chemischen Fermenten oder Enzymologie, 1882, Heidelberg. Die Reaktionsfähigkeit des Labs nimmt mit gesteigerter Temperatur immer mehr ab.

²⁾ A. a. O.

³⁾ Landw. Versuchsstat., Bd. 27, S. 247, 1881. A. Mayer, Neue Beiträge zur Kenntniss der Wirkung des Labferments.

⁴⁾ Berichte der Deutsch. Chem. Ges., 1901, 34, S. 3811. O. Emmerling, Die Einwirkung des Sonnenlichts auf die Enzyme.

⁵⁾ Chanoz und Doyon, (Compt. rend. soc. Biol., Bd. 52, 1900, S. 496. La coagulation du lait sous l'influence de la présure s'accompagne-t-elle d'un phénomène électrique?) haben es wahrscheinlich gemacht, dass der Vorgang der Labgerinnung ebenso wie der der Blutgerinnung ohne messbare elektrische Erscheinungen vor sich geht.

⁶⁾ A. a. O.

Säurefällung ist dagegen so gut wie unabhängig von dem Vorhandensein von Kalksalzen; jedenfalls werden bei der Labgerinnung 13 % mehr Kalkphosphat benötigt als bei der Säurefällung. Unter dem Einfluss des Labs wird nun nach Hammarsten das Milcheiweiss (Kasein) gespalten in einen Eiweisskörper, der in nur geringer Menge vorhanden ist und in der Molke gelöst bleibt (Molkeneiweiss) und in einen anderen Eiweisskörper, der sich mit einem Theile der Kalksalze der Milch abscheidet (Parakasein = Käse). Dieser bei der Verkäsung als ein Vorgang sich darstellender Prozess scheint in Wirklichkeit aus zwei Einzelvorgängen zu bestehen, wie sich durch besondere Versuche zur Zergliederung der Labwirkung hat nachweisen lassen. Nach Hammarsten und Arthus setzt sich diese erstens aus der chemischen Umformung (Spaltung) des Kaseins in andere Eiweisskörper und zweitens aus der Ausfällung des einen überdies chemisch veränderten Spaltstücks mit Salzen zusammen. Hier hört aber die Analogie mit der Blutgerinnung auf. Das Kalksalz ist nun interessanterweise nicht für die Bildung des Käses, wohl aber für dessen Abscheidung notwendig. Hammarsten hat den Labprozess in seine einzelnen Abschnitte experimentell zergliedert. Dadurch, dass er auf eine Kaseinlösung zunächst nur Lab einwirken liess und nach der Vernichtung desselben durch Erhitzen ein lösliches Kalksalz zusetzte, wodurch erst Gerinnung eintrat, hat er gezeigt, dass das Lab nur die Umformung des Eiweisskörpers, das Kalksalz nur die Ausfällung des Käses besorgte.

Nach den neuesten Untersuchungen Hammarsten's soll nun der durch Lab vorgebildete Käse (Parakaseinkalk) auch durch andere Salze, so durch Kochsalz zur Ausfällung gebracht werden können. Doch entsteht hierbei nicht ein typischer Labkuchen, sondern mehr eine flockige Ausscheidung. Bei der Kaseinausscheidung durch Säuren fällt das Kasein nur als solches, nicht zugleich mit Calciumphosphat, aus. Das Molkeneiweiss nimmt auch hier an der Fällung nicht Theil, sondern bleibt gelöst in der Molke zurück, entgegen der Behauptung von Peters, welcher die Nichtfällbarkeit des Lactalbumins (Molkeneiweiss) durch Säuren leugnet.

Nach Hammarsten's Untersuchungen ist nun die Wirkung des Labs höchst wahrscheinlich die gleiche wie diejenige hoher Hitzegrade¹⁾, bei denen (130 bis 150° im zugeschmolzenen Rohr) das Kasein in Lösung ebenfalls gerinnt. Dabei wird das Kasein nämlich auch in zwei Eiweisskörper, einen leicht und einen schwer löslichen, gespalten.

Sowohl die durch eine Säure als auch die durch Lab erhaltenen Gerinnungsprodukte der Milch können, in Kalkwasser gelöst (Säurekasein löst sich leichter als Labkasein), durch Lab unmittelbar nicht wieder gefällt werden. Für das durch Säure gefällte Kasein erklärt sich dies dadurch, dass dasselbe in der Milch bis dahin durch Calciumphosphat in Lösung gehalten und dann durch die Säure neutralisirt jetzt ausfällt (ohne Calciumphosphat); für das durch Lab abgeschiedene Gerinnungsprodukt dürfte dies auf die Unfähigkeit desselben das Calciumphosphat in

¹⁾ So sind ja auch gewisse Bakterienenzyme in ihrer Wirkung gleich dem schmelzenden Kali, das tryptische Enzym der Hefe gleich der kochenden konzentrirten Schwefelsäure.

Lösung zu erhalten oder nach Lösung in Kalkwasser bei Zusatz dieses Salzes selbst in Lösung zu bleiben, zurückzuführen sein. Versuchte Hammarsten nämlich die Lösungen beider Kaseine in Kalkwasser durch Neutralisieren mit Phosphorsäure der Milch möglichst ähnlich wieder herzustellen, so stiess er bei der Labkaseinlösung auf die Schwierigkeit, dass sich dieselbe durch Phosphorsäure nicht neutralisieren lässt, ohne dass ein Niederschlag entsteht. Anders dagegen verhält sich nach ihm das durch Säure abgeschiedene Kasein, welches durch Lösen in Kalkwasser und nachheriges Neutralisieren mit Phosphorsäure (ohne Bildung eines Niederschlags) der Labwirkung wieder zugänglich gemacht wird.

Einen abweichenden Standpunkt in dieser Frage nimmt Peters ein; zunächst erkennt er diese prinzipiellen Unterschiede zwischen Säuregerinnung und Labgerinnung nicht an, indem er behauptet, dass sowohl das durch Säure als das durch Lab gefällte Kasein nach seiner Lösung in Kalkwasser (ohne Neutralisieren mit Säure!) durch Lab ausfalle, bezw. erneut ausgefällt werden könne. Nach ihm soll das Lab also nicht nur auf das ursprüngliche Milchkasein (Hammarsten), sondern auch auf das einmal ausgefällte und ebenso auf das zuerst von Lab nicht ausgefällte Serum-Eiweiss unter gewissen Bedingungen, ja sogar auch auf andere Eiweisskörper wirken. Diese Angaben, welche von Benjamin nicht bestätigt werden konnten, sucht Hammarsten¹⁾ zu widerlegen, indem er die von Peters beobachtete Wirkung auf den Kochsalzgehalt der verwendeten Labessenz zurückführt, die 11,58 % Kochsalz enthielt. Hammarsten konnte nämlich bei Zusatz von 1 ccm derselben (Witte'schen) Essenz auf 100 ccm Milch bisweilen, bei 2 ccm auf 100 regelmässig Gerinnungsbildung beobachten. Es würde sich also nicht um eine Labfällung, sondern um eine Aussalzung gehandelt haben, da Kochsalz eine Käse- = Parakaseinkalklösung bei Körperwärme auszufällen vermag.

Ein kurzes Schema erleichtere das Zurechtfinden in den verschiedenen gebräuchlichen Bezeichnungen für die bei der Gerinnung der Milch auftretenden Produkte:

In der Milch	Kasein (Schulze & Röse, Hammarsten)	Kaseinogen (Schäfer ²⁾ , Storch, Peters, Arthus ³⁾ , Halliburton)
Durch Säure ausgefällt	Kasein (Hammarsten, Halliburton) Säurekasein (Salkowski)	Kaseinogen (Halliburton, Storch, Peters)
Durch Lab zur Gerinnung gebracht	Parakasein = Käse (Hammarsten) Labkasein (Salkowski)	Kasein = Käse (Halliburton, Storch, Peters) Kaseogenkalk (= Kaseum, Käse, Arthus)

Von allen Autoren wird aber zum Ausdruck gebracht, dass der durch Säure gefällte Eiweisskörper der Milch, wie schon der gewählte Name besagen soll, als annähernd reiner Eiweisskörper gegenüber dem Käse anzusehen ist.

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 22, 1896/97, S. 103. Hammarsten, Ueber das Verhalten des Parakaseins zum Labenzym.

²⁾ Vergl. hierzu Myosinogen — Myosin, Fibrinogen — Fibrin. Schäfer, Textbook of physiology I, 1898. Artikel Milk von Schäfer.

³⁾ Arthus, Elemente der physiol. Chemie. Leipzig 1895.

Im Anschluss an die über Thierlab gemachten Mittheilungen möge noch das Pflanzenlab unter Hinweis auf Peters und Green-Windisch gestreift werden.

Das Pflanzenlab findet sich häufig — ähnlich den Verhältnissen im Säugethiermagen — gemeinschaftlich mit einem eiweiss-spaltenden Fermente. Es ist gefunden worden in den Blättern von *Pinguicula vulgaris* (Fettkraut) und im *Galium verum*, Labkraut (nicht bei anderen *Galium*-arten¹⁾), ebenso reichlich im Saft des Melonenbaumes (*Carica Papaya*) und in den Früchten desselben. *Clematis vitalba* (gemeine Waldrebe) enthält es im Bast der Stammbüchel, *Cynara scolymus* (Garten-Artischoke) in den Blütenblättern und die Naras-Pflanze (*Acanthosicyos horrida*) in Südwestafrika birgt es in grossen Mengen in den saftigen Fleischtheilen der kürbisartigen Frucht. Im Allgemeinen ist der Sitz des Pflanzenlabs der Same und die Frucht. Anwendung hat dasselbe schon im Alterthum gefunden (Peters²⁾), aber auch heute soll es noch zur Gerinnung der Milch gebraucht werden³⁾. Als Labmittel werden der frisch ausgepresste Pflanzensaft (Peters), ein mit Glycerin oder Kochsalzlösung hergestellter Auszug (Green-Windisch) und auch wohl Pflanzentheile unmittelbar benutzt. Die Wirkung ist nach Peters ähnlich der des Thierlabs.

Schliesslich ist auch in verschiedenen Bakterienarten das Vorkommen von Lab festgestellt worden (Duclaux⁴⁾ u. A.)

Versuchsanordnung und orientirende Versuche.

Die Versuche wurden in einer 50 cm langen, 30 cm breiten, etwa 15 cm hoch mit Wasser gefüllten Blechwanne ausgeführt, welche mit einem Kranzbrenner geheizt wurde. Die Temperatur wurde beständig auf 38° erhalten. Als Gerinnungsgefässe wurden Glaskölbchen nach Erlenmeyer von 110—120 ccm Inhalt verwendet, welche auf einer durchlöchernten Metallplatte derartig in das Wasserbad hineingestellt wurden, dass die Oberfläche der Milch in den Kölbchen sich in gleicher Höhe mit dem Spiegel des Wasserbades befand.

Zu den Versuchen wurde täglich frische Vollmilch (Mischmilch) aus einer grösseren Berliner Meierei bezogen und als Lab wurde des bequemeren und gleichmässigeren Abmessens halber Labessenz (Schering) gewählt. Die Analyse der fast neutral (nur eine Spur sauer) reagirenden Labessenz ergab 12,61% Trockensubstanz (bei 100°), 7,39% Asche mit 7,23% Chlornatrium. Borsäure und Phosphorsäure konnten in ihr nicht nachgewiesen werden. (Kochsalzgehalt in 1 ccm Essenz 0,0723 g.)

Für sämtliche Versuche wurden 100 ccm Milch verwendet, die durch einen stets gleich bleibenden, geeigneten Labzusatz nach 15 Minuten langem Vorwärmen etwa innerhalb 10 Minuten zur Gerinnung gebracht wurde. Hierzu war 1 ccm Labessenz nöthig, wie sich aus folgender Tabelle ergibt:

¹⁾ Green-Windisch.

²⁾ Saft des Feigenbaumes macht die Milch gerinnen (Plinius).

³⁾ *Pinguicula vulgaris* wird angeblich in Italien zur Quarkbereitung benutzt.

⁴⁾ Duclaux, le lait. Paris 1887.

Milchmenge	Labmenge ¹⁾	Gerinnungszeiten ²⁾
100 ccm	0,5 ccm	16 und 16½ Minute
" "	0,6 "	14 " 14 "
" "	0,7 "	11¾ " 11½ "
" "	0,8 "	10½ " 10½ "
" "	0,9 "	9½ " 9¾ "
" "	1,0 "	8½ " 9 "
" "	1,1 "	8 " 8¼ "
" "	1,2 "	7½ " 7¾ "
" "	1,4 "	6½ " 6¾ "
" "	1,6 "	6 " 6¼ "
" "	1,8 "	5¼ " 5 "
" "	2,0 "	4½ " 4½ "
" "	3,0 "	3¾ " 3½ "
" "	4,0 "	3 " 3 "
" "	6,0 "	1½ Minute
" "	8,0 "	1½ "
" "	10,0 "	1 "

Bei Einhaltung eines solchen Zeitraums von etwa 10 Minuten konnte die durch gewisse Zusätze zur Milch eintretende Verlängerung oder Verkürzung der Gerinnungszeiten genau beobachtet und auch noch sogar nach Viertelminuten zählende Unterschiede leicht festgestellt werden.

Die Gerinnung wurde als vollendet angesehen, sobald der Inhalt der Kölbchen sich derartig verdickte, dass beim Neigen derselben die Oberfläche des Inhalts nicht mehr eben, sondern deutlich gewölbt erschien und ein Ausfliessen des Inhalts nicht eintrat.

Das Ergebniss der in der vorausgehenden Tabelle enthaltenen Versuche sowie die nachstehende graphische Darstellung zeigen bei einem Labzusatz von 0,5—6 ccm ziemlich regelmässige Verkürzungen der Gerinnungszeiten; über 6 ccm hinaus kann dagegen nur noch eine kaum nennenswerthe Beschleunigung erzielt werden. Es verläuft also hier nach, entgegen der herrschenden Annahme, die Schnelligkeit des Eintritts der Labgerinnung nicht in allen Konzentrationen völlig proportional der zugesetzten Fermentmenge, wie dies auch für andere Fermente (Pepsin, Krüger) neuerdings nachgewiesen worden ist. Für das Lab ist schon Lörcher auf Grund einer sorgfältigen Versuchsreihe zu der Ansicht gekommen, dass die Gerinnungsgeschwindigkeit nur innerhalb gewisser enger Grenzen der Fermentmenge proportional ist.

Einfluss der Labmenge auf die Gerinnungszeit.

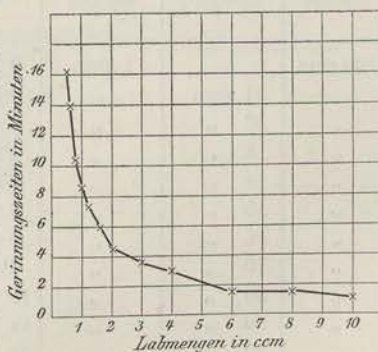


Fig. 2.

¹⁾ Duclaux (Le lait. Paris 1887) untersuchte noch geringere, bis zu minimalen, Zusätze von Lab unter Ausschluss jeder Bakterienwirkung und gelangte so zu einem Punkte, wo das zugesetzte Ferment ohne Wirksamkeit war.

²⁾ Ein weiterer Beleg hierfür ist in der Tabelle S. 139 Spalte 4 zu sehen, wo bei einigen Versuchen unter Anwendung gleicher Lab- und Milchmengen die gleichen Gerinnungszeiten beobachtet wurden.

Für die Versuchsanordnung musste zunächst wegen des zu prüfenden Zusatzes von chemischen Stoffen in Lösung festgestellt werden, wieweit eine Verdünnung

Einfluss der Verdünnung mit Wasser auf die Gerinnungszeit.

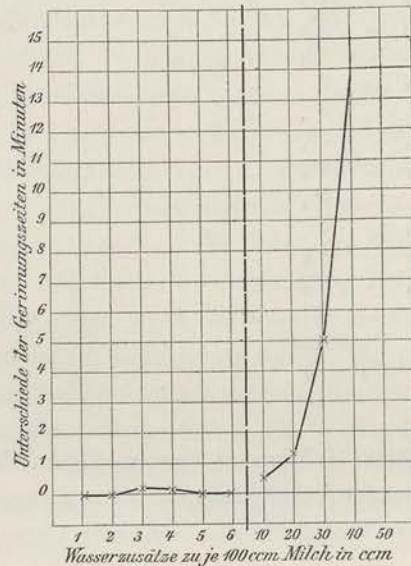


Fig. 3.

der Milch mit Wasser auf die Labgerinnung von Einfluss ist, da hierüber die Litteraturangaben von einander abweichen und dieses Moment von einigen Forschern vernachlässigt worden ist.

Aus den Versuchsergebnissen (vergl. folgende Tabelle und nebenstehende Kurve) geht hervor, dass ein Zusatz von etwa bis zu 10% als äußerste Grenze zur Milch gemacht werden darf, ohne dass der typische Verlauf der Labgerinnung dadurch gestört wird. Ueber 10% hinausgehende Wasserzusätze verzögerten, ebenso wie die Versuche Hammarsten's und Anderer gelehrt haben, die Gerinnung mehr und mehr und veränderten ausserdem die Beschaffenheit des Coagulums: Schon bei einem Zusatz von 20 ccm Wasser zu 100 ccm Milch (120 ccm) konnte von mir ein fest zusammenhängender normaler Labkuchen nicht mehr erhalten werden.

Bei Zusatz von 2 Volumina Wasser zur Milch fand Hammarsten¹⁾ die Labgerinnung gänzlich aufgehoben.

Reaktion der Milch: amphoter.

Milchmenge	Wassermenge ²⁾	Labmenge	Gerinnungszeiten der beiden Proben	Unterschied in den Gerinnungszeiten	Beschaffenheit des Gerinnungsprodukts
100 ccm	—	1 ccm	9 u. 9 Minut	—	Normal. fester Labkuchen
"	1 ccm	"	9 " 9 "	—	"
"	2 "	"	9 " 9 "	—	"
"	3 "	"	9 1/4 " 9 1/4 "	— 1/4 Minute	"
"	4 "	"	9 1/4 " 9 "	— 1/8 "	"
"	5 "	"	9 " 9 "	—	"
"	6 "	"	9 " 9 "	—	"
"	10 "	"	9 1/2 " 9 1/2 "	— 1/2 Minute	"
"	20 "	"	10 1/4 " 10 1/4 "	— 1 1/4 "	weniger fest, gleichmässig
"	30 "	"	14 " 14 "	— 5 Minuten	dünn, "
"	40 "	"	23 " 23 "	— 14 "	sehr dünn, "
"	50 "	"	Nach 1 Stunde nur Gerinnungsbildung, kein Labkuchen.		

Dieser hemmende Einfluss des Wasserzusatzes auf die Labgerinnung der Milch kann in gewissen Grenzen, in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Peters

¹⁾ Hammarsten 1877 a. a. O.

²⁾ Hierbei ist zu berücksichtigen, dass mit steigendem Wasserzusatz die Labmenge relativ herabgesetzt wird, ein Moment, das in der später folgenden Tabelle ausgeschaltet worden ist.

(a. a. O.) durch erhöhten Labzusatz wieder herabgemindert werden, jedoch ist eine grössere Labmenge nicht im Stande, die durch Verdünnung der Milch mit Wasser hervorgerufene Aenderung der Kohärenz der Labkuchen immer aufzuhalten.

Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuch mit 1 ccm Labessenz: Gerinnungszeiten 9 und 9 Minuten.
 „ „ 3 „ „ „ 3½ „ 3½ „

Milchmenge	Wassermenge	Labmenge	Gerinnungszeiten	Unterschied in den Gerinnungszeiten	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
95 ccm	5 ccm	1 ccm	9 und 9 Minuten	—	normal. Labkuchen
90 „	10 „	„	9¾ „ 9¾ „	— ¾ Minuten	„ „
75 „	25 „	„	13 „ 13 „	— 4 „	„ „
60 „	40 „	„	33 „ 33 „	— 24 „	aber weniger cohärent
50 „	50 „	„	Nach 1½ und ebenso nach 3 Stunden nur Gerinnselfbildung.		gleichmässiger eben noch cohärenter Labkuchen
95 ccm	5 ccm	3 ccm	3½ und 3½ Minuten	—	normal. Labkuchen
90 „	10 „	„	3¾ „ 3¾ „	— ¼ Minut.	„ „
75 „	25 „	„	5 „ 5 „	— 1½ „	„ „
60 „	40 „	„	7½ „ 7½ „	— 4 „	normaler etwas dünner Labkuchen
50 „	50 „	„	11 „ 11 „	— 7½ „	dünner, gleichmäss., wenig cohärenter Labkuchen.

Die mechanische Bewegung wirkt, wenn auch nicht erheblich, so doch deutlich wahrnehmbar, beschleunigend auf den Labgerinnungsprozess, allerdings nur insoweit es sich um die Anwendung geringer Labmengen handelt.

Milchmenge	Labmenge	Gerinnungszeiten		Unterschiede in den Gerinnungszeiten
		der umgerührten Milch	der nicht umgerührten Milch ¹⁾	
100 ccm	1 ccm	8 und 7¾ Minuten	9½ und 9½ Minuten	etwa ½ Minute
„	2 „	4 „ 4 „	4½ „ 4½ „	½ „
„	3 „	3 „ 3 „	3¾ „ 3¾ „	etwa ½ „
„	4 „	2 „	3 „ 3 „	1 „
„	6 „	1¾ „	1½ „	¼ „
„	8 „	1½ „	1¼ „	—
„	10 „	1 „	1 „	—
50 ccm	7,5 „	—	½ „	—

Diese Beobachtung deckt sich im Allgemeinen mit den Angaben A. Mayers²⁾.

Wenn auch für das vorliegende Thema der Einfluss höherer Temperaturen auf die Labgerinnung der Milch unmittelbar nicht von Werth ist, so sollen in Kürze doch einige eigene Versuche angefügt werden, welche von Neuem die allgemein

¹⁾ Vergl. auch. S. 137.

²⁾ Adolf Mayer, Die Lehre von den chemischen Fermenten oder Enzymologie 1882.

herrschende Anschauung von tiefgreifenden physikalischen und chemischen Veränderungen in der Milch durch Kochen als richtig erweisen: es nimmt mit dem Steigen der Temperatur die Beeinträchtigung der Labgerinnung zu.

Milch im siedenden Wasserbad erhitzt.

Probeversuch mit nicht erhitzter Milch. Gerinnung der 2 Kontrollproben nach 9 und 9 Minuten.

Dauer des Erhitzens	Milchmenge	Labmenge	Gerinnungszeiten	Beschaffenheit des Gerinnungsprodukts
30 Minuten	100 ccm	1 ccm	12½ und 12½ Minuten	Dünne, gleichmässige Kuchenbildung
" "	"	"	15 " 15 "	Kuchenbildung etwas fester, aber weniger cohärent als von nicht erhitzter Milch
60 "	"	"	16 " 16 "	Dickes Gerinnsel, das nach einhalbstündigem Stehen an der Luft sich zu einem dünnen, gleichmässigen Kuchen zusammenballt
" "	"	"	20 " 20 "	Dünne, gleichmässige Kuchenbildung.

Milch auf freier Flamme gekocht¹⁾.

Probeversuch mit ungekochter Milch: Gerinnung der Kontrollproben nach 9 und 9 Minuten²⁾.

Dauer des Kochens	Gerinnungszeiten	Beschaffenheit des Gerinnungsprodukts
15 Minuten	15 und 15 Minuten	Dünnere, gleichmässiger Labkuchen
30 "	16 " 16 "	Dickes Gerinnsel, das nach einhalbstündigem Stehen an der Luft zum dünnen, gleichmässigen Labkuchen wird
30 "	21 "	Dünnere, gleichmässiger Labkuchen
60 "	18 " 18 "	Dickes Gerinnsel, das nach einhalbstündigem Stehen an der Luft sich ziemlich gleichmässig zusammenballt
60 "	28 "	Dünnere, gleichmässiger Kuchen.

Nach eigenen Versuchen hatte ein 24stündiges Aufbewahren der Milch bei ungefähr 0° auf die Labgerinnung kaum einen Einfluss, denn die Gerinnung der so

¹⁾ Ueber den Einfluss weniger hoher Temperaturen, wie sie z. B. beim Pasteurisiren der Milch in Anwendung kommen, auf die Labgerinnung der Milch finden sich genauere Angaben bei Conradi (Münch. med. Wochenschr. 1901, S. 175. „Ueber den Einfluss erhöhter Temperaturen auf das Kasein der Milch“) und von Freudenreich (Centralbl. für Bakteriologie. [II] Bd. 4 [1898] S. 309. „Beitrag zur Kenntniss der Wirkung des Labferments“).

²⁾ Die Gerinnungszeiten lassen sich mit denen der Probeversuche wegen des verschiedenartigen Ausfalls der Gerinnungsprodukte nicht gut vergleichen.

gekühlten Milch auf nachherigen Zusatz von Lab trat nur 15 Sekunden später ein als die Gerinnung der bei Beginn der Kühlung hierauf untersuchten Milch.

Ausser den Konservierungsmitteln für Milch und andere Lebensmittel wurde auch noch eine Reihe anderer, z. Th. bisher nach dieser Richtung noch nicht untersuchter chemischer Verbindungen in den Kreis der Versuche hineingezogen und zwar solche, welche im Magen theils mit anderen Nahrungsmitteln oder als Arzneimittel eingeführt mit der Milch zusammentreffen können. Ueberdies wurden auch noch andere Chemikalien zum Vergleich herangezogen.

Um den Einfluss verschiedener chemischer Stoffe auf die Labgerinnung der Milch zu untersuchen, kann man willkürlich gewählte Mengen (wie 1, 2, 3 g) der Milch zusetzen, so dass die so behandelte Milch die Stoffe jedesmal in einem bestimmten Prozentverhältniss (wie 1, 2, 3%) enthält. Um aber die Versuchsergebnisse direkt vergleichbar zu gestalten, ist die Verwendung molekularer oder äquivalenter Lösungen erforderlich. Die das Gramm-Molekül in 1, 2, 5 u. s. w. Liter enthaltenden Lösungen werden in der modernen Chemie 1, 2, 5 u. s. w. litrige Lösungen genannt. Diese Bezeichnung soll hier beibehalten werden. Hergestellt wurden sie in der Weise, dass der betr. chemische Stoff der Milch vor dem Erwärmen entweder in Form einer wässrigen Lösung oder — bei der Nothwendigkeit eines Zusatzes von mehr als 5 ccm Lösung oder bei Wasserunlöslichkeit der Substanzen — als feines Pulver zugesetzt wurde. In letzterem Falle erfolgte während des Vorwärmens im Wasserbade wiederholtes Umschütteln. Die in Spalte 2 der folgenden Tabellen angegebenen prozentischen Zusätze beziehen sich immer auf die wasserfreie Substanz.

Die Unterschiede zwischen den Gerinnungszeiten dieser eigentlichen und der Probeversuche — beide stets in Kontrollversuchen ausgeführt — werden in Spalte 4 der Tabelle durch — (= Verzögerung der Gerinnung) und + (= Beschleunigung der Gerinnung) zum Ausdruck gebracht. Vor Beginn der Versuche wurde die Reaktion der Milch jedesmal festgestellt.

Bei der Deutung der Versuche ist zu beachten, dass dieselben mit verhältnissmässig geringen, aber stets gleichen Labmengen (1 ccm Labessenz) angestellt wurden und deshalb mit den Versuchen anderer Forscher, welche meist mit grösseren oder gar mit wechselnden Labmengen arbeiteten, nicht unmittelbar zu vergleichen sind, während sie dagegen schon die geringsten Ausschläge nach der einen oder anderen Seite deutlich erkennen lassen und unter sich durchweg den Vergleich ermöglichen.

Bei der Vergleichung der nachfolgenden Ergebnisse mit den Befunden Lörcher's ist zu beachten, dass meine Zahlen den reziproken Werthen Lörcher's entsprechen, dass also z. B. $\frac{1}{2}$ „Normal¹⁾“-Sodalösung Lörcher's einer 2 litrigen Sodalösung gleich ist.

¹⁾ Lörcher hat in allen Fällen diejenige Lösung „normal“ genannt, welche das Gramm-Molekül im Liter enthält, ohne Rücksicht auf die in der Massanalyse übliche Bezeichnung „Normallösung.“

Systematische Versuche.

I. Gruppe.

Borax, Kohlensaure Alkalien und Natronlauge.

Die Alkalien greifen die Enzyme direkt an (Hammarsten, Boas, Lörcher). Bei der Natur des Kaseins der Milch als ausgesprochene Säure besteht aber ausserdem die Möglichkeit, dass Alkalien dieses (oder das ausfallende Paracasein) theilweise in Lösung halten können, umsomehr als die chemischen Stoffe schon 15 Minuten vor Zusatz des Labs der Milch zugegeben wurden und während dieser Zeit bei 38° auf die Milch einwirken konnten. Auch vermögen die Alkalien das Verhältniss der gelösten Calciumsalze in der Milch zu den ungelösten zu vermindern, worauf Söldner¹⁾ besonderen Werth legt.

Labgerinnung bei Gegenwart von Borax.

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10 \text{ aq.}$ Mol.-Gew. = 382; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ Mol.-Gew. = 202; Reaktion alkalisch.

Ausgeführt: 13. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9¼ und 9¼ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent-gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
5000 Liter	0,004%	10½ und 10½ Min.	— 1¼ Min.	normal. Labkuchen
2000 „	0,010 „	14 14	— 4¾ „	„ „
1000 „	0,020 „	16 16	— 6¾ „	„ „
500 „	0,040 „	26 26	— 16¾ „	„ „
200 „	0,101 „	Erst nach 6½ Stunden dicke Gerinnungsbildung		
100 „	0,202 „	Nach 7 Stunden keine Gerinnung, Fett an der Oberfläche,		
50 „	0,404 „	Flüssigkeit dünnflüssig		

Der Borax übt also eine äusserst stark hemmende Wirkung auf die Labgerinnung der Milch aus, welche schon in einer 5000litrigen Lösung bzw. bei einem Zusatz von 0,04 g Borax auf 1 Liter Milch deutlich zu Tage tritt und in einer 200litrigen Lösung bzw. bei einem Zusatz von 0,1% sich zur Nichtgerinnbarkeit der Milch steigert.

Diese gerinnungshemmende Wirkung des Borax lässt sich jedoch durch erhöhten Labzusatz bedeutend abschwächen; so gelang es Labgerinnung bei einem Boraxgehalt von mehr als 0,1% Borax unter Benutzung von Labpulver im Ueberschuss doch noch zu erzielen, wie folgender Versuch zeigt.

¹⁾ Söldner, Die Salze der Milch und ihre Beziehungen zu dem Verhalten des Kaseins. Diss. Erlangen 1888 (unter Soxhlet).

Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

	Boraxzusatz $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Labmenge	Gerinnungs- zeiten	Unterschiede in den Gerinnungs- zeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1	0,05 %	1 ccm	32 Min.	— 21 Min.	normal. Labkuchen
2	"	1,5 "	20 "	— 11 "	" "
3	"	2,0 "	18 "	— 9 "	" "
4	0,075 %	1,5 "	72 "	— 63 "	" "
5	"	2,0 "	39 "	— 30 "	" "
6 ¹⁾	0,100 %	2,0 "	Nach 5 Stunden ganz dünne Kuchenbildung		
7 ¹⁾	0,125 %	2,0 "	Nach 5 Stunden dünne Gerinnungsbildung, Fett an der Oberfläche ausgeschieden		
8	"	3,0 "	Nach 6 Stunden keine Gerinnung		
9	"	10,0 "	15 Min.	— 6 Min.	normal. Labkuchen
10 ¹⁾	0,150 %	2,0 "	Wie 7		

Hierdurch, d. h. durch Verwendung einer grösseren Labmenge erklärt sich auch der Ausfall der Versuche Lange's²⁾, welcher selbst bei einem Zusatz von 4 % Borax noch Labgerinnung erzielen konnte.

Dass es sich bei der Wirkung des Borax nur um den Einfluss der Alkaleszenz, wie schon A. Mayer³⁾ und Duclaux⁴⁾ behauptet haben, ohne gleichzeitige spezifische Borwirkung handelt, wird durch das analoge Verhalten des Natronhydrats und des Natriumkarbonats sehr wahrscheinlich gemacht. Es hat sich überdiess durch folgende Versuche feststellen lassen.

Werden der Milch neben dem Borax, d. h. unmittelbar nach demselben, bestimmte Mengen Salzsäure zugemischt, um die Alkaleszenz des Borax zu 25, 50 und 100 % abzustumpfen, so beobachtet man eine Abnahme bzw. Aufhebung der hemmenden Wirkung des Borax. Wird des Weiteren über 100 % hinaus Salzsäure zugesetzt, so verhält sich diese nunmehr sauer reagierende Milch ebenso wie eine Milch, welcher Borax überhaupt nicht, sondern nur die über 100 % hinausgehenden Mengen Salzsäure zugesetzt waren.

¹⁾ Die Proben 6, 7 und 10 hierauf zusammen gemischt geronnen mit Labpulver im Ueberschuss versetzt innerhalb 1 Stunde bei 38°.

²⁾ Archiv für Hygiene 40, 1901, S. 143. L. Lange, Beiträge zur Frage der Fleischkonservierung mittels Borsäure-, Borax- und schwefligsauren Natron-Zusätzen. Mit einem Anhang Milchkonservierung betreffend.

³⁾ a. a. O.

⁴⁾ Duclaux, le lait. Paris 1887.

Ausgeführt: 1. 2. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeforversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 13 und 14 Minuten.

	Borax- menge Na ₂ B ₄ O ₇ + 10 aq	Salzsäuremenge, aus- gedrückt in:		Reaktion des Gemisches	Gerinnungs- zeiten	Unterschied in den Gerinnungs- zeiten gegenüber den Probe- versuchen	Beschaffenheit des Gerinnungs- produktes
		o/o der Alka- leszenz von 0,2 g Na ₂ B ₄ O ₇ + 10 aq.	ccm Normal. Salzsäure				
1	0,2 g	—	—	alkalisch	Nach 6 Stunden keine Gerinnung		
2	"	25	0,26	"	56 u. 57 Minut.	— 43 ¹ / ₂ Minut.	normal. Labkuch.
3	"	50	0,52	"		"	"
4	"	75	0,78	schwach alkal.	17 ¹ / ₂ " 18 ¹ / ₂ "	— 5 "	" "
5	"	100	1,04	schwach sauer	12 ¹ / ₂ " 13 "	+ ¹ / ₄ "	" "
6 ¹⁾	"	100 + 25	1,04 + 0,26	sauer	8 " 8 ¹ / ₂ "	+ 4 ³ / ₄ "	" "
7 ¹⁾	"	100 + 50	1,04 + 0,52	"	5 ¹ / ₂ " 5 ¹ / ₂ "	+ 7 ¹ / ₂ "	" "
8 ¹⁾	"	100 + 100	1,04 + 1,04	"	2 ¹ / ₂ " 3 "	+ 10 ¹ / ₄ "	" "
9 ²⁾	—	25	0,26	"	8 " 8 "	+ 5 "	" "
10 ²⁾	—	50	0,52	"	5 " 5 "	+ 8 "	" "
11 ²⁾	—	100	1,04	"	2 ¹ / ₂ " 2 ¹ / ₄ "	+ 10 ¹ / ₂ "	" "

Die Uebereinstimmung in den Gerinnungszeiten der Versuche 6 und 9, 7 und 10, 7 und 11 ist eine befriedigend scharfe.

Bei der praktischen Verwendung des Borax als Zusatzmittel zur Milch kommt die längere Dauer der Einwirkung desselben auf die Milch in Frage: In geringen Konzentrationen wird die hemmende Wirkung des Borax (entgegen dem Natriumfluorid) innerhalb 6 Stunden jedenfalls nicht erhöht; die kleine Herabsetzung derselben bei 24 stündigem Stehen ist wohl durch die trotz des Boraxzusatzes eintretende Selbstsäuerung bedingt.

Ausgeführt: 17. 3. 02. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche einer und derselben Milch ohne Zusatz

zu Beginn der Versuche:	Gerinnung nach 9 $\frac{1}{4}$ und 9 $\frac{1}{4}$ Minuten.
nach 6 Stunden :	" " 9 $\frac{1}{2}$ " 9 $\frac{1}{2}$ "
" 24 " :	" " 7 " 7 "

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent- gehalt der Lösung	Dauer der Ein- wirkung des Borax bei 15°	Gerinnungszeiten	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
2000 Liter	0,01 %	—	13 $\frac{1}{4}$ und 13 $\frac{1}{4}$ Minut.	normal. Labkuchen
" "	0,01 "	6 Stunden	13 " 13 "	" "
" "	0,01 "	24 "	9 " 9 "	" "
500 "	0,04 "	—	27 " 27 "	" "
" "	0,04 "	6 Stunden	27 $\frac{1}{4}$ " 27 $\frac{1}{4}$ "	" "
" "	0,04 "	24 "	22 " 22 "	" "

¹⁾ Die Proben scheiden schon vor dem Labzusatz, während des Vorwärmens dünne Kaseinflocken ab.

²⁾ Diese Proben verdicken sich im Ganzen etwas vor dem Labzusatz während des Vorwärmens, ohne Flockenabscheidung.

Wirkt jedoch Borax in grösseren Konzentrationen — in einer 50- und 100litrigen Lösung — $2\frac{1}{2}$ Stunden bei 38° auf Lab in der Milch ein, so geht die Reaktionsfähigkeit dieses Ferments durch das Hydroxylion in der Lösung ebenso wie bei Natronhydrat zu Grunde, wie eigene Versuche gezeigt haben.

Analog dem Borax wirkten Natronhydrat und Soda, beide einander etwa gleich. Während aber Natronhydrat in aequimolekularen Mengen dem Borax ungefähr gleich ist, so trifft dies für Soda nur bei kleineren Mengen zu; in grösseren Konzentrationen (etwa 500- bis 200litrigen Lösungen) steht Soda dem Borax gegenüber zurück, d. h. besitzt eine schwächere Hemmungswirkung als dieser.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumhydroxyd**.

Na OH. Mol.-Gew. = 40.

Ausgeführt: 12. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
5000 Liter	0,0008 %	$9\frac{1}{4}$ und $9\frac{1}{4}$ Min.	— $\frac{1}{4}$ Minut.	normal. Labkuchen
2000 "	0,002 "	$10\frac{1}{2}$ " $10\frac{1}{2}$ "	— $1\frac{1}{2}$ "	" "
1000 "	0,004 "	12 " 12 "	— 3 "	" "
500 "	0,008 "	14 " 14 "	— 5 "	" "
200 "	0,02 "	30 " 30 "	— 21 "	" "
100 "	0,04 "	Nach $6\frac{1}{2}$ Stunden flockiges Gerinnsel		
50 "	0,08 "	Nach $6\frac{1}{2}$ Stunden nicht geronnen		

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumkarbonat** (Soda).

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{ aq.}$ Mol.-Gew. = 286; Na_2CO_3 Mol.-Gew. = 106.

Ausgeführt: 13. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
5000 Liter	0,0021 %	10 und 10 Min.	— $\frac{1}{4}$ Min.	normal. Labkuchen
2000 "	0,0053 "	$12\frac{1}{2}$ " 13 "	— $3\frac{1}{2}$ "	" "
1000 "	0,0106 "	$14\frac{1}{2}$ " $14\frac{1}{2}$ "	— $5\frac{1}{4}$ "	" "
500 "	0,0212 "	$17\frac{1}{4}$ " $17\frac{1}{4}$ "	— 8 "	" "
200 "	0,053 "	$67\frac{1}{2}$ " $67\frac{1}{2}$ "	— $58\frac{1}{4}$ "	" "
100 "	0,106 "	Nach $6\frac{1}{2}$ Stunden nicht geronnen, durchaus dünnflüssig, Fett an der Oberfläche abgeschieden.		
50 "	0,212 "			

Quantitativ wesentlich verschieden hiervon ist Natriumbikarbonat, welches am wenigsten die Labgerinnung der Milch beeinträchtigt. Seine Alkaleszenz ist auch bedeutend geringer als die des Carbonats.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumbikarbonat**.

NaHCO_3 . Mol.-Gew. = 84.

Ausgeführt: 7. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $8\frac{1}{2}$ und $8\frac{1}{2}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,008%	$9\frac{1}{2}$ und $9\frac{1}{2}$ Min.	— 1 Min.	normal. Labkuchen
500 „	0,016 „	$10\frac{1}{2}$ „ 11 „	— $2\frac{1}{4}$ „	„ „
200 „	0,042 „	$14\frac{1}{2}$ „ $14\frac{1}{2}$ „	— 6 „	„ „
100 „	0,084 „	21 „ 21 „	— $12\frac{1}{2}$ „	„ „
50 „	0,168 „	35 „ 35 „	— $26\frac{1}{2}$ „	„ „
20 „	0,420 „	Nach $3\frac{1}{2}$ Stunden dünnes Gerinnssel		
		Nach 5 Stunden dickes, labkuchenähnliches Gerinnssel		
10 „	0,840 „	Nach 5 Stunden nicht geronnen.		

Die folgende Zusammenstellung bringt die geschilderten Verhältnisse noch einmal übersichtlich und berücksichtigt die äquivalenten Verhältnisse (Normallösungen).

Der Milch zugesetzte Stoffe			Beginn der deutlichen Verzögerung der Labgerinnung		Grenze der deutlichen Labgerinnung	
Name	Formel	Mol.-Gew.	in Normallösungen ¹⁾	bei procentischen Zusätzen	in Normallösungen	bei procentischen Zusätzen
Borax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	202	$\frac{1}{2500}$ N.L.	= 0,004 %	$\frac{1}{250}$ N.L.	= 0,040 %
Soda	Na_2CO_3	106	$\frac{1}{2500}$ „	= 0,002 %	$\frac{1}{100}$ „	= 0,053 %
Natronhydrat . .	NaOH	40	$\frac{1}{2000}$ „	= 0,002 %	$\frac{1}{200}$ „	= 0,020 %
Natriumbikarbonat	NaHCO_3	84	$\frac{1}{1000}$ „	= 0,008 %	$\frac{1}{50}$ „	= 0,168 %

Ebenfalls eine starke Hemmung der Labgerinnung durch Borax hat in einem Versuch Halliburton²⁾ gesehen: gegenüber Kontrollmilch (Gerinnungszeit $\frac{1}{2}$ Minute) wurde Milch mit 0,5 g Borax auf 1 Liter nach 2 Minuten, solche mit 1 oder 1,5 g überhaupt nicht verkäst. Weitere Versuche hat er nicht angestellt. Systematische Untersuchungen mit Borax lagen bisher noch nicht vor, wohl aber solche mit Natronlauge, Soda und Natriumbikarbonat von Lörcher unter Grützner's Leitung. Die Uebereinstimmung mit diesen exakten Versuchen Lörcher's ist theilweise sogar eine zahlenmässig genaue. Da aber Lörcher seine Versuchsreihen stets erst mit $\frac{1}{1000}$ „Normallösung“ begann und in grösseren Zwischenstufen weiter voring, konnte er die Schwellenwerthe der zu prüfenden Substanz, oder wenigstens die ihnen nahe liegenden Werthe nicht festlegen und den Beweis für ein nicht sprungmässiges Verhalten nicht erbringen. Es ist deshalb hier und im weiteren Verlauf auf diese Momente Rücksicht genommen worden.

¹⁾ Es ist hier die Normalsodalösung (N.L.) — wie es in der Massanalyse üblich ist — die Auflösung von $\frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{2}$ in 1 Liter, die Normalnatronlauge die Auflösung von $\frac{\text{NaOH}}{1}$ in 1 Liter u. s. w.

²⁾ Brit. med. journal 1901. II S. 1. Halliburton, Remarks on the use of borax and formaldehyde as preservatives of food,

Der Ansicht Lörcher's, dass die Karbonate der Alkalimetalle (Na_2CO_3) viel weniger stark als die Natronlauge hemmen, kann aber nicht beigetreten werden; überdiess spricht der Ausfall der Lörcher'schen Versuche selbst nicht für diese Anschauung. Erwähnung verdient noch, dass Lörcher, welcher hier und in seinen sonstigen Versuchen die Kalium- und Natriumsalze mit einander verglich, sie in ihrer Wirkung wenig verschieden fand. Eine Gesetzmässigkeit liess sich nicht finden; nur scheinen die Kaliumsalze überhaupt in höheren Konzentrationen etwas schädlicher zu sein, als die Natriumsalze.

Auf die übrigen gelegentlichen Versuche anderer Autoren über die Wirkung dieser Substanzen einzugehen, erübrigt sich hiernach.

Die Wirkung der Alkalien ist also auf das Lab ebenso wie auf andere Enzyme, unter denen nur Trypsin und Ptyalin gegen sie eine grössere Widerstandsfähigkeit zeigen, stark schädigend.

Wenn auch die Verhältnisse der Dissociation der Elektrolyte in wässriger Lösung nicht ohne weiteres auf eine so komplizirt wie die Milch zusammengesetzte Flüssigkeit übertragen werden dürfen, so ist doch mit Hülfe dieser Anschauung ein Verständniss der vorliegenden Verhältnisse, wenigstens für die Alkalien und alkalisch reagirenden Salze zu versuchen, welche das Labenzym unmittelbar angreifen.

Wie später bei den Säuren, so ist auch hier bei den Alkalien Gewicht darauf zu legen, dass nur die schwächsten Zusätze, welche das chemische Verhalten der Milch nachweislich nicht verändern, für solche Erklärungsversuche zu verwerthen sind. Grössere Konzentrationen von Alkalien und Säuren müssen das Kasein in der Milch und sie in ihrer chemischen Zusammensetzung überhaupt wesentlich verändern und lassen zunächst eine Erklärung nicht zu.

Die Alkalien können in den angewendeten, noch Labgerinnung ermöglichenden, Lösungen als vollständig oder annähernd vollständig elektrolytisch dissociirt betrachtet werden.

Die Wirkung der Karbonate dürfte ebenso wie die des Natriumhydroxyds auf den durch Hydrolyse auftretenden Hydroxylionen beruhen, wie dies bereits J. Loeb¹⁾ für diese Substanzen bei ihrer Wirkung auf die Wasseraufnahme des Froschmuskels dargethan hat.

Aehnlich der Kohlensäure in den Karbonaten wird sich die Borsäure im Borax verhalten, denn bei der Hydrolyse wird neben der wenig dissociirten Borsäure das Hydroxylion frei werden und als Träger der Wirkung anzusehen sein. Anhaltspunkte, dass dem Säureion im Borax besondere Wirkungen zukommen, liegen, wie gesagt, nicht vor (Vergl. Borsäure).

2. Gruppe.

Salze, welche neben der alkalischen Reaktion die Eigenschaft der Kalkfällung besitzen.

Natriumoxalat, Natriumfluorid, Natriumoleinat.

Nach der Hammarsten'schen Lehre von der Nothwendigkeit löslicher Calciumsalze für die Labgerinnung der Milch, speziell für das Ausfallen des Parakaseinkalkes

¹⁾ J. Loeb, Pflüger's Archiv für d. ges. Physiol. Bd. 69. (1898) S. 1. Physiol. Unters. über Ionenwirkung.

(Käse) muss den genannten 3 Salzen die gleiche Wirkung zukommen. Ein besonderes Interesse hat ein Vergleich der 3 Salze, von denen das Oxalat und das Fluorid zur Verhinderung der Blutgerinnung benutzt werden und von Lörcher auf den Ablauf der Labgerinnung geprüft sind, durch die Untersuchungen Friedenthal's¹⁾ gewonnen, der nachweisen konnte, dass diese 3 Salze in aequimolekularer Lösung bei gleichschneller Einspritzung in die Blutbahn auf Thiere sogar quantitativ gleich wirkten, was er aus der Ausfällung der Calciumionen des Blutes und der Gewebe (Herz) ableitet.

Schon 1898 hat Moraczewski²⁾ sowohl Milch, welche mit diesen 3 kalkfällenden Salzen behandelt war, der Labwirkung ausgesetzt, als auch auf unveränderte Milch eine mit diesen Stoffen versetzte Lablösung einwirken lassen und den Wiedereintritt der vorher aufgehobenen Labgerinnung durch Kalkzusatz verfolgt.

In der That kommt, wie dem Natriumoxalat und Natriumfluorid, so auch dem bisher quantitativ noch nicht untersuchten Natriumoleinat, eine stark verzögernde Wirkung auf die Verkäsung zu, die bei grösseren Mengen zur Nichtgerinnbarkeit führen kann; auch durch Oleinat ungerinnbar gemachte Milch wird nach Zusatz eines löslichen Kalksalzes wieder gerinnungsfähig (Moraczewski).

Es ist also nicht ein direkt schädlicher Einfluss des Kaseins auf das Enzym selbst oder auf den Vorgang der chemischen Umformung durch Lab, welcher den kalkbindenden Mitteln an sich auf die Labgerinnung zukommt; er beruht nur darauf, dass in Gegenwart dieser Stoffe die durch Lab ungehindert vor sich gehende Spaltung nicht zu einer Ausfällung des Parakaseins führt.

Am stärksten ist die Wirkung des Oxalats und der Seife, geringer ist die des Fluorids. Oxalat steht der Soda sogar sehr nahe.

Auch Lörcher ordnet die von ihm untersuchten Salze Natriumfluorid und Kaliumoxalat unmittelbar hinter den Alkalien ein.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumoxalat**.

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Mol.-Gew. = 134; Reaktion: schwach alkalisch.

Ausgeführt: 20. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
5000 Liter	0,0026%	9 und 9 Min.	—	normal. Labkuchen
2000 „	0,0067 „	10 „ 10 „	— 1 Min.	„ „
1000 „	0,0134 „	12 „ 12 „	— 3 „	„ „
500 „	0,0268 „	15½ „ 16 „	— 6¾ „	„ „
200 „	0,067 „	75 „ 75 „	— 66 „	dünner, gleichm. Labk.
100 „	0,134 „	nach 5½ Stunden	Spuren Gerinnsel am Boden.	
50 „	0,268 „	„ „ „	nicht geronnen.	

¹⁾ Verhandl. der physiol. Ges. zu Berlin. 1900. 9. November. Friedenthal. Ueber die Giftigkeit der Seifen und der anderen kalkfällenden Mittel.

²⁾ Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 69. 1898. S. 32. Moraczewski. Ueber die Enzyme.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumoleinat**.

$C_{17}H_{33}COONa$. Mol.-Gew. = 304; Reaktion: stark alkalisch.

Ausgeführt: 21. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
2000 Liter	0,0152%	9 $\frac{3}{4}$ und 9 $\frac{3}{4}$ Min.	— $\frac{3}{4}$ Min.	normal. Labkuchen
1000 „	0,0304 „	10 $\frac{1}{4}$ „ 10 $\frac{1}{4}$ „	— 1 $\frac{1}{4}$ „	„ „
500 „	0,0608 „	14 „ 14 „	— 5 „	„ „
400 „	0,076 „	15 „ 15 „	— 6 „	„ „
200 „	0,152 „	28 „ 28 „	— 19 „	„ „
100 „	0,304 „	100 „	— 91 „	dünner, gleichm. Labk.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumfluorid**.

NaF . Mol.-Gew. = 42; Reaktion: alkalisch.

(Das dem Handel entnommene Präparat enthielt etwa 1% Natriumcarbonat.)

Ausgeführt: 7. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 8 $\frac{1}{2}$ und 8 $\frac{1}{2}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,004%	8 $\frac{1}{2}$ und 8 $\frac{1}{2}$ Min.	—	normal. Labkuchen
500 „	0,008 „	9 $\frac{1}{2}$ „ 9 $\frac{1}{2}$ „	— 1 Min.	„ „
100 „	0,042 „	10 $\frac{1}{2}$ „ 10 $\frac{1}{2}$ „	— 2 „	„ „
50 „	0,084 „	14 „ 14 „	— 5 $\frac{1}{2}$ „	„ „
20 „	0,210 „	Nach 5 $\frac{1}{2}$ Stunden keine Gerinnung. Fett an der Oberfläche abgeschieden, die darunter stehende Flüssigkeit etwas schleimig verdickt und gelblich gefärbt ¹⁾ .		
10 „	0,420 „			

Die Salze auf ihren hemmenden Einfluss mit einer verglichen, zeigen folgendes Wirkungsbild:

Der Milch zugesetzte Salze			Beginn der deutlichen Verzögerung der Labgerinnung		Grenze der deutlichen Labgerinnung	
Name	Formel	Mol.-Gew.	in Normallösungen	bei procentischen Zusätzen	in Normallösungen	bei procentischen Zusätzen
Natriumoxalat	$C_2O_4Na_2$	134	$\frac{1}{1000}$ N.L.	= 0,0067 %	$\frac{1}{100}$ N.L.	= 0,067 %
„ oleinat	$C_{18}H_{33}O_2Na$	304	$\frac{1}{2000}$ „	= 0,0152 %	$\frac{1}{100}$ „	= 0,304 %
„ fluorid	$FlNa$	42	$\frac{1}{500}$ „	= 0,008 %	$\frac{1}{50}$ „	= 0,084 %

¹⁾ „Werden der Milch die Calciumsalze durch Natriumoxalat oder Natriumfluorid entzogen, so tritt wohl eine Umsetzung des Kaseins, aber keine Fällung ein.“ (Lörcher, a. a. O.)

Dass die Dauer der Einwirkung des Fluorids auf die Milch von Einfluss ist auf die Schnelligkeit des Eintritts der Labgerinnung, haben Versuche dargethan, in denen Milchproben mit einem Zusatz von 0,05, 0,10 und 0,15 % Natriumfluorid sofort nach dem Zusatz und in entsprechenden Kontrollproben nach 24 Stunden untersucht wurden.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 11½ Minuten.

Natriumfluorid Menge	Sofort nach dem Natriumfluoridzusatz untersuchte Milch			Nach 24stündiger Einwirkung des Natrium- fluorids untersuchte Milch		
	Gerinnungs- zeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungs- produktes	Gerinnungs- zeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungs- produktes
0,05 %	15 u. 15 Min.	— 3½ Min.	normal. Labkuchen	15 u. 15½ Min	— 3¾ Min.	normal. Labkuchen
0,10 %	23 „ 23½ „	— 11¾ „	„ „	31½ „ 32½ „	— 20½ „	„ „
0,15 %	55 „ 57 „	— 44½ „	„ „	Nach 6 Stunden nicht geronnen		

Die bedeutende Verzögerung der Labwirkung in einer so behandelten Milch dürfte eine Folge der nicht sofort eintretenden sondern einige Zeit erfordernden Calciumbindung durch das Fluorid sein.

3. Gruppe.

Alle übrigen untersuchten Salze mit alkalischer Reaktion.

Natrium-Sulfit, -Salicylat, -Benzoat, -Propionat, -Acetat, -Formiat.

Von den Salzen dieser Gruppe wirkt am meisten hemmend das Salz der anorganischen Säure, das Natriumsulfit, es steht zwischen dem Natriumkarbonat und Natriumbikarbonat; die anderen Salze folgen in der oben angegebenen Reihenfolge.

Die gerinnungshemmende Wirkung der Salze dieser Gruppe beruht offenbar nicht ausschliesslich auf deren Alkaleszenz, sondern es kommen hierbei jedenfalls auch noch andere Momente in Betracht.

Für diese Annahme spricht die Thatsache, dass das Natrium-Sulfit, -Salicylat und -Benzoat die Labgerinnung in weit höherem Masse nachtheilig beeinflussen als die Natriumsalze der Propion-, Essig- und Ameisensäure, indem die erstere schon in schwachen, die letzteren dagegen erst in so starken Konzentrationen hemmend wirken, dass sich bereits Salzwirkung geltend macht.

Wirken doch das Natriumchlorid und Lithiumchlorid ungefähr gleich hemmend wie Natriumpropionat und Natriumacetat, dabei das Natriumformiat noch übertreffend, während alle anderen untersuchten Neutralsalze die Labgerinnung der Milch nachtheiliger beeinflussten als die Natriumsalze der genannten Säuren der Fettsäurereihe.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumsulfit**.

$\text{Na}_2\text{SO}_3 + 7 \text{ aq. Mol.-Gew.} = 252$. Na_2SO_3 Mol.-Gew. 126; Reaktion: alkalisch.

Ausgeführt: 15. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent-gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
5000 Liter	0,0025%	9 $\frac{1}{4}$ und 9 $\frac{1}{4}$ Min.	— $\frac{1}{4}$ Min.	normal. Labkuchen
2000 „	0,0063 „	11 „ 11 „	— 2 „	„ „
1000 „	0,0126 „	13 „ 13 „	— 4 „	„ „
500 „	0,0252 „	15 „ 15 „	— 6 „	„ „
200 „	0,063 „	21 $\frac{1}{2}$ „ 21 $\frac{1}{2}$ „	— 12 $\frac{1}{2}$ „	„ „
100 „	0,126 „	28 $\frac{1}{2}$ „ 28 $\frac{1}{2}$ „	— 19 $\frac{1}{2}$ „	„ „
50 „	0,252 „	58 „ 58 „	— 49 „	dünner Labkuchen
20 „	0,630 „	nach 4 $\frac{1}{2}$ Stunden nicht geronnen		

Mit den vorstehenden Ergebnissen stehen freilich die Angaben Lange's (a. a. O.), nach welchen „bei Konzentrationen von $\frac{1}{8}$ —1 % Gehalt an Natriumsulfit keine wesentliche Einwirkung des Zusatzes zu bemerken ist“, wenig im Einklang. Eine Erklärung für die Befunde Lange's dürfte vielleicht in der Anwendung grösserer Labmengen (0,2 ccm einer 2 % Lablösung auf 10 ccm Magermilch) und des krystallwasserhaltigen Salzes zu finden sein.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumsalicylat**.

$\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}\cdot\text{COONa}$. Mol.-Gew. 160. Reaktion: schwach sauer¹⁾.

Ausgeführt: 11. 3. 01. Reaktion: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 $\frac{1}{4}$ und 9 $\frac{1}{4}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent-gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,016%	10 und 10 Min.	— $\frac{3}{4}$ Min.	normal. Labkuchen
500 „	0,032 „	11 $\frac{1}{2}$ „ 11 $\frac{1}{2}$ „	— 2 $\frac{1}{4}$ „	„ „
100 „	0,160 „	16 „ 16 „	— 6 $\frac{3}{4}$ „	„ „
50 „	0,320 „	25 „ 25 $\frac{1}{2}$ „	— 16 „	„ „
20 „	0,800 „	54 „ 54 $\frac{1}{2}$ „	— 45 „	„ „
10 „	1,600 „	210 „	— 200 $\frac{3}{4}$ „	dünner Labkuchen
5 „	3,200 „	nach 6 Stunden keine Gerinnung		

¹⁾ Die schwachsaure Reaktion des Natriumsalicylats ist auf die Darstellung desselben zurückzuführen, bei der aus praktischen Gründen ein geringer Ueberschuss an Säure Verwendung findet. Das Salz ist aber wegen seiner nahen Verwandtschaft mit dem Natriumbenzoat zu dieser Gruppe gezählt worden.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumbenzoat**.

C_6H_5COONa , Mol.-Gew. = 144. Reaktion: schwach alkalisch.

Ausgeführt: 11. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $9\frac{1}{4}$ und $9\frac{1}{4}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0144%	$9\frac{1}{4}$ und $9\frac{1}{4}$ Min.	—	
500 „	0,0288 „	$10\frac{3}{4}$ „ $10\frac{3}{4}$ „	— $1\frac{1}{2}$ Min.	
200 „	0,072 „	$12\frac{1}{2}$ „ $12\frac{1}{2}$ „	— $3\frac{1}{4}$ „	
100 „	0,144 „	14 „ 14 „	— $4\frac{3}{4}$ „	
50 „	0,288 „	15 „ 15 „	— $5\frac{3}{4}$ „	
20 „	0,720 „	21 „ 21 „	— $11\frac{3}{4}$ „	
10 „	1,440 „	43 „ $43\frac{1}{2}$ „	— 34 „	
5 „	2,880 „	nach 4 Stunden	dünnes Gerinnsel abgeschieden	
2 „	7,200 „	„ 4 „	keine Gerinnung	

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumpropionat**.

$C_2H_5COONa + aq.$ Mol.-Gew. = 114. C_2H_5COONa Mol.-Gew. = 96. Reaktion: alkalisch.

Ausgeführt: 20. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0096%	9 und 9 Min.	—	normal. Labkuchen
100 „	0,096 „	9 „ 9 „	—	„ „
20 „	0,48 „	$10\frac{3}{4}$ „ $10\frac{3}{4}$ „	— $1\frac{3}{4}$ Min.	„ „
10 „	0,96 „	$12\frac{1}{4}$ „ $12\frac{1}{4}$ „	— $3\frac{1}{4}$ „	„ „
5 „	1,92 „	21 „ 21 „	— 12 „	„ „
2 „	4,8 „	61 „ 62 „	— $52\frac{1}{2}$ „	dünnere, gleichmäss. Labk.
1 „	9,6 „	Nach 3 Stunden	dünne Gerinnung ohne Labkuchenbildung	

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumacetat**.

$CH_3COONa + 3 aq.$ Mol.-Gew. = 136. CH_3COONa Mol.-Gew. = 82. Reaktion: alkalisch.

Ausgeführt: 14. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $9\frac{1}{4}$ und $9\frac{1}{4}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
50 Liter	0,164%	$9\frac{1}{4}$ und $9\frac{1}{4}$ Min.	—	normal. Labkuchen
20 „	0,410 „	$10\frac{1}{4}$ „ $10\frac{1}{4}$ „	— 1 Min.	„ „
10 „	0,820 „	$11\frac{1}{2}$ „ $11\frac{1}{2}$ „	— $2\frac{1}{4}$ „	„ „
5 „	1,640 „	$13\frac{3}{4}$ „ $13\frac{3}{4}$ „	— $4\frac{1}{2}$ „	„ „
2 „	4,100 „	24 „ 24 „	— $14\frac{3}{4}$ „	„ „
1 „	8,200 „	37 „ 38 „	— $28\frac{1}{4}$ „	„ „

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumformiat**.

$\text{HCOO Na} + \text{aq.}$ Mol.-Gew. = 86. HCOO Na . Mol.-Gew. = 68. Reaktion: schwach alkalisch.

Ausgeführt: 20. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0068 $\frac{0}{100}$	9 und 9 Min.	—	normal. Labkuchen
100 „	0,068 „	9 „ 9 „	—	„ „
20 „	0,34 „	9 „ 9 „	—	„ „
10 „	0,68 „	9 $\frac{1}{4}$ „ 9 $\frac{1}{4}$ „	— $\frac{1}{4}$ Min.	„ „
5 „	1,36 „	12 „ 12 „	— 3 „	„ „
2 „	3,40 „	16 „ 16 $\frac{1}{2}$ „	— 7 $\frac{1}{4}$ „	„ „
1 „	6,80 „	27	— 18 „	dünner, gleichmäss. Labk.

Die hemmende Wirkung der einzelnen Salze dieser Gruppe auf die Labgerinnung der Milch ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

Der Milch zugesetzte Salze			Beginn der deutlichen Verzögerung der Labgerinnung		Grenze der deutlichen Labgerinnung	
Name	Formel	Mol.-Gew.	in Normallösungen	bei procentischen Zusätzen	In Normallösungen	bei procentischen Zusätzen
Natrium-Sulfit	$\text{SO}_3 \text{Na}_2$	126	$\frac{1}{1000}$ N.L. =	0,0063 $\frac{0}{100}$	$\frac{1}{30}$ N.L. =	0,126 $\frac{0}{100}$
„ -Salicylat	$\text{C}_6\text{H}_4 \text{OH COO Na}$	160	$\frac{1}{1000}$ „ =	0,016 „	$\frac{1}{20}$ „ =	0,800 „
„ -Benzoat	$\text{C}_6\text{H}_5 \text{COO Na}$	144	$\frac{1}{500}$ „ =	0,0288 „	$\frac{1}{10}$ „ =	1,440 „
„ -Propionat	$\text{C}_2\text{H}_5 \text{COO Na}$	96	$\frac{1}{25}$ „ =	0,480 „	$\frac{1}{5}$ „ =	1,920 „
„ -Acetat	$\text{CH}_3 \text{COO Na}$	82	$\frac{1}{20}$ „ =	0,410 „	$\frac{1}{1}$ „ =	8,200 „
„ -Formiat	H COO Na	68	$\frac{1}{5}$ „ =	1,360 „	$\frac{1}{1}$ „ =	6,800 „

4. Gruppe.

Neutralsalze.

Die Chloride des Natriums und Lithiums, Natriumnitrat, Natriumperchlorat, Natriumtartrat, die Sulfate des Natriums, Ammoniums und Magnesiums.

Die Kenntniss der Wirkung der Neutralsalze bei der Verkäsung der Milch ist für die Deutung des Einflusses von Salzen überhaupt von Wichtigkeit; abgesehen von kleinen Salzzusätzen ist bei allen Salzen stets die Frage nach der Möglichkeit einer Salzwirkung, d. h. einer Wirkung, die von der chemischen Natur des Salzes unabhängig ist, zu prüfen.

Die Neutralsalze üben in gewissen Konzentrationen, wie von Hammarsten, Lörcher und andern Forschern festgestellt wurde, im Allgemeinen einen hemmenden Einfluss auf die Labgerinnung der Milch aus. Doch kommt einigen Neutralsalzen sowohl eine fördernde wie hemmende Wirkung zu, wie dies schon Hammarsten für Natrium- und Kaliumchlorid und Lörcher für Lithiumchlorid und Magnesiumsalze dargethan hat und in eigenen Versuchen für Natrium- und Lithiumchlorid, je nach der Konzentration, gefunden wurde. Auch hier ist der Ausfall der Versuche ausserdem abhängig von der angewendeten Labmenge und einer etwaigen Verdünnung der Milch mit Wasser. (Vergl. hierzu unter Natriumchlorid.)

Ausser den genannten Chloriden, welche in grösseren Mengen hemmend, in sehr kleinen Mengen dagegen nur eine unbedeutende Beschleunigung hervorrufen, wirkt noch das Magnesiumsulfat nach beiden Richtungen, allerdings in erheblich stärkerem Masse, sowohl nach der Richtung der Beschleunigung als auch der Hemmung. Es scheint nun auch anderen Magnesiumsalzen diese beschleunigende Wirkung zuzukommen, was wohl dadurch verständlich wird, dass Magnesiumsalze den Calciumsalzen analog beim Labvorgang wirken können. (Hammarsten und von Lundberg¹⁾). So kommt es auch, dass dem Natriumsulfat diese beschleunigende Wirkung fehlt. Wenn grössere Konzentrationen des Magnesiumsulfats in stärkerem Masse hemmen als es Salze sonst thun, so hängt dies nach Moraczewski's Versuchen mit der kalkfällenden Wirkung der Sulfate zusammen. Nach seinen Versuchen an verschiedenen Enzymen und dem Lab erwiesen sich die Sulfate analog den übrigen kalkfällenden Mitteln.

Die übrigen untersuchten Salze dieser Gruppe übten durchweg einen schädigenden Einfluss aus und hoben in starken Konzentrationen die Gerinnung auf. Besonders nachtheilig beeinflussten die Labgerinnung das Natrium-perchlorat und -tartrat. Für das Verhalten des letzteren kann das theilweise analoge Verhalten der Salze der Wein-, Citronen- und Oxalsäure in Bezug auf die kalkfällende Wirkung zur Erklärung herangezogen werden, für welche Annahme auch die neueren Versuche von v. Vietinghoff-Scheel²⁾ sprechen, wonach durch einen Zusatz von Chlorcalcium die hemmende Wirkung des citronensauren und weinsauren Natriums herabgesetzt bezw. wieder aufgehoben wird.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumchlorid**.

Na Cl. Mol.-Gew. = 58,5.

Ausgeführt: 14. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $9\frac{1}{4}$ und $9\frac{1}{4}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
200 Liter	0,0292%	9 und 9 Minut.	+ $\frac{1}{4}$ Minut.	normal. Labkuchen
100 „	0,0585 „	9 „ 9 „	+ $\frac{1}{4}$ „	„ „
50 „	0,117 „	$9\frac{1}{4}$ „ $9\frac{1}{4}$ „	—	„ „
20 „	0,292 „	$10\frac{1}{4}$ „ $10\frac{1}{4}$ „	— 1 Minut.	„ „
10 „	0,585 „	11 „ 11 „	— $1\frac{3}{4}$ „	„ „
5 „	1,170 „	15 „ 15 „	— $5\frac{3}{4}$ „	„ „
2 „	2,920 „	20 „ 21 „	— $11\frac{1}{4}$ „	„ „
1 „	5,850 „	$8\frac{1}{2}$ „ $28\frac{1}{2}$ „	— $19\frac{1}{4}$ „	„ „

Die Labgerinnung der Milch ist bei Anwendung einer 1 litrigen Lösung noch nicht erschöpft, sondern gelingt auch noch in Konzentrationen, welche die genannte um das 3- bis 4fache überschreiten. So konnte in einer 20% Chlornatriummilch, aus der das Casein bekanntlich noch nicht ausgesalzen wird, da hierzu Sättigung mit

¹⁾ Maly, Jahresber. der Thierchemie. Bd. 6 (1876) S. 11. — L. v. Lundberg, Kleinere Beiträge zur Kenntniss des Caseins.

²⁾ Archiv internat. de pharmacodynamie et de thérapie. Bd. 10, 1902. v. Vietinghoff-Scheel. Zur Giftwirkung des neutralen citronensauren und weinsauren Natriums und über ihren Einfluss auf die Blutgerinnung und Kaseingerinnung mit Lab.

Chlornatrium nöthig ist¹⁾, nach Einwirkung von 100 Minuten dann nach Zusatz von Labessenz (1 : 100 Milch) Verkäsung erhalten werden.

Wenn Hammarsten erst in höheren Konzentrationen (2,5 % KCl) als die vorstehende Tabelle erkennen lässt, die hemmende Wirkung der Alkalichloride feststellen konnte, so dürfte dies vielleicht auf die Anwendung grösserer Mengen besonders wirksamen Labs, wodurch die Salzwirkung kompensirt werden kann, zurückzuführen sein²⁾.

Aus Lörcher's Versuchen 20—23 (a. a. O. S. 161), die hier in etwas veränderter Form wiedergegeben seien, scheint mir eine beachtenswerthe Beziehung zwischen Gerinnungseintritt einerseits und Labstärke und Salzmenge andererseits hervorzugehen, die geeignet sind, nicht nur auf die vorausgehenden Hammarsten'schen Versuche, sondern auch auf manche Versuche anderer Autoren Licht zu werfen.

Je schwächer das Lab und je geringer die Salzkonzentration, um so deutlicher macht sich der hemmende Einfluss des Kochsalzes geltend: Während Mengen von 0,58—5,8 g Chlornatrium auf 100 ccm Milch, die Milch gegenüber Vergleichsmilch und Vergleichslab von der Stärke 1 durch ein Lab von der Wirksamkeit $\frac{1}{3}$ in der 2,9 bis 4,7 fachen Zeit zur Gerinnung brachten, so war bei 0,29 % die 6fache, bei 0,03 % die 13fache Zeit nöthig. Bei Verwendung eines Labs von der Wirksamkeit $\frac{1}{4}$ trat bei Konzentrationen von 1,16—5,8 % Chlornatrium in der 4fachen (3,6; 4 oder 4,5fachen) Zeit Gerinnung ein, bei 0,58, 0,29 und 0,03 % Chlornatrium aber in der 8,8, 12 und 25fachen Zeit. Lörcher hat hierzu stets gleiche Mengen Milch — 8 ccm —, verdünnt mit 2 ccm Wasser, in welch letzteren das zu den Versuchen benutzte Kochsalz gelöst war, verwendet.

Diese Versuche zeigen deutlich, wie sehr es auf Einhalten gleicher Versuchsbedingungen in systematischen Versuchen und bei der Heranziehung der Untersuchungen verschiedener Forscher zu Vergleichszwecken ankommt und dass die Verwendung einer Labmenge, welche Gerinnung in 10 Minuten bewirkt, in unseren Versuchen zweckmässig ist.

Gehalt der Versuchsfüssigkeit an NaCl	Labpräparat von d. Wirksamkeit: 1 Probeversuch: Gerinnung in 7 1/2 Minuten	Labpräparat von der Wirksamkeit: 1/3. Probeversuch: Gerinnung in 23 1/2 Minuten.		Labpräparat von der Wirksamkeit: 1/4. Probeversuch: Gerinnung in 30 Minuten.	
		Unterschied in den Gerinnungszeiten nach Minuten gegenüber den Probeversuchen	Verhältniss der Wirksamkeit zu Labpräparat 1	Unterschied in den Gerinnungszeiten nach Minuten gegenüber den Probeversuchen	Verhältniss der Wirksamkeit zu Labpräparat 1
5,8 %	22 1/2 Verzöger.	106 1/2 Verz. =	4,7 mal schwächer	90 Verz. =	4 mal schwächer
2,9 %	13 1/2 „	61 1/2 „ =	4,6 „ „	60 „ =	4,5 „ „
1,16 %	7 1/2 „	21 1/2 „ =	2,9 „ „	27 „ =	3,6 „ „
0,58 %	2 1/2 „	7 1/2 „ =	3 „ „	22 „ =	8,8 „ „
0,29 %	1 „	6 „ =	6 „ „	12 „ =	12 „ „
0,03 %	1/2 „	6 1/2 „ =	13 „ „	12 1/2 „ =	25 „ „

¹⁾ Sebelien, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9 (1885) S. 445.

²⁾ A. Mayer (a. a. O.) fand sogar, dass Kochsalz bis zu 0,9 % die Gerinnung beschleunigt und erst die doppelte Menge Salz diese Wirkung wieder aufhebt.

Die von Hammarsten gemachte und von Lörcher experimentell bestätigte Beobachtung, dass dem Chlornatrium auf eine mit Wasser verdünnte Milch eine die Labgerinnung fördernde Einwirkung zuzuschreiben ist, deckt sich auch mit den eignen Versuchen. Dieser Einfluss machte sich aber bei den eignen Versuchen erst bei Wasserzusätzen von 40—50% bemerkbar. Auch Lörcher konnte weder in schwächeren Verdünnungen noch in jeder Milch diesen fördernden Einfluss des Kochsalzes beobachten.

Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $9\frac{1}{4}$ und $9\frac{1}{4}$ Minuten.

Milch- menge	Wasser- menge	Na Cl- menge	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerin- nungszeiten gegenüber den Probe- versuchen	Beschaffenheit des Gerinnungs- produktes
100 ccm	—	1 g	$12\frac{1}{2}$ und $12\frac{1}{2}$ Minut.	— $3\frac{1}{4}$ Minut.	normal. Labkuchen
80 „	20 ccm	—	13 „ 13 „	— $3\frac{3}{4}$ „	„ „ (etwas weniger cohärent)
80 „	20 „	1 g	16 „ 16 „	— $6\frac{3}{4}$ „	„ Labkuchen
60 „	40 „	—	33 „ 33 „	— $23\frac{3}{4}$ „	Labkuchen eben noch cohärent
60 „	40 „	1 g	19 „ 19 „	— $9\frac{3}{4}$ „	„ nicht so cohärent wie normaler Labkuchen
50 „	50 „	—	Nach $3\frac{1}{2}$ Stunden nur Gerinnungsbildung; kein Labkuchen		
50 „	50 „	1 g	26 und 26 Minut.	— $16\frac{3}{4}$ Minut.	Labkuchen eben noch cohärent; nach $1\frac{1}{2}$ stündigem Stehen an der Luft von normal. Cohärenz
100 „	—	5 „	28 „ 28 „	— $18\frac{3}{4}$ „	normal. Labkuchen.
50 „	50 ccm	5 „	85 Minuten	— $75\frac{3}{4}$ „	Labkuchen eben noch cohärent.

Dieselbe Wirkung konnte beim Chlorcalcium beobachtet werden.

Nach Lörcher wirkt in höheren Konzentrationen das Kaliumchlorid stärker hemmend als das Natriumchlorid. Unter den Halogensalzen der Alkalien wird den Jodiden die nachtheiligste Wirkung für die Labgerinnung von ihm zugeschrieben.

Das Lithiumchlorid näherte sich in seiner Wirkung dem Kochsalz am meisten. Die in geringen Konzentrationen beobachtete unbedeutende Beschleunigung hat auch Lörcher gesehen, welcher dies durch die nahe Verwandtschaft der Lithiumsalze mit den Magnesiumsalzen zu erklären sucht.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Lithiumchlorid.**

$\text{Li Cl} + 2 \text{ aq.}$ Mol.-Gew. = 78,5; Li Cl Mol.-Gew. = 42,5.

Ausgeführt: 16. 2. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $10\frac{3}{4}$ und $10\frac{3}{4}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der For- mel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent- gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungs- zeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,004%	$10\frac{1}{2}$ und $10\frac{1}{2}$ Min.	+ $\frac{1}{4}$ Min.	normal. Labkuchen
100 „	0,042 „	$10\frac{1}{4}$ „ $10\frac{1}{4}$ „	+ $\frac{1}{2}$ „	„ „
50 „	0,085 „	$10\frac{1}{2}$ „ $10\frac{1}{2}$ „	+ $\frac{1}{4}$ „	„ „
10 „	0,425 „	$11\frac{1}{2}$ „ $11\frac{1}{2}$ „	— $\frac{3}{4}$ „	„ „
5 „	0,850 „	16 „ $15\frac{1}{2}$ „	— 5 „	„ „
2 „	2,120 „	46 „ $46\frac{1}{2}$ „	— $35\frac{1}{2}$ „	„ „
1 „	4,250 „	88 „ 90 „	— $78\frac{1}{4}$ „	„ „

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumperchlorat.**

NaClO_4 . Mol.-Gew. = 122,5; Reaktion: neutral

Ausgeführt: 22. 2. 01. Reaktion der Milch: amphoter

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $14\frac{1}{2}$ und $14\frac{1}{2}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent-gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,012%	$14\frac{1}{2}$ und $14\frac{1}{2}$ Min.	—	normal. Labkuchen
500 „	0,024 „	16 „ $16\frac{1}{4}$ „	— $1\frac{5}{8}$ Min.	„ „
100 „	0,122 „	17 „ 17 „	— $2\frac{1}{2}$ „	„ „
50 „	0,244 „	19 „ 19 „	— $4\frac{1}{2}$ „	„ „
20 „	0,612 „	28 „ 28 „	— $13\frac{1}{2}$ „	„ „
10 „	1,225 „	75 „ 76 „	— 61 „	„ „
5 „	2,440 „	Nach $4\frac{1}{4}$ Stunden dünne Gerinnung		
		„ 6 „ Labkuchenbildung		
2 „	6,120 „	Nach 6 Stunden keine Gerinnung.		

Labgerinnung bei Gegenwart von **neutral. Natriumtartrat.**

$\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + 2 \text{ aq.}$ Mol.-Gew. = 230; $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Mol.-Gew. = 194. Reaktion: neutral.

Ausgeführt: 20. 2. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 12 und 12 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent-gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschied in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0194%	$12\frac{1}{2}$ und $12\frac{1}{2}$ Min.	— $\frac{1}{2}$ Min.	normal. Labkuchen
500 „	0,0388 „	$14\frac{3}{4}$ „ $14\frac{3}{4}$ „	— $2\frac{3}{4}$ „	„ „
100 „	0,194 „	16 „ 16 „	— 4 „	„ „
50 „	0,388 „	$23\frac{1}{2}$ „ $23\frac{1}{2}$ „	— $11\frac{1}{2}$ „	„ „
20 „	0,970 „	38 „ 40 „	— 27 „	„ „
10 „	1,940 „	Nach 6 Stunden keine Gerinnung		
5 „	3,880 „	Lab im Ueberfluss zugesetzt, bewirkte ebenfalls keine Gerinnung.		
2 „	9,700 „			

Labgerinnung bei Gegenwart von **Ammoniumsulfat.**

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Mol.-Gew. = 132.

Ausgeführt: 15. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent-gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschied in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
100 Liter	0,132%	$9\frac{1}{4}$ Minuten	— $\frac{1}{4}$ Min.	normal. Labkuchen
50 „	0,264 „	10 „	— 1 „	„ „
20 „	0,660 „	$12\frac{1}{4}$ und $12\frac{1}{4}$ Min.	— $3\frac{1}{4}$ „	„ „
10 „	1,320 „	14 „ 14 „	— 5 „	„ „
5 „	2,640 „	$28\frac{1}{2}$ „ $28\frac{1}{2}$ „	— $19\frac{1}{2}$ „	„ „
2 „	6,600 „	Nach 4 Minuten dünnes, nach 15 Minuten dickes Gerinnsel an der Oberfläche		
1 „	13,200 „	Nach 90 Minuten dünne Gerinnselbildung, nach 3 Stunden gallertartiges Gerinnsel, ebenso nach $3\frac{3}{4}$ Stunden.		

Die eignen Versuche mit Natriumsulfat decken sich mit den Ergebnissen der Lörcher'schen Versuche.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Magnesiumsulfat.**

$\text{MgSO}_4 + 7 \text{ aq.}$ Mol. Gew. = 246,3; MgSO_4 Mol. Gew. = 120,3.

Ausgeführt: 15. 2. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 11 und 11 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschied in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
5000 Liter	0,0024%	11 und 11 Min.	—	normal. Labkuchen
2000 "	0,006 "	9 $\frac{3}{4}$ " 10 "	+ 1 $\frac{1}{8}$ Min.	" "
1000 "	0,012 "	9 $\frac{1}{2}$ " 9 $\frac{1}{2}$ "	+ 1 $\frac{1}{2}$ "	" "
500 "	0,024 "	8 $\frac{1}{2}$ " 8 $\frac{1}{2}$ "	+ 2 $\frac{1}{2}$ "	" "
200 "	0,060 "	6 " 6 $\frac{1}{2}$ "	+ 4 $\frac{3}{4}$ "	" "
100 "	0,120 "	4 " 4 "	+ 7 "	" "
50 "	0,240 "	3 $\frac{1}{4}$ " 3 $\frac{1}{2}$ "	+ 7 $\frac{1}{8}$ "	" "
20 "	0,601 "	4 " 4 "	+ 7 "	" "
10 "	1,203 "	7 $\frac{3}{4}$ " 8 "	+ 3 $\frac{1}{8}$ "	" "
5 "	2,406 "	18 " 18 "	— 7 "	" "
2 "	6,015 "	70 " 71 "	— 59 $\frac{1}{2}$ "	dünner "
1 "	12,030 "	Nach 6 Minuten feinflockiges Gerinnsel ausgeschieden Nach 10 Minuten Gerinnsel an der Oberfläche Nach 30 Minuten festes Gerinnsel an der Oberfläche		

Der Ausfall der Versuche mit Magnesiumsulfat zeigt, dass die von Hammarsten ausgesprochene Ansicht zu Recht besteht, dass es Salze giebt, welche fördernd und hemmend auf die Labgerinnung der Milch einwirken können.

Das Beschleunigungsoptimum liegt also bei einer 50litrigen Lösung ($= 0,25\%$ Salz), in stärkeren Lösungen schwächt sich diese Wirkung wieder ab und bei einer 2 litrigen Lösung trat typische Labgerinnung schon nicht mehr ein, womit auch die Versuche Lörcher's im Einklang stehen.

Eine vergleichende Zusammenfassung der Wirkung der Salze dieser Gruppe — Magnesiumsulfat ausgenommen — bietet folgende Tabelle:

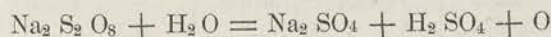
Der Milch zugesetzte Salze			Beginn der deutlichen Verzögerung der Labgerinnung		Grenze der deutlichen Labgerinnung	
Name	Formel	Mol.-Gew.	in Normal-lösungen	bei procentischen Zusätzen	in Normal-lösungen	bei procentischen Zusätzen
Natriumtartrat	$\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$	194	$\frac{1}{500}$ N.L.	$= 0,019\%$	$\frac{1}{10}$ N.L.	$= 0,97\%$
— perchlorat	Na ClO_4	122,5	$\frac{1}{500}$ "	$= 0,024\%$	$\frac{1}{10}$ "	$= 1,225\%$
— nitrat	Na NO_3	85	$\frac{1}{100}$ "	$= 0,085\%$	$\frac{1}{5}$ "	$= 1,700\%$
— sulfat	Na_2SO_4	142	$\frac{1}{50}$ "	$= 0,142\%$	$\frac{1}{5}$ "	$= 1,420\%$
Ammoniumsulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132	$\frac{1}{25}$ "	$= 0,264\%$	$\frac{1}{25}$ "	$= 2,640\%$
Natriumchlorid	Na Cl	58,5	$\frac{1}{20}$ "	$= 0,292\%$	$\frac{1}{1}$	$= \frac{1}{1}$
Lithiumchlorid	Li Cl	42,5	$\frac{1}{10}$ "	$= 0,425\%$	$\frac{1}{1}$	$= \frac{1}{1}$

¹⁾ Die typische Labgerinnung wurde auch noch in Konzentrationen über $\frac{1}{1}$ Normallösungen bzw. 4,25 und 5,85% hinaus beobachtet.

5. Gruppe.

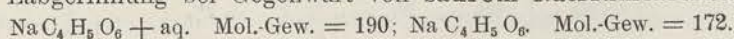
Saures Natriumtartrat, Saures Natriumsulfat, Natriumpersulfat.

Das saure Natriumtartrat und Natriumsulfat wirken in Folge ihrer sauren Eigenschaften ähnlich wie Säuren und fördern dementsprechend bis zu gewissen Konzentrationen die Labgerinnung. In grösseren Mengen rufen sie jedoch an sich schon Kaseinabscheidung (Säurefällung) in der Milch hervor. Sie wirken fast gleich nach dieser Richtung. Auch das Natriumpersulfat, welches leicht freie Schwefelsäure und Sauerstoff nach der Gleichung



abspaltet (Braunfärbung der Milch bei grösseren Zusätzen), zeigt Säurewirkung.

Labgerinnung bei Gegenwart von **saurem Natriumtartrat.**

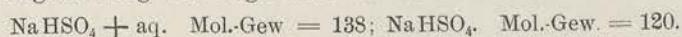


Ausgeführt: 20. 2. 01. Reaktion der Milch: nicht beobachtet.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 12 und 12 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0172%	11 $\frac{1}{4}$ und 11 $\frac{1}{4}$ Minut.	+ $\frac{3}{4}$ Minut.	normal. Labkuchen
500 „	0,0344 „	9 „ 9 $\frac{1}{4}$ „	+ $\frac{2}{8}$ „	„ „
100 „	0,172 „	4 $\frac{1}{4}$ „ 4 $\frac{1}{4}$ „	+ $\frac{7}{4}$ „	„ „
50 „	0,344 „	4 „ 4 „	+ 8 „	„ „
20 „	0,860 „	2 „ 1 $\frac{3}{4}$ „	+ 10 $\frac{1}{8}$ „	„ „
10 „	1,720 „	Gerinnt ohne Labzusatz innerhalb 6 Minuten		

Labgerinnung bei Gegenwart von **saurem Natriumsulfat.**



Ausgeführt: 8. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 8 $\frac{1}{2}$ und 8 $\frac{1}{2}$ Minuten

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
2000 Liter	0,006%	7 $\frac{1}{2}$ und 7 $\frac{1}{2}$ Minut.	+ 1 Minut.	—
1000 „	0,012 „	7 „ 7 „	+ 1 $\frac{1}{2}$ „	—
500 „	0,024 „	6 „ 6 „	+ 2 $\frac{1}{2}$ „	—
100 „	0,120 „	3 „ 3 „	+ 5 $\frac{1}{2}$ „	—
50 „	0,240 „	2 „ 2 „	+ 6 $\frac{1}{2}$ „	—
20 „	0,600 „	1)	—	—
10 „	1,200 „	2)	—	—

1) Auf Zusatz des Salzes scheidet sich sofort — ohne Lab — dünnes Gerinnsel ab, welches sich nach 12 Minuten bei 38° ziemlich gleichmässig zusammenballt.

2) Gerinnt sofort nach dem Salzzusatz ohne Lab und ohne Erwärmen zu dickem, zusammenhängenden Gerinnsel.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Magnesiumsulfat.**

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Mol.-Gew. = 238.

Ausgeführt: 9. 3. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

	Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1	1000 Liter	0,0238 ‰	8½ und 8½ Minut.	+ ½ Minut.	normal. Labkuchen
2	500 „	0,0476 „	8 „ 8 „	+ 1 „	„ „
3	100 „	0,238 „	4½ „ 4½ „	+ 4½ „	„ „
4	50 „	0,476 „	2¾ „ 2¾ „	+ 6¾ „	„ „
5	20 „	1,190 „	4 „ 4½ „	+ 4¾ „	„ „
6	10 „	2,380 „	6½ „ 6½ „ ¹⁾	+ 2½ „	—
7	7,5 „	3,173 „	„ ²⁾	—	—
8	5 „	4,760 „	„ ³⁾	—	—
9	2 „	11,900 „	Nach 4½ Stunden keine Gerinnung. Flüssigkeit braunroth gefärbt.		

Versuche mit sauren Salzen scheinen bisher nicht ausgeführt worden zu sein.

6. Gruppe.

Säuren.

Borsäure, Kohlensäure, Oxalsäure, Benzoësäure, Salicylsäure, Protocatechusäure, Gallussäure.

Wie für die Alkalien und in gewisser Beziehung auch für die Neutralsalze (Möglichkeit des Aussalzens des Kaseins bei Konzentrationen nahe der Sättigung) so gilt auch für die Säuren, dass nur die Versuche mit kleinen Mengen Säuren physiologisches Interesse besitzen können. Es ist bekannt, dass alle Nucleoalbumine (darunter auch das Kasein) durch Mineralsäuren schon in sehr geringer Konzentration gefällt werden.

Im Gegensatz zu den Alkalien, welche ein direktes Gift des Enzyms sind, greifen die Säuren in schwachen Konzentrationen dasselbe nicht an. Dass konzentrierte Mineralsäuren und namentlich bei längerem Einwirken (Lörcher, Hammarsten) das Enzym vernichten, interessiert hier nicht.

Es ist nun eine allgemeine Beobachtung, dass sämtliche untersuchten Säuren die Labgerinnung fördern. Die Unschädlichkeit der schwachen (wenig dissocierten) Säuren bezw. deren günstiger Einfluss auf Enzymvorgänge ist schon praktisch nutzbar gemacht worden. So enthält der besseren Haltbarkeit wegen die Soxhlet'sche Labessenz 4 ‰ Borsäure; die Flusssäure wird in den Gährungsgewerben gebraucht.

¹⁾ Während des Vorwärmens bildet sich etwas Gerinnsel, das auf Labzusatz nach 6½ Minuten sich labkuchenähnlich zusammenballt.

²⁾ Die Milch wird durch den Salzzusatz sogleich etwas verdickt; nach 4 Minuten Vorwärmen scheidet sich dünnes Gerinnsel ab, das, nach weiteren 11 Minuten Vorwärmen, nach dem Erkalten — ohne Lab — sich gleichmässig dick zusammenballt.

³⁾ Die Milch koaguliert durch den Salzzusatz sofort gerinnselartig und scheidet nach 10 Minuten Vorwärmen — ohne Lab — dickes klumpiges Gerinnsel an der Oberfläche ab.

Die Proben 7 und 8 färbten sich nach einigen Stunden, ebenso wie Probe 9, braunroth.

Die erste eingehende Untersuchung über den Einfluss der Säuren auf die Labgerinnung der Milch hat Pfeleiderer¹⁾ ausgeführt. Bei Verwendung äquivalenter Mengen ($\frac{1}{10}$ -Normalösungen) trat die Säuregerinnung am schnellsten ein durch Milch- und Salzsäure, daran schlossen sich Salpeter-, Schwefel-, Essig- und Phosphorsäure an. Auch in ihrer Wirksamkeit auf die Labgerinnung steht die Salzsäure oben an, ihr folgen Salpeter-, Milch-, Essig-, Schwefel- und Phosphorsäure.

Schon Fr. Söldner²⁾ hat in einer wenig beachteten, sorgfältigen Arbeit die Wirkung der Säuren verständlich gemacht. Nach ihm sind es die im Milchserum gelösten Kalksalze, welche neben Kasein und Labferment zum Zustandekommen der Verkäsung nothwendig sind. Die in der Milch suspendirten Kalksalze, welche einen Einfluss auf diesen Vorgang nicht haben, werden aber durch Zusatz von Säuren theilweise in lösliche Form übergeführt, wodurch die Menge der gelösten Kalksalze vermehrt wird; in 7 Milchproben trat mit steigender Acidität eine Beschleunigung der Labgerinnung ein. Dagegen führt der Zusatz eines Alkalis zur Vermehrung der ungelösten Kalksalze, welche ausfallen und dadurch für die Labgerinnung ausgeschaltet werden. Milch (100 ccm) von mittlerer Acidität (3,5), die normal in 0,5 Minuten gerann, wurde bei Zusatz von 2 ccm $\frac{1}{4}$ Normalnatronlauge (Acidität 2,5) in 2,5 Minuten, bei Zusatz von 5 ccm (Acidität 1,0) in 21 Minuten verkäst, bei Zusatz von 7 ccm (Acidität 0,0) war sie nach 120 Minuten noch nicht geronnen.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Borsäure**.

$B(OH)_3$, Mol.-Gew. = 62.

Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
50 Liter	0,124%	8 $\frac{1}{2}$ und 8 $\frac{1}{2}$ Minuten	+ $\frac{1}{2}$ Minuten	normal. Labkuchen
20 „	0,310 „	7 $\frac{1}{2}$ „ 7 $\frac{1}{2}$ „	+ 1 $\frac{1}{2}$ „	„ „
10 „	0,620 „	6 $\frac{1}{2}$ „ 6 $\frac{1}{2}$ „	+ 2 $\frac{1}{2}$ „	„ „
5 „	1,240 „	5 „ 5 „	+ 4 „	„ „
2 „	3,100 „	3 „ 3 „	+ 6 „	„ „

Unter allen von mir untersuchten Säuren übt die Borsäure³⁾ den geringsten Einfluss aus.

Mengen von 1,2 g auf den Liter gaben erst eine messbare Beschleunigung von $\frac{1}{2}$ Minute.

¹⁾ Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. 66. (1897) S. 605. Pfeleiderer, Ein Beitrag zur Pepsin- und Labwirkung.

²⁾ Söldner, Die Salze der Milch und ihre Beziehungen zu dem Verhalten des Kaseins. Diss. Erlangen. 1888. (unter Soxhlet).

³⁾ Die auch von Lange gesehene Beschleunigung hat Duclaux nicht finden können; nach ihm soll die Borsäure hemmend wirken. A. Mayer konnte ihr einen Einfluss auf die Labgerinnung überhaupt nicht zusprechen.

Die quantitative volumetrische Bestimmung der Borsäure, welche darauf beruht, dass die Säureeigenschaften der Borsäure durch Glycerin oder Mannit derartig verstärkt werden, dass man dieselbe mit einem Alkali genau titrieren kann, legte die Vermuthung nahe, dass ähnliche Verhältnisse auch bei der Labgerinnung obwalten, und die Säurewirkung der Borsäure durch Glycerin erhöht und demgemäss die Gerinnung der Milch beschleunigt werden könne. Diese Annahme wurde durch folgenden Versuch, bei dem wir ausserdem eine hemmende Wirkung des Glycerins an sich beobachten können, bestätigt.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Milch- menge	Lab- menge	Borsäure- menge	Glycerin- menge	Gerinnungszeiten	Unterschied in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen
100 ccm	1 ccm	0,124 g	—	8½ und 8½ Minut.	+ ½ Minut.
90 „	„	0,124 g	10 ccm	4½ und 4½ „	+ 4½ „
90 „	„	—	„	13 Minut.	— 4 „

Labgerinnung bei Gegenwart von **Kohlensäure**.

Als solche vermag sie unter gewöhnlichen Verhältnissen die Milch nicht zum Gerinnen zu bringen, wie auch schon Binswanger¹⁾ eine Ausfällung des Kaseins durch Borsäure nicht hat auffinden können, wohl aber kann die Kohlensäure den Gerinnungsprozess beschleunigen.

Nach Untersuchungen Söldner's (a. a. O.) übt die Kohlensäure einen stark beschleunigenden Einfluss auf die Labgerinnung aus, indem durch eingeleitete Kohlensäure verhältnissmässig grosse Mengen von dem in der Milch suspendirten Calciumphosphat gelöst werden. So gerann gekochte Milch unter fortwährendem Durchleiten von Kohlensäure rascher als ungekochte ohne Kohlensäure.

Milch, durch welche 2½ Stunden lang ein mässiger Säurestrom hindurchgeleitet war, gerann mit Lab innerhalb 2½ Stunden, während in der nicht mit Kohlensäure vorbehandelten Milch erst nach 9 Minuten Labgerinnung eintrat.

(Auch Arthus²⁾ und Schaffer³⁾ stellten die labgerinnungsfördernde Wirkung der Kohlensäure sowohl für rohe als auch gekochte Milch fest.)

Entgegen der Ansicht Schaffer's, dass durch das blosse Hindurchleiten von Luft die Milch in ihrer Labgerinnung nicht beeinflusst werde, gerann in eigenen Versuchen eine Milch, durch welche während 2½ Stunden ein mässiger, von Kohlensäure befreiter Luftstrom geleitet war, in 9½ Minuten wohl zu einem dünnen Labkuchen, aber erst nach 14 Minuten zu einem normalen cohärenten Koagulum,

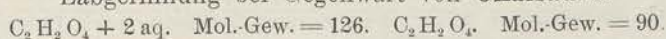
¹⁾ Binswanger, Pharmakol. Würdigung der Borsäure, des Borax und anderer borsäuren Verbindungen in ihrer Einwirkung auf den gesunden und kranken thierischen Organismus. München 1846.

²⁾ Arthus, Elemente der physiolog. Chemie. Leipzig 1895. (Deutsch).

³⁾ Landwirthsch. Jahrb. der Schweiz 1887. S. 16. Maly's Jahresber. der Tierchemie 17. Bd. 1887 S. 158. Schaffer, Ueber das Kasein und die Wirkung der Labfermente in der Kuhmilch.

während in nicht mit Luft vorbehandelter Milch normale Labgerinnung innerhalb 9 Minuten eintrat.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Oxalsäure**.



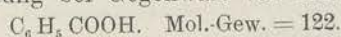
Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 9 und 9 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
5000 Liter	0,0018%	8½ und 8½ Minut.	+ ½ Minut.	normal. Labkuchen
2000 "	0,0045 "	7¾ " 7¾ "	+ 1¼ "	" "
1000 "	0,009 "	7¼ " 7¼ "	+ 1¾ "	" "
500 "	0,018 "	6¼ " 6¼ "	+ 2¾ "	" "
200 "	0,045 "	5¼ " 5¼ "	+ 3¾ "	" "
100 "	0,090 "	4 " 4 "	+ 5 "	" "
50 ¹⁾ "	0,180 "	2 " 2 "	+ 7 "	labkuchenartige Gerinnung
20 "	0,450 "	2 ²⁾ " 2 ²⁾ "		

Die Benzoesäure, Oxybenzoesäure, Salicylsäure, Protocatechusäure und Gallussäure, von denen die Benzoe- und Salicylsäure auch als Milchkonservierungsmittel in Betracht kommen können, üben in den beobachteten Konzentrationen sämtlich fast einen gleich beschleunigenden Einfluss auf die Labgerinnung aus und bewirken in höheren Konzentrationen an sich schon eine Ausscheidung des Kaseins.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Benzoesäure**.



Ausgeführt: 16. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 10 und 10 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen enthalten ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0122%	8½ und 8½ Minut.	+ 1½ Minut.	normal. Labkuchen
500 "	0,0244 "	7 " 7 "	+ 3 "	" "
200 "	0,061 "	4½ " 4½ "	+ 5½ "	" "
100 "	0,122 "	3¾ " 3¾ "	+ 6¾ "	" "
75 "	0,163 "	3 " 3 "	+ 7 "	" "
50 "	0,244 "	2½ " 2½ "	+ 7½ "	" "
20 "	0,610 ³⁾ "	1¼ " 1¼ "	+ 8¾ "	" "

¹⁾ Nach Zusatz der Oxalsäure scheidet sich sofort dünnes Gerinnsel ab, das nach dem Labzusatz innerhalb 2 Minuten labkuchenartig gerinnt.

²⁾ Durch den Säurezusatz scheidet sich sofort dünnes Gerinnsel ab, das nach 15 Minuten langem Vorwärmen zu gleichmäßigem dünnen Säuregerinnsel wird. Durch Labzusatz tritt keine Aenderung ein, das Gerinnsel bleibt dünn.

³⁾ Bei einem Zusatz von 2% Benzoesäure zur Milch trat innerhalb einiger Stunden vollständige Säuregerinnung ein.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Salicylsäure**.

$C_6H_4OH\cdot COOH$. Mol.-Gew. = 138.

Ausgeführt: 16. 3. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach 10 und 10 Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen enthalten ist	Procentgehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschied in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0138%	9 $\frac{1}{2}$ und 9 $\frac{1}{2}$ Minut.	+ $\frac{1}{2}$ Minut.	normalen Labkuch.
500 „	0,0276 „	7 $\frac{1}{2}$ „ 7 $\frac{1}{2}$ „	+ 2 $\frac{1}{2}$ „	„ „
200 „	0,069 „	5 „ 5 „	+ 5 „	„ „
100 „	0,138 „	3 $\frac{1}{2}$ „ 3 $\frac{1}{2}$ „	+ 6 $\frac{1}{2}$ „	„ „
75 ¹⁾ „	0,184 „	3 $\frac{1}{4}$ „ 3 $\frac{1}{4}$ „	+ 6 $\frac{3}{4}$ „	„ „
50 ²⁾ „	0,276 „	2 $\frac{3}{4}$ „ 2 $\frac{3}{4}$ „	+ 7 $\frac{1}{4}$ „	„ „
20 ³⁾ „	0,690 „	1 $\frac{1}{2}$ „ 1 $\frac{1}{2}$ „	+ 8 $\frac{1}{2}$ „	dicke, klumpiges Gerinnsel

Völlig gleich wirkt die isomere p-Oxybenzoesäure; auch die Protocatechu- und Gallussäure zeigen fast quantitativ dasselbe Bild, so dass von der Wiedergabe der Versuchsprotokolle abgesehen werden kann.

7. Gruppe.

Formaldehyd, Saccharin, Rohrzucker.

Dem als Konservierungsmittel für Milch verwendeten Formaldehyd kommt nach Weigle und Merkel²⁾ die Eigenschaft zu, die Milch auch physiologisch zu verändern.

Auf die Labgerinnung derselben übt Formaldehyd einen höchst nachtheiligen Einfluss aus, wie dies auch bereits von Pottevin³⁾, von Freudenreich⁴⁾ und Halliburton⁵⁾ erkannt worden ist.

Wie die Versuche zeigen, beginnt die deutlich messbare Verzögerung der Labgerinnung bei einem Zusatz von 0,004%; die Grenze der deutlichen Gerinnung liegt bei 0,06% und bei 0,08% tritt Labgerinnung nicht mehr ein.

Benutzt wurde zu den Versuchen ein Präparat von 40% Formaldehyd-Gehalt.

¹⁾ Diese Proben scheiden schon während des Vorwärmens infolge des erhöhten Säurezusatzes mehr oder weniger dünnes Gerinnsel ab, je nach der Säuremenge. 100 ccm Milch mit überschüssiger Salicylsäure gemischt koagulierte bei 38% innerhalb 18 Minuten ohne Anwendung von Lab.

²⁾ Forschungsber. 1895. S. 91. Weigle und Merkel. Die Einwirkung des Formalins auf Nahrungsmittel.

³⁾ Pottevin, Annal. Inst. Pasteur 8. 1894.

⁴⁾ Centralblatt für Bakt. (II) Bd. 4 (1898). S. 309. von Freudenreich, Beitrag zur Kenntniss der Wirkung des Labferments.

⁵⁾ Brit. med. journal. 1900. II. S. 1. Halliburton, Remarks on the use of Borax and Formaldehyde as preservatives of food.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Formaldehyd**.

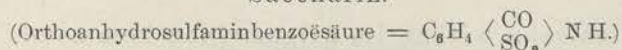


Ausgeführt: 28. 1. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $12\frac{1}{2}$ und $12\frac{1}{2}$ Minuten.

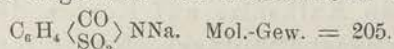
Formaldehydzusatz (40 %) in ccm	Formaldehyd in %	Gerinnungszeiten	Unterschied in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
0,01 ccm	0,004	13 und 13 Min.	— $\frac{5}{8}$ Min.	normal. Labkuchen
0,025 „	0,010	$13\frac{1}{2}$ „ 14 „	— $1\frac{1}{4}$ „	„ „
0,05 „	0,020	16 „ $16\frac{1}{2}$ „	— $3\frac{3}{4}$ „	„ „
0,10 „	0,040	23 „ $23\frac{1}{4}$ „	— $10\frac{5}{8}$ „	„ „
0,15 „	0,060	51 „ 52 „	— 39 „	„ „
0,20 „	0,080	} nach 6 Stunden keine Gerinnung		
0,50 „	0,200			
1,00 „	0,400			

Saccharin.



Verwendet wurde zu den Versuchen das leicht lösliche Natriumsalz. Dasselbe beeinflusst in geringen Mengen, wie die Tabelle zeigt, die Labgerinnung nur unbedeutend, dagegen ganz erheblich in stärkeren Konzentrationen.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Natriumsalz des Saccharins**.



Ausgeführt: 22. 2. 01. Reaktion der Milch: amphoter.

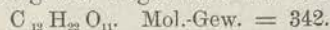
Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $14\frac{1}{2}$ und $14\frac{1}{2}$ Minuten.

Zahl der Liter, in denen das der Formel entsprechende Molekulargewicht in Grammen gelöst ist	Procent- gehalt der Lösung	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungs- zeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1000 Liter	0,0205 %	15 und 15 Min.	— $\frac{1}{2}$ Min.	} nicht beobachtet
500 „	0,0410 „	17 „ 17 „	— $2\frac{1}{2}$ „	
100 „	0,205 „	$19\frac{1}{2}$ „ $20\frac{1}{2}$ „	— $5\frac{1}{2}$ „	
50 „	0,410 „	30 „ $30\frac{1}{2}$ „	— $15\frac{3}{4}$ „	
20 „	1,025 „	66 „ 67 „	— 52 „	
10 „	2,050 „	205 „	— $190\frac{1}{2}$ „	

Rohrzucker

beeinflusst die Labgerinnung der Milch bei Zusätzen bis zu 20 % kaum nennenswerth.

Labgerinnung bei Gegenwart von **Rohrzucker**.



Ausgeführt: 14. 2. 01. Reaktion der Milch: neutral.

Probeversuche mit derselben Milch ohne Zusatz: Gerinnung nach $11\frac{1}{2}$ und $11\frac{1}{2}$ Minuten.

Rohrzuckerzusatz zu 100 ccm Milch	Gerinnungszeiten	Unterschiede in den Gerinnungszeiten gegenüber den Probeversuchen	Beschaffenheit des Gerinnungsproduktes
1 g	$11\frac{1}{2}$ und $11\frac{1}{2}$ Min.	—	normal. Labkuchen
2 g	$11\frac{1}{2}$ „ $11\frac{1}{2}$ „	—	„ „
5 g	12 „ $11\frac{3}{4}$ „	— $\frac{5}{8}$ Min.	„ „
10 g	$12\frac{1}{2}$ „ $12\frac{1}{4}$ „	— $\frac{7}{8}$ „	„ „
20 g	12 „ $12\frac{1}{4}$ „	— $\frac{5}{8}$ „	„ „

Aus den vorliegenden Versuchen ergibt sich Folgendes:

1. Borax hemmt schon in geringen Konzentrationen (0,01 bis 0,04%) die Labgerinnung der Milch erheblich und macht dieselbe bei Zusätzen, die praktisch in Frage kommen können (1 g Salz auf 1 Liter Milch), unmöglich. Die schädigende Wirkung scheint auf der Alkaleszenz zu beruhen, wodurch das Labferment direkt angegriffen bzw. zerstört wird. Ausserdem können die Alkalien die Menge der gelösten Kalksalze der Milch vermindern (Söldner).

Analog wirken Natronhydrat, Soda und, wenn auch geringer als die genannten, Natriumbikarbonat.

In demselben Sinne wirken alle übrigen Salze von alkalischer Reaktion.

2. Salze, welche der Milch die gelösten Kalksalze entziehen, wirken schon an sich hemmend auf die Verkäsung. Kommt ihnen ausserdem alkalische Reaktion zu, so macht sich auch der Einfluss der Hydroxylionen geltend.

3. Die Neutralsalze wirken im Allgemeinen hemmend. Einige (NaCl und LiCl) zeigen neben dem hemmenden Einfluss in grösseren Konzentrationen, bei Verwendung geringerer Zusätze auch eine schwach fördernde Wirkung, Magnesiumsulfat gibt nach beiden Seiten erhebliche Ausschläge.

4. Die Säuren wirken in geringen Mengen fördernd, was sich durch Vermehrung der gelösten Kalksalze auf Kosten der vorher in der Milch nicht gelösten erklären lässt (Söldner). Von allen untersuchten Säuren wirkt neben der Kohlensäure die Borsäure am schwächsten. Ebenso wie die Säuren wirken die sauren Salze, welche bisher einer Untersuchung noch nicht unterworfen zu sein scheinen.

5. Von den übrigen untersuchten Substanzen übt Formaldehyd einen so stark schädigenden Einfluss auf die Labgerinnung der Milch aus, dass er wohl als direktes Gift für das Labenzym angesprochen werden muss. Saccharin wirkt in geringen Mengen nicht erheblich, in stärkeren Lösungen dagegen stark hemmend auf die Labgerinnung. Zucker, bis zu 20% der Milch zugesetzt, ist belanglos für die Verkäsung derselben.

Nachtrag. Kurz vor Abschluss der Drucklegung dieser Arbeit erschien eine Abhandlung von Ernst Fuld¹⁾: „Ueber die Milchgerinnung durch Lab“.

Er untersuchte den Eintritt der Labgerinnung mit einer einfachen Methode, die gestattete, selbst Unterschiede von 1 oder mehreren Sekunden zu bestimmen. Nach ihm verlaufen bei der Labgerinnung der Milch die Gerinnungszeiten bei jeder Labkonzentration proportional den angewendeten Labmengen, eine Beobachtung, welche sich in gewissen Grenzen der Labzusätze mit den eigenen Versuchen deckt (vgl. S. 137). Das Produkt von Labmenge (L) und Gerinnungszeit (t) soll konstant sein ($C = L \cdot t$ Zeitgesetz der Labung). Die Werthe differiren im Fuld'schen Versuch 1 bei Anwendung von Labmengen von 0,1–0,4 ccm um 8,3%, in den eigenen Versuchen, in denen ebenfalls eine 1–4fache Labmenge geprüft wurde, um 13,5%, so dass auch in den eigenen Versuchen innerhalb gewisser Grenzen der Labzusätze das Produkt $L \cdot t$ annähernd konstant genannt werden darf.

Der Labgerinnungsvorgang vollzieht sich mit konstanter Reaktionsgeschwindigkeit; seine Dauer ist der Menge des umzuwandelnden Kaseins proportional. Das Ausfallen des Parakaseins erfolgt plötzlich, sobald die Umwandlung des Kaseins vollendet ist. „Die Ausscheidung des Parakaseins, die sichtbare Folge der Labwirkung, kann von den üblichen katalytischen Agentien, erhöhter Temperatur, Anwesenheit von Wasserstoff-Ionen, der Berührung mit grossen Oberflächen, gewissen Fermenten, beschleunigt werden.“ Ausserdem hat Fuld festgestellt, dass mit der Labgerinnung eine positive Wärmetönung und eine unbedeutende Erhöhung des Gefrierpunktes und der Viskosität der Milch einhergeht.

¹⁾ Beitr. z. chem. Physiolog. u. Pathol., 1902, Bd. II, Heft 4, S. 169.

Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Ueber den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweineschinken nach längerer Aufbewahrung in Boraxpulver oder pulverisirter Borsäure.

Von

Dr. Eduard Polenske,

Technischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Wenn frisches Fleisch bei gewöhnlicher Temperatur längere Zeit in Borax oder Borsäure verpackt aufbewahrt wird, so durchdringen beide Präparate allmählich das ganze Fleischstück.

Ein fast würfelförmiges, 600 g schweres Stück frischer Schweineschinken, der 3 Wochen lang in Boraxpulver eingebettet worden war, hatte während dieses Zeitraums, bei einem Gewichtsverluste von 98 g, folgende Menge Borax aufgenommen:

Das Fettpolster	0,076 %
das herausgeschnittene Mittelstück des Muskelfleisches . . .	2,73 "
die Durchschnittsprobe des übrigen Muskelfleisches . . .	4,05 "

Nach früheren, hier ausgeführten Untersuchungen enthielten frische, amerikanische Schweineschinken, zu deren Verpackung Borax verwendet worden war, neben Chlornatrium in der äusseren Schicht 2% und im Innern 0,7% Borsäure. In dem 1901 im Abdruck erschienenen, sehr ausführlichen Bericht, den die in England zur Prüfung der Gesundheitsschädlichkeit künstlicher Konservirung und Färbung von Nahrungsmitteln eingesetzte Kommission erstattet hat, ist zu ersehen¹⁾, dass von England umfangreiche Sendungen von frischen, mild gepökelten Schinken, die in Borax verpackt sind, aus Canada und den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika bezogen werden, deren Räucherung erst in England stattfindet. Nach den Untersuchungen von R. H. Harland²⁾, enthielt die äussere Schicht eines solchen canadischen Schinkens reichlichere Mengen Borsäure, als eine der Mitte desselben entnommene Fleischprobe, in der auch noch 0,12% Borsäure gefunden wurde. Bei frischem Fleische erklärt sich das Eindringen dieser in Wasser löslichen Konservierungsmittel dadurch, dass die stets feuchte Aussenfläche des Fleisches sofort eine Lösung derselben herbeiführt, die alsdann ungehindert in das Innere eindringt. Bei geräucherten Schweineschinken sind, in Folge der ausgetrockneten, harten und ausserdem noch von einer Fettschicht bedeckten Aussenfläche, diese Bedingungen nicht, oder doch nur in weit geringerem Maasse vorhanden.

Ob nun auch bei geräucherten Schinken, falls dieselben in Borax oder Borsäure verpackt waren, ein Eindringen dieser Substanzen stattfindet, darüber lagen bisher keine Angaben vor.

Das Interesse, welches dieser Gegenstand beansprucht, wird dadurch begründet, daß die Möglichkeit vorliegen kann, zu entscheiden, ob Borsäure enthaltende und in Borax verpackte geräucherte Schinken schon vor der Räucherung mit Borax behandelt worden sind, oder ob ihr Borsäuregehalt auf das Verpackungsmittel zurückzuführen ist.

¹⁾ Report of the Departmental committee appointed to inquire into the Use of Preservatives and Colouring matters in the Preservation and Colouring of food London 1901, S. 203–205.

²⁾ Ebenda S. 410.

Im Februar 1901 wurden 2 gleich große, gut geräucherte Schweineschinken, von je 5,5 kg Gewicht, zu Versuchszwecken angekauft. Der eine Schinken (A) wurde in Boraxpulver, der andere (B) in Borsäurepulver eingepackt und beide an einem trockenen Orte bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

Die staubtrocken verwendeten beiden Pulver zeigten in der ersten Woche keine sichtbare Veränderung. Nach etwa 14 Tagen begannen sie sich zusammenzuballen, und nach Verlauf von 4 Wochen, dem Endpunkte des Versuchs, waren sie, besonders an der Berührungsfläche mit dem Fleische, feucht geworden.

Die von dem Verpackungsmittel befreiten und mit fließendem, kaltem Wasser sorgfältig gereinigten Schinken wurden auf der Fleischseite mit einem Messer gesäubert, so daß eine ziemlich glatte Oberfläche vorlag. Hierauf wurde jedem Schinken durch Querschnitte ein Stück Muskelfleisch, 10 cm lang, 6 cm breit und 6 cm tief (Mitte des Schinkens), für die Untersuchung entnommen. Diese rechteckigen Fleischstücke wurden, von der Aussenseite beginnend, in 5 Querscheiben geteilt, die in nacheinanderfolgender Lage einen Durchmesser von $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 und 2 cm besaßen. Durch die Untersuchung der einzelnen Fleischscheiben konnte nun festgestellt werden, in welcher Menge und wie tief der Borax und die Borsäure in die Schinken eingedrungen waren. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Reihen- folge der Scheiben	Durch- messer der Fleisch- scheiben	Tiefenlage des Fleisches im Schinken	Schinken A in Borax verpackt	Schinken B in Borsäure verpackt
			Boraxgehalt	Borsäuregehalt
1	0,5 cm	von 0—0,5 cm	0,449 ‰	0,273 ‰
2	0,5 "	" 0,5—1 "	0,137 "	0,173 "
3	1,0 "	" 1—2 "	0,0879 "	0,099 "
4	2,0 "	" 2—4 "	0,0764 "	0,099 "
5	2,0 "	" 4—6 "	0,0955 "	0,0248 "

Diese Ergebnisse zeigen, daß unter den Bedingungen des Versuchs Borsäure und Borax auch in geräucherte Schinken einzudringen vermögen, und es unterliegt keinem Zweifel, daß bei längerer Lagerung der Schinken in dem Verpackungsmittel auch grössere Mengen Borsäure, als die gefundenen in das Innere der Schinken eingedrungen wären. Hätte sich der Borsäuregehalt nur auf die äussere Schicht der Schinken erstreckt, so wäre hierdurch ein Unterscheidungsmittel gefunden worden; da die Borsäure indessen bis zur Mitte vorgedrungen war, so wird man nicht im Stande sein, den sicheren Nachweis zu erbringen, ob Borsäurehaltige, in Borax oder Borsäure verpackte geräucherte Schinken vor der Räucherung zum Zwecke der Konservierung mit Borsäure oder Borax behandelt worden sind, oder ob der gefundene Borsäuregehalt auf das Verpackungsmittel zurückzuführen ist.

Elfter Band. — Mit 19 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 30,—.

Zwölfter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 35,—.

Dreizehnter Band. — Mit 4 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 19,—.

1. Mittheilungen aus deutschen Schutzgebieten. — Bericht des Chefarztes der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika, Dr. Becker, über seine besondere amtliche Thätigkeit im Jahre 1894/95. — General-Sanitäts-Bericht über die Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr 1894/95, erstattet von Dr. Gaertner, Oberarzt in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika. — Ueber die bisherigen Ergebnisse der klimatologischen und pathologischen Forschung in Kamerun. Von Regierungsrath Dr. Fr. Plehn. — Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1894 bis 30. Juni 1895. Von Regierungsrath Dr. A. Plehn. — Aerztliche Erfahrungen und Beobachtungen auf der deutschen Togo-Expedition 1895/94. Von Dr. Doering, Assistenzarzt 2. Klasse im 2. Garde-Feld-Artillerie-Regiment. — Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Jaluit. Von Regierungsrath Dr. Schwabe.
2. Dr. Karl Windisch, Ueber die Bestimmung des Extraktes von Most und Süssweinen, Fruchtsäften, Likören, Würze und Bier.
3. Dr. J. Brandl, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung, Aufnahme und Ausscheidung von Kupfer.
4. Gutachten über die Erweiterung der Stettiner Wasserversorgung durch Zuziehung von Grundwasser. Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Ohlmüller.
5. Dr. J. Moritz, Ergebnisse der Weinstatistik für 1894.
6. Gutachten, betreffend die Einleitung der Abwässer einer in der Stadt Oldenburg geplanten Anstalt zur Kompostirung der Fäkalien und anderen Unraths in den Flosslauf der Haaren. Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel.
7. Dr. E. Schoen, Ergebnisse einer Fragebogenforschung auf tropenhygienischem Gebiete. Mit 1 Tafel.
8. Ergebnisse der Sammelforschung über das Diphtherieheilsorium für die Zeit vom April 1895 bis März 1896. Berichterstatter: Dr. A. Diendoné, Königl. bayer. Assistenzarzt 1. Kl., kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.
9. Dr. A. Diendoné, Ueber Diphtheriegiftneutralisirende Wirkungen der Serumglobuline.
10. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. 19. Dr. Ed. Polenske, Chemische Untersuchung einer Cognac-Essenz, hergestellt von Dr. F. W. Mellinghoff in Mülheim a. d. Ruhr. — 20. Dr. R. Heise, Untersuchung des Fettes von *Garcinia indica* Choisy (sog. Kokumbutter).
11. Dr. J. Moritz, Ergebnisse der Weinstatistik für 1895.
12. Gutachten, betreffend die Einleitung der Oldenburger Kanalwässer in die Hunte. Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel.
13. Die in Chromatfabriken beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen. (Nach einem unter dem 13. Februar 1896 erstatteten Gutachten.) Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Watzdorff. Mit 1 Tafel.
14. Dr. Fr. Plehn, Ueber die Haltbarkeit thierischer Schutzpockenlymphe auf dem Transport nach Deutsch-Ostafrika.
15. Dr. Fr. Plehn, Die physikalischen, klimatischen und sanitären Verhältnisse der Tanga-Küste mit spezieller Berücksichtigung des Jahres 1896.
16. Dr. Marinus Deeleman, Der Einfluss der Reaktion des Nährbodens auf das Bakterienwachsthum.
17. Dr. Kübler und Dr. Kirchner, Die Lepra in Russland. Ein Reisebericht.

Vierzehnter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 33,—.

1. Dr. Petri, Zum Nachweis der Tuberkelbazillen in Butter und Milch.
2. Dr. P. Muschold, Untersuchungen über „Porkosan“.
3. Dr. R. J. Petri und Dr. A. Maassen, Zur Beurtheilung der Hochdruck-Pasteurisir-Apparate.
4. Dr. P. Muschold, Lepra in Leber und Milz. Mit 2 Tafeln.
5. Dr. H. Rasch, Ueber Bleivergiftungen der Arbeiter in Kachelofen-Fabriken.
6. Dr. M. Deeleman, Ueber den Bakteriengehalt der Schutzpockenlymphe. Mit Anhang.
7. Dr. Doering, Ein Beitrag zur Kenntniss der Kamerun-Malaria nebst Bemerkungen über sanitäre Verhältnisse des Schutzgebietes Kamerun.
8. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: 21. Dr. E. Polenske, Chemische Untersuchung einer Fleisch- und Wurstarbe. — 22. Dr. W. Busse, Ueber eine neue Cardamomenart aus Kamerun. Mit 1 Tafel. — 23. Dr. M. Deeleman, Einige Versuche über die Einwirkung von Glycerin auf Bakterien. — 24. Dr. E. Polenske, Ueber die quantitative Bestimmung des Zuckers im Fleisch und Harn.
9. Dr. G. Pannwitz, Die Filtration von Oberflächenwasser in den deutschen Wasserwerken während der Jahre 1894—1896. Mit 11 Tafeln.
10. Berichte des Geh. Medizinalrathes Professor Dr. Koch über die Ergebnisse seiner Forschungen in Deutsch-Ostafrika: I. Die Malaria in Deutsch-Ostafrika. Mit 1 Tafel. — II. Das Schwarzwasserfieber.
11. Dr. K. Windisch, Ueber die Zusammensetzung der Trinkbranntweine. Vierte Mittheilung. — V. Die Zusammensetzung des Zwetschenbranntweines.
12. Dr. Kübler, Ueber die Dauer der durch Schutzpockenimpfung bewirkten Immunität gegen Blattern.
13. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung (Fortsetzung). IX. Nachtrag zum II. Gutachten, betreffend die Kanalisierung der Residenzstadt Schwerin. Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Ohlmüller. — X. Gutachten, betreffend die Verunreinigung der Kötschau und der Orla. Berichterstatter: Regierungsrath Dr. Ohlmüller.
14. Untersuchungen über die Hängigkeit der Sterbefälle an Lungenschwindsucht unter der Bevölkerung des Deutschen Reiches und einiger anderen Staaten Europas. Berichterstatter: Geh. Regierungsrath Dr. Rahts.
15. Dr. K. Windisch, Ueber Margarine-käse.
16. Dr. J. Moritz, Ergebnisse der Weinstatistik für 1896.
17. Mittheilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. I. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1895 bis zum 31. März 1896, erstattet vom Oberstabsarzt I. Kl. Dr. Becker, Chefarzt der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika. — II. Die Impfungen, welche vom 1. Juli 1895 bis 30. Juni 1896 in Deutsch-Ostafrika durch die der Medizinalabtheilung der Kaiserl. Gouvernements unterstellten Aerzte ausgeführt worden sind. Von demselben. — III. Dr. Friedr. Plehn, Die sanitären Verhältnisse von Tanga während des Berichtsjahres 1896/97. — IV. Heilverfahren bei afrikanischen Völkern. — V. Dr. Döring, Die Gesundheitsverhältnisse in Togo in der Zeit vom 1. Januar bis zum 1. Juli 1897. — VI. Dr. Lichtenberg, Erkrankungen und Todesfälle an Berl-Berl in der Kaiserl. Schutztruppe für Kamerun. — VII. Dr. A. Plehn, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1896 bis 30. Juni 1897. — VIII. Dr. Schwabe, Berichte über die Gesundheitsverhältnisse auf Jaluit für die Zeit vom 1. Juli 1895 bis zum Mai 1896. — IX. Dr. Bartels, Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Jaluit in der Zeit vom 17. Juli bis 30. September 1897.
18. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes. 25. Dr. Ed. Polenske, Chemische Untersuchung eines neuerdings im Handel befindlichen Fleisch-Konservierungsmittels, genannt „Carolin-Pulver“, hergestellt von H. Behnd & Co. Berlin. — 26. Dr. E. Polenske, Chemische Untersuchung von Brantwein-schärfen und Essenzen, die neuerdings zur Herstellung von Qualitäts-Brantweiner Verwendung finden.

Fünfzehnter Band. — Mit 11 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 24,—.

1. Dr. W. Busse, Ueber Gewürze. IV. Vanille. Mit 2 Tafeln.
2. Dr. Dunbar u. Dr. P. Muschold, Untersuchungen über das von der Société chimique des usines du Rhône für Haare und Borsten empfohlene Desinfektionsverfahren mit Formaldehyd im luftverdünnten Raum.
3. Dr. A. Mühlischlegel, Ein Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Bakterien nach Studien an drei Körnerbazillen. Mit 1 Tafel.
4. Dr. Watzdorff, Die in elektrischen Akkumulatorenfabriken beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.
5. Dr. Brandl u. Dr. Scherpe, Ueber zinkhaltige Aepfelschnitte nebst Versuchen über die Wirkung des äpfelsauren Zinks. Mit Anhang: Ueber die Gesundheitsschädlichkeit des Zinks, beurtheilt nach Versuchen über den Verbleib intravenös eingeleiteter Zinksalze. Von Prof. Dr. Jakobj.
6. Dr. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1897.
7. Dr. A. Weber, Zur Aetiologie der Krebspest. Mit 2 Tafeln.
8. Dr. J. Buchwald, Ueber Gewürze. V. Ingwer. Mit 1 Tafel.
9. Dr. W. Kerp, Ueber die Baudouin'sche Reaktion.
10. Dr. E. Rost, Ueber das Schicksal des o-Oxy-Chinolins und über die Ausscheidung der gepaarten Schwefelsäuren im Harn des

Fortsetzung auf Seite 4.

- Hundes; nebst einem Anhang über die Zusammensetzung des Chinosols.
11. Dr. Engelmann, Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht.
 12. Mittheilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Ollwig, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1896 bis zum 31. März 1897. — II. Dr. Gaertner, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1897 bis zum 31. März 1898. — III. Die Impfungen, welche vom 1. Juli 1896 bis 30. Juni 1898 in Deutsch-Ostafrika durch die Aerzte der Kaiserlichen Schutztruppe ausgeführt worden sind. Nach amtlichen Berichten zusammengestellt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — B. Marshall-
 - insein. Dr. Bartels, Aerztlicher Jahresbericht für 1897/98.
 13. Dr. Büder, Beitrag zu vergleichenden Untersuchungen über die Bakterien der Schweinepest und Schweineseuche.
 14. Dr. R. Scherpe, Die chemischen Veränderungen des Roggens und Weizens beim Schimmeln und Answachsen.
 15. Dr. G. Martins, Beitrag zur Kenntniss der Wirkung des Poleyöles.
 16. Dr. Kübler, Die Milzbrandgefahr bei Bearbeitung thierischer Haare und Borsten, und die zum Schutz dagegen geeigneten Massnahmen.
 17. Dr. P. Musehold, Untersuchungen zu dem Dampf-Desinfektionsverfahren, welches im § 2, 1 der unter dem 28. Januar 1899 erlassenen Vorschriften über die Einrichtung und den Betrieb der Rosshaarspinnereien
 - n. s. w. für die Desinfektion des Rohmaterials vorgeschrieben ist. Mit 1 Tafel.
 18. Dr. Wutzdorff, Die in Thomasschlackenmühlen beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.
 19. Dr. A. Maassen, Fruchtfäther bildende Bakterien. Mit 3 Tafeln.
 20. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: 27. Dr. E. Polenske und Dr. W. Busse, Beiträge zur Kenntniss der Mate-Sorten des Handels. Mit 1 Tafel. — 28. Dr. W. Busse, Ueber gerbstoffhaltige Mangroverinden in Deutsch-Ostafrika. 29. Dr. Ed. Polenske, Chemische Untersuchung von 2 amerikanischen Konservierungsmitteln für Fleisch und Fleischwaren. — 30. S. Friedländer, Zur Bestimmung des Schwefels im Petroleum.

Sechzehnter Band. — Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Pest im Jahre 1897 nach Indien entsandten Kommission, erstattet vom Geheimen Medizinalrath Professor Dr. Gaffky, Professor Dr. Pfeiffer, Professor Dr. Sticker und Stabsarzt Dr. Dieudonné. Nebst einer Anlage: Untersuchungen über die Lepra, von Professor Dr. Sticker. Mit 9 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 24,—.

Siebzehnter Band. — Mit 3 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 26,—.

1. Dr. H. Kossel und Dr. P. Frosch, Ueber die Pest in Oporto. (Nach einem an den Herrn Staatssekretär des Innern bezw. den Herrn Königl. Preussischen Minister der geistl., Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten unter dem 21. November 1899 erstatteten Bericht.) Mit 1 Tafel.
2. Dr. P. Musehold, Ueber die Widerstandsfähigkeit der mit dem Lungenanwurf herausbeförderten Tuberkelbazillen in Abwässern, im Flusswasser und im kultivirten Boden.
3. Dr. A. Weber, Die Bakterien der sogenannten sterilisirten Milch des Handels, ihre biologischen Eigenschaften und ihre Beziehungen zu den Magen-Darmkrankheiten der Säuglinge, mit besonderer Berücksichtigung der giftigen peptonisirenden Bakterien Flügge's.
4. Dr. G. Martins, Experimenteller Nachweis der Dauer des Impfschutzes gegenüber Kuh- und Menschenpocken.
5. Dr. Boeder, Zur Frage von der Heilkraft des Lichtes.
6. Dr. Vagedes, Ueber die Pest in Oporto.
7. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XI. Gutachten über die Verunreinigung der Haase durch die Piesberger Grubenwässer und deren Folgen. Mit 1 Tafel.
8. Dr. K. Windisch, Ueber die Veränderungen des Fettes beim Keilen der Käse.
9. Dr. Wutzdorff, Die im Zinkhüttenbetriebe beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zu ihrer Verhütung erforderlichen Massnahmen.
10. Dr. H. Kossel und Dr. Weber, Ueber die Hämoglobinurie der Rinder in Finland. Mit 1 Tafel.
11. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1898.
12. Dr. Velde, Bericht über die gesundheitlichen Verhältnisse der Provinz Shantung.
13. Dr. Velde, Bericht über die Verbreitung der Lepra in China.
14. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Becker, General-Sanitäts-Bericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 1. März 1899. — II. Dr. Becker, Die im Berichtsjahr 1898/99 bei der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika vorgenommenen Impfungen. — B. West-Afrika. Dr. A. Plehn, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1897 bis 30. Juni 1898. — C. Togo. Dr. Wendland, Bericht über die Verbreitung der Pocken und der Lepra im Bezirk Misahöhe. — D. Karolinen-Inseln. Dr. Girschner, Bericht über Klima und Gesundheitsverhältnisse auf Ponape im letzten Vierteljahr des Jahres 1899. — E. Marshall-Inseln. Dr. Bartels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marshall-Inseln 1898/99. — Dr. Bartels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marshall-Inseln in der Zeit vom 1. April 1899 bis 31. März 1900.
15. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: 31. Dr. R. Heise, Eine Methode zur vergleichswisen Bestimmung der Lichtfärbungen von Kohlenwasserstofflampen und elektrischen Glühlampen. — 32. Dr. Ed. Polenske, Ueber den Borsäuregehalt des amerikanischen Trockenpökelfleisches. — 33. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten des Borax bei der Destillation mit Methylalkohol. — 34. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten von Borsäure, schwefliger Säure und künstlichen Farbstoffen in Dauerwurst.

Achtzehnter Band. — Mit 13 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 27,—.

1. Dr. P. Musehold, Weitere Untersuchungen zu dem im § 2, 1 der Bekanntmachung des Herrn Reichskanzlers vom 28. Januar 1899 für Rosshaarspinnereien n. s. w. vorgeschriebenen Desinfektionsverfahren mittelst Wasserdampf.
2. Dr. A. Maassen, Die Zersetzung der Nitrate und der Nitrite durch die Bakterien. Ein Beitrag zum Kreislauf des Stickstoffs in der Natur.
3. Dr. E. Rost, Ueber den Einfluss des Natriumsalpers auf den Stoffwechsel des Hundes. Mit 1 Tafel.
4. Dr. H. Kossel u. Dr. Nocht, Ueber das Vorkommen der Pest bei den Schiffsratten und seine epidemiologische Bedeutung. Mit 1 Tafel.
5. Dr. Cl. Schilling, Ueber eine bei Ratten vorkommende Seuche.
6. Dr. H. Kossel u. Dr. Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest. Mit 4 Tafeln.
7. Dr. L. Heim, Eine Milzbrandinfektion durch Ziegenhaare.
8. Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht. (Nach dem aus den Lungenheilstätten eingegangenen Material bearbeitet im Kaiserlichen Gesundheitsamte.) Berichterstatte: Reg.-Rath Dr. Engelmann.
9. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten. Dr. Bartels, Bericht über das Vorkommen der Framboesie und des Ringwurms auf den Marshall-Inseln und auf Nauru.
10. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XII. Gutachten, betr. die Verunreinigung von Quellen im Innerethale und der Innerste. Berichterstatte: Geh. Reg.-Rath Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel. — XIII. Ergänzungs-Gutachten, betr. die Verunreinigung der Innerste. Berichterstatte: Geh. Reg.-Rath Dr. Ohlmüller.
11. Dr. E. Rost, Zur Kenntniss des Stoffwechsels wachsender Hunde. Mit 1 Tafel.
12. Dr. Tjaden, F. Koske u. Dr. M. Hertel, Zur Frage der Erhitzung der Milch, mit besonderer Berücksichtigung der Molkereien. Mit 3 Tafeln.
13. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1899.
14. Dr. Seige, Ueber die desinfizirende Wirkung der Alkoholdämpfe.
15. Dr. R. Fritzweiller, Ueber das Vorkommen des Oleodistearins in dem Fette der Samen von Theobroma-Cacao.
16. Fr. Schaudinn, Studien über krankheits-erregende Protozoen. I. Cyclospora carvolytica Schaud., der Erreger der pernicious Enteritis des Maulwurfs. Mit 2 Tafeln.
17. Dr. Ohlmüller und Dr. Fr. Prall, Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon.
18. Dr. Fr. Prall, Beitrag zur Kenntniss der Nährböden für die Bestimmung der Keimzahl im Wasser.
19. Dr. E. Fritzsche, Versuche über Infektion durch kutane Impfung bei Thieren.
20. Dr. A. Maassen, Die biologische Methode Gossio's zum Nachweis des Arsens und die Bildung organischer Arsen-, Selen- und Tellurverbindungen durch Schimmelpilze und Bakterien.
21. Dr. H. Schmidt, Ueber die Einwirkung gasförmiger Blausäure auf frische Früchte.
22. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. I. Fränkel, Untersuchung von Farbstoffen, welche zum Färben von Wurst, Fleisch und Konserven dienen.

ARBEITEN
AUS DEM
KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



NEUNZEHNTER BAND.

ZWEITES HEFT.

MIT 8 TAFELN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1902.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Studien über krankheitserregende Protozoen. II. Plasmodium vivax (Grassi & Feletti), der Erreger des Tertianfiebers beim Menschen. Von Fritz Schaudinn (Rovigno). Hierzu Tafel IV—VI	169
Ueber die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen und die Bazillen des Smegma's. Von Dr. A. Weber, Königl. württemb. Oberarzt, kommandirt zum Kaiserl. Gesundheitsamte. Mit Mikrophographien von Dr. Albert Maassen, technischem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte. (Hierzu Tafel VII—XI)	251
Die Bestimmung des Rohrzuckers in gezuckerten Früchten. Von Dr. H. Schmidt, Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	284
Beiträge zur Kenntniss über die im Handel befindlichen Zündwaaren und über ihre Untersuchung. Von Dr. Carl Fischer, Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	300
Beiträge zur Kenntniss der Dammarharze. Unter Zugrundelegung einer von Dr. J. Fränkel ausgeführten Experimental-Untersuchung bearbeitet von Dr. Walter Busse	328
Beiträge zur Zuckerbestimmung nach Anlage B und E der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz. Von Dr. H. Schmidt, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	337
Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten.	
A. Deutsch-Ostafrika.	
I. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet	362
II. Desgl. im Jahre 1900/1901	365
III. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900, erstattet von Oberstabsarzt Dr. Steuber, Chefarzt der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika	368
IV. Desgl. für das Halbjahr vom 1. April bis 30. September 1900	383
B. Kamerun.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in dem Berichtsjahre 1898/99	390
II. Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse in der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 30. Juni 1900. Von Regierungsarzt Dr. A. Plehn	392
III. Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse des Kamerun- und Sanagaflussgebiets (Duala Edea) in der Zeit vom 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901. Von Regierungsarzt Dr. A. Plehn	394
C. Togo.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet	398
II. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/1901. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet	400
D. Deutsch-Südwestafrika.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet	401
II. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/1901. Von Dr. Lübbert, Oberstabsarzt und Chefarzt in der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika	404
III. Bericht über die Vorkehrungen gegen die Pestgefahr an der Landgrenze. Von Schöppwinkel, Stabsarzt in der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika	405
IV. Bericht über die Thätigkeit des Chefarztes in der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1898/99. Von Oberstabsarzt Dr. Lübbert	406
V. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 31. März 1899. Von Oberstabsarzt Dr. Lübbert, Chefarzt	408
VI. Desgl. für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. Vom Oberstabsarzt Dr. Lübbert, Chefarzt	418
VII. Desgl. für das Berichtshalbjahr vom 1. April bis 30. September 1900. In Vertretung des Chefarztes erstattet von Stabsarzt Dr. Hummel	426
E. Marshall-Inseln.	
Gesundheitsverhältnisse in der Zeit vom 1. April 1900 bis 31. März 1901. Von Dr. Schnee, Arzt	433
F. Schutzgebiet von Neu-Guinea, einschl. des Inselgebietes der Karolinen, Palau und Marianen.	
I. Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes von Neu-Guinea im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresbericht für das Schutzgebiet	435
II. Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Karolinen und Marianen in der Zeit vom 9. April 1900 bis 1. April 1901. Von Regierungsarzt Dr. Girschner	440
III. Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Yap, erstattet von Dr. Sunder	443
IV. Die Krankheitsverhältnisse auf den Marianen. Von Regierungsarzt Dr. Girschner	445
Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. Chemische Untersuchung eines neuen im Handel befindlichen „Dauerwurstsalzes Borolin“ und eines „Dauerwurstgewürzes“. Von Dr. Adolf Günther, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte	446

Studien über krankheitserregende Protozoen.

II¹⁾. *Plasmodium vivax* (Grassi & Feletti), der Erreger des Tertianfiebers beim Menschen.

Von

Fritz Schaudinn

(Rovigno).

(Hierzu Tafel IV—VI.)

Einleitung.

Bald nachdem die ersten Mittheilungen der amerikanischen (Opie, Mc. Callum), englischen (Manson, Ross) und italienischen (Grassi, Dionisi, Bastianelli, Bignami, Celli u. A.) Malariaforscher über die neuen Entdeckungen des Generations- und Wirthswechsels der Haemosporidien bekannt geworden waren und auch von deutscher Seite (R. Koch, Ziemann u. A.) bestätigt wurden, machte ich in einer Zusammenstellung dieser neuen Ergebnisse mit denen der Coccidienforschung auf die Uebereinstimmung der Resultate aufmerksam, indem ich die beiden Zeugungskreise in ihren einzelnen Stadien eingehend verglich (99 b, c).

Zugleich legte ich dar, dass die Coccidienforschung ihr Ergebniss, die Aufstellung eines geschlossenen Entwicklungszyklus, schon erreicht hätte, als die Malariaforschung damit begann, und dass die erstere in der Feststellung der Einzelheiten der Entwicklung weiter fortgeschritten sei, sodass sie der Haemosporidienforschung als Wegweiser dienen könne. Dass diese Auseinandersetzungen berechtigt waren, hat die neuere Malariaforschung bewiesen. Besonders deutlich tritt dies in der grössten und eingehendsten neueren Malariaarbeit, der Monographie Grassi's (1900, 1901) zu Tage. Trotz der zahlreichen neueren Forschungen über die Haemosporidien halte ich auch heute noch die Coccidienforschung für weiter fortgeschritten. Der Entwicklungskreis der Coccidien weist weniger Lücken auf als der der Haemosporidien. — Nachdem ich selbst mich mehrere Jahre an der Erforschung des Generationswechsels der Coccidien betheiligt und in einigen Abhandlungen (97; 99 b, c; 1900) darüber Rechenschaft abgelegt hatte, empfand ich den Wunsch, auch an die Untersuchung der Haemosporidien mit den Methoden und Gesichtspunkten, welche meine früheren Protozoenstudien ergeben hatten, heranzutreten. Ich begann schon 1898 eigene Untersuchungen über verschiedene dieser Organismen, musste mich aber wegen Materialmangels auf die

¹⁾ I, vergl. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XVIII, Heft 3, 1902.
Arb. a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. XIX.

Parasiten der Vögel und Kaltblüter beschränken. Einige kleine Beiträge hierzu habe ich schon in einer vorläufigen Mittheilung (99b) erwähnt, nach Mittheilung meiner Untersuchungen über die menschlichen Malariaparasiten hoffe ich auch die Resultate jener Untersuchungen ausführlicher darstellen zu können.

In Berlin konnte ich nur spärliches Material für das Studium der menschlichen Malariaerreger gewinnen. Im Februar 1901 wurde ich durch den Herrn Staatssekretär des Innern nach Rovigno entsandt, mit dem Auftrage, Untersuchungen über Protozoen anzustellen. Hier, in einem malariareichen Lande, litt ich keinen Mangel an Material und begann sofort die Untersuchung der verschiedenen Arten der Parasiten.

Meine Resultate werde ich in einer Reihe von Einzelabhandlungen mittheilen und beginne mit der Darstellung des Tertianparasiten, über den ich bisher am eingehendsten, infolge reichlichen Materials, arbeiten konnte.

Die Litteratur über die neuere Malariaforschung kann ich bei diesen Einzeldarstellungen nicht ausführlich behandeln. Ich hoffe dies in einem späteren, allgemeinen und vergleichenden Theil zu thun. Die Ergebnisse der Haemosporidienforschung sind überdies in so ausgezeichneten Zusammenfassungen litterarisch und kritisch dargestellt, dass ich nur auf einige derselben verweisen will. Wie erwähnt, habe ich selbst 1899 eine kurze Zusammenfassung gegeben (99 b, c). Die ausführlichsten Uebersichten finden sich bei Nuttall (99, 1900), Lühe (1900) und Mannaberg (99)¹⁾. Besonders die Arbeit Lühe's steht, was gesunde Kritik und Uebersichtlichkeit anbelangt, nach meinem Urtheil an der Spitze. Aber selbst in den neuen Lehrbüchern, wie in denen von Lang (1900), Doflein (1901), Ziegler (1901), Ruge (1901b) ist die neue Litteratur schon gut verwerthet.

Indem ich auf diese Darstellungen verweise, verzichte ich auf weitere Vorbemerkungen. Ich setze die Kenntniss des Zeugungskreises der Haemosporidien voraus und beginne sofort mit der speziellen Schilderung meiner eigenen Beobachtungen.

Untersuchungsmaterial.

Um Wiederholungen zu vermeiden, will ich an dieser Stelle mein sämmtliches, bisher gewonnenes Material der Malariaparasiten, nicht nur das des *Plasmodium vivax*, zusammenstellen, in meinen späteren Abhandlungen über die beiden anderen Parasiten werde ich dann nur auf diesen Abschnitt verweisen.

1. Material für das Studium der ungeschlechtlichen Fortpflanzung und Gametenbildung der Parasiten im Körper des Menschen.

Schon im Jahre 1896 hatte ich begonnen, Untersuchungsmaterial für das morphologische Studium der Malariaparasiten zu sammeln. Gelegenheit dazu bot mir der Aufenthalt in der 1. medizinischen Klinik der Universität Berlin beim Studium der

¹⁾ Vergl. ferner Blanchard (1900), Celli (1900a), Christy (1900), Grassi (1900, 1901), Kerschbaumer (1901), R. Koch (99, 1900), M. Koch & Coenen (1901), Laveran (99), Libbertz (99), Mesnil (99) u. A. Eine ziemlich vollständige Bibliographie der Haemosporidien bis 1899 bringt Hagenmüller (99).

Leydenia gemmipara (96). Durch die Liebenswürdigkeit der Herrn Dr. Bein, der damals gerade mit Malaria-Studien beschäftigt war, konnte ich Tertiana-Parasiten nicht nur lebend beobachten, sondern auch eine Reihe von Präparaten anfertigen. Es handelte sich um einheimische Tertiana, der Patient stammte aus der Weichselniederung. — 1897 und 1898 erhielt ich wiederholt Serien von Präparaten der Wilhelmshavener Tertiana durch Herrn Marine-Stabsarzt Dr. Ziemann, dem ich auch die ersten, nach seiner verbesserten Romanowsky'schen Methode gefärbten Präparate verdanke. Im Jahre 1899 konnte ich einiges Material in Charlottenburg bei Berlin selbst sammeln. Vor der Melioration des bei Westend gelegenen versumpften Lietzensees war in der Umgebung desselben Tertiana im Frühjahr und Herbst nicht selten. Ich kam zu der Entdeckung dieses kleinen Malariaherdes in unmittelbarer Nähe von Berlin durch die plötzliche Erkrankung einer Freundin meiner Schwester an typischer Tertiana. Die junge Dame hatte während des Juni und Juli häufig am Vormittag und auch am Nachmittag bis zur Dämmerung in einem Kahn an dem schilfigen Ufer des Lietzensees gemalt und erkrankte Anfang August recht heftig an einfacher Tertiana, die bald einer energischen Chininkur wich. Meine Erkundigungen in der näheren Umgebung des Sees ergaben im August noch weitere 6 Fälle von Tertiana. Der Gärtner des Parks und seine Familie, die alle an Wechselfieber litten, erzählte, dass sie im Frühjahr (April—Mai) regelmässig einige Fieberanfälle hätten. Eine Neuinfektion konnte bei einem Gerichtsbeamten, der häufig gegen Abend auf dem Lietzensee angelte, festgestellt werden. Bei genauer Untersuchung des Sees fand ich nicht nur die Larven und Puppen von *Anopheles claviger* in grosser Menge, sondern ich fing auch im Schilf an den Ufern, in den Lauben des Parkes und in der Wohnung des Gärtners eine reiche Menge von Imagines dieser Mücke und stellte mit diesem Material die ersten experimentellen Nachforschungen der Ross' und Grassi'schen Entdeckungen über die Entwicklung der Tertianparasiten im Darm der Mücke an. Ferner erhielt ich im Jahre 1900 Material von indischer Malaria durch Herrn Sanitätsrath Dr. Däubler, Berlin. Das Hauptmaterial für die folgenden Untersuchungen wurde aber auch hier in Rovigno gesammelt. Seit Anfang April 1901 habe ich alle mir zugänglichen Malariafälle in diesem ganz durchseuchten Gebiet für die morphologischen Studien an den Parasiten verwerthet. Für die experimentellen Untersuchungen war besonders werthvoll, dass ich im eigenen Hause und sogar in der eigenen Wohnung jederzeit über Tertiana-Material verfügte. Mein Dienstmädchen litt während des ganzen Frühsommers an Tertianarecidiven; ebenso der Verwalter der zoologischen Station, Herr Kossel, seine Frau und Sohn (letzterer Neu-Infektion). Neu-Infektion mit Tropicaparasiten konnte ich an dem Kinde der Aufwärterin der Station beobachten.

Von besonderem Werth für die Untersuchung der Parasiten im Körper des Menschen war die gütige Erlaubniss, das hiesige Seehospiz, ein Krankenhaus für rhachitische Kinder, für meine Zwecke zu benutzen. Herrn Professor Monti in Wien, dem Direktor der Anstalt, sowie dem Primarius Herrn Dr. Kien und den Oberärzten Herren Dr. Mahrer und Dr. Brunner, sage ich für die Förderung meiner Studien und für die Unterstützung in vielen Fällen meinen herzlichsten Dank.

Die Kinder (ca. 170—180), die hauptsächlich aus Wien, aber auch aus anderen

Theilen Oesterreichs hierher gesandt werden, boten die willkommene Gelegenheit, weitere Neu-Infektionen der Malaria zu studiren. Die zahlreichen Operationen, besonders der kranken Knochen, ergeben die Möglichkeit, frische Knochenmarkpräparate anzufertigen. Endlich waren die Sektionen einiger an Tuberkulose gestorbener Kinder, deren Malariainfektion vorher verfolgt war, besonders werthvoll für die Untersuchung der Parasiten in den haemotopoetischen Organen. Herr Oberarzt Dr. Mahrer, der unter meiner Leitung in meinem Laboratorium sich mit Malariastudien befasste, hat mir während des ganzen Sommers bei meinen Untersuchungen freiwillige Assistentendienste geleistet. Ich möchte ihm daher auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank dafür aussprechen. Seinen Bemühungen verdanke ich unter Anderem das Material von 12 schönen Tertiana- und 3 Tropicafällen, Temperaturmessungen und sonstigen Notizen im Krankenhause.

Mein werther Freund, Dr. Kerschbaumer, der mir beim Beginn meines Aufenthalts in Rovigno auf Grund seiner eigenen Malariaerfahrungen in dieser Gegend, oft mit Rath und That zur Seite stand, bot mir mit seinem eigenen Körper die Gelegenheit, die Tertianparasiten, noch vor dem Ausbruch des Fiebers zu studiren. Er war am 9. Juni mit mir in „St. Michele di Leme“ gewesen und dort wahrscheinlich in den Wohnungen Malariakranker von Anophelen gestochen worden; schon am 15. Juni spürte er etwas Unbehagen, aber erst am 17. erfolgte eine geringe Temperatursteigerung ($38,7^{\circ}$ Max.), also der erste Anfall. Die wiederholt vorgenommene Blutuntersuchung ergab aber schon am 15. und 16. Juni die typischen Tertianaschizonten, die ich hier zum ersten Male rein, d. h. ohne Beimischung von Gameten (die, wie meine Studien ergeben haben, schon beim ersten Fieberanfall vorhanden sein können) studiren konnte. — Obwohl hier in Rovigno genügendes Material für das Studium der Parasiten vorhanden war, suchte ich doch nach einem Orte, wo ich die Parasiten ganz unbeeinflusst von der menschlichen Kultur und Heilkunst beobachten konnte; denn in der Stadt und näheren Umgebung wurde viel Chinin gebraucht und wohl auch missbraucht, was mir für manche Fragen bei dem Studium der Parasiten falsche Resultate ergeben hätte. Ich bemühte mich daher, einen Ort zu finden, in dem die Malaria noch unbekämpft in ihrem natürlichen Zustande wuchert und fand eine solche Stelle in dem von dem Verkehr ganz abseits gelegenen Dorfe „St. Michele di Leme“. In diesem typischen Fiebernest, in das angeblich kein Arzt und Chinin gedrungen war, habe ich die Malariaepidemie während des verflossenen Sommers verfolgt und reiches Material sammeln können. Da die Untersuchungen in diesem Dorfe weiter fortgesetzt werden sollen, so ist zu hoffen, dass sich auch in epidemiologischer Hinsicht später einige Resultate ergeben werden. Zunächst halte ich es für verfrüht, aus den Beobachtungen über eine Epidemie irgend welche Schlüsse zu ziehen. Da aber bei den folgenden Darstellungen einzelne Krankengeschichten öfter benutzt werden, so gebe ich einen kurzen Auszug meiner Notizen über die untersuchten Personen, damit ich dann nur auf die Nummer der Liste verweisen und somit Wiederholungen vermeiden kann. Näher werde ich auf die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen in epidemiologischer Hinsicht nach Vollendung der Beobachtungen in St. Michele di Leme eingehen.

a) Die Malariaepidemie in dem Dorfe „St. Michele di Leme“ in Istrien während des Sommers 1901.

Zum besseren Verständniss des eigenartigen Kulturzustandes des Dorfes St. Michele di Leme muss ich einige Bemerkungen über seine Lage vorausschicken. Nördlich von der Stadt Rovigno erstreckt sich die felsige und unwirthliche istrische Küste ohne irgend eine menschliche Ansiedelung bis zu einem tief (ca. 10 km) in das Land einschneidenden fjordartigen Meeresarm, der wohl nach seinem schlammigen gelben Boden den Namen „Canale di Leme“ führt. Die Ufer dieses Fjords sind steil und von nicht unbedeutender Höhe (120—170 m); sie sind mit dichtem Buschwald (sog. Macchia) und in den oberen Theilen mit Buchen- und Eichen-Hochwald besetzt. Menschliche Ansiedelungen fehlen längs des ganzen Kanals, bis auf das Dorf St. Michele di Leme und ein einzelnes Wirthshaus für Fischer und Holzfäller am Ende des Kanals (Cul di Leme).

Das Dorf liegt am Nordufer des Kanals, etwa 1 km landeinwärts, ca. 130 m über dem Spiegel des Meeres. Die nächste Ansiedelung im Binnenlande ist ein Dorf „Geroldia“ (ebenfalls berüchtigtes Fiebernest), zu dem aber kein Fahrweg hinführt, es ist durch Höhenzüge und ein tiefes Thal von Leme (wie ich der Kürze halber fortan statt St. Michele di Leme das Dorf nennen will) getrennt. Die Poststation und das Pfarramt befinden sich in dem etwa 2 Meilen entfernten Dorfe „St. Lorenzo di Pasenatico“ (Fiebernest), doch wird die Post nur zweimal in der Woche durch einen Bewohner von Leme dort abgeholt. Auf diesen Gang zur Post beschränkt sich meistens der ganze Verkehr des Dorfes mit der Aussenwelt. Selten verirrt sich ein Händler oder Hausierer in diese Einsamkeit; selten wandert einer der Bewohner nach dem etwa 3 Stunden entfernten kleinen Küstenstädtchen Orsera, das ebenfalls von der Malaria durchseucht ist. Dort wohnt zwar ein Arzt, doch ist derselbe nach den Angaben der Leute noch niemals im Dorfe gewesen. Da eine Schule im Dorfe nicht existirt und die nächste über 2 Stunden entfernt ist, so wachsen die Kinder ganz ohne Unterricht auf. Daher sind die im Dorfe geborenen Leute fast durchweg Analphabeten. Den gebildeten Theil der Bewohnerschaft stellt das Personal einer kaiserlichen Försterei dar, das etwas abseits vom Dorfe in einem ehemaligen alten Kloster, früheren Sarazenenenschlosse, dem Castel di Leme wohnt. Wegen der Schwere der Malaria kann die Forstverwaltung das Personal dort selten länger als 2 bis 3 Jahre lassen und muss immer wieder neues dem Fieber aussetzen.

Die ganze Ansiedelung besteht aus 11 Wohnhäusern und den dazu gehörenden Wirthschaftsgebäuden, die dicht zusammengedrängt, mitten auf einer grossen Waldblösse liegen. Die das Dorf rings umgebende Forst ist Laubwald (hauptsächlich Buchen und Eichen). In der Mitte des Dorfes liegt ein als Viehtränke benutzter, ca. 20 m im Durchmesser grosser kreisrunder Teich von 1 bis 2 m Tiefe, mit flachen Ufern. Er ist theilweise mit Schilf bewachsen und bietet ein günstiges Ambient für die Anophelenbrut, die während des ganzen Sommers in Mengen dort lebte. Ausserdem liegt ca. 15 Minuten vom Dorfe entfernt, mitten im Walde ein grosser (ca. 200 bis 250 m) flacher Sumpf, in dem ebenfalls ungeheure Mengen von Anopheleslarven

jederzeit zu finden waren. Während der Dorfteich auch in den trockensten Jahren noch Wasser halten soll, geben die Bewohner an, dass der Sumpf im Walde in manchen Jahren austrockne. Sie bringen nur den letzteren mit dem Fieber in Verbindung und behaupten, dass es in den Jahren, in denen er trocken gelegen hätte, fast gar keine Fieberfälle im Dorfe gegeben habe. Andere ständige Wasseransammlungen (ausser Cisternen, die nie Anophelen enthielten) habe ich nicht gefunden. Im April entdeckte ich zwar auf dem Hofe eines Grundstücks eine kleine Jaucheansammlung neben einem Misthaufen, doch enthielt dieselbe nur Culexlarven; sie wurde beseitigt und ich habe seitdem nie einen *Culex* in den Häusern oder in der Umgebung des Dorfes trotz vielen Suchens finden können; weder der Dorfteich, noch der Waldsumpf enthielt jemals Culexlarven, während die Anophelen (stets „*Anopheles claviger*“) überall, als Larven im Wasser und Imagines in den Häusern in Mengen zu finden waren.

Von Rovigno aus war das Dorf auf dem Wasserwege leicht zu erreichen; ich benutzte zu meinen häufigen Untersuchungsfahrten den Dampfer der Zoologischen Station. Bei den Arbeiten im Dorfe wurde ich anfangs von Herrn Dr. Kerschbaumer freundlichst unterstützt; auch die besonders im Mückenfang gewandten Gehilfen desselben, drei Knaben aus dem Seehospiz in Rovigno, waren mir wiederholt behilflich; später hat Herr Dr. Mahrer mich in lebenswürdigster Weise oft begleitet und nicht nur seine ärztliche, sondern auch seine technische Hilfe bei den Untersuchungen stets bewährt. Als weitere werthvolle Hilfskraft stand mir bei allen Untersuchungen der Kustos der zoologischen Station in Rovigno, Herr Kossel, zur Verfügung. Im Dorfe selbst diente als Dolmetscher und zugleich Assistent der Förster Ferjançiq, der auch sehr schnell technische Hilfeleistungen lernte, und in meiner Abwesenheit die Kontrolle über die Patienten ausübte. Ein Theil der Kranken wurde mit Chinin behandelt¹⁾. Hierbei befolgte ich genau die Vorschriften von Robert Koch und richtete mich nach dem Verfahren, das von ihm in dem benachbarten Brioni ausgeübt wurde (cf. Kupelwieser 1901). Herr Professor Frosch, der das Sanirungsexperiment auf den Brionischen Inseln leitete, hat mich auch einmal nach Leme begleitet und mir bezüglich der Chininbehandlung manche guten Rathschläge ertheilt. Ihm wie Herrn Geheimrath Koch spreche ich auch an dieser Stelle für den jederzeit bereitwillig ertheilten Rath in medizinischen Fragen meinen ergebensten Dank aus.

Meist wurden bei jeder Blutuntersuchung 4 bis 5 Präparate angefertigt. Ich hatte beobachtet, dass die Untersuchung eines Präparates meist nicht genügt, um einen sicheren Befund zu geben. Die Parasiten sind zuweilen so ungleichmässig vertheilt, dass bei spärlicher Infektion in einem Präparat gar keine Parasiten zu finden waren, während in einem zweiten bis zu einem Dutzend gefunden wurden; oft fand ich erst im dritten Präparat den ersten Parasiten. Bei dem mühevollen Durchsuchen der Präparate mit Hilfe des verschiebbaren Objektisches hat sich Herr Dr. Mahrer rege betheiligt.

¹⁾ Weil sonst die Leute die zahlreichen Blutuntersuchungen nicht zugelassen hätten, mussten einige Erfolge der Behandlung ihnen demonstrirt werden.

Uebersicht der Erkrankungen an Malaria in Leme:

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
1. Franz Ferjançiq, k. k. Förster, Haus Nr. 1 (Castel di Leme)	4. X. 1859	Idria (Krain). Seit Jan. 1900 in Leme	Vor Uebersiede- lung nach Leme nie Fieber. Erster Anfall Ende Juli 1900, von da ab jeden 2. Tag bis Mitte August, dann unregelmässiger bis Ende Sept. Im Winter kein Fieber	Am 15. IV. 1901 erster Anfall dieses Jahres. Blutbefund am 16. IV. zahlreiche kleine und mittlere Tropica-Ringe, vereinzelte Gameten. 17. IV. 2. Anfall. Beginn der Chininkur, die 3 Monate fortgesetzt wird. — 23. IV. zahl- reiche Gameten, keine Ringe. — 31. V. ebenso. — 9. VI. Gameten spärlich, nur ♀ gefunden. — 14. VI. ebenso. — 24. VI. u. 25. VI. heftige An- fälle (angeblich infolge Erkältung). — 28. VI. zahl- reiche ♂ u. ♀ Gameten. — 12. VII. ebenso. — 15. VII. Gameten spärlicher. — 25. VII. nur spär- liche ♀ Gameten. — 26. VII. Anfall, Blutbefund negativ. — 12. VIII. zahlreiche ♂ u. ♀ Gameten. — 26. VIII. spärliche ♀ Gameten. — 29. X. nega- tiv. — Während des ganzen Sommers ist die Milz 2 Finger breit unter dem Rippenbogen zu fühlen. Schlussfolgerung: Schwer heilbares Tropica- Recidiv vom Vorjahre.
2. Teresa Ferjançiq, geb. Stuckel, Ehefrau v. 1, Haus Nr. 1	19. V. 1867	Wie 1	Vor Uebersiede- lung nach Leme nie Fieber. Erster Anfall am 13. August 1900, dann wechselnd bis Mitte Sept. Seither kein Fieber mehr	Blutbefund am 16. IV. negativ. — 23. IV. ebenso. — 31. V. ebenso. — 25. VIII. schwacher Fieberanfall (Mittags 1 Uhr). Blutbefund am 26. VIII. mittlere Tertiana-Schizonten, kein Gamet, Parasiten spärlich. — Chininkur — seit- her fieber- und parasitenfrei. Schlussfolgerung: Fiebertypus des Vorjahres unbekannt, ohne Recidiv; leichte Tertiana-Neu- infektion.
2. Teresa Ferjançiq, Tochter v. 1 und 2 Haus Nr. 1	2. V. 1897	Wie 1	Vor Uebersiede- lung nach Leme nie Fieber. Im Anfang Septbr. des Vorjahres erster Anfall, anfangs jeden 3. Tag, dann seit Oktober den ganzen Winter hindurch in unregelmässigen Intervallen; letzter Anfall Ende Februar	Blutbefund am 23. IV. ein Quartanagamet (♀). — 31. V. negativ. — 9. VI. Nachts Fieberanfall, Blutbefund Mittags 12 Uhr spärliche kleine Schizonten, 10 ♀ Quartana-Gameten. — Chinin- kur — seitdem fieber- und parasitenfrei. Schlussfolgerung: Quartana-Recidiv vom Vor- jahre.
4. Luigia Stuckel, Schwester von 2, Haus Nr. 1	3. IV. 1868	Wie 1	Vor Uebersiede- lung nach Leme nie Fieber. Auch in Leme bisher fieberfrei	Blutbefund am 31. V. negativ. — 12. VIII. Mittags 2 Uhr schwacher Fieberanfall (vom Patienten garnicht bemerkt), Blutbefund einzelne ganz junge endoglobuläre Merozoiten und ein Schizont (im Begriffe der Schizogonie vom Ter- tianparasiten, kein Gamet. Temperaturmaximum 38,4°. — Chininkur. — Fieberfrei bis 23. VIII., an diesem Tage starker Anfall (Temperatur- maximum 41,2°). — Blutbefund am 26. VIII. zahl- reiche Gameten (♂ u. ♀) des Tertianparasiten, keine Schizonten — seither fieberfrei. — Blut- befund 29. X. negativ Schlussfolgerung: Tertiananeuinfektion, schwer heilend.

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
5. Pietro Semeia, Waldwärter, Haus Nr. 1	8. IV. 1862	Pie- monte bei Parenzo. Seit Januar 1900 in Leme	Vor Ueber- siedelung nach Leme nie Fieber. Auch in Leme bisher fieberfrei	Blutbefund am 31. V. negativ, ebenso am 28. VI. und 15. VII. Am 10. VIII. starkes Fieber, am 12. VIII. ebenso, Blutbefund bei 40,6° negativ. — Chininkur. — Blutbefund am 26. VIII. spär- liche ♂ und ♀ Tropica-Gameten, seitdem fieber- frei bis 15. IX. (ein Anfall), dann fieberfrei, aber Blutbefund am 29. X. spärliche ♀ Tropica-Gameten. Schlussfolgerung: Tropica-Neuinfektion, schwer heilend, mit Neigung zu Recidiven.
6. Antonia Semeia, Ehefrau v. 5 Haus Nr. 1	15. VII. 1865	Wie 5	Wie 5	Blutbefund am 31. V. negativ, ebenso am 9. VI. und 14. VI. Am 25. VI. und 27. VI. zwei Fieber- anfälle, an beiden Tagen mittags 12 Uhr be- ginnend. Blutbefund am 28. VI. zahlreiche halb- erwachsene Tertian-Schizonten, einzelne ♂ und ♀ Gameten des Tertianparasiten und einzelne jüngere Entwicklungsstadien derselben. Am 29. VI., 1. VII. starke Anfälle, am 5. VII. ein schwacher Anfall. Blutbefund am 12. VII. spär- liche ♂ und ♀ Gameten. 14. VII. heftiger Anfall. Blutbefund am 15. VII. wenige halberwachsene Schizonten, kleine und halberwachsene Gameten der Tertian in beträchtlicher Menge. Am 15. VII. gebar sie einen Sohn (Nr. 9), dessen Blut keine Parasiten enthielt. 26. VII. spärliche ♀ Tertian- Gameten. — Chininkur. — Seither fieber- und parasitenfrei. Schlussfolgerung: Tertian-Neuinfektion mit geringer Neigung zur Spontanheilung, erfolgreiche späte Chininbehandlung.
7. Antonio Semeia, Sohn von 5 und 6, Haus Nr. 1	20. VII. 1895	Wie 5	Vor Uebersiede- lung nach Leme kein Fieber. Erster Anfall Mitte August 1900, jeden 2. Tag, dann unregel- mässig, letzter Anfall Mitte Februar	Blutbefund am 31. V. negativ, ebenso am 14. VI., 26. VIII., 29. X. War den ganzen Sommer fieberfrei. Schlussfolgerung: Vorjähriges Tertian-Recidiv nicht nachgewiesen; fieberfrei.
8. Rodolfo Semeia, Sohn von 5 und 6, Haus Nr. 1	5. VIII. 1897	Wie 5	Vor Ueber- siedelung nach Leme kein Fieber. Ueber Fieber des Vorjahres wussten die Eltern nichts auszusagen, behaupteten aber, dass der Knabe im Februar dieses Jahres zweimal starkes Fieber gehabt habe	Blutbefund am 31. V. negativ, ebenso am 9. VI., 14. VI., 26. VII. Am 7. VIII. schwaches Fieber, am 9. VIII., 11. VIII., 13. VIII. starkes Fieber. Blutbefund am 12. VIII. zahlreiche halberwachsene Schizonten, kleine und grosse, ♂ und ♀ Gameten des Tertianparasiten. Chinin- kur. — Seitdem frei von Fieber und Parasiten. Schlussfolgerung: Tertian-Neuinfektion, erfolg- reiche späte Chininbehandlung.

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
9. Sohn von 5 und 6 Haus Nr. 1	15. VII. 1901	Leme		Blutbefund 5 Stunden nach der Geburt, trotz des Tertianfiebers der Mutter, negativ, ebenso am 26. VII. Am 12. VIII. spärliche, fast erwachsene Tertiana-Schizonten (Temperatur 38,5), der für den 14. VIII. vorausgesehene Fieberanfall trat nicht ein, sondern wiederum nur eine Temperatursteigerung bis zu 38,7°, erst am 16. VIII. trat ein regelrechter Fieberanfall mit der Maximaltemperatur von 40,2° auf; er wiederholte sich am 18. VIII., schwächer dann am 20. und 22. VIII., dann erst am 26. VIII. Blutbefund bei der Fieberhöhe, spärliche jüngste Merozoiten und Schizonten in Schizogonie, aber zahlreiche ♂ und ♀ Gameten, in verschiedenen Entwicklungsstadien. Seitdem fieberfrei bis zum 10. IX. (schwacher Anfall), dann wieder fieberfrei. Parasitenbefund am 29. X.: vereinzelte ♀ Tertiana-Gameten. — Milz stark geschwollen. Schlussfolgerung: Tertiana-Neuinfektion mit typischem Verlauf.
10. Martin Fabian, Waldarbeit, Haus Nr. 2	14. IX. 1837	Leme (seit der Geburt immer im Orte an- sässig)	Behauptet, alle Jahre Fieber gehabt zu haben und täglich unter Fieber zu leiden	Blutbefund am 23. IV., 31. V., 14. VI., 26. VII., 26. VIII. stets negativ. Temperatur auch bei angeblichem Fieberzustand stets normal; da der Mann auch über die verschiedensten anderen Schmerzen klagt, beruhen seine Angaben über Fieber auf Täuschung. Schlussfolgerung: Fieberfrei während des ganzen Sommers.
11. Eufemia Fabian, Ehefrau von 10, Haus Nr. 2	27. X. 1858	Mattoso- vič (Krain). seit 1868 in Leme	Behauptet, in früheren Jahren Fieber gehabt zu haben, seit 5–6 Jahren aber nicht mehr	Blutbefund am 31. V., 9. VI., 28. VI., 26. VIII. stets negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei während des ganzen Sommers.
12. Stefan Millovič, Waldarbeit., Haus Nr. 3	10. VIII. 1862	Vermo bei Pisino. seit etwa 10 Jahren in Leme	Behauptet, im vorjährigen Sommer oft Fieber gehabt zu haben	Blutbefund am 23. IV., 31. V., 26. VII., 12. VIII., 26. VIII. stets negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei während des ganzen Sommers.
13. Maria Millovič, Ehefrau v. 12, Haus Nr. 3	19. II. 1864	Wie 12	Wie 12	Blutbefund am 31. V., 26. VII., 12. VIII., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei während des ganzen Sommers.
14. Matteo Vratogna, Bauer, Haus Nr. 4	22. II. 1844	Terviso b. Pisino, 1876 nach Orsera (Fieber- nest) ge- zogen, seit 1886 in Leme	Behauptet, seit vielen Jahren regelmässig im Juli und August Fieber zu haben	Blutbefund am 31. V., 26. VII., 12. VIII. negativ. Am 25. VIII. Nachts angeblich starkes Fieber, Blutbefund am 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei?

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
15. Antonia Vratogna, Ehefrau von 14, Haus Nr. 4	28. V. 1847	Wie 14	Leidet angeblich „immer etwas“ unter Fieber	Blutbefund am 31. V. negativ. Starb am 16. VI. aus unbekannter Ursache.
16. Stefan Clarich, Bauer, Haus Nr. 5	26. XII. 1865	Leme (seit der Geburt hier ansässig)	Angeblich immer etwas Fieber	Blutbefund am 31. V., 14. VI., 28. VI., 26. VII., 26. VIII. stets negativ, Temperatur immer normal, Milz nicht unbeträchtlich verdickt. Schlussfolgerung: Fieberfrei?
17. Mattea Clarich, Ehefrau von 16, Haus Nr. 5	22. II. 1877	Wie 16	Angeblich nie Fieber gehabt	Liess sich trotz aller Versprechungen nicht untersuchen; auch die übrigen befragten Personen, Nachbarn, Ehegatte etc. bestätigen ihre Angabe, dass sie nie unter Fieber gelitten habe. Schlussfolgerung: Fieberfrei?
18. Giovanna Gasparini, Haus- besitzerin, Haus Nr. 6	15. II. 1839	Leme (seit der Geburt hier ansässig)	Leidet angeblich oft unter Fieberanfällen; letzter Anfall im März	Blutbefund am 31. V., 14. VI., 15. VII., 12. VIII. negativ, trotz der Behauptung, dass sie alle 3—4 Tage Fieber habe. Wollte augenscheinlich nur Chinin haben, um es an andere zu verkaufen. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
19. Antonio Gasparini, Sohn von 18, Tage- löhner, Haus Nr. 6	1. I. 1872	Wie 18	Hat angeblich jeden Tag (Mittags) Fieber	Wie 18, Temperatur stets normal. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
20. Catharina Gasparini, Ehefrau von 19, Haus Nr. 6	19. IV. 1868	Wie 18	Hat angeblich noch nie Fieber gehabt	Lässt sich nicht untersuchen. Schlussfolgerung: Fieberfrei?
21. Giovanni Gasparini, Sohn von 19 und 20 Haus Nr. 6	20. I. 1894	wie 18	Angeblich im Vorjahre im Juli und August fast immer Fieber	Blutbefund am 23. IV. zahlreiche ♂ und ♀ Tertiana-Gameten, keine Schizonten. 31. V. spärlichere Gameten. 9. VI. (nachdem am 7. VI. und 8. VI. starke Fieberanfälle vorausgegangen waren) Tertianaparasiten in allen Stadien der Entwicklung, junge, halberwachsene und erwachsene Schizonten und ♂ und ♀ Gameten in verschiedener Grösse, Temperatur 38,5°. Chininkur. — Seitdem fieberfrei, Blut hingegen dauernd Gameten enthaltend. Am 26. VII. und 26. VIII. spärliche ♀ Gameten (keine ♂ zu finden). Milz sehr stark vergrössert, über handbreit unter dem Rippenbogen. Schlussfolgerung: Tertiana-Recidiv vom Vorjahre, bei den Rückfällen zur Doppel-Tertiana werdend.

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
22. Stefano Gasparini, Sohn von 19 und 20 Haus Nr. 6	10. IX. 1899	Wie 18	Leidet angeblich seit der Geburt fast täglich an Fieber	Blutbefund am 23. IV.: Zahlreiche Parasiten der Tertiana und Quartana in allen Stadien der Entwicklung, Schizonten, ♂ und ♀ Gameten; die Quartana-Parasiten sind etwa in halb so grosser Zahl wie die Tertiana-Parasiten vorhanden; Temperatur 39,6°. Milz sehr geschwollen, tief im Abdomen zu fühlen, kachektisches Aussehen. Das Fieber tritt auch weiterhin fast täglich auf. Parasitenbefund am 31. V. ebenso. — Chininkur — seither fieberfrei; am 28. VI. spärliche Tertiana-Gameten, Quartana-Parasiten nicht mehr zu finden; 12. VIII. derselbe Befund, ganz vereinzelte ♀ Tertiana-Gameten. 26. VII. Fieberanfall, Temperatur 39,5°, Blutbefund: Tertiana-Merozoiten und vereinzelte Schizonten, keine Gameten gefunden; seither fieber- und parasitenfrei. Schlussfolgerung: Tertiana- und Quartana-Recidiv, letzteres leichter heilend als ersteres.
23. Giovanni Clarich, Bauer, Bruder v. 16, Haus Nr. 7	20. VII. 1861	Leme, (seit der Geburt hier ansässig)	Angeblich nie Fieber gehabt	Lässt sich nicht untersuchen; Temperatur stets normal gefunden. Schlussfolgerung: Fieberfrei?
24. Giovanna Clarich, Ehefrau v. 23, Haus Nr. 7	17. II. 1865	Wie 23	Wie 23	Wie 23.
25. Michele Clarich, Sohn von 23 und 24, Haus Nr. 7	21. III. 1885	Wie 23	Angeblich Fieber im Vorjahre, Zeitpunkt nicht mehr zu ermitteln	Lässt sich bis zum 12. VIII. nicht untersuchen; erst als er angeblich am 10. VIII. starkes Fieber gehabt, kam er spontan zu mir und bat um die Untersuchung und um Chinin. Blutbefund an diesem Tage spärliche Tropic-Gameten. Chininkur. Hat angeblich vom 20.—24. VIII. täglich Fieber. Blutbefund am 26. VIII. ebenso wie am 12. VIII. Schlussfolgerung: Tropic, nicht zu entscheiden ob Recidiv oder Neuinfektion.
26. Anna Clarich, Tochter von 23 und 24, Haus Nr. 7	14. V. 1894	Wie 23	Nicht zu ermitteln	Versteckt sich stets im Felde, wenn ich komme; bei dem Widerstand der Eltern nicht zu untersuchen.
27. Fosca Clarich, Tochter von 23 und 24, Haus Nr. 7	16. II. 1896	Wie 23	Wie 26	Wie 26.
28. Maria Clarich, Tocht. v. 23 u. 24, Haus Nr. 7	19. I. 1898	Wie 23	Wie 26	Die Untersuchung wurde bis zum 15. VII. nicht zugelassen. An diesem Tage hatte das Kind heftiges Fieber (Temperatur 40,6°). Blutbefund: (Tertiana-Parasiten in allen Stadien der Entwicklung, auch ♂ und ♀ Gameten. Alle späteren

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
28. Maria Clarich, Tochter von 23 u. 24, Haus Nr. 7	19. I. 1858	Wie 23	Wie 26	Versuche, noch weitere Untersuchungen anzu- stellen, werden von den Eltern zurückgewiesen. Schlussfolgerung: Doppel-Tertiana, fraglich ob Recidiv oder Neuinfektion, ersteres wahrschein- licher.
29. Michela Gasparini, Wittwe, Haus- besitzerin, Haus Nr. 7	8. VI. 1858	Wie 23	Behauptet, oft Fieber zu haben	Blutbefund am 31. V., 9. VI., 28. VI., 26. VII., 26. VIII. stets negativ. Die Angabe, dass sie am 9. VI. Fieber habe, gerade zur Zeit der Unter- suchung, wird durch die normale Temperatur widerlegt.
30. Simone Gasparini, Sohn v. 29, Haus Nr. 7	20. IV. 1880	Wie 23	Fieber im Vor- jahre, letzte An- fälle im Oktober	Blutbefund am 31. VI. und 28. VI. negativ. Am 26. VII., Mittags 1 Uhr, Schüttelfrost, Tem- peratur 39,5°. Blutbefund: Spärliche Tertiana- Schizonten, einer im Stadium der Schizogonie, keine Gameten. Chininkur. — Seitdem fieber- frei und ohne Parasiten. Schlussfolgerung: Leichte Tertiana-Neuin- fektion.
31. Paula Gasparini, Tochter v. 29, Haus Nr. 7	19. VI. 1893	Wie 23	Fieber im Vor- jahre, letzte An- fälle im Februar dieses Jahres	Blutbefund am 31. V., 9. VI., 28. VI., 26. VIII. negativ. Aussehen stets blühend gesund. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
32. Anton Struja, Bauer, Haus Nr. 8	26. VI. 1776	Varvari b. Parenzo (angeblich fieber- freier Ort) seit Oktob. 1900 in Leme an- sässig	Früher nie Fieber gehabt. Am 31. V. behauptet er, vor zwei Tagen einen Anfall gehabt zu haben	Blutbefund am 31. V., 9. VI., 28. VI., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
33. Maria Struja, Ehefrau von 32, Haus Nr. 8	7. XII. 1883	Wie 32	Hat angeblich im Januar öfter Fieber gehabt	Blutbefund am 31. V., 28. VI., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
34. Eufemia Struja, Mutter von 32, Haus Nr. 8	6. VIII. 1840	Wie 32	Ist immer kränk- lich, doch nicht zu ermitteln, ob fieberfrei	Blutbefund am 26. VIII. negativ; war während des Sommers angeblich nicht im Orte, sondern in Varvari. Schlussfolgerung: ?
35. Matteo Rovis, Knecht bei 32, Haus Nr. 8	24. IX. 1877	Gimino b. Parenzo (s. Januar 1901 in Leme)	Angeblich bis- her fieberfrei	Blutbefund am 31. V., 9. VI., 26. VII., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
36. Giovanni Precali, Bauer, Haus Nr. 9	21. I. 1845	Leme (seit der Geburt im Orte ansässig)	Angeblich niemals Fieber gehabt	Blutbefund am 9. VI., 26. VII., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
37. Cattarina Precali, Ehefrau v. 36, Haus Nr. 9	17. I. 1861	St. Lorenzo (Dorf, ca. 1 Meile von Leme, ebenfalls Fieber- nest), seit 1883 in Leme ansässig	Im Vorjahre angeblich viel am Fieber gelitten	Blutbefund am 31. V.: einzelne Tertiana- Gameten. Am 27. V. hatte sie eine Tochter ge- boren (cf. Nr. 41) und nach der Geburt angeblich 3 Tage lang anhaltendes Fieber gehabt. Chinin- kur, seither fieberfrei. Blutbefund: negativ. Schlussfolgerung: Tertiana-Recidiv.
38. Cattarina Precali, Tochter von 36 u. 37, Haus Nr. 9	25. XI. 1887	Wie 38	Im Vorjahre Fieber, Zeit- punkt nicht mehr zu ermitteln	Blutbefund am 31. V., 9. VI., 12. VII. negativ. Am 26. VII. erster Anfall dieses Jahres, Tempe- ratur Vormittag 11 Uhr 39,5°, Blutbefund: zahl- reiche Tertiana-Merozoiten, einzelne Stadien der Schizogonie, um 1 Uhr bereits Abfall, Tem- peratur 37,8°. Chininkur: Seither fieber- und parasitenfrei. Schlussfolgerung: Leichte Tertiana - Neuin- fektion.
39. Giovanna Precali, Tochter von 36 u. 37, Haus Nr. 9	11. V. 1890	Wie 38	Im Vorjahre Fieber, letzte Anfälle Ende Dezember	Genau wie 38. Temperatur am 26. VII. 11 Uhr 38,6°, 1 Uhr 40,2°. Blutbefund wie bei 38. — Chininkur mit demselben Erfolge wie bei 38. — Zu bemerken ist, dass die beiden Schwestern in demselben Bett schlafen und wahrscheinlich gleichzeitig von derselben Mücke infiziert wurden. Das vollständig gleiche Verhalten des Krankheits- verlaufs ist von besonderem Interesse. Schlussfolgerung: Leichte Tertiana - Neuin- fektion.
40. Angela Precali, Tochter von 36 u. 37, Haus Nr. 9	23. IX. 1898	Wie 38	Leidet angeblich seit der Geburt an häufigen Fieberanfällen	Blutbefund am 23. IV.: zahlreiche Tertiana- Gameten, 31. V. Tertiana-Anfall, Temperatur 40,8°; Blutbefund: Parasiten in allen Wachstums- stadien. 9. VI. zahlreiche Tertiana-Gameten, ein- zelne Schizonten. Das Kind hatte angeblich noch immer täglich Fieber, Temperatur an diesem Tage 38,5°. Chininkur ohne Erfolg, weil das Chinin (mit Syrup) stets erbrochen wird. Das Fieber besteht mit kurzen Pausen während des ganzen Sommers weiter. Parasitenbefund stets der gleiche. Milz sehr vergrößert. Kachektisches Aussehen. Schlussfolgerung: Schweres Tertiana Recidiv.
41. Maria Precali, Tochter von 36 u. 37, Haus Nr. 9	27. V. 1901	Wie 38		Blutbefund am 31. V. (also am 5. Tage nach der Geburt, trotz des Tertianfiebers der Mutter) negativ, ebenso am 9. VI., 28. VI., 15. VII., 26. VII. Am 11. VIII. wurde ein leichter Fieberanfall von der Mutter bemerkt, Blutbefund am 12. VIII.: ziemlich zahlreiche halberwachsene Tertiana- Schizonten, keine Gameten, von jetzt ab reguläre Tertiana-Anfälle. Am 26. VIII. ausser Schizonten

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
41. Maria Precali, Tochter von 36 u. 37, Haus Nr. 9	27. V. 1901	Wie 38		auch zahlreiche Gameten im Blut. Milz bereits fingerbreit unter dem Rippenbogen zu fühlen. 31. X. seit Mitte September hat das Fieber aufgehört. Blutbefund: wenig zahlreiche \varnothing Tertianagameten. Schlussfolgerung: Tertiananeuinfektion mit typischem Verlauf.
42. Pietro Milločić, Bruder v. 12, Knecht bei 36, Haus Nr. 9	2. XII. 1864	Vermo bei Pisino (seit Januar 1901 in Leme)	Angeblich bisher fieberfrei	Blutbefund am 31. V., 28. VI., 12. VII. negativ. Am 24. VII. erster starker Fieberanfall, seither mit kurzen Unterbrechungen kontinuierlich Fieber, grosse Schwäche. Blutbefund am 26. VII. ausserordentlich zahlreiche kleine, mittlere und grosse Tropica-Ringe, keine Gameten, Temperatur 41,6°. Kalte Wasserpackungen lindern das Fieber, als es nach 2 Tagen etwas geringer geworden, wird er in das Hospital nach Pola gebracht. Weiteres über den Verlauf seiner Krankheit unbekannt. Schlussfolgerung: Schwere Tropica-neuinfektion.
43. Giacomo Giugovaz, Bauer, Haus Nr. 10	24. VII. 1865	Leme (seit der Geburt im Orte an- sässig)	Angeblich nie Fieber gehabt; er führt dies auf starken regel- mässigen Wein- genuss zurück	Blutbefund am 31. V., 28. VI., 26. VII., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
44. Maria Giugovaz, Ehefrau v. 43, Haus Nr. 10	8. X. 1867	Wie 43	Leidet angeblich häufig an Fieber	Blutbefund am 31. V., 28. VI., 26. VII., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
45. Teresa Giugovaz, Tochter von 43 u. 44, Haus Nr. 10	30. XI. 1888	Wie 43	Angeblich in früheren Jahren viel Fieber, im Vorjahre nicht	Blutbefund am 31. V. und 26. VIII. negativ. Sie befand sich während des Sommers bei Verwandten bei Pisino. Schlussfolgerung: Wahrscheinlich fieberfrei.
46. Giovanna Giugovaz, Tochter von 43 u. 44, Haus Nr. 10	24. II. 1891	Wie 43	Fieber im Vor- jahre, letzter Anfall im Februar	Blutbefund am 31. V. negativ. 28. VI. ein Tropica-Gamet. Am 11. VII. starker Fieberanfall. Blutbefund am 15. VII. einzelne Tropica-Gameten, kleine und mittlere Quartana-Schizonten, 1 Quartana-Gamet. Chininkur. — Seitdem fieberfrei, Blutbefund am 12. VIII. einzelne Quartana-Gameten, keine Tropicaparasiten. Am 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Tropica-Recidiv und Quartana-neuinfektion.
47. Angela Giugovaz, Tochter von 43 u. 44, Haus Nr. 10	5. VIII. 1897	Wie 43	Angeblich fast immer Fieber	Blutbefund am 31. V. Tertianaparasiten in allen Stadien der Entwicklung, Schizonten, δ u. \varnothing Gameten, sehr stark. Milztumor, kachektisches Aussehen. Chininkur. — 9. VI. nur Tertianagameten, fieberfrei. Dieser Befund bleibt bis zum 12. VIII., starker Anfall. Befund wie am 31. V. 26. VIII. nur Gameten in geringer Anzahl. 29. X. negativ. Schlussfolgerung: Schweres Tertianarecidiv, mit dem Typus der Doppel-Tertianag.

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
48. Anton Jurman, Tagelöhner, Haus Nr. 10	4. VI. 1857	Dracievac bei Pisino. Seit Oktb. 1900 in Leme	Angeblich nie Fieber gehabt	Weigert sich mit seiner ganzen Familie, sich untersuchen zu lassen, weil er nie Fieber gehabt hätte. Nachdem aber im Anfang August dieses Jahres fast alle seine Familienmitglieder an starken Fieberanfällen erkrankten, bat er selbst um die Untersuchung und Chinin. — Blutbefund am 12. VIII., 26. VIII. und 29. X.: negativ. Schlussfolgerung: Wahrscheinlich fieberfrei.
49. Maria Jurman, Ehefrau v. 48, Haus Nr. 10	5. IX. 1859	Pisino. Seit Oktb. 1900 in Leme	Wie 48	Cf. 48. Blutbefund am 12. VIII., 26. VIII. und 29. X.: negativ. Schlussfolgerung: Wahrscheinlich fieberfrei.
50. Johann Jurman, Sohn von 48 und 49, Haus Nr. 10	2. XI. 1883	Wie 48	Wie 48	Cf. 48. Seit 1. August täglich starkes Fieber. Blutbefund am 12. VIII.: Tropica-Parasiten in allen Stadien, Ringe und Gameten. — Chinin- kur — fieberfrei. 26. VIII. nur Gameten in reicher Menge. 29. X. vereinzelte ♀ Gameten. Schlussfolgerung: Wahrscheinlich Tropica-Neu- infektion.
51. Anton Jurman, Sohn von 48 und 49, Haus Nr. 10	8. XII. 1887	Wie 48	Wie 48	Cf. 48. Seit 1. VIII. jeden 2. Tag Fieber. Blutbefund am 12. VIII.: spärliche mittlere Tropica- Ringe, keine Gameten. — Chininkur. — 26. VIII. einzelne Tropica-Gameten, fieberfrei. 29. X. negativ. Schlussfolgerung: Tropica-Neuinfektion.
52. Maria Jurman, Tochter von 48 und 49, Haus Nr. 10	7. II. 1886	Wie 48	Wie 48	Cf. 48. Kein Fieber. Blutbefund am 12. VIII. und 26. VIII.: negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei?
53. Anna Jurman, Tochter von 48 und 49, Haus Nr. 10	11. X. 1890	Wie 48	Wie 48	Wie 52. Schlussfolgerung: Fieberfrei?
54. Cattarina Jurman, Tochter von 48 und 49, Haus Nr. 10	11. XI. 1898	Wie 48	Wie 48	Seit 6. VIII. jeden 2. Tag Fieber. Blutbefund am 12. VIII. (Temperatur 39,2°): jüngste und einzelne in Schizogonie befindliche Tertian- Parasiten, einzelne Tertian-Gameten. Chininkur, seitdem fieberfrei. 26. VIII. Blutbefund: negativ. Schlussfolgerung: Tertiana-Neuinfektion
55. Stefania Jurman, Tochter von 48 und 49, Haus Nr. 10	10. IV. 1901	Leme	Fieber seit Ende Juli täglich	Blutbefund am 12. VIII. (Temperatur 38,6°): zahlreiche kleine und mittlere Tropica-Schizonten, einzelne Tropicagameten, alle Stadien von Ter- tiana-Schizonten, einzelne Gameten. — Chinin- kur. — Fieber bleibt bestehen bis 24. VIII. Am 28. VIII. fieberfrei, ziemlich zahlreiche Tertiana- Gameten, 1 ♀ Tropica-Gamet. 29. X. einzelne ♀ Tertiana-Gameten, kein Tropica-Gamet. Schlussfolgerung: Neuinfektion von Tertiana und Tropica.

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- tag	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
56. Martino Precali, Bruder v. 36, Bauer, Haus Nr. 11	6. II. 1856	Leme	Fieber oft, Februar letzter Anfall	Blutbefund am 31. V., 28. VI., 26. VII., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
57. Eufemia Precali, Ehefrau v. 56, Haus Nr. 11	29 XI. 1861	Leme	Fieber im vorigen Sommer oft, Weihnachten letzter Anfall	Blutbefund am 31. V., 26. VII., 26. VIII. ne- gativ. Schlussfolgerung: Fieberfrei.
58. Maria Precali, Tochter von 56 und 57, Haus Nr. 11	3. III. 1888	Leme	Fieber im vorigen Jahre	Anfall am 31. V. (Temperatur 40,6°), Blutbe- fund negativ. 9. VI. einzelne Tropic-Gameten. Chininkur. 28. VI. einzelne Tropic-Gameten. Am 31. VI. angeblich Fieberanfall. 15. VIII. ne- gativ. 26. VIII. negativ. Dauernd fieberfrei. Schlussfolgerung: Tropic-Recidiv.
59. Natalia Precali, Tochter von 56 und 57, Haus Nr. 11	10. XII. 1892	Leme	Fieber im vorigen Jahre, Anfall am 23. IV. 1901	Blutbefund am 31. V.: einzelne Tertiana- Gameten. Chininkur. Anfang Juni noch ein Anfall, dann fieberfrei. Blutbefund am 9. VI., 15. VII., 26. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Tertiana-Recidiv.
60. Antonio Precali, Sohn von 56 und 57, Haus Nr. 11	8. XII. 1899	Leme	Angeblich seit der Geburt immer Fieber	Blutbefund am 23. IV. (fieberfrei), zahlreiche halberwachsene Tertiana-Schizonten, einzelne er- wachsene Gameten. 31. V. zahlreiche Tertian- parasiten in allen Grössen, auch Gameten. Temperatur 38,7° Chininkur. Seitdem fieber- frei. 26. VII. Blutbefund: ein Tertiana-Gamet (?). 12. VIII. negativ. Schlussfolgerung: Tertiana-Recidiv.
61. Martin Segala, Knecht b. 56, Haus Nr. 11	9. X. 1874	Bei Pisino (seit Winter 1901 in Leme)	Angeblich nie Fieber gehabt	Blutbefund am 26. VII. negativ. War vorher und nachher nicht zur Blutuntersuchung zu be- wegen. Schlussfolgerung: Fieberfrei?
62. Maria Segala, Ehefrau v. 61, Haus Nr. 11	8. VII. 1875	Wie 61	Angeblich oft Hitze, aber immer ohne Schüttelfrost	Blutbefund am 9. VI. negativ. Sonst nicht untersucht. Schlussfolgerung: ?
63. Giuseppe Vratogna, Waldarbeit, Haus Nr. 4	6. I. 1878	Orsera (Fieber- ort), seit 1886 in Leme	Angeblich immer etwas Fieber	Blutbefund 31. V. negativ, ebenso am 28. VI., 12. VIII. und 26. VIII. Starb am 25. X. an einer Lungenkrankheit. Schlussfolgerung: Fieberfrei.

Name, Beruf, Haus- nummer	Ge- burts- ort	Geburts- ort (wenn nicht ein- heimisch, seit wann im Orte)	Angaben der untersuchten Person oder ihrer Angehörigen über frühere Fieberanfälle	Beobachtungen des Verfassers
64. Johanna Vratogna, Ehefrau von 63, Haus Nr. 4	7. VIII. 1879	Terviso (seit 14. VI. 1901 in Leme)	Angeblich nie Fieber	Blutbefund 28. VI. negativ, 26. VII. ebenso. Am 7. VIII. erster starker Fieberanfall, seitdem täglich und fast kontinuierlich bis 12. VIII. Fieber. Blutbefund am 12. VIII. Mittags 12 Uhr (Tempe- ratur 40,7°): Alle Stadien des Tropicaparasiten, sogar Schizogonie im peripheren Blut, vereinzelte Gameten. Chininkur. 26. VIII. fieberfrei (an- geblich seit einer Woche). Blutbefund: sehr zahlreiche ♂ und ♀ Tropicagameten. Blieb auch im September fieberfrei. Blutbefund am 29. X.: einzelne ♀ Tropicagameten. Schlussfolgerung: Tropicaneuinfektion (mehr- fache Infektion).

2. Material für das Studium der geschlechtlichen Fortpflanzung der Malariaparasiten im Körper der Mücke.

Das Mückenmaterial für diese Untersuchungen stand mir hier in Rovigno in überreicher Menge zu Gebot. Eine Beschreibung der Wasserverhältnisse der näheren Umgebung Rovignos hat Kerschbaumer in seiner Monographie der Mückenbiologie gegeben (1901, p. 36). Auch ich habe im Laufe des verflossenen Jahres an denselben Lokalitäten, welche dieser Forscher untersuchte, viele biologische Beobachtungen und Experimente über die Entwicklung der Anophelen gemacht; da ich aber der Ansicht bin, dass Schlussfolgerungen aus biologischen Einzelbeobachtungen nicht im Laufe einer so kurzen Zeit, wie es ein Sommer ist, gezogen werden dürfen, werde ich meine Notizen erst später, nach Beendigung dieser Untersuchungen mittheilen. Wie richtig diese Ansicht ist, geht aus einer Beobachtung hervor, die mich gerade zu einer entgegengesetzten Anschauung über die Lebensweise der Mückenlarven geführt hat, wie Kerschbaumer, obwohl ich an derselben Stelle beobachtet habe. Kerschbaumer zieht aus einer Reihe von Einzelbeobachtungen, die sich nur auf ein Jahr erstrecken, den Schluss (p. 111): „Die Stechmücken entwickeln sich nicht in Seen, Seeteichen, Teichseen und in Teichen, Sümpfen, welche tiefer sind als durchschnittlich 1 m.“ Die Beobachtungen, welche zu diesem Resultat führten, sind auf Seite 107—109 geschildert. Als eine der wichtigsten führt Verfasser das Fehlen der *Anopheles*-Larven in dem grossen Teiche bei Rovigno (Lago di Ran) während des ganzen Sommers 1900 an. (Ausdehnung des Teiches nach Kerschbaumer (p. 37) 160 × 80 m, Tiefe 3—7 m) Nun habe ich aber gerade aus diesem tiefen Teich, ebenso wie aus einem zweiten (den beiden einzigen grösseren Wasseransammlungen bei Rovigno) regelmässig mein Anophelen-Material bezogen. Von Anfang Mai bis Ende November fehlten in beiden Teichen niemals weder Eier noch Larven noch Puppen von *Anopheles claviger* (selten *A. bifurcatus*), vielmehr waren sie stets in reicher Menge vorhanden.

Da Kerschbaumer auf dieses Hauptresultat seine Theorie der Mücken-

vernichtung aufbaut, bin ich bezüglich der Erfolge seines Vorgehens selbst in dem wasserarmen Istrien, etwas skeptisch.

Meine Beobachtungen führen mich vielmehr zu der Anschauung, dass die Wassertiefe nur ein nebensächlicher Faktor sekundärer Art bei der Verbreitung der Mücken ist und dass das Vorkommen derselben ausser von der Temperatur in erster Linie von den biocoenotischen Lebensbedingungen, d. h. von dem Zusammenleben mit anderen Lebewesen, Pflanzen und Thieren, abhängig ist. In den tiefsten Gewässern können die *Anopheles*-Larven leben, wenn sie Wasserpflanzen finden. Näheres hierüber will ich aber aus den erwähnten Gründen erst nach wiederholter Kontrolle und Variation der Beobachtungen und Experimente mittheilen.

Bezüglich der Ernährungsweise der *Anopheles*-Larven kann ich viele der zahlreichen schönen Beobachtungen Kerschbaumer's bestätigen¹⁾, wie ich überhaupt das ganze Buch des Verfassers reich an guten Einzelbeobachtungen finde und nur die etwas voreiligen Schlussfolgerungen bedauern muss. Auch über die Ernährung der Mückenlarven, über welche ich nicht nur zahlreiche statistische Untersuchungen (des Darminhalts und der gleichzeitig an den Wohnorten der Larven vorhandenen Nährobjecte), sondern auch Versuche im Laboratorium angestellt habe, werde ich erst später ausführlich berichten. Ich will hier bei Besprechung der Materialbeschaffung für die experimentelle Infektion der Mücken mit den Parasiten nur die aus den Beobachtungen für die Praxis wichtigsten Momente erwähnen. Ich halte die *Anopheles*-Larven mehr für Fleisch-, die *Culex*-Larven für Pflanzenfresser. Daher fütterte ich die zur Zucht der Mücken verwendeten Larven des *Anopheles claviger* mit anderen Thieren, in erster Linie nach dem Vorschlage Kerschbaumer's mit Cladoceren. Ich kultivirte die letzteren in besonderen Aquarien, hielt die *Anopheles*-Larven in kleinen (10—15 cm breit, 4—5 cm tief), mit grünen Siphoneen und anderen grünen Wasserpflanzen versorgten Glasschalen (aber stets in geringer Anzahl in einer Schale, selten mehr als 20), filtrirte täglich einige Dutzend Daphniden ab, zerhackte sie mit einem Messer und streute sie auf die Oberfläche der *Anopheles*-Behälter. Hat man keine Krebse, so kann man mit demselben Erfolge auch junge *Culex*brut verfüttern, ebenfalls in zerkleinertem Zustande. Die Aufzucht der Anophelen vom Ei macht so gar keine Schwierigkeiten. Faulig darf das Wasser nicht werden, es empfiehlt sich daher, es etwa jeden dritten Tag zu wechseln. Wer sich genauer über die sehr einfache Methodik des Fanges und der Aufzucht der Mücken orientiren will, der sei auf die ausführlichen Schilderungen bei Kerschbaumer (1901), Grassi (1901, p. 74), Ruge (1901) u. a. hingewiesen, die viele gute Rathschläge enthalten.

Ich hielt die für die Infizierung bestimmten selbstgezogenen *Anopheles claviger*²⁾, ♂ und ♀ zusammen, in grossen, mit Gaze bedeckten, viereckigen Glasgefässen; dieselben enthielten ausser trockenem Reisig (Grassi) ein Schälchen mit Wasser, einige täglich gewechselte blühende Blumen und feingeschnittene Früchte verschiedener Art, letztere wurden auch häufig durch eine Schale mit Himbeer- oder Kirschsafft ersetzt;

¹⁾ Cf. auch die zahlreichen Notizen über die *Anopheles*-Biologie bei Grassi (1900, 1901).

²⁾ *Anopheles bifurcatus* habe ich hier nur selten als Larve beobachtet; cf. auch Kerschbaumer's Arbeit.

die ♂ wie die ♀ können bei dieser Fruchtnahrung über 2 Monate gut ernährt werden. Die Begattung konnte ich wiederholt beobachten, sie fand ausnahmslos am späten Nachmittag oder zu Beginn der Dämmerung statt. Das ♂ blieb mit dem ruhig sitzenden Weibchen 10 Minuten bis eine halbe Stunde verbunden. Die Stellung der Körper ist nicht wie bei den Tipuliden entgegengesetzt, sondern der ♂ sitzt auf dem ♀, wie bei den Fliegen. Genauer, über die Beinstellung etc., werde ich bei der Besprechung der biologischen Beobachtungen später mittheilen.

Da ich, wie erwähnt, eine Person mit Tertianagameten im eigenen Hause hatte (mein Dienstmädchen), war die Versuchsanordnung zur Infektion der Anopheles-Weibchen sehr bequem. Das Schlafzimmer der Person war klein, mit hell getünchten Wänden. Das Fenster wurde geschlossen gehalten und gegen Abend in dem Zimmer eine kleine Anzahl Mücken (5—10) freigelassen. Dieselben suchte ich dann am andern Morgen von den leicht übersehbaren Wänden und der Decke ab und habe sie stets vollzählig und mit seltenen Ausnahmen auch mit Blut gefüllt vorgefunden. Sie wurden nun zur weiteren Entwicklung in dem Thermostaten bei 26—30° C. gehalten (cf. Grassi u. a.). Um die ersten Stadien der geschlechtlichen Thätigkeit der Parasiten zu erhalten (10 Minuten bis 12 Stunden nach dem Saugen), liess ich die Mücken nach der von Grassi und anderen geübten Methode in einem Reagenzglas auf der Hand stechen, muss aber sagen, dass meine Mücken nicht immer leicht zum Stechen zu veranlassen waren. Viele thaten es überhaupt nicht.

Die Ernährung der infizierten Mücken erfolgte theils mit Früchten (hierbei entwickelten sich die Parasiten gut, aber die Eier kamen nie zur Ablage), theils mit Blut; zu diesem Zweck liess ich die Mücken nach beendeter Verdauung des Blutes im Magen (was ja von aussen leicht zu sehen ist) in Behälter, welche irgend ein kleines Säugethier enthielten. Ich benutzte mit gutem Erfolge Maulwürfe, Ratten und Mäuse.

Bei der künstlichen Infektion in der angedeuteten Weise fand ich etwa die Hälfte der benutzten Mücken infiziert¹⁾. In Michele di Leme wurden auch alle in den Häusern der Malariakranken gefangenen Mücken untersucht, doch war der Prozentsatz der infiziert gefundenen ausserordentlich viel geringer, 5—16% in den Monaten Juli—August. Eine genauere Statistik wird in der Arbeit über die Tropica-Parasiten gegeben werden.

Dass nicht alle Infektionsversuche an den Mücken positiv ausfallen, hat Grassi (1901, p. 115) in ausführlichen Darlegungen erklärt. Einen weiteren Grund werden wir darin finden, dass die ♂ Gameten der Parasiten im Blut früher absterben als die ♀; daher ist das Blut der Kranken, obwohl es Parasiten enthält, doch nicht stets geeignet zur Infektion (cf. den Abschnitt über die Mikrogametocyten). Im Uebrigen bin ich ebenso wie Grassi auch zu der Ueberzeugung gekommen, dass es Anophelen giebt, die von Natur immun gegen die Malaria-Infektion sind. Diese Ansicht bedarf aber der weitgehendsten experimentellen Prüfung, denn ich glaube, dass sie eine grosse

¹⁾ Zu bemerken ist aber, dass längere Zeit nach den Anfällen die Infektion oft misslang, was an dem frühen Absterben der Mikrogametocyten im Blut liegen dürfte (cf. das Kapitel über die Gameten), diese Fälle sind bei der Berechnung des Prozentsatzes der Infektionen nicht eingerechnet.

Bedeutung für die Erklärung des allmählichen Erlöschens der Malaria an vielen Orten ist. Es lässt sich nicht bezweifeln, dass es viele Orte giebt, die reich an Anophelen sind, früher Malaria gehabt haben, aber zur Zeit frei davon sind. Ich erinnere nur an England und viele Gegenden Deutschlands; auch in Italien mehren sich die Angaben über solche Lokalitäten (Celli und Gasperini, 1901). Ebenso berechtigt wie die Annahme, dass der Mensch Immunität gegen Malaria erwerben kann, scheint mir auch die Hypothese, dass hierzu der andere Wirth, die Mücke, im Stande ist, denn die Malaria ist ja auch bei diesen Thieren eine Krankheit. Es dürfte daher die experimentelle Prüfung dieser Frage sich wohl verlohnen.

Untersuchungsmethoden.

Ebenso wie bei meinen Untersuchungen an Coccidien habe ich auch bei den Malariaparasiten das Studium des lebenden Objektes in den Vordergrund gestellt. Die Beobachtung der lebenden Malariaparasiten ist in neuester Zeit, durch die Fülle der vorzüglichen Färbungsmethoden, so in den Hintergrund getreten, dass man in den meisten modernen Abhandlungen kaum noch etwas von lebenden Malariaparasiten erfährt. Angeblich soll man an der lebenden Parasitenzelle nichts genaueres sehen. Meine Beobachtungen belehrten mich aber bald, dass man mit guten Linsen, gutem Licht und einiger Erfahrung in der Kunst der Blendenbenutzung (die nicht ganz leicht ist), fast alle Eigenthümlichkeiten gröberer Art, aber auch viele feinste Strukturen an der lebenden Malariazelle erkennen kann; dies gilt vor allen Dingen für den Kern. Ich habe denselben oder dieselben bisher noch fast bei jedem Stadium auch im Leben gefunden, nicht so deutlich zwar, wie an einem Romanowsky-Präparat, aber auch nicht viel undeutlicher als bei den meisten anderen Protozoen. Ich glaube allerdings, dass zum Studium der lebenden Protozoenzelle etwas mehr mikroskopische Uebung und systematische Schulung des Auges gehört als zum Erkennen gefärbter Strukturen. Ich empfehle aber gerade als ausgezeichnetes Uebungsobjekt, um diese Schulung zu erreichen, die Hämosporidien. Man studire zunächst ein bestimmtes Stadium gut gefärbt nach Romanowsky oder sonst wie; dann ziehe man den Farbstoff langsam aus und beobachte immer wieder; ist dann gar keine Farbe mehr drin, so wird man nach einiger Zeit der Uebung trotzdem noch die wichtigsten Strukturen recht deutlich erkennen und kann dann auch sicher sein, dass man bei Beobachtung des lebenden Stadiums dasselbe nicht mehr strukturlos, wie vielleicht am Anfang finden wird. Ich komme bei meinen Protozoenstudien allmählich immer mehr zu der Ueberzeugung, dass ein gut konservirtes Präparat nicht viel mehr zeigt als das lebende Objekt, vorausgesetzt, dass es überhaupt untersuchbar (d. h. ohne Schale oder dünn genug etc.) ist und empfehle den Forschern, welche jede Plasma- wie Kernstruktur oder Centrosomen etc. für Kunstprodukte halten, wie es z. B. im Extrem Alfred Fischer thut, sich nur einige Jahre mit den Protozoen zu befassen; ich bin überzeugt, dass sie dann doch sogar die Bütschli'schen Alveolen sehen werden. Die Malariaparasiten lassen sich besonders leicht und bequem lebend studiren, und die Kombination der Entwicklungsstadien macht wenig Schwierigkeiten. Die Entwicklungsdauer im Blut ist ja bekannt, man kann mit der nöthigen Vorsicht denselben Parasiten gut 3—4 Stunden

unter dem Mikroskop beobachten, ohne dass er in seiner normalen Entwicklung wesentlich gestört wird. Die einzelnen Beobachtungsreihen sind hier also nicht kürzer wie bei den Coccidien und es gelingt ebenso leicht wie dort sie zum vollständigen Entwicklungszyklus zusammenzustellen.

Anfangs ging ich bei der Entnahme des Bluts für die Beobachtung der lebenden Parasiten besonders vorsichtig zu Werke, indem ich mich der Methode F. Plehn's (90, p. 10, 12) bediente. Das Blut wurde unter Vaselineabschluss dem Finger entnommen und auf einem Deckglas mit einem Tropfen flüssigen Paraffins aufgefangen, kam also fast garnicht mit der Luft in Berührung und wurde dann sofort in das geheizte Mikroskop gebracht. Nachdem ich aber beobachtete, dass in einem gewöhnlichen Präparat, das nur schnell gemacht und mit Vaseline umrandet ist, die Parasiten beinahe ebenso lange lebendig und beweglich bleiben, habe ich die komplizierte Methode Plehn's ganz aufgegeben. Neuerdings benutzte ich für manche Beobachtungen mit Vorliebe die feuchte Kammer nach F. E. Schulze. Sie wird mit grünen Algen (fast ohne Wasser) beschickt und zugedeckt in den Thermostaten (etwas über 37°) bis zur Benutzung gestellt. Zugleich wird der heizbare Objektisch (ich benutze in neuerer Zeit nur den von Pfeiffer konstruirten, früher den M. Schultze's) auf 38—39° C. gebracht. Nach diesen Vorbereitungen wird das Blut entnommen; ich steche mit einer Nadel oder Lanzette eine ziemlich tiefe Wunde, sodass sofort ein grosser Blutstropfen austritt; der zweite Tropfen wird mit einem vorgewärmten runden Glasstab, den ich eine kurze Strecke über den Tropfen ziehe, aufgefangen und sofort mit der bestrichenen Seite des Stabes über ein Deckglas (vorgewärmt) gefahren. Das Deckglas wird so schnell wie möglich mit dem leeren, welches die feuchte Kammer verschloss, ausgewechselt, mit Vaseline umrandet und das Präparat auf den heizbaren Objektisch gebracht. Die Benutzung des Glasstabes an Stelle eines Deckglases oder Objektträgers empfiehlt sich auch für die Herstellung der gewöhnlichen Blutaustriehe, die damit leichter gut gerathen als mit dem Deckgläschen, namentlich, wenn es, wie bei der nassen Fixirung, schnell gehen soll.

Ueber die Präparation der infizirten Mücken zur Untersuchung der lebenden Parasiten haben Grassi (1901, p. 79) und Ruge (1901) sehr eingehende und gut brauchbare Angaben gemacht, denen ich gefolgt bin. Kleine Abweichungen werden bei der Schilderung meiner Beobachtungen in den folgenden Kapiteln hier und da erwähnt. Ueber die Infektion der Mücken und die Zucht derselben vgl. den vorigen Abschnitt. Als Untersuchungsmedium für das Studium der lebenden Stadien der Sporogonie habe ich (nach Feststellung, dass die meisten Flüssigkeiten, die auch scheinbar indifferent sind, wie Normalsalzwasser, Eiweiss u. a. schädigend wirken) schliesslich nur die Körperflüssigkeit aus dem Abdomen der Anophelen benutzt. Vor der Präparation der infizirten Mücke, deren Darm oder Speicheldrüsen zur Untersuchung kommen sollte, zog ich 6—10 anderen Anophelen den Darm heraus, was nach einiger Uebung in wenigen Minuten vollendet ist, schnitt die Abdomina mitten durch und tupfte die austretende Flüssigkeit, die mehr oder weniger spärlich ist, auf die Mitte eines Deckglases, bis dieses mit einem kleinen Tröpfchen bedeckt war; dann erst wurde der Darm des infizirten Thieres herausgezogen oder die Speichel-

drüsen herauspräparirt und in den Tropfen gebracht u. s. w. In dem gut umrandeten Präparat halten sich die Cysten ausgezeichnet und scheinen sich mindestens 24 Stunden (im Thermostaten bei ca. 28—30°) normal weiter zu entwickeln.

Ich habe auch einige Versuche der Vitalfärbung mit Methylenblau und Neutralroth (Prowazek) gemacht, sowohl an den Stadien der Schizogonie wie der Sporogonie, aber ohne wesentliche Vortheile für die Beobachtung zu erzielen; das einzige wäre, dass man bei Methylenblau-Anwendung genau weiss, wann die Parasiten abgestorben sind, denn erst in dem Moment des Absterbens färben sich die Kerne deutlich.

Die Konservirung und Färbung der Parasiten macht einige Schwierigkeiten, dies gilt besonders für die im Blut lebenden Stadien. Die jetzt in der Malariaforschung fast allein geübte Methodik der Trockenpräparate stammt aus der Bakteriologie und leistet für gewöhnliche diagnostische Zwecke und für das Studium der gröberen Struktur die besten Dienste; Thatsache ist ferner, dass man bei keiner anderen Methode die rothen Blutkörperchen so schön rund erhält, wie beim Antrocknen. Aber die feinere Struktur der theilweise recht flüssigkeitsreichen Parasiten leidet natürlich bei dieser Methode arge Störungen; deswegen habe ich zur Kontrolle des am lebenden Objekt Beobachteten ausser Trockenpräparaten auch stets eine Anzahl feucht konservirt. Um die Parasiten gut zu erhalten, ist eine ausgezeichnete Methode die Fixirung mit Herrmann'scher Flüssigkeit (Platinchlorid-Osmium-Essigsäure). Ich verfähre folgendermassen: Ich lasse einige Tropfen Blut direkt in ein Zentrifugirgläschen, das die auf 60—70° erwärmte Fixierungsflüssigkeit enthält, hinein fallen und zentrifugire das Blut sofort wieder aus, wasche tüchtig mit destillirtem Wasser, dem einige Tropfen Grenacher's Hämatoxylin zugesetzt werden und untersuche nach einstündiger Einwirkung der Farbe entweder sofort im Wasser, Glycerin, essigsauerm Kali (besonders gut für die achromatischen Kernstrukturen) oder bringe das Blut in der Zentrifuge durch die Alkoholstufen steigender Konzentration bis auf Xylol und bette dann in Cedernöl ein. Die Tüpfelung der vom Parasiten befallenen Blutkörper ist hierbei sehr gut zu erkennen und besonders deutlich der achromatische Theil der Kerne. — Für das Studium der chromatischen Substanz ist Sublimatfixirung geeigneter. Ich benutze die von mir schon so oft erprobte Mischung von 2 Theilen konz. wässriger Sublimatlösung und 1 Theil Alkohol absolutus, die in erwärmtem (60—70°) Zustande angewandt wird. Entweder lasse ich auch hierbei Blut direkt hinein fallen und verfähre wie beim Osmiumgemisch (nur dass ich beim Auswaschen Jodalkohol nehme) oder ich fixire die Ausstriche auf Deckgläschen, was bei Färbung nach Heidenhain oder Romanowsky sogar nothwendig ist.

Das mit Blut wie für ein Trockenpräparat bestrichene Deckgläschen lasse ich sofort nach dem Ausstreichen wagerecht auf die in einem Uhrschälchen befindliche erhitzte Mischung fallen, giesse diese sofort ab und setze kältere Mischung dazu. Nach wenigen Minuten kommt das Deckglas in den 60%igen Jodalkohol, dann durch die Alkoholstufen bis auf absoluten Alkohol und kann nun beliebig gefärbt werden. Für das Studium der feineren Plasmastruktur leistet die hervorragendsten Dienste die Heidenhain'sche Eisenhämatoxylintinktion, und zwar muss man sehr lange färben. Ich beize 24 Stunden und färbe ebenso lange. Für die Färbung des Kerns ist die

von Ziemann, Nocht und anderen¹⁾ verbesserte Romanowsky'sche Färbung ganz ausgezeichnet. Nur ist sie mit Vorsicht zu benutzen, weil sie oft überfärbt und Strukturen vortäuscht, die gar nicht vorhanden sind. Ohne Kontrolle durch Hämatoxylin darf man keine Schlüsse über Kernstrukturen bloss nach Romanowsky-Präparaten ziehen. Da diese Angelegenheit für die Auffassung der Kernvermehrungsvorgänge beim Malariaparasiten grosse Wichtigkeit besitzt, wie wir sehen werden, muss ich schon hier etwas näher auf dieselbe eingehen. Schon als ich die ersten nach Romanowsky gefärbten Malariaparasiten sah (es war im Jahre 1897, Herr Dr. Ziemann demonstrierte mir im hygienischen Institut zu Berlin die Präparate, welche er in seiner Arbeit photographirt hat), fiel mir die Verschiedenheit in der Färbung auf, manche Kerne waren dick, schwarzroth und liessen keine feinere Struktur erkennen, andere waren fast ungefärbt²⁾. Besonders auffallend waren die Kernvermehrungsstadien, bald waren in den Zellen einige unregelmässig gefärbte kleine Brocken zu sehen, bald schienen sie ganz vollgestopft mit Chromatin. Ich hatte damals gerade dieselben Stadien mit Grenacher's Hämatoxylin gefärbt und machte Herrn Dr. Ziemann darauf aufmerksam, dass mir seine Methode die Kerne zu überfärben scheine. Ich erzählte ihm auch, dass ich in den mit Hämatoxylin gefärbten Kernen achromatische Strukturen stets erkennen könne, was bei seiner Färbungsmethode mir nur selten der Fall zu sein schiene. Inzwischen ist nun die Färbungsmethode durch Nocht, Zettnow, und besonders Maurer genauer studirt und verbessert worden. Doch gab sie trotzdem noch sehr variable Resultate (was ebenso wie bei Heidenhain's Methode in mancher Hinsicht ein Vorzug, in anderer ein Nachtheil ist). Maurer (1900, p. 119) hat in seiner sehr verdienstvollen Arbeit nachgewiesen, dass man ganz verschiedene Grade der Färbungsintensität je nach dem Mischverhältniss von Methylenblau und Eosin erhält. Er unterscheidet 4 Grade. Bei dem I. Grade sind die Kerne der Malaria-parasiten nur sehr schwach gefärbt, oft farblos, bei dem IV. Grade erscheint der Kern des Malariaparasiten um das 4—6fache vergrössert roth gefärbt. Ich muss bezüglich des Näheren auf die Arbeit verweisen. Hier will ich nur erwähnen, dass ich die Angaben Maurer's ganz bestätigen kann. Ein Blick auf die Figuren 55a und b, 72a und b, 74a und b der Tafel V kann die Täuschungen, welche durch die verschiedenen Färbungsstufen hervorgerufen werden, illustriren. Die Figuren zeigen dasselbe Objekt bei Färbungsgrad II und IV nach Maurer. Bei Besprechung der Kernvermehrung komme ich noch einmal hierauf zurück. Trotz dieser Unsicherheit wird man die prachtvolle Romanowsky'sche Färbung nicht mehr in der Malariatechnik entbehren und kommt es nur darauf an, sie stets mit anderen Kernfärbungen, die zwar viel mattere Bilder geben, aber nicht überfärben, zu kontrolliren. Ich bin daher bei meinen Untersuchungen folgendermassen verfahren. Die mit Sublimat-Alkohol fixirte und bis auf absol. Alkohol gebrachten Deckgläser werden wieder durch die Alkoholstufen bis auf Wasser gebracht

¹⁾ Cf. Michaelis (1901, p. 763), Nocht (98, p. 939; 99, p. 17, 764), Reuter (1901), Romanowsky (91), Ruge (1900a, b, 1901b), Ziemann (98a).

²⁾ Was ja Ziemann zu seiner Theorie von der Degeneration der jetzt als Gameten bekannten Gebilde geführt hat, dass er aber theilweise Recht hatte, glaube ich doch (cf. den Abschnitt über die Mikrogametocyten).

und kommen dann auf 24 Stunden in die Romanowsky - Nocht'sche¹⁾ Mischung. Will man nun ein überfärbtes Präparat sehen, so braucht man nur mit Wasser abzuspielen, zu trocknen und in Cedernöl einzuschliessen. Ich habe fast niemals Ueberfärbung erhalten, wenn ich weiter auf dem nassen Wege verfare, d. h. abspülen mit Wasser und dann schnell durch die Alkoholstufen bis Xylol, dann wird gerade soviel Farbstoff ausgezogen, dass man die reine Kernfärbung erhält. Nun studirte ich das so gewonnene Präparat und zeichnete die für meine Zwecke wichtigen Stadien mit dem Zeichenapparat. Dann wurde zur Kontrolle die Hämatoxylinfärbung (Grenachers 24 Stunden bei 30° oder Eisenhämatoxylin, cf. vorher) vorgenommen. Das Deckglas wurde, nachdem ich mir seine Lage auf dem Objektträger durch Diamanstriche fixirt hatte (für die Noniusnotizen) abgelöst, wieder durch Xylol, Alkohol, Wasser bis in die betreffende Farbe gebracht u. s. w. Man kann so dasselbe Präparat in der verschiedensten Weise färben, ohne es zu schädigen und lernt dieselben Stadien gründlich kennen, denn bei häufiger Untersuchung sieht man stets mehr als bei einmaliger.

Von grosser Wichtigkeit, insbesondere für die Unterscheidung der Gameten von den Schizonten ist das genauere Studium der Excrete der Malariaparasiten, welche sie bei ihrem Wachsthum als braun gefärbtes Pigment im Plasma aufspeichern. In gefärbten Präparaten sind oft die kleinsten Theile derselben schwer zu erkennen; besonders bei den Gameten macht sich ferner die Schwierigkeit geltend, die einzelnen, ebenfalls dunkel gefärbten Chromatintrocken von naheliegenden Pigmentstäbchen zu unterscheiden. Ich habe nun eine einfache aber sichere Methode gefunden, um das Pigment stets zu erkennen und in seinen kleinsten Theilen zu studiren. Sie besteht in der Untersuchung der Parasiten im polarisirten Licht. Das Pigment aller Malariaparasiten ist nämlich in allen Stadien derselben doppeltbrechend und leuchtet bei gekreuzten Nicols prachtvoll aus dem vollkommen dunklen Parasitenkörper hervor. Man kann mit dem Zeichenapparat auf diese Weise reine Pigmentbilder entwerfen, wenn man mit weisser Tusche auf schwarzem Papier die Konturen der Pigmentkörner bei starker Vergrösserung nachzieht. Dreht man dann das Prisma, so kann man in diese Pigmentbilder das Farbenbild eintragen. Natürlich muss man stärkste künstliche Beleuchtung für das Mikroskop verwenden und selbst im Dunkeln sitzen. Ich hoffe, dass diese Entdeckung der Doppeltbrechung des Pigments ebenso wie mir, auch vielen anderen Malariaforschern gute Dienste leisten wird; auch als diagnostisches Hilfsmittel dürfte sie eine Bereicherung der Malariatechnik darstellen.

Die Ausstriche von Milz und Knochenmark, die ich bei den Sektionen im hiesigen Seehospiz erhielt, wurden ebenso wie die Blutausstriche mit Sublimat-Alkohol fixirt und nach verschiedenen Methoden gefärbt; ausserdem wurden stets kleine Gewebstückchen in toto konservirt (Sublimat-Alkohol oder Herrmann'sche Mischung) und nach Paraffineinbetung in Schnittserien zerlegt. Zur Färbung der Schnitte gebrauchte ich die verschiedensten Methoden, besonders verschiedene Hämatoxyline (Hämalaun nach Mayer, Rawitz's Glycerin-Alaun-Hämätein, Hämätein, Eisen-

¹⁾ Ich habe auch die anderen neueren Angaben (cf. Anm. pag. 191) theilweise probirt, finde aber Nocht's Verfahren am bequemsten und sichersten.

hämatoxylin u. a.) mit oder ohne Kombination mit Eosin oder Bordeauxroth. Das Nähere wird bei den betreffenden Beobachtungen gesagt werden. — Die Ausstriche aus dem Blut, welches längere oder kürzere Zeit im Darm des Anopheles gewesen war (für das Studium der Befruchtung und Ookinetenbildung) wurden ebenso behandelt wie die Blutpräparate. Oft wurde aber auch der ganze Darm mit Inhalt konservirt (Sublimat-Alkohol) und dann in dünne Schnitte zerlegt. Dasselbe Verfahren kam bei den Cysten in Anwendung. Für die Anfertigung von Totalpräparaten der Oocysten braucht man den Darm nur auf einem Deckglas in der Leibeshöhlenflüssigkeit zerpfeifen, die Fetzen etwas vertheilen und das Deckglas mit der bestrichenen Seite auf die heisse Sublimatmischung wagerecht auffallen zu lassen. Es sind sovieler koagulirende Substanzen in der Flüssigkeit, dass alle Darmtheilchen und etwa losgelöste Cysten, sowie Sporozoitien an dem Deckglas haften bleiben und beliebig weiter behandelt werden können. Zur Durchfärbung der Cysten hat sich wie bei den Coccidien besonders lange Einwirkung von stark verdünntem Hämatoxylin (nach Grenacher u. a.) bewährt. Als Einschlussmittel für alle Präparate wurde ausser dem schon erwähnten Glycerin und essigsaurer Kali nicht Canadabalsam, sondern, nach dem Vorschlage Koch's, allein reines Cedernöl (Immersionöl) verwendet. Die zarten Färbungen halten sich hierin, wenn die Präparate möglichst vor Licht geschützt aufbewahrt werden, sehr gut.

Unentbehrlich für das Studium der Malariaparasiten ist ein verschiebbarer Objektisch mit Nonien. Ich verwendete den neuen grossen Kreutztisch von Zeiss. Zur Untersuchung benutzte ich zuerst ein grosses Stativ von Seibert, mit den apochrom. Obj. homog. Immersion 2 mm und den Kompensationsokularen 4, 8, 12, 18, später das grosse Mikroskop von Zeiss mit der entsprechenden Immersion dieser Firma und den Okularen 2, 4, 6, 8, 18. Der Polarisationsapparat stammte ebenfalls von Zeiss.

Als Lichtquelle wurde ausser Tageslicht für die stärkeren Vergrösserungen Acetylen- und Gasglühlicht, für die stärksten Zirkonlicht benutzt.

Nomenclatur der Entwicklungsstadien der Malariaparasiten:

Im Jahre 1899 habe ich bei Darlegung der Uebereinstimmung der Resultate der neueren Coccidien- und Malariaforschung, die von mir für den Zeugungskreis der Coccidien¹⁾ eingeführte Nomenclatur auch auf den der Malariaparasiten übertragen. Grassi (1900, 1901) hat in seiner Monographie eine vollständig abweichende Nomenclatur angewandt und andere Forscher (Koch, Ross, Ruge) gebrauchen in ihren Arbeiten Mischungen der verschiedensten Bezeichnungen, theils termini technici, theils Vulgarnamen.

Während die Nomenclatur Grassi's meines Wissens bisher nur von Lang (1900) angenommen ist, hat die meinige eine grössere Anzahl von Autoren benutzt. Ich erwähne hier nur Blanchard (1900), Celli (1900a theilweise), Doflein (1901), Kerschbaumer (1901), M. Koch u. Coenen (1901), Lühe (1900 etc.), Mesnil

¹⁾ (und früher Rhizopoden [*Trichosphaerium*]).

(1900 theilweise), Neveu-Lemaire (1901), Ruge (1901b theilweise)¹⁾, v. Wasielowski (1901) u. A. — Lühe (1900) hat sich der dankenswerthen Mühe unterzogen, die gleichbedeutenden Bezeichnungen für die einzelnen Stadien der Malariaparasiten, die sich in den verschiedenen bekanntesten Malariaarbeiten finden, in einer tabellarischen Uebersicht zusammenzustellen. Zum leichteren Verständniss für die in die Malaria-litteratur neu eindringenden Leser kann ich nichts besseres thun, als die Tabelle Lühe's²⁾ hier zum Abdruck zu bringen. Dass ich meine Nomenclatur auch in dieser Arbeit anwende, ist wohl natürlich.

Schaudinn 1899 und Lühe 1900	Ross 1898	Ross 1899 und 1900	Ray Lan- kester 1900
Schizogonie	—	—	—
Schizont	Sporulating Form	Sporocyt (Jugendform: Amoebula s. Myxopod)	Oudeterospore
Merozoit	—	Spore: wird später, nach dem Ein- dringen in ein rothes Blutkörper- chen, zur Amoebula (s. Myxopod)	Nomospore
Makrogamet	—	Makrogamet (female) Jugendform; Gametocyte) } Amoebula s.	Gynospore
Mikrogametocyt	Flagellated Body	Male Gametocyte } Myxopod	—
Mikrogamet	Flagellum	Mikrogamet	Androspore
Ookinete } (Copula, Oocyste } Sporont)	Vermicule	} Zygote	} Gametospore
Coccidium	Coccidium		
Sporoblast	—	1899: Zygotomere 1900: Mere, wird zur Blastophore	—
Sporozoit	Germinal Rod.	1899: Zygotoblast 1900: Blast	Gametoblast s. Gametoklast s. Filiform young
Sporogonie	—	—	—

Ueber die zoologischen Namen der Malariaparasiten des Menschen.

Alle neueren Untersucher der Malariaparasiten sind zu der übereinstimmenden Ansicht gelangt, dass man mindestens drei nach ihrer physiologischen Wirkung, ihrem morphologischen Verhalten und ihrer Entwicklungsgeschichte verschiedene Formen unterscheiden muss. Dieses kann als sicher gelten³⁾, obwohl wir noch weit davon

¹⁾ Ruge gebraucht einige meiner Bezeichnungen, ohne zu wissen, dass sie von mir stammen, z. B. p. 6, wo er von „schizontes“ (engl. Autoren) spricht. Da das Buch Januar 1901 (Vorwort) geschrieben ist, könnte der Verfasser eines Lehrbuchs über Malaria doch Lühe's Ergebnisse gelesen haben, wenn er auch meine Publikationen nicht kennt.

²⁾ Lühe schreibt am Schlusse seiner eingehenden Kritik über die Malaria-Terminologie: Die von Schaudinn vorgeschlagene Nomenclatur halte ich auch heute (d. h. nach dem Erscheinen von Grassi's Monographie) für die beste, schon allein deswegen, weil sie am meisten Namen enthält, welche in demselben Sinne bei anderen Protozoen angewandt, bereits Gemeingut der zoologischen Wissenschaft geworden sind.

³⁾ Ob noch weitere Formen als besondere Varietäten abgetrennt werden können, wie z. B. Grassi (1901, p. 150) es bei den Tropicaparasiten zu beabsichtigen scheint (*Laverania mitis* und *immitis*, ferner (p. 34) *L. immaculata*) muss erst durch weitere Forschungen erwiesen werden. Thatsache ist z. B., dass hier in Istrien die Tropica stets sehr milde auftritt. Von Todesfällen an dieser Krankheit, wie sie in Italien so häufig sind, habe ich überhaupt hier nichts erfahren können, trotz vieler Nachforschungen. Indessen werde ich in meiner Abhandlung über diese Art später genauer auf diese Fragen eingehen.

entfernt sind, alle Entwicklungsstadien der einzelnen Parasiten so genau zu kennen, um sie von den entsprechenden der anderen zu unterscheiden. Am genauesten bekannt dürfte dank den Untersuchungen der italienischen Malariaforscher, an deren Spitze Grassi steht, der Parasit des Tropenfiebers (= Aestivo-Autumnal Fieber der Italiener) sein. Solange wir die Unterschiede dieser Form von den beiden anderen nicht genauer präzisieren können als zur Zeit (wo wir sichere Unterschiede nur bei den Schizonten und Gameten kennen), dürfte es reine Geschmacksache sein, ob man die drei Parasiten als Varietäten einer Art, als Subspecies (wie es Labbé (99) thut) oder als Arten einer

Harvey Gibson 1900	Koch 1899	Grassi 1898—1899	Grassi 1900
—	endogene Entwickelung	Sporulation (fase asporulare)	Monogonia (generazione neutrale) per sporogonia conitomica
—	erwachsener Parasit	amöboide Form	Mononte
—	Theilungskörper	1898: Amoebula 1899: Sporozoit	Sporozoito (monogonico)
Ovum	weiblicher Parasit	Makrogamet s. Ooid	Makrospora
—	männlicher Parasit	1899: Mikrogametogen	Anteridio
Sperm	Spermatozoon	Mikrogamet s. Spermoid	Microspora
—	Würmchen	1899: Zygote	Vermicolo
Oosperm	coccidienartige Kugel	—	—
—	—	—	Masse cytoplasmatische più o meno poligonali
Zooid	Sichelkeim	1899: Spore 1899: Sporozoit	Sporozoito (amfigonico). (Jugendform: Sporoblasto s. Sporozoitoblasto)
—	exogene Entwicklung	exogene Entwicklung	Amfigonia (generazione sessuale) per sporogonia conitomica

Gattung (wie ich (1900) und Doflein (1901) in das zoologische System stellt. Ganz überflüssig scheint es mir aber, dass man die Tropicaparasiten, nachdem man sie in den Grundzügen ihrer Entwicklung und in den wichtigsten morphologischen Eigenthümlichkeiten als sehr ähnlich den beiden anderen Parasiten gefunden hat, in eine ganz andere Gattung stellt (dasselbe gilt von den bisher als *Protosoma*, jetzt als *Cytosporon* (cf. Wasielewski, 1901) bezeichneten Parasiten der Vogel malaria). Der wichtigste differente Gattungscharakter, der zur Aufstellung der Gattung *Laverania* berechtigen soll, ist die bohnen- oder halbmondförmige Gestalt eines Entwicklungsstadiums, des Makrogameten und Mikrogametocyten (denn Grössenunterschiede oder Verschiedenheit der Entwicklungsdauer haben doch noch nie im zoologischen System als Gattungsunterschiede fungirt). Was würde man nun dazu sagen, wenn ich für mein *Coccidium schubergi*, das mit einem anderen *Coccidium* (*lacazei*) im *Lithobius*-Darm lebt, eine neue Gattung aufstellen würde, weil in der That, ähnlich wie bei den Tropicaparasiten der Makrogamet von *Coccidium schubergi* bohnenförmige Gestalt hat, während er bei *Coccidium lacazei* rund ist? (Nebenbei bemerkt sind bei diesen beiden Coccidienspecies die Unterschiede noch viel zahlreicher als bei den Malariaparasiten.)

Ich vermuthe, dass die Wichtigkeit, welche die Malariaparasiten als Krankheitserreger des Menschen besitzen und welche sie als etwas ganz Besonderes erscheinen lassen, ihnen auch ihre von allem sonstigen zoologisch-systematischen Gebrauch abweichende Sonderbehandlung im zoologischen System verschafft haben. Wie man sich lange Zeit gesträubt hat, den Menschen für ein Säugethier zu erklären, so scheinen auch die Parasiten, welche die Besonderheit haben, in diesem höchsten Säugethier zu schmarotzen, nicht in dieselbe Gattung mit den ganz ähnlichen Vogelparasiten kommen zu dürfen, und nun gar der gefährliche Tropenparasit, der muss ganz besonders untergebracht werden. Wo würden wir aber mit unserem zoologischen System und mit der Fülle der Namen hingelangen, wenn wir bei allen Thiergruppen so verfahren würden, wie hier bei den drei Malariaparasiten?

Schon in der Tafelerklärung zu meiner Malariawandtafel (1901) habe ich aus den hier dargelegten Gründen den Tropicaparasiten zur Gattung *Plasmodium* gestellt und Doflein (1901) hat scheinbar ohne Kenntniss meiner Publikation in seinem Lehrbuche dasselbe gethan. Inzwischen hat aber Lühe (1900, p. 98) nachgewiesen, dass der Speciesnamen *praecox* synonym zu *Haemoproteus danilewskyi* ist, also bei Verschmelzung dieser Gattung mit *Plasmodium* nicht benutzt werden darf. Das nächstjüngere Synonym von *Plasmodium praecox* als Tropicaparasit des Menschen ist aber *Haemamoeba immaculata* Grassi & Feletti. Der Speciesname *malariae* darf für den Tropicaparasiten, sobald er zur Gattung *Plasmodium* tritt, nicht benutzt werden, weil er schon einmal in dieser Gattung vertreten ist.

Nach den zoologischen Nomenclaturgesetzen, deren Annahme von Zoologen aller Nationen erfolgt ist, heissen demnach die drei Malariaparasiten des Menschen bei Zusammenziehung der Genera *Plasmodium* und *Laverania*:

1. *Plasmodium malariae* (Laveran)
(der Quartanparasit als Typus¹⁾ der Gattung).
2. *Plasmodium vivax* (Grassi & Feletti)
(der Tertianparasit).
3. *Plasmodium immaculatum*²⁾ (Grassi & Feletti)
(der Tropicaparasit).

Die Litteratur über diese Namengebung findet sich bei Lühe (1900, p. 65 u. 99), Labbé (1899, p. 81), Doflein (1901, p. 130). Namentlich die Arbeit Lühe's enthält eine klare Kritik der Nomenclatur der Malariaparasiten, die auf guter Kenntniss

¹⁾ Typus im zoologisch-systematischen Sinn, d. h. mit dieser Species wurde die Gattung aufgestellt.

²⁾ Sollte sich der pigmentlose Tropicaparasit als sichere Art bestätigen, so müsste für den pigmentirten ein neuer Name gewählt werden. Viele Malariaforscher, welche die zoologischen Nomenclaturregeln nicht kennen, sträuben sich gegen nicht bezeichnende Namen, wie z. B. *Plasmodium*, obwohl es gar keine Plasmodien sind. So werden sie auch gegen das *immaculatum* einwenden, dass der Tropicaparasit ja gerade meist pigmentirt ist. Aber die Nomenclaturregeln verlangen garnicht, dass der Name bezeichnend ist, wohl aber, dass er, wenn einmal gegeben, nach bestimmten Prioritätsgesetzen beibehalten wird. Ein Bild aus dem gewöhnlichen Leben kann dies am leichtesten erläutern. Wie viele Menschen heissen Müller ohne es zu sein? Aehnlich wie mit den menschlichen Familiennamen wird auch mit den zoologischen Art- und Gattungsnamen verfahren.

der zoologischen Nomenclaturregeln basirt. Da der Typus der Gattung *Laverania* (von Grassi & Feletti, 1890) der Tropicaparasit ist, so ist, wenn dieser zu *Plasmodium* gestellt wird, der Name *Laverania* total synonym zu *Plasmodium* und darf nicht in anderem Sinne gebraucht werden, obwohl später andere Arten (*Laverania danilewskyi* und *ranarum*) dazu kommen (cf. Lühe, 1900, p. 99). Hiergegen verstösst Doflein (1901, p. 149), der die Gattung *Laverania* mit der Species *L. ranarum* in seinem Lehrbuch aufführt.

Leider habe ich hier in Rovigno keine Litteratur, um auch die Namengebung des bisher als *Proteosoma* bezeichneten Malariaparasiten der Vögel nach den Nomenclaturregeln festzustellen, wenn ich ihn ebenfalls zur Gattung *Plasmodium* stelle. Soweit ich es beurtheilen kann, kommt die Namengebung Danilewsky's nicht in Frage, weil er garnicht auf dem Boden der binären Nomenclatur steht (eine Vorbedingung für die Berücksichtigung von Namen in der Litteratur). Er spricht von einem „Cytosporon malariae avium“ und von einem „Polymitus malariae avium“, ebenso wie er von Pseudovacuoelae und Pseudospirillis spricht, denkt aber kaum, diese Namen als zoologische Gattungsnamen zu gebrauchen. Dieser Auffassung ist seiner Zeit nicht nur Labbé (99 p. 80) gewesen, sondern wie ich mich aus meiner Thätigkeit bei der Generalredaktion des „Thierreich“ erinnere, die letztere. Ich halte daher die Ausgrabung des Namens *Cytosporon* für den Vogelmalariaparasiten durch von Wasielewski für unrichtig. Der Speciesname *malariae* kann natürlich bei der Einreihung des Parasiten der Vogelmalaria in das Genus *Plasmodium* nicht beibehalten werden, weil der Quartanparasit schon so heisst. Wie v. Wasielewski¹⁾ nachweist (1901, p. 69), kommt der Name *danilewskyi* auch nicht in Frage, weil er total synonym zu *Haemoproteus danilewskyi* (bei Labbé *Halteridium*) (Grassi & Feletti, 1890) ist. Nach den Forschungen Lühe's (nach freundlicher brieflicher Mittheilung) ist *Haemamoeba praecox* Grassi & Feletti 1890 (in Boll. mens. Accad. Catania fasc. 14, p. 2) der älteste Name für den als *Proteosoma* bisher bezeichneten Parasiten, und müsste hiernach der Malariaparasit der Vögel *Plasmodium praecox* (Grassi & Feletti) heissen. Dass der andere Parasit der Vogelblutkörperchen, der am bekanntesten unter dem Namen *Halteridium* ist, eine besondere Gattung repräsentirt, halte ich auch für richtig. Wie v. Wasielewski nachweist (1901, p. 69), ist der prioritätsberechtigende Name desselben *Haemoproteus* Kruse.

Ebenso wie Grassi (1901), v. Wasielewski (1901) und andere, bin ich auch der Ansicht, dass beide Vogelparasiten (*Plasmodium praecox* und *Haemoproteus danilewskyi*) zahlreiche Varietäten bei den verschiedenen Wirthen aufweisen dürften. Andern Orts werde ich ausführlicher hierauf zurückkommen.

Zu den vier Arten von *Plasmodium* dürfte als fünfte noch der von Koch (98) entdeckte und von Kossel (99) genauer studirte Affenparasit hinzukommen, obwohl

¹⁾ Die Figuren Kruse's beziehen sich sämmtlich auf den hantelförmigen Parasiten der Vogelmalaria, der nach v. Wasielewski wieder (an Stelle von *Halteridium*) *Haemoproteus* heissen muss. Der Name „*danilewskyi*“ stammt aber nicht von Kruse, sondern von Grassi & Feletti (1890 in: Boll. mens. Accad. Catania, fasc. 13, p. 4, *Laverania danilewskyi* = *Halteridium*). Letztere sind also die Autoren (Lühe).

wir seine Schizogonie noch nicht kennen. Seine Gameten stimmen aber gut mit den Malariagameten überein. Laveran hat diese Art *Haemamoeba Kochi* getauft. Lühe (1900) will sie auch zu *Plasmodium* stellen. Sie heisst dann *Plasmodium Kochi* (Laveran).

Der Zeugungskreis von *Plasmodium vivax*.

1. Die Sporozoiten.

Auf den Bau der reifen Oocyste wird in einem späteren Abschnitt eingegangen werden. Es sei hier schon erwähnt, dass meine Befunde sich, was diesen Theil der Parasitenentwicklung anbetrifft, fast vollständig mit den Resultaten Grassi's (1900, 1901) decken. Schon Grassi vermuthet, dass die Sporozoiten in der reifen Oocyste sich durch aktive Bewegungen aus ihrer radiären Anordnung um die Restkörper entfernen. Diese Vermuthung kann ich nach Beobachtungen lebender Oocysten bestätigen. Bei Zimmertemperatur (ca. 20—24° C.) sind diese Bewegungen innerhalb der Cyste nur sehr träge; die einzelnen Sporozoiten krümmen sich hier und da sichelförmig zusammen, schieben sich auch gelegentlich etwas vorwärts oder zeigen peristaltische Kontraktionen. Bei erhöhter Temperatur werden die Krümmungen lebhafter und können bei 40—42° C. ganz bedeutende Schnelligkeit erreichen, sodass die Bewegungen der einzelnen Sichelkeime nicht mehr zu erkennen sind, sondern der ganze Cysteninhalt zu strudeln scheint. Lange hält (bei der Untersuchung in physiologischer Kochsalzlösung) diese kontraktorische Erregung nicht an, nach $\frac{1}{2}$ —1 Stunde wird sie langsamer und hört schliesslich ganz auf. Die Sporozoiten sind dann alle in mehr oder weniger gerade gestrecktem Zustande abgestorben.

Die schon in den Speicheldrüsen befindlichen Sporozoiten sind widerstandsfähiger, sie bleiben bei Zimmertemperatur in physiologischer Kochsalzlösung 10—12 Stunden beweglich; auch bei ihnen ist die kontraktorische Erregung bei Temperaturerhöhung zu beobachten; sie hält hier 3—4 Stunden an.

Da ich andere Unterschiede zwischen den aus reifen Oocysten und den aus den Speicheldrüsen ausgetretenen Sporozoiten nicht gefunden habe, hat die folgende Schilderung des Baues und der Lebenserscheinungen dieser Entwicklungsstadien für beide Gültigkeit. — Die Gestalt der reifen Sporozoiten ist im Ruhezustande langgestreckt spindelförmig oder schwach sichelförmig gekrümmt, doch wechselt dieselbe, wie wir sehen werden, bei den Bewegungen nicht unbedeutend. Die Länge des gestreckten Keimes schwankt auch zwischen nicht engen Grenzen und zwar bei demselben Individuum sowohl (infolge von Kontraktionen) als auch bei gleichen Bewegungsstadien verschiedener Individuen. Die durch zahlreiche Messungen gefundene Mittellänge gestreckter Keime beträgt ca. 14 μ , die Minimallänge 10 μ , die Maximallänge 20 μ . Der mittlere Querdurchmesser wechselt zwischen 1 und 2 μ . Das Lichtbrechungsvermögen des Plasmas ist nicht unbedeutend, es wird bei der Kontraktion des Körpers merkbar erhöht. Die beiden Enden der Spindel laufen, je nach der Kontraktion mehr oder weniger spitz zu, das bei der Bewegung nach vorn gerichtete Ende ist aber fast stets sehr fein zugespitzt und schien mir oft durch etwas stärkere Lichtbrechung von dem Hinterende unterschieden zu sein. Bei Anwendung stärkster Vergrösserung, stärksten künstlichen Lichts und geeigneter Blendung, erscheint das Plasma nicht

homogen, sondern gleichmässig fein granuliert; und zwar laufen die Granulationen in parallelen Reihen über die ganze Länge des Körpers, wobei sie hinten und vorne konvergieren und undeutlich werden. Bei Sublimatfixierung und starker Färbung (z. B. Eisenhaematoxylin) stellt sich diese Granulation als feinstes Netzwerk paralleler Maschen dar, sodass ich die Struktur des Sporozoitenplasmas für eine alveoläre (im Sinne Bütschli's (92)) halte. Die im Leben sichtbaren Körnchen stellen wahrscheinlich die Knotenpunkte der Netzmaschen (Ecken zwischen den Alveolen Bütschli's) dar. Die Weite der letzteren beträgt etwa $\frac{1}{4} \mu$. Weiteres über ihre Anordnung kann man bei der Kleinheit des Objekts auch mit den stärksten Vergrößerungen nicht wahrnehmen. Es machen die mannigfaltigen Bewegungen der Sporozoiten das Vorhandensein eines differenzierten Ectoplasmas (wie bei Gregarinen, manchen Coccidien und Haemosporidien) wahrscheinlich, doch wahrnehmbar ist dasselbe nicht.

Der Kern liegt beim ruhenden Keim gewöhnlich in der Mitte, an der breitesten Stelle der Spindel; er ist meist oval, mit seiner Längsachse in die Längsachse des Keimes gestellt, doch kann sowohl seine Lage als seine Gestalt bei den Kontraktionen verändert werden (cf. Fig. 2—12, Taf. IV, 41—44, Taf. V). Am lebenden Objekt zeigt er sich als glatt conturirtes, von feinen Granulationen erfülltes Bläschen, dessen Lichtbrechung etwas die des Plasmas übertrifft (Fig. 1, Taf. IV). Beim konservierten Sporozoiten (Fig. 41—44) ist der Kern mit allen Kernfarbstoffen gut färbbar. Es zeigt sich dann, dass die stärker lichtbrechenden Granulationen das Chromatin darstellen, welches wie das Plasma netzartig angeordnet erscheint. Die einzelnen Chromatinkörperchen sind nicht von gleicher Grösse; sie scheinen bei den Kontraktionen des Keimes bald zu grösseren, bald zu kleineren Klumpen zusammengefügt zu werden (Fig. 41 bis 44) und können so mannigfaltige Konfigurationen annehmen, auch bei mangelhafter Konservierung zu einem einzigen nucleolusartigen Körper verschmelzen¹⁾. Das Vorhandensein eines besonderen Nucleolus oder eines Karyosoms habe ich nie, auch nicht mittelst Osmiumsäure, mit Sicherheit feststellen können. Ich halte den Bau des Sporozoitenkerns ebenso wie den des Plasmas für einen alveolären, mit gleichmässig die aus Linin gebildeten Alveolenwände erfüllendem Chromatin. Der Bau des Sporozoiten stimmt hiernach in allen wesentlichen Punkten mit dem der Coccidien-Sporozoiten (Schaudinn, 1900, p. 219) überein.

a) Die Bewegungen der Sporozoiten.

Für das Studium der Bewegungen der Sichelkeime traf ich Anfangs keine besonderen Vorkehrungen. Der mit reifen Cysten bedeckte Darm der Mücke oder die Speicheldrüsen wurden in physiologischer Kochsalzlösung zerzupft. Hierbei platzten schon manche Cysten und entleerten ihre Sporozoiten und Restkörper in die Flüssigkeit,

¹⁾ Cf. Grassi (1901, p. 163), er schreibt: „Mittels Färbung des ganz oder beinahe reifen Sporozoiten nach der Romanowsky'schen Methode habe ich mehr als ein Chromatinkörperchen wahrgenommen; bald waren nur zwei von einander entfernte, bald drei, vier etc. solcher Körperchen in einer Reihe wahrzunehmen. Nur in Ausnahmefällen boten einzelne Amphionten (Oocysten) bei allen Sporozoiten einen scheinbar mit einem einzigen Chromatinkörperchen ausgerüsteten Kern dar.“

bei anderen half ein leichter Druck auf das Deckglas nach. Später benutzte ich, durch Grassi's Angaben angeregt, die Kochsalzlösung mit Zusatz von Eiweiss und untersuchte im hängenden Tropfen. Zuletzt habe ich nur noch in menschlichem Blut, das durch frisches Serum verdünnt war und unmittelbar vor der Untersuchung entnommen wurde, die Sporozoiten untersucht und sie hierin auf dem geheizten Objektisch am längsten am Leben erhalten, zweimal habe ich auch nach zahlreichen Misserfolgen das Eindringen des Sporozoiten in das Blutkörperchen und die Umwandlung in einen Schizonten in sechsständiger kontinuierlicher Beobachtung direkt verfolgt.

Ebenso wie bei den Sporozoiten der Coccidien unterscheidet man bei den Keimen des *Plasmodium vivax* zwei Arten von Bewegungen, nämlich Gestaltsveränderungen an Ort und Stelle und Vorwärtsbewegungen.

Bei den ersteren finden wir zwei verschiedene Arten: Krümmungen und peristaltirte Kontraktionen.

Besprechen wir zunächst die Krümmungen, so fällt besonders auf, dass vorwiegend die vordere Hälfte des Sporozoiten hierzu befähigt ist. Fig. 3—6 demonstriert besser als eine lange Beschreibung der Art dieser Bewegung. Ebenso wie bei den Coccidien findet die Beugung langsam und kontinuierlich, die Streckung plötzlich und ruckweise statt, nur mit dem Unterschiede, dass die ganze Bewegung bei den Malaria-parasiten schneller und häufiger stattfindet (besonders gesteigert bei erhöhter Temperatur). Die Krümmung erfolgt meist nach derselben Seite; ist nur das Vorderende theilhaft, so entsteht die Form einer 9 oder eines C, nimmt auch das Hinterende daran Theil, so entsteht bei starker Krümmung ein Bild wie Fig. 8, das einem griechischen Omega (Ruge) ähnelt. Oft erfolgt die Krümmung nicht in einer Ebene, sondern das Vorderende beugt sich aus der Ebene des Hinterendes heraus; dies kann so stark werden, dass das Vorderende senkrecht auf der Ebene des Hinterendes steht. Bei noch weitergehender Ueberdrehung des Vorderendes kommt es sogar zu korkzieherartigen Formen (Fig. 11, 12) (besonders bei erhöhter Temperatur kann man dann die Entstehung schlängelnder Bewegung verfolgen).

Die zweite Art der Gestaltsveränderungen der Sporozoiten besteht in ringförmigen Einziehungen, die unter starker Kontraktion des Keimes peristaltisch vom Vorderende zum Hinterende verlaufen. Oft erfolgt dieses Gleiten der Kontraktionswelle mit grosser Schnelligkeit; man bemerkt nur, wie blitzartig ein Buckel von vorne nach hinten fliesst. Bei langsamen Kontraktionen ist häufig die eine Verdickung noch nicht am Hinterende angelangt, wenn die zweite und selbst eine dritte schon ihre Wanderung am Vorderende beginnt (vergl. Fig. 9 u. 10). Ob die korkzieherartige Krümmung nicht durch eine Kombination der beiden beschriebenen Bewegungen zu Stande kommt, konnte ich bei der Schnelligkeit ihres Entstehens nicht entscheiden.

Schon diese beiden Arten der Gestaltsveränderungen ergeben bei ihrem vereinigten Auftreten, namentlich, wenn sie sich schnell abspielen, ein solches Chaos von Bewegungsformen, dass es schwer fällt, die beiden Grundformen zu erkennen. Zum Glück treten sie aber, wie erwähnt, wenn kein Reiz auf die Sporozoiten ausgeübt wird, auch getrennt auf und spielen sich oft langsam ab.

Hinzu kommt nun, um das Bild noch komplizirter zu gestalten, die dritte Art

der Bewegung, die Locomotionsbewegung. Um sie leichter zu beobachten, empfiehlt es sich, das als Beobachtungsmedium dienende Blut nur wenig zu verdünnen, weil dann die Gestaltsveränderungen langsamer erfolgen und weniger störend wirken. Sie erfolgt genau so, wie bei den Gregarinen und den Sichelkeimen der Coccidien durch Abscheidung von Gallerte am Hinterende; ebenso gut wie dort kann man sie auch hier beobachten. Oft finden sich auf der Oberfläche des Sichelkeimes irgend welche kleine Fremdkörper; schon vor dem Beginn der Bewegung bemerkt man, wie dieselben längs des Sporozoiten nach hinten gleiten (Fig. 1). Sobald sie am Hinterende angelangt sind, schiebt der Keim, unter Zurücklassung einer breiten Gallertspur (die man bei künstlichem Licht und starker Abblendung ohne Schwierigkeit sieht) sich vorwärts. In der Fig. 1 zeigen die nach hinten gerichteten Pfeile die Bewegung der abströmenden Gallerte mit den daran haftenden kleinen Fremdkörpern, der vordere die Bewegungsrichtung des Sporozoiten an. Ebenso wie bei den Sporozoiten der Coccidien erfolgt die Gleitbewegung nicht kontinuierlich, sondern in Intervallen, während der Ruhepausen treten dann die Knickbewegungen und Kontraktionen in ihr Recht. Bei Reizung der Sporozoiten scheinen aber alle drei Modi kombinirt zu werden und kommt dann eine verwirrende, wackelnde, tanzende und schlängelnde Locomotion zu Stande.

In der Litteratur findet man nur wenige Bemerkungen über die Bewegungen der Sporozoiten der Malariaparasiten, speziell über die des *Plasmodium vivax* habe ich gar keine gefunden. Grassi (1901, p. 170) spricht von schlängelnden Bewegungen und S-förmiger oder kreisförmiger Biegung der Malaria-Sporozoiten (ohne Angabe, welcher Art). Er beobachtete ferner, dass die Sporozoiten, welche infolge des Druckes der unter dem Mikroskope sich spaltenden Cysten frei werden, durch minimale Menge von einer klebrigen und gallertartigen Substanz in einzelnen Bündeln zusammengehalten werden und sagt hierbei: „Die Substanz erinnert an den von Schaudinn bei den Coccidiensporozoiten gewonnenen Befund; diese sowie die Gregarinen sondern aus ihrer ganzen Oberfläche eine klebrige und gallertartige Substanz ab, mit Hilfe deren sie sich vorwärts bewegen. Es ist daher wahrscheinlich, dass auch die Sporozoiten der Malariaparasiten die Fähigkeit besitzen, sich nach vorn hin zu bewegen, jedoch habe ich dies nicht mit Sicherheit wahrnehmen können.“ Seine Vermuthung war nach den vorher mitgetheilten Beobachtungen richtig.

Genauer sind die Sporozoiten der Vogel malaria (*Plasmodium praecox*) untersucht. Ross (99 u. a. O.) vergleicht sie mit Trypanosomen, schildert aber die Bewegung nicht genauer. Ruge (1901, p. 189) untersuchte sie in Sperlingsblut bei hoher Temperatur (41° C.). „Sie wirbelten lebhaft zwischen den roten Blutkörperchen herum, bohrten auch an ihnen herum, drangen aber weder ein, noch hefteten sie sich auch nur an die Oberfläche an. Sie nahmen bald die Form eines griechischen ρ , bald die eines liegenden griechischen σ an etc.“ Am genauesten wurden dieselben Parasiten bisher von Grassi (1901, p. 171) untersucht; es stimmt seine Beschreibung gut mit meinen Beobachtungen bei *Plasmodium vivax* überein. Er konstatierte ebenso wie ich die drei schon von den Coccidien her bekannten Bewegungsarten. Die Verschiedenheiten zwischen seinen und Ruge's Befunden erklärt er dadurch, dass letzterer die Sporozoiten bei höherer Temperatur gehalten habe, was ich auch für richtig halte.

b) Versuche über das Eindringen der Sporozoiten in die Speicheldrüsen der Mücke.

Durch die Untersuchungen von Ross, Grassi, Bignami, Bastianelli, Koch, Ruge u. A. wurde in übereinstimmender Weise für verschiedene Malaria-parasiten (des Menschen und der Vögel) nachgewiesen, dass die Sporozoiten nach dem Platzen der Oocystenhülle durch den Körper des Wirths zerstreut werden, aber in kurzer Zeit sich in den Speicheldrüsenzellen versammeln. Für die Zerstreung durch das Lakunar machte man wohl mit Recht den Blutstrom verantwortlich. Der Eintritt in die Speicheldrüsen dürfte aber, wie Grassi vermuthet, nur durch ihre aktive Bewegung bewerkstelligt werden. Die eigenthümliche Anziehungskraft, die von den Speicheldrüsenzellen oder wahrscheinlicher von dem Sekret derselben ausgeübt wird, erklärt Grassi für eine Chemotropismuserscheinung. Im Hinblick auf diesen Gedankengang schien es mir interessant, das Verhalten der aus den Cysten ausgetretenen Sporozoiten zu den Speicheldrüsen experimentell, im Präparat, zu prüfen. Ich brachte viermal zu einer Aufschwemmung von lebhaft beweglichen, aus Cysten stammenden Keimen in Kochsalzlösung herauspräparirte Speicheldrüsen, konnte aber nur einmal die Beobachtung machen, dass die Sporozoiten sich in grösserer Menge um die Drüsenzellen versammelten und unter bohrenden Bewegungen einzudringen versuchten. Ich gebe eine kurze Beschreibung aller vier Versuche:

I. Ein Darm mit sechs reifen Cysten (11 Tage nach Infektion) wird auf einem Deckglas in einem Tropfen Kochsalzlösung zerzupft, die trübe Flüssigkeit gut ausgebreitet und auf die Oeffnung der feuchten Kammer gelegt. Die Untersuchung ergibt, dass die Sporozoiten lebhaft beweglich sind, hier und da an Darmepithelzellen oder Fragmenten derselben bohrende Bewegungen ausführen, auch durch einzelne Plasmatröpfchen durchdringen. Nun wird das Deckglas gelüftet und an einer Ecke mit der Präparirnadel einige Tubuli der Speicheldrüse einer anderen Anophele untergeschoben. Es wurde weder eine Steigerung der Beweglichkeit noch eine grössere Ansammlung der Sporozoiten in der Nähe der Speicheldrüsen beobachtet. Hier und da stiessen die Keime auch an die Drüsenzellen und führten Bohrbewegungen aus, aber nicht mehr als bei anderen Zellen der Emulsion.

II. Da ich vermuthete, dass die Darmepithelzellen störend wirken könnten, verdünnte ich beim zweiten Versuch den Darmbrei stärker (der Darm war auch mit zahlreichen, nicht gezählten Cysten besetzt) und sog unter dem Mikroskope mit einer Kapillare möglichst nur die flüssigen Partien des Tropfens ab. Die Aufschwemmung der Sporozoiten war auch relativ arm an Zellfragmenten. Dieses Mal wurden die Speicheldrüsen derselben Mücke, deren Darm benutzt wurde (9 Tage nach Infektion), die aber noch frei von Sporozoiten waren, unter das Deckglas in die Emulsion gebracht. Sporozoiten, die lebhaft beweglich waren, zeigten dasselbe Verhalten gegen die Speicheldrüsen wie beim ersten Versuch.

III. Es wurde noch vorsichtiger wie beim zweiten Versuch die zu starke Beimengung von Zellfragmenten bei der Aufschwemmung zu vermeiden gesucht. Der zum Versuch benutzte Darm (10 Tage nach Infektion) war reich an Cysten, er wurde

der Länge nach gespalten und versucht von innen möglichst viel vom Epithel durch vorsichtiges Abschaben zu entfernen; erst dann wurde er in einem anderen klaren Tropfen zerzupft, die von Zellfragmenten am meisten freien Theile des Tropfens abgesogen und noch einmal in einem reinen Tropfen aufgeschwemmt. Die Speicheldrüse, die hinzugefügt wurde, stammte von einer anderen Anophele. Das Resultat war dasselbe wie bei I und II.

IV. Die Vorbereitung der Emulsion erfolgte wie bei III, die Speicheldrüsenschläuche stammten von demselben Individuum, sie enthielten bereits eine Menge von Sporozoiten. Die Drüsentubuli wurden zerquetscht, die Sporozoiten traten theilweise aus den Zellen heraus, theilweise blieben sie darin stecken, führten aber auch in dem Sekret Bewegungen aus. Im Verlauf einer Stunde hatten sich um einzelne der isolirten Drüsenzellen oder auch um Fragmente derselben zahlreiche Sporozoiten, theils in radiärer, theils in tangentialer Anordnung angesammelt, andere waren aber ganz frei davon. Manche Sporozoiten drangen vermittelst ihrer peristaltischen und gleitenden Bewegung zwischen den Sekrettröpfchen in die Zellen ein und bewegten sich lange darin herum. Doch gewann ich auch aus diesem Versuch nicht die sichere Ueberzeugung, dass das Sekret der Speicheldrüsen einen richtenden Einfluss auf die Sporozoiten ausübt, wenn ich auch das Vorhandensein eines Chemotropismus nicht für unwahrscheinlich halte.

Leider verbot das kostbare, noch für andere Versuche zu verwerthende Cystenmaterial die Anstellung noch weiterer Experimente, wenigstens vorläufig. Ich theile diese fragmentarischen Experimente hier nur mit, um vielleicht andere Forscher zur weiteren Prüfung dieser physiologisch hoch interessanten Frage des Chemotropismus durch das Experiment zu veranlassen. Ich bin überzeugt, dass Jemand, der sich auf diese Frage beschränkt, mit etwas reicheren Material zum Ziele kommen wird.

c. Versuche über das Eindringen des Sporozoiten in die rothen Blutkörperchen des Menschen.

Da die ungeschlechtlichen Generationen des Malariaparasiten in den rothen Blutkörperchen leben, ist es wahrscheinlich, dass die durch den Stich der Mücke in das Blut gelangenden Sporozoiten aktiv in die Erythrocyten eindringen. Grassi (1900 u. a. O.) nimmt wegen des von den Merozoiten abweichenden Baues des Sporozoiten an, dass derselbe sich nicht direkt zu einem Schizonten entwickelt, sondern vorher sich auf andere Weise (durch Theilung, Knospung oder Conitomie) vermehrt und dass erst seine Abkömmlinge sich in die bekannten Schizonten umwandeln.

Die Bewegungen der Sporozoiten stimmen, wie vorher nachgewiesen, vollständig mit denen der Coccidien überein und sind ebenso wie dort in hervorragender Weise geeignet, um das Eindringen in andere Körper zu bewerkstelligen. Das Einbohren in Plasmakörper kann ferner leicht unter dem Mikroskop verfolgt werden. Warum sollte man nicht auch das Eindringen in Erythrocyten direkt beobachten können? Umsomehr, als die Sporozoiten unter den künstlichen Bedingungen des Präparats oder der feuchten Kammer lange beweglich bleiben und überhaupt sehr widerstandsfähig

sind¹⁾. Die bisherigen Untersucher (nur Vogelmalaria) waren zu keinem sicheren Resultat gelangt. Ruge (1901), der die Sporozoiten von *Plasmodium praecox* bei 41° C. in einer Aufschwemmung von Kanariensblut in Kanarienserum untersuchte, beobachtete, dass die Sichelkeime zwar an den Blutkörperchen herumbohrten aber nicht eindringen. Vielleicht war die hohe Temperatur an dem Misslingen der Beobachtungen schuld. Grassi (1901, p. 171) isolirte die Speicheldrüsen mit den Sichelkeimen von *Plasmodium praecox* (Vogelmalaria) in Kochsalzlösung und fügte zu dieser Aufschwemmung der Sporozoiten einen Blutstropfen eines Sperlings hinzu. Er beobachtete bei Zimmertemperatur und sah, dass die Sporozoiten vorwärts rückten, durch komplizierte Bewegungen zwischen die rothen Blutkörperchen hineinschleichen. Manchmal schien es ihm, dass sie Bewegungen anstellten, um in die Erythrocyten hineinzugelangen. — Ich berichte nun in Kürze über einige meiner eigenen Versuche. Das Sporozoiten-Material stammte ausschliesslich aus selbstgezogenen Anophelen, die mit *Tertiana*-Gameten meines Dienstmädchens infiziert waren.

I. Infizierte Speicheldrüsentubuli (15 Tage nach der Infektion) werden in Kochsalz-Eiweisslösung zerzupft (bei Zimmertemperatur), der kleine Tropfen der Emulsion wird mit einem Deckglas bedeckt und vom Rande her ein kleiner Tropfen meines eigenen Blutes zugesetzt; die Blutkörperchen werden vom Rande her durch die Diffusionsströmungen in die Aufschwemmung der Sporozoiten und Speicheldrüsenzellen hineingerissen und unregelmässig darin vertheilt. Nachdem Ruhe eingetreten war, zeigte die Beobachtung, dass viele Sporozoiten in lebhafter, wackelnder Bewegung (theilweise Molekularbewegung?) zwischen den ziemlich stark deformirten Blutkörpern vertheilt waren. Schon nach einer halben Stunde hörten die Bewegungen der Sporozoiten allmählich auf, sie wurden blasser, zerfielen theilweise in Körnerreihen. Versuche des Eindringens in die Blutkörper wurden nicht beobachtet.

II. Infizierte Speicheldrüsentubuli (18 Tage nach der Infektion) werden in Blutserum bei 36—37° C. auf dem heizbaren Objektisch in der Mitte eines Deckglases zerzupft, hierauf ein kleines Tröpfchen meines eigenen Blutes hinzugefügt und umgerührt. Dann wurde das Deckglas auf einen im Thermostaten vorgewärmten Objektträger gelegt und sofort mit Vaseline umrandet. Bei der Beobachtung auf dem geheizten Objektisch (37°) zeigten die spärlich vorhandenen Sporozoiten sich recht gleichmässig zwischen den Erythrocyten und Speicheldrüsenresten vertheilt. Die rothen Blutkörper waren gut erhalten, die Bewegungen der Sporozoiten sehr verschieden, theils langsam, theils lebhaft schlängelnd; manche waren schon abgestorben, bei anderen hielten die Bewegungen noch länger als 2 Stunden an. Nach 3 Stunden zeigte sich bei allen körniger Zerfall, es war keine Bewegung mehr im ganzen Präparat. In Blutkörper war kein Sporozoit eingedrungen.

III. Sehr stark infizierte Speicheldrüsentubuli (12 Tage nach der Infektion) werden

¹⁾ Cf. Ruge (1901) p. 189, der von den Sporozoiten der Vogelmalaria (*Plasmodium praecox*) schreibt: „Die gut beweglichen Sichelkeime zeigten sich gegen vorübergehende Schädigungen ziemlich widerstandsfähig. Wenn sie bei 37° C. eingetrocknet und erst nach 5 Minuten wieder aufgeschwemmt wurden, so waren sie noch beweglich. Sie vertragen selbst ein kurzes Eintrocknen bei 60°. Auch ein Zusatz von 1/2% Formalin hatte keinen Einfluss auf ihre Beweglichkeit etc.“

auf dem heizbaren Objektisch in der Mitte eines Deckglases in wenig mit Blutserum verdünntem Blut (von mir) zerzupft (Temperatur $36-37^{\circ}$), die Aufschwemmung wird ausgebreitet und das Deckglas auf eine vorgewärmte, mit grünen Algen beschickte, feuchte Kammer gebracht. Die Sporozoiten waren sehr ungleichmässig zwischen den dicht gelagerten Blutkörpern vertheilt, zeigten theilweise gar keine, theilweise sehr lebhaft Bewegung, so stark, dass in einzelnen Haufen derselben die einzelnen Individuen nicht erkennbar waren, sondern nur ein Kribbeln zu beobachten war. Während einzelne Sporozoiten schon nach einer halben Stunde zerfielen, waren bei anderen noch nach 6 Stunden (die feuchte Kammer wurde im Thermostaten bei 37° gehalten) lebhaft Bewegungen zu bemerken, dann nahmen sie aber allmählich ab und nach 8 Stunden war vollkommene Ruhe in dem Präparat eingetreten. Die Blutkörperchen waren theilweise noch gut erhalten, aber in keinem fand ich einen Sporozoiten. Auch während der oft wiederholten Beobachtung konnten Bohrversuche der Keime an Erythrocyten nicht festgestellt werden.

IV. Ein mit zahlreichen (ca. 40 geschätzt) reifen Cysten (10 Tage nach der Infektion) besetzter Darm wurde in Blutserum zerzupft, der flüssige Theil der Emulsion mit der Kapillare abgesogen und das Tröpfchen mit einem Tröpfchen frischen Blutes gut vermischt. Alle diese Manipulationen wurden bei $36-37^{\circ}$ auf dem Deckglas in der Mitte des geheizten Objektisches vorgenommen. Da bei allen bisher negativ ausgefallenen Versuchen mein eigenes Blut zur Verwendung gekommen war und die Möglichkeit, dass es sich infolge natürlicher Immunität refractär verhält, nicht ganz von der Hand zu weisen war, benutzte ich dieses Mal das Blut meines Dienstmädchens, das zur Zeit spärliche Tertiana-Gameten enthielt. Die Beobachtung fand wieder in der feuchten Kammer statt, wie bei III. Die Sporozoiten waren in einzelnen Theilen des Präparates sehr gleichmässig zwischen den Blutkörpern vertheilt, an anderen waren sie noch zu Bündeln verklebt. Die Bewegungen waren langsam, doch konnten alle drei Arten derselben gut beobachtet werden. Hier und da schien es mir, als ob einzelne Keime mit ihrer Spitze am Rande eines Blutkörperchens festklebten; weiteres Eindringen war aber nicht zu konstatiren. Die Bewegungen hielten bei einzelnen Sporozoiten 6 Stunden (im Thermostaten) an, andere waren schon früher abgestorben. Nach 8 Stunden befanden sich alle in Ruhe, kein Blutkörperchen war infiziert.

V. Dieser Versuch ist der einzige, welcher ein positives Resultat ergab, insofern, als bei zwei Sporozoiten das Eindringen in das Blutkörperchen direkt verfolgt wurde; ich beschreibe ihn daher etwas genauer. Zur Verwendung kam ein Anophelesdarm, der nur 4 reife Cysten erkennen liess. Das Blut stammte von mir selbst und wurde in folgender Weise in verdünntem Zustande gewonnen. Ich hatte mir beim Rudern eine kleine schmerzhaft Wasserblase an einem Finger der linken Hand aufgedrückt. Nachdem der Darm der Mücke ohne Kochsalzlösung nur mit der spärlichen Leibeshöhlenflüssigkeit derselben auf dem Deckglas, das auf dem geheizten (37°) Objektisch lag, herausgezogen und schnell angesehen war, wurde sofort in die erwähnte Blase an meinem Finger so tief eingestochen, dass in die seröse Flüssigkeit der Blase Blut eintrat und in stark verdünntem Zustande aus der Wunde nach dem Zurückziehen der Nadel hervorquoll. Ein kleines Tröpfchen dieser Flüssigkeit wurde mit der

Nadel auf den Darm gebracht und der letztere schnell unter Zuhilfenahme einer zweiten Nadel unter dem Mikroskop zerzupft. Die mit grünen Algen beschickte feuchte Kammer befand sich zugedeckt im Thermostaten bei 38°. Nachdem die Aufschwemmung der Darmpartikel etwas auf der Fläche des Deckglases vertheilt war und bei schwacher Vergrößerung die Blutkörperchen auch gleichmässig vertheilt erschienen, wurde die feuchte Kammer schnell auf den geheizten Objektisch gelegt, das sie bedeckende Deckglas sofort mit dem die Aufschwemmung tragenden vertauscht und das letztere mit Vaseline umrandet. Die ganze Vorbereitung des Präparates hatte durch die Hilfe meines Präparators, der für die Handreichungen gut eingeübt war, von dem Herausziehen des Darmes bis zur Umrandung mit Vaseline kaum 2 Minuten gedauert.

Das Präparat war sehr gut gelungen, die Blutkörper lagen sehr sperrig, die Sporozoiten waren spärlich vorhanden und recht lebhaft beweglich. Fig. 13 der Tafel IV giebt den Charakter der Aufschwemmung an einer günstigen Stelle gut wieder. Die Sporozoiten sind in den verschiedenen Phasen ihrer Bewegungen skizzirt, wie sie sich zwischen den gut erhaltenen Erythrocyten umher tummeln. Gleich nach Beginn der Beobachtung, ich hatte gerade angefangen den Objektisch zu verschieben, um die verschiedenen Stellen des Präparates abzusuchen, fand ich die Situation, wie sie in Fig. 13 skizzirt ist. In demselben Gesichtsfeld sind zwei Sporozoiten mit ihren Spitzen ein wenig in ein Blutkörperchen eingedrungen. Beide wurden nun abwechselnd während der nächsten Stunden beim weiteren Eindringen beobachtet. Fig. 15a—h stellen das Resultat dieser Beobachtung dar.

Fig. 15a ist das erste Stadium. Während andere frei bewegliche Sporozoiten in der Nähe lebhaft umhergleiten oder ihre Kontraktionen ausführen, ist dieser im Augenblick ganz ruhig und gerade gestreckt; seine feine glänzende Spitze ist in den Rand des Blutkörpers etwas eingesenkt und bewirkt hier eine kleine Einziehung desselben; wenn andere Sporozoiten an diesen Keim anstossen, wird er scheinbar nur passiv bewegt, bei einer kleinen Strömung im Präparat, die das Blutkörperchen mitzieht, wird er wie ein schlaffer Faden nachgeschleppt. Nach einigen Sekunden, nachdem das Blutkörperchen wieder zur Ruhe gelangt ist, bemerkt man, wie eine Kontraktionswelle langsam von vorn nach hinten als Buckel über den Körper des Keimes läuft; dieses Spiel wiederholt sich mehrere Male in kurzen Intervallen, dann beginnt die gerade Spindel sich langsam einzukrümmen, wobei auch fortwährend Kontraktionen über den Körper laufen. Als ihr hinteres Ende das Blutkörperchen berührt (Fig. 15b), schnellt es plötzlich mit einem Ruck wieder zurück in die gestreckte Lage. Während dieses sich nun fortwährend wiederholenden Spieles rückt die Spitze immer tiefer in die zähflüssige Substanz des Erythrocyten hinein; hierbei schwillt sie bald zu einem Knopf an (Fig. 15c), die Oeffnung hierbei erweiternd, bald streckt sie sich bohrend in eine haarscharfe Spitze aus (15d). Die Beugungen des Hinterendes gehen oft so weit, das sie das Blutkörperchen umgreifen (15d). Während der Ruhepausen der Knickbewegung wird das Eindringen durch die Abscheidung der Gallerte am Hinterende unterstützt, die durch den Gegendruck stemmend wirkt. Nachdem der Zellkern auch in das Innere des Blutkörpers hineingelangt war, wurde der Rest des Körpers

ruckartig nachgezogen und mit einem Schlage war der ganze Sporozoit im Blutkörper. Für den ganzen Vorgang des Eindringens hatte der eine der beobachteten Keime etwa 40 Minuten, der andere eine Stunde gebraucht.

Die Gestalt des eingedrungenen Sporozoiten weicht sehr weit von der des freien ab (Fig. 15f). Bald nach dem Eindringen hatten beide beobachteten Keime die in Fig. 15f gezeichnete, gedrunen bohnenförmige Gestalt. In diesem Zustand verweilte der eine Keim länger als 3 Stunden, der andere sogar 5 Stunden in scheinbar vollständiger Ruhe. Ich zeichnete die Umrisse beider mit dem Prisma, nach 2 Stunden deckten sich bei einem die Konturen noch vollständig, der andere war ein wenig zusammengeschrumpft. Im Innern des Sporozoiten waren aber inzwischen einige kleine Veränderungen eingetreten. Das Plasma, welches vorher hier und da mit stärkster Vergrößerung Granulationen erkennen liess, war stärker lichtbrechend und schien vollkommen hyalin. Der Kern, welcher sich früher als fein granulierte matte Blase zeigte, wurde auch stärker lichtbrechend, besonders seine zentralen Theile, während die Granulirung verschwand. Ich gewann die Vorstellung, dass die Körnchen zu einem einzigen kompakten Nucleolus verschmolzen, ohne es aber mit Sicherheit direkt beobachten zu können. Thatsache ist aber, dass nach 3 Stunden der Kern des einen Keims gut doppelt so stark lichtbrechend war als die Kerne der frei beweglichen Keime in der Umgebung. — 3 Stunden nach dem Eindringen fing der eine der beiden Keime an, langsam seine Gestalt zu verändern, hierbei nahm sein Lichtbrechungsvermögen merklich ab. Er rundete sich im Laufe von 20 Minuten kugelig ab und trieb dann während einer halben Stunde an verschiedenen Stellen sehr langsam flache Buckel vor, sodass er bald stumpf dreieckige oder viereckige, bald wieder kugelige oder ovale Gestalt annahm. Er glich in Grösse, Gestalt, Bau und Bewegung jetzt vollständig einem der eingedrungenen Merozoiten (cf. Fig. 15g und Fig. 24f). Diese Bewegungen wurden im Laufe der nächsten 2 Stunden allmählich lebhafter; schliesslich trat auch wie bei dem jungen Schizonten (Fig. 16) eine kleine helle Stelle, eine Vacuole neben dem Kern auf (Fig. 15h), das jetzt hellere Plasma nahm am Ende der Beobachtung (nach 6 Stunden) bereits ein Viertel des Durchmessers des rothen Blutkörpers ein, war also beträchtlich gewachsen (cf. Fig. 15g und 15h). Der zweite Keim war weniger weit in der Entwicklung vorgeschritten, er zeigte noch keine Vacuole. Die Beobachtung musste nun wegen zu grosser Ermüdung der Augen (stärkste Vergrößerung, starkes künstliches Licht) und der Nerven abgebrochen werden. Als ich sie nach einer zweistündigen Unterbrechung wieder aufnahm, waren beide Keime schon stark abgeblasst und zeigten keine Bewegung mehr, von den freien Sporozoiten waren auch die meisten abgestorben, viele bereits im Zerfall. Bei Verschiebung des Präparates fand ich noch 32 infizierte Blutkörper. In allen befanden sich die Keime in ähnlichem Stadium, keiner war weiter vorgeschritten als bis zur Vacuolenbildung, viele weiter zurück. Pigment konnte ich noch in keinem mit Sicherheit nachweisen. Bei einzelnen glaubte ich ein glänzendes Körnchen als Pigment ansprechen zu dürfen, wurde aber bei Einschiebung des Polarisationsapparats immer enttäuscht. 42 Stunden nach Beginn der Beobachtung (die feuchte Kammer war inzwischen in den Thermostaten gebracht) waren alle Sporozoiten körnig zerfallen, auch die eingedrungenen

Keime waren nur noch undeutlich zu erkennen, die Blutkörper waren bereits sehr stark deformirt.

Dieser kurzen Beschreibung der Versuche habe ich nur noch wenige Worte hinzuzufügen. Durch die gelungene Beobachtung des Eindringens der Sporozoiten ist zwar nicht bewiesen, aber wahrscheinlich gemacht, dass der Vorgang im rollenden Blut sich ebenso abspielt, dass also nach dem Stich der infizierten Mücke die Sporozoiten oder ein Theil von ihnen sofort in die Erythrocyten eindringt. Die vollständige UeberEinstimmung indessen, welche das unter künstlichen Bedingungen erhaltene Umwandlungsprodukt des Sporozoiten mit den aus dem Blute bekannten jüngsten Stadien der Schizonten aufweist, macht jedenfalls die Grassi'sche Hypothese, dass den bekannten Generationen der Schizonten noch eine andersartige Generation während der Incubationsperiode vorausgeht, sehr unwahrscheinlich, was aber uns nicht abhalten darf, die hier begonnenen Experimente in grösserem Umfange fortzusetzen. Denn viele Fragen ergeben sich schon bei den wenigen hier mitgetheilten Beobachtungen, von denen ich hier nur einige andeuten will, um Andere zur Vornahme entsprechender Versuche zu veranlassen.

Es ist von Interesse, dass die Versuche mit den aus Speicheldrüsen stammenden Sporozoiten misslangen, obwohl doch in der Natur nur diese die Infektion der Blutkörper bewirken. Ich spreche mit allem Vorbehalt hier folgenden Ideengang aus, um zu seiner experimentellen Prüfung anzuregen. Dass die Speicheldrüsen oder ihr Sekret einen chemotaktischen Reiz auf die Sporozoiten ausüben, ist wahrscheinlich, wenn auch noch zu beweisen (cf. meine Experimente, p. 202). Da die Sporozoiten, wie alle anderen ungeschlechtlichen Stadien der Malariaparasiten im Körper des Menschen, nur die Erythrocyten angreifen, ist es wahrscheinlich, dass dieselben ebenfalls einen chemotaktischen Reiz auf die Parasiten ausüben (aus demselben Wahrscheinlichkeitsgrunde wie bei den Speicheldrüsen). Das Misslingen der Versuche I—III könnte nun so erklärt werden, dass die Reize, die von den Speicheldrüsen ausgehen, stärker waren als die von den in verhältnissmässig geringer Zahl vorhandenen Blutkörpern, während im menschlichen Körper die Sporozoiten schnell mit dem Blutstrom entführt und dem Einfluss des Speicheldrüsensekrets entzogen werden. — Bei dem Versuch IV—V fehlten die Speicheldrüsen, dafür kann hemmend die noch nicht ganz vollendete Entwicklung der Sporozoiten, die ja den Darmcysten entstammten, gewirkt haben. — Auch der Einfluss der Temperatur kann von Wichtigkeit sein und wäre durch ausgedehnte Experimente zu prüfen. Ich erwähnte bereits, dass die Beweglichkeit der Sporozoiten bei steigender Temperatur erhöht wird und dass sich hierbei Unterschiede bei den aus den Speicheldrüsen und den Cysten stammenden Keimen zeigen. Auch die von Ruge (1901) bei *Proteosoma* begonnenen Versuche über die Widerstandsfähigkeit der Sporozoiten wären auf *Plasmodium* auszudehnen und zu erweitern.

Am wichtigsten wären aber Versuche über das Verhalten des Blutes verschiedener Personen gegenüber den Sporozoiten der Malariaparasiten. Die Frage der Immunität, sowohl der erworbenen (Koch) als der angeborenen wäre mit Hilfe der Sporozoiten auf exakte Weise zu prüfen. Hier eröffnet sich noch der Malariaforschung eine weite Perspektive. Die Anregung zu diesem Gedankengang bot mir ein Versuch,

den ich zum Schluss noch in Kürze mittheilen will, obwohl er sehr fragmentarisch ist. Er giebt vielleicht anderen Forschern den Anstoss, auf dem angedeuteten Wege vorzugehen.

Bekanntlich entwickeln sich die Malariaparasiten des Menschen nicht in anderen Thieren, doch ist mir nicht bekannt geworden, ob schon Versuche gemacht sind, das Verhalten der Parasiten selbst im Blute anderer Thiere zu beobachten. Ich benutzte zur Fütterung der infizirten Anophelen ausser anderen kleinen Säugethieren (Maulwürfe, Mäuse) auch Ratten. Die Mücke scheint gerne das Blut dieser Thiere zu saugen. Ich kam auf die Idee, die Ratten als Futterthiere zu benutzen dadurch, dass ich bei im Freien gefangenen Anophelen in dem Blute des Magens nicht selten lebende Trypanosomen fand, die keinerlei Unterschiede von dem gewöhnlichen *Trypanosoma lewisi* zeigten. Es schien mir nun von Interesse, einmal das Verhalten der Sporozoiten von *Plasmodium* im Rattenblut zu beobachten; ich benutzte das letztere zur Aufschwemmung der Sichelkeime einer infizirten Speicheldrüse.

Die Versuchsanordnung entsprach dem Versuch III. Die Sporozoiten waren gut vertheilt zwischen den Blutkörpern und in grosser Menge vorhanden. Die Bewegungen waren anfangs sehr lebhaft, häufig schlängelnd und wackelnd, nach einer Viertelstunde waren aber schon zahlreiche Keime bewegungslos, andere zeigten zwar noch schwache Krümmungen, einzelne waren bereits körnig zerfallen. Ich nahm die feuchte Kammer von dem erwähnten Objektisch herunter, weil ich die Beobachtung für beendet hielt: da aber einzelne Trypanosomen in der Aufschwemmung noch lebhaft beweglich gewesen waren, wollte ich sehen, wie lange diese lebendig bleiben würden und stellte die feuchte Kammer in den Thermostaten bei 37°. Ich erwähne, dass dieser Versuch im Juli dieses Jahres stattfand, also zu einer Zeit, wo mir die Untersuchungen von Laveran und Mesnil (1901) noch nicht bekannt waren. Am anderen Tage, etwa nach 18 Stunden, zeigte sich ein überraschendes Bild. In dem ganzen Präparat waren die abgestorbenen und meist in Körnerreihen zerfallenen Sichelkeimreste in zahlreichen dichten Knäueln angeordnet, während sie vorher gleichmässig zwischen den Blutkörpern vertheilt gewesen waren. Nur an wenigen Stellen lagen die Leichen der Sichelkeime isolirt, meist waren sie zu wirren Haufen von 10—30 Stück zusammengezogen. Fig. 14 giebt eine kleine Partie des Gesichtsfelds an einer besonders charakteristischen Stelle wieder.

Während bisher das Agglutinationsphänomen nur bei Bakterien bekannt war, ist es durch die schönen Untersuchungen von Laveran und Mesnil (1901) in jüngster Zeit auch bei Protozoen nachgewiesen, sodass meine Beobachtung an den Sporozoiten der Malariaparasiten keine grosse Ueberraschung erregt. Ich halte sie nur insofern für wichtig, weil sie die Anregung bietet, der Frage der Immunisirung bei der Malaria auf dem hier beschrittenen Wege näher zu treten. Zunächst wäre es wichtig, die Einwirkung des Blutes von Volksstämmen, bei denen z. B. Koch die erworbene Immunität nachwies, auf die Sporozoiten der Malariaparasiten zu studiren. Viele weitere Fragen ergeben sich ja dann von selbst.

2. Die Schizonten.

Die Zahl der Untersuchungen, welche das Wachsthum und die Vermehrung der im menschlichen Blut lebenden Stadien der Malariaparasiten behandeln, ist so gross, dass sie hier weder einzeln kritisch besprochen werden können, noch über ihre Resultate berichtet werden kann. Da bis zu der Entdeckung der Geschlechtsformen durch Mc. Callum niemand vermuthete, dass im Blut verschiedene Arten von Entwicklungsreihen sich abspielen, beruhen die Resultate sämtlicher bisheriger Untersucher der ungeschlechtlichen Stadien der Tertian-Parasiten¹⁾ auf mehr oder weniger richtiger Kombination von zusammengehörigen mit Einschlebung von garnicht dazu gehörigen Stadien. Alle, ohne Ausnahme, haben die Schizonten, Makrogameten und Mikrogametocyten mehr oder weniger durcheinander gemengt, weil sie alle beobachteten Formen in einer Reihe unterbringen wollten. Während bei den Tropicaparasiten das Wachsthum der Gameten nur sehr selten im peripheren Blut stattfindet, sondern hier nur die Endstadien, also die fertigen Gametocyten als Halbmonde beobachtet werden, ist dies beim Tertianparasiten nicht der Fall. Meine Untersuchungen zeigten, dass in vielen Fällen die Gametenbildung von den kleinsten Stadien an im peripheren Blut zu finden ist (in anderen freilich auch mehr in der Milz), und es gehörten erst komplizirte und langwierige Untersuchungen dazu, um in das Chaos der Stadien Ordnung hineinzubringen und die 3 Formenreihen der Schizonten, Makrogameten und Mikrogametocyten in allen Entwicklungsstufen zu unterscheiden. Aus diesen Gründen würde eine eingehende vergleichend litterarische Würdigung der bisherigen Untersuchungen nicht nur sehr schwierig sein, da man immer nur mit Vermuthungen operiren könnte, sondern auch wenig Werth für die weitere Forschung haben. Auf einzelne neuere Arbeiten werde ich nach Mittheilung meiner eigenen Befunde kurz hinweisen.

Da ich die Resultate meiner Untersuchungen hier möglichst zu einem geschlossenen Bilde des ganzen Entwicklungskreises von *Plasmodium vivax* zusammenfassen will, würde die ausführliche Schilderung des Weges, auf dem ich sie gewonnen habe, sehr verwirrend wirken. Denn natürlich erfolgte die Reihenfolge der Beobachtungen oft in ganz anderer Weise als die zusammenfassende Schilderung sie giebt. Ich kann daher hier nur einige kurze Andeutungen über die Inangriffnahme des ganzen Problems und die Reihenfolge der Fragestellungen, welche die Einzeluntersuchungen leitete, vorausschicken und hier und da Bemerkungen einflechten. Der feste Ausgangspunkt für die Frage nach den Unterschieden der Schizonten, Makrogameten und Mikrogametocyten war die Untersuchung der geschlechtlichen Vorgänge, bei denen nur die beiden letzteren Stadien betheiligt sind (cf. das Kapitel über die Befruchtung). Hierbei ergaben sich die sicheren Unterschiede der ausgebildeten Geschlechtsstadien und der ausgebildeten Schizonten, die sehr genau und unter fortwährender Kontrolle durch andere Fälle untersucht werden mussten. Dann war die

¹⁾ Bei den Tropicaparasiten liegen die Verhältnisse anders, weil hier die Gameten leichter zu unterscheiden waren und daher schon immer eine Sonderbehandlung auch in den älteren Untersuchungen erfahren haben.

nächste Fragestellung: Wann treten die morphologisch differenten Geschlechtsformen auf? Die Recidive ergaben, dass meistens alle drei Formen (Schizonten, Makrogameten und Mikrogametocyten) vermischt vorhanden sind. Aber auch bei sicheren Neuinfektionen, von denen eine bedeutende Zahl zur Untersuchung vorlag¹⁾, ergab sich, dass schon beim 3. Anfall Geschlechtsformen, wenn auch spärlich, auftreten können; da in einem Falle sogar der 1. Anfall einige Gameten zeigte, war es nothwendig, zur sicheren Unterscheidung der Schizonten in ihren jüngeren Stadien noch weiter, also in die Incubationsperiode zurückzugehen. Der Fall des Dr. Kerschbaumer,²⁾ ein Fall aus dem Seehospiz und der Fall des einen, seit der Geburt untersuchten Kindes in Michele di Leme gab hierzu das mühsam zu verwerthende Material. Die Zahl der Parasiten war theilweise noch so gering in den Präparaten, dass eine grosse Zahl derselben zur Auffindung der verschiedenen Wachstumsstadien untersucht werden musste. Nachdem die Unterschiede der heranwachsenden Schizonten von den jungen Gameten festgestellt waren, machte die weitere Durcharbeitung des Materials³⁾ keine grossen Schwierigkeiten mehr.

a. Das Wachsthum der Schizonten.

Die eben in die rothen Blutkörperchen eingedrungenen Merozoiten (sowie Sporozoiten cf. das Kapitel hierüber) haben, nachdem sie sich zur Ruhe gesetzt, rundliche oder unregelmässig polygonale Gestalt (Taf. IV, Fig. 15 g, 24 f, Taf. V, Fig. 45, 46). Ihr Durchmesser schwankt zwischen $1\frac{1}{2}$ und 3μ , wovon etwa $1-1\frac{1}{4}\mu$ auf den kugeligen oder seltener ovalen Zellkern kommen.

Im Leben bemerkt man nur mit stärksten Vergrösserungen eine feine Granulirung des Plasmas, das bedeutend schwächer lichtbrechend ist als die Substanz des rothen Blutkörpers. Daher erscheint der Parasit als heller mattglänzender Fleck in der gelben stärker glänzenden Blutscheibe. Der Kern tritt bei guter Abblendung in starkem künstlichen Licht recht deutlich als stärker lichtbrechendes Kügelchen mit scharfer Begrenzung hervor. Der junge Parasit liegt selten ruhig im Stroma seiner Wirtszelle, sondern wölbt sich bald auf dieser bald auf jener Seite, schneller oder langsamer als Plasmabuckel hervor. Man kann diese bei gewöhnlicher Körpertemperatur (37°) nicht sehr lebhaften Bewegungen durch Erhöhung der Temperatur steigern. Immer sind aber die Bewegungen der jüngsten Schizonten noch sehr träge gegenüber den späteren Wachstumsstadien. Schon am lebenden Objekt sieht man zuweilen um die glänzende Kugel des als Kernkörper gedeuteten Gebildes einen hellen Hof mit scharfer Grenze. Deutlicher treten diese Strukturen aber an den fixirten und gefärbten Präparaten hervor (Taf. V, Fig. 45). Die Plasma des Parasiten, welches bei reiner Methylenblau- oder Romanowsky-Färbung keine feinere Struktur erkennen lässt, erweist sich bei starker Hämatoxylin- besonders Eisenhämatoxylintinktion (Heidenhain) als ausserordentlich fein netzförmig gezeichnet, ein Bild, welches ich für den

¹⁾ Cf. Michele di Leme p. 175.

²⁾ Cf. p. 172.

³⁾ Verwerthet wurden für das Studium der Schizogonie besonders die Fälle 2, 4, 9, 30, 37, 39, 41, 48 in Leme.

optischen Ausdruck eines Alveolenwerkes im Sinne Bütschli's halte. Der intensiv färbbare Kernkörper, den ich in Uebereinstimmung mit den ähnlichen Gebilden bei den Coccidien Karyosom nennen will, ohne damit über irgend welche Homologien etwas auszusagen, ist bei guter Konservierung (feucht) stets von einem schwächer gefärbten, oft farblosen Alveolarsaum umgeben (Fig. 45), der sich gegen das Plasma wie gegen das Karyosom scharf abhebt. Karyosom mit Alveolarsaum stellt nach meiner Auffassung, die aus dem Vergleich mit ähnlichen Kernen anderer Protozoen resultirt, den Kern der Zelle dar. An dem Karyosom vermochte ich auch mit den stärksten Vergrösserungen niemals eine feinere Struktur zu erkennen. Bei Behandlung der lebenden Zellen mit Osmiumsäure tritt es sehr kräftig hervor, d. h. sein Lichtbrechungsvermögen wird durch die Einwirkung dieses Reagens erhöht, eine Eigenschaft, welche auch das Karyosom der jungen Schizonten von *Coccidium schubergi* zeigte (Schaudinn 1900, p. 226). Die Veränderungen, welche ich bei der Beobachtung des Kerns der eingedrungenen Sporozoiten (p. 207) geschildert habe, machen es wahrscheinlich, dass die Bildung dieses Kernbestandtheils in ähnlicher Weise wie bei den Sporozoiten der Coccidien vor sich geht. Bei *Coccidium schubergi* wird nämlich das anfangs ebenso wie bei den Sporozoiten des *Plasmodium* feinkörnige und gleichmässig durch das Alveolensystem der achromatischen Kernsubstanz vertheilte Chromatin in der Mitte des Kerns zu einem kompakten Klumpen, dem Karyosom, zusammengezogen, wobei eine andere Substanz (die wahrscheinlich mit dem Plastin der echten Nucleolen übereinstimmt) das verbindende Medium darstellt. Auch bei den Malariaparasiten scheint ausser Chromatin und Linin (das achromatische Gerüstwerk) noch in manchen Stadien eine dritte Substanz vorhanden zu sein (cf. besonders die Gameten), die ich für nahestehend, wenn nicht identisch mit dem Plastin halte. Bei dem jüngsten Schizonten deckt nun das Chromatin vollständig das Plastin oder ist mit ihm zu einem so innigen Gemenge verbunden, dass es morphologisch nicht unterschieden werden kann. Dies ist der Grund, dass ich die Bezeichnung Karyosom, die wie bei den Coccidien eine Kombination von echtem Nucleolus und Chromatin-körper darstellt, auch bei den Malariaparasiten an Stelle von Kernkörper, nucleolus-artiges Knötchen oder sonst üblicher Bezeichnungen anwende.

Die ersten Veränderungen, welche der junge Schizont während der Beobachtung im Verlauf von 2—3 Stunden erkennen lässt, sind eine Grössenzunahme und das Auftreten eines hellen Raumes, einer Vacuole, neben dem Kern. Es erfolgt im weiteren Verlauf von 2 Stunden die Ausdehnung dieses anfangs winzigen hellen Punktes neben dem Kern zu einer grossen Vacuole, wie Fig. 16, Taf. IV und Fig. 47, 48, Taf. V es zeigen. Diese Vacuole, deren physiologische Bedeutung mit der beginnenden Resorption des Blutkörperchens, auf dessen Kosten der Parasit ja wächst, in Zusammenhang zu bringen sein dürfte und die ich deshalb Ernährungsvacuole nennen will, ist charakteristisch für den jungen Schizonten. Mit ihrer weiteren Ausbildung nimmt der Parasit das Bild eines Ringes an (sogenannter kleiner Tertianring der Autoren). Die Substanz des Blutkörperchens schimmert an dieser Stelle durch, während ringsumher das dichtere Plasma des Parasiten dieses verhindert. Es ist schwer zu entscheiden, ob dieser, von mir als Vacuole bezeichnete Raum wirklich

eine allseitig von Parasitenplasma umgebene Höhle oder nur eine Lücke darstellt. Für die physiologische Auffassung des Gebildes ist die Entscheidung dieser Frage gleichgültig. Einleuchtend bleibt in beiden Fällen, dass die Oberflächenvergrößerung des Parasiten für das schnellere Wachsthum der Schizonten (indem eine grössere resorbirende Fläche geschaffen wird) von Vortheil ist. Wie wir sehen werden, fehlt den Geschlechtsformen diese Vacuolenbildung, sie wachsen auch doppelt so langsam als die Schizonten. Das Auftreten der Ernährungsvacuole dicht neben dem Kern (Fig. 47—49), was viele Beobachter zu dem Irrthum veranlasst hat, sie für den achromatischen Theil des letzteren zu erklären, ist physiologisch auch von besonderem Interesse. In der Nähe des Kerns scheint der Stoffwechsel am regsten zu sein (cf. das erste Auftreten des Pigments an der Kerngrenze bei den Mikrogametocyten in dem Abschnitt über die Entwicklung derselben), wofür wir ja viele Beispiele in der Zellenlehre finden. (Vgl. O. Hertwig, Zelle und Gewebe und besonders Korschelts Arbeit über die Bedeutung des Zellkerns.)

Schon beim Beginn des Schizontenwachsthums, 2—3 Stunden nach dem Eindringen in die Blutkörperchen, machen sich Veränderungen in der Struktur des letzteren bemerkbar. Am lebenden Erythrocyten kann man bei stärkster Vergrößerung eine zarte Vacuolisirung erkennen und hier und da zerstreute stärker lichtbrechende Pünktchen. Diese Pünktchen kann man mit Hämatoxylin (besonders gut Eisenhämatoxylin) und bei dem stärksten Grade (Maurer) der Romanowsky'schen Färbung tingiren, sie färben sich wie das Kernchromatin. Diese durch Schüffner (98) entdeckte, von Maurer (1900), Ruge (1901) und anderen genauer studirte sogenannte Tüpfelung der Wirthszelle der Tertianparasiten ist charakteristisch für diese Art der Malaria parasiten. Sie ist in allen von *Plasmodium vivax* befallenen Blutkörpern, gleichgültig in welchen Stadien die Parasiten sich befinden (Schizonten oder Geschlechtsformen), zu erkennen (in den Figuren ist sie der Uebersichtlichkeit halber meist fortgelassen) und ist wohl ohne Frage ein Produkt der Parasiteneinwirkung auf das Stroma der Wirthszelle. Bei den jungen Parasiten ist die Tüpfelung weniger deutlich entwickelt als bei älteren, auch sind die Tüpfel bei letzteren grösser und leichter färbbar als bei ersteren (cf. Fig. 46, 55b, 72b, 74b)¹⁾, ein Beweis, dass die Erscheinung mit dem Wachsthum des Parasiten oder mit anderen Worten mit der Resorption des Blutkörpers in bestimmter Beziehung steht. Ich will an dieser Stelle gleich die Auseinandersetzungen über diese Tüpfelung vorweg nehmen, bevor ich die weitere Entwicklung der Parasiten beschreibe. Schüffner (98) deutet die Tüpfel als Produkte oder abgeschnürte Theile des Parasiten. Hiergegen hat sich mit Recht Maurer (1901, p. 126) gewandt, weil sie von Anfang an gleichmässig durch die ganze Blutscheibe vertheilt sind und mit dem Grösserwerden des Blutkörperchens beim Wachsthum des Parasiten nicht an Zahl sondern nur an Masse zunehmen. „Es zwingt uns vielmehr diese Erscheinung, anzunehmen, dass das Blutkörperchen die Grundlage der Tüpfel normalerweise in sich birgt, und dass der Tertianparasit, wie auf das ganze Blutkörperchen so auch auf die Grundlage in eigenthümlicher Weise modi-

¹⁾ Cf. auch die Tafel, die Maurer seiner Arbeit beigegeben hat.

fizierend einwirkt.“ Weiterhin sagt Maurer: „Jedenfalls hat die Tüpfelung mit dem Kernreste des Blutkörperchens nichts zu schaffen.“ Während ich dem ersten Theil seiner Anschauungen beipflichte, bin ich bezüglich des letzteren anderer Ansicht. Ich stelle mir das Zustandekommen der Tüpfelung folgendermassen vor: Das Stroma des rothen Blutkörperchens ist gleichmässig fein alveolär strukturirt; die Kernsubstanz, welche vor der Differenzirung des Blutkörperchens einen morphologisch gut begrenzten centralen Zellkern darstellte, hat sich bei der Differenzirung und Verdichtung des Protoplasmas im ganzen Erythrocyten vertheilt und mit dem Plasma innig vermischt (theilweise ist sie vielleicht auch ausgestossen). Nur in Centrum ist zuweilen noch ein färbereich nachweisbarer Rest des ursprünglichen Kerns übrig geblieben. Der junge Tertianparasit entzieht dem befallenen Blutkörper zunächst die am leichtesten resorbirbaren flüssigen Bestandtheile, die durch Flüssigkeitsaufnahme (infolgedessen Quellung, Hypertrophie) aus dem Blutplasma ersetzt werden. Die leicht verdaulichen Bestandtheile des rothen Blutkörperchens sind aber nicht seine Kernbestandtheile, sondern die plasmatischen, wissen wir doch von der Verdauung aller genauer untersuchten Zellen, dass die chromatische Substanz stets am längsten Widerstand leistet. Es kommt also bei der Resorption des Erythrocytenstroma zu einer Art Ausfällung der darin enthaltenen Kernbestandtheile. Das Plasma um sie herum wird verdaut und durch Flüssigkeit von aussen der Raum angefüllt, daher erscheint das Blutkörperchen gröber vacuolisirt und blasser, in jeder Vacuole liegt ein Tüpfel und bei der weiteren Resorption sammelt sich die ausgeschiedene, oder zurückgelassene Kernsubstanz zu immer grösser werdenden Konglomeraten an. Die Hypertrophie des rothen Blutkörperchens, die auch für die Tertianparasiten charakteristisch ist und den anderen beiden Arten der Malariaparasiten fehlt, dürfte durch das schnelle Wachsthum und den bedeutenderen Verbrauch an Nährmaterial seitens des *Plasmodium vivax* bedingt sein. Die resorbirbare Substanz des Blutkörperchens reicht bei weitem nicht aus, die resorbirten Theile werden daher wie bei den Coccidien durch immer stärkere Flüssigkeitsaufnahme ersetzt und das dabei nicht verdaute Stroma der Wirthszelle ausgedehnt. Hierbei erklärt sich die Steigerung der Flüssigkeitsaufnahme durch den geringeren Gehalt der letzteren an Nährsubstanzen gegenüber den zuerst resorbirten Bestandtheilen des Blutkörperchens. Auf die physiologische Deutung des abweichenden Verhaltens bei den beiden anderen Malariaparasiten, das ich durch Grössen- (Tropica) und Wachsthumsdifferenzen (Quartana) erkläre, werde ich in den Abhandlungen über diese Arten genauer eingehen. Leider haben wir nicht die Möglichkeit, die hier angedeuteten Ideen irgendwie durch Experimente zu prüfen, sie müssen daher vorläufig nur Hypothesen bleiben, die ich aber trotzdem aussprechen wollte, um zu ihrer Diskussion anzuregen.

Nach dieser kleinen Abschweifung, zu der uns das Wachsthum der Schizonten geführt hatte, kehren wir zu den letzteren zurück. In den nächsten Stunden nach dem Auftauchen der Ernährungsvacuole wächst der Parasit, indem er seine Gestalt fortwährend ändert, unter Zunahme seiner amöboiden Beweglichkeit. Doch erstreckt sich die Volumzunahme zunächst merkbar nur auf das Plasma; der Kern behält einen Durchmesser von $1-1\frac{1}{2} \mu$, wenn das Thier eine Grösse von $4-6 \mu$ erreicht

hat (Fig. 49, 50, 52). Nicht selten beobachtet man in einem Kern 2 Karyosome (Fig. 51), wie wir bei Besprechung der Schizogonie sehen werden, ist diese Anomalie wahrscheinlich dadurch bedingt, dass ein Merozoit sich abschnürte, bevor die Kernvermehrung vollendet war, oder gerade während derselben¹⁾. Sichere Anzeichen dafür, dass schon in so frühen Wachstumsstadien die Kerntheilung zur Schizogonie beginnt, habe ich nie beobachtet und halte auch die nicht selten gefundenen zweikernigen jungen Schizonten für abnorme Stadien. Die Kerntheilung der Schizogonie hatte noch nicht aufgehört als die einzelnen Merozoiten sich schon ablösten (cf. den Abschnitt über die Schizogonie). Bei starker Infektion des Blutes mit Parasiten findet man häufig Doppelinfektionen und Mehrfachinfektionen eines rothen Blutkörperchen.

Fig. 53 stellt die höchste Zahl von Parasiten, die ich in einem Blutkörper vereinigt fand, vor. Die Parasiten bleiben stets getrennt von einander, Plastogamie kommt bei den Malariaparasiten nicht vor. Obwohl die 4 jungen Schizonten in Fig. 53 dicht gedrängt liegen, sind die Grenzen zwischen den einzelnen Individuen doch deutlich ausgeprägt. Jeder Parasit hat auch seine besonderen Ernährungsvacuole. bei dem unteren ist dieselbe in zwei Theile getheilt. Die Wirkung, welche die vier Individuen auf die Wirthszelle ausgeübt haben, entspricht ungefähr der Wirkung eines Parasiten in einem Wachstumsstadium, dessen Volumen dem der 4 jungen Schizonten zusammen gleichkommt.

Bald nachdem der Schizont die Ringform angenommen hat, treten auch die ersten Produkte der regressiven Metamorphose, die Excretkörner, in seinem Plasma auf. Die krystallinischen Körnchen, welche ja den Malariaparasiten als Pigmentkörnchen ihren besonderen Charakter verleihen, stellen Umwandlungsprodukte der Substanz des rothen Blutkörpers dar, die man wohl hier und da in der Litteratur auch als Melanin bezeichnet findet, obwohl man in der Physiologie unter diesem Namen ganz andere Umwandlungsprodukte des Blutes versteht. Die Entdeckung, dass diese Excretkörner der Malariaparasiten im polarisirten Licht doppelbrechend erscheinen, ermöglicht ihre Erkennung schon beim ersten Auftreten, wenn sie noch kaum wahrnehmbare winzige Körnchen darstellen. Fig. 52 zeigt die ersten kleinen Pigmentstippchen, ein grösseres (rechts) und zwei kleinere (links vom Kern). Die Farbe des Pigments ist bei durchfallendem Licht mehr oder weniger dunkel gelbbraun mit einem Stich ins Olivgrün und schwer durch die Zeichnung wiederzugeben. Das Pigment der Schizonten ist stets spärlicher und feinkörniger als das der Geschlechtsstadien. Während der amöboiden Bewegungen und Plasmaströmungen wird es mehr oder weniger lebhaft umhergeworfen, zeigt aber bei den Schizonten nie die eigenthümlich wackelnde Bewegung wie bei den ♂ Geschlechtsformen. Das weitere Wachstum des Schizonten bis zum Alter von 24 Stunden (Fig. 52—57) bietet nichts besonders Bemerkenswerthes.

Alle Theile des Parasiten nehmen an Grösse zu. Das Pigment wird reichlicher, das Plasma dichter und stärker färbbar, der Kern vergrössert sich auch, ohne im Wesentlichen seine Struktur zu verändern; die Ernährungsvacuole dehnt sich aus, oft

¹⁾ Ich halte die Erscheinung also nur für eine abnorme Doppelbildung.

treten zwei oder drei an ihre Stelle und die amöboide Beweglichkeit nimmt allmählich zu. Hierbei wird die Plasma bald an dieser bald an jener Stelle dichter angehäuft, an anderen verdünnt. Der Kern behält meist seine excentrische Lage an der Peripherie des Ringes bei, oft liegt er scheinbar sogar ausserhalb desselben, doch überzeugt man sich stets, dass er noch durch eine zarte Plasmabrücke mit dem Körper des Schizonten in Verbindung steht. Durch die amöboide Bewegung wird schon in dieser Wachstumsphase die Gestalt des Parasiten oft stark verändert, in die Länge gestreckt (Fig. 53a) oder ganz unregelmässig (Fig. 51, 52). Das Pigment pflegt in den dichtesten Plasmaanhäufungen auch am dichtesten zu liegen, da diese meist die peripheren Theile einnehmen, findet man hier auch das Pigment am reichlichsten. Das ganze Plasma ist mehr oder weniger deutlich alveolär strukturirt, was seinen optischen Ausdruck in einer feinen Reticulirung findet. Die einzige Veränderung, die man nach etwa 24-stündigem Wachsthum am Kern bemerkt, ist, dass in seinen Karyosom, bei diesem oder jenem Parasiten ein oder zwei helle Flecken oder Lücken auftreten (Fig. 56, 57), die ich für Vacuolen halte. Dies spricht für den Beginn einer Flüssigkeitsaufnahme und Auflockerung des Karyosoms bei seinem Wachsthum. Die Wirthszelle ist nach 24 Stunden bereits stark ausgedehnt, abgeblasst und weniger färbbar geworden.

Die nächste Wachstumsperiode (24—36 Stunden der Entwicklung) des Schizonten, die den Höhepunkt seiner vegetativen Thätigkeit darstellt, ist charakterisirt durch eine bedeutende Steigerung seiner amöboiden Beweglichkeit. Er nimmt (Fig. 18, Taf. IV, 58—63, Taf. V) die abenteuerlichsten Gestalten an und ist keinen Augenblick in Ruhe. Das Pigment, das weitere Zunahme erfährt, wird überall umhergeworfen, lange Pseudopodien werden von den verschiedensten Seiten ausgestreckt und wieder eingezogen, grosse Vacuolen treten auf und verschwinden wieder, tiefe Buchten schneiden in die Peripherie ein, um alsbald wieder vom Plasma überströmt zu werden. Kurz, es ist ein wechselvolles, anziehendes Schauspiel, das den Parasiten mit Recht den Namen „vivax“ tragen lässt.

Während der feinere Bau des Plasmas derselbe bleibt, zeigt der Kern einige Veränderungen, die wahrscheinlich schon Vorbereitungen zu seiner Vermehrung darstellen. Bei seinem Wachsthum wird die von der vorigen Wachstumsperiode begonnene Auflockerung des Karyosoms weiter fortgesetzt. Fig. 58—63 demonstirt diesen Prozess leichter als viele Worte. Im Leben zeigt das Karyosom ebenfalls nicht mehr seine kompakte, glänzende Beschaffenheit, sondern es ist fein granulirt und weniger lichtbrechend geworden (Taf. IV, Fig. 18) und daher oft schwerer zu erkennen. Die Vacuolisirung der Karyosoms schreitet so weit fort, dass schliesslich der Kern im optischen Durchschnitt wie von einem feinen gleichmässigen Netzwerk (Fig. 63, 64) erfüllt scheint, dessen Knotenpunkte und Fäden von stärker gefärbten (Chromatin-) Körnchen gleichmässig und dicht erfüllt sind, während die Maschenräume hell erscheinen. Gegen das Ende dieser Wachstumsperiode hört allmählich die lebhaftige Beweglichkeit des Plasmas auf, die Pseudopodienbildung und die Pigmentströmung wird geringer; die Vacuolisirung des Plasmas macht einer dichteren Struktur Platz, der Parasit nimmt mehr abgerundete Gestalt an und wächst nun langsamer, während

in seinem Innern die reproduktive Thätigkeit ihren Anfang nimmt. Das allmähliche Aufhören der vegetativen Thätigkeit geht mit dem ebenso allmählichen Beginn der Vorbereitungen zur Fortpflanzung parallel. Sobald das Wachsthum (nach 42—46 Stunden) ganz aufhört, sind die reproduktiven Vorbereitungen soweit vorgeschritten, dass es in kurzer Zeit zur Vermehrung des Parasiten kommt. Die ersten Andeutungen der Veränderungen, welche zur Schizogonie führen, bestehen in der bereits geschilderten Auflockerung der Kernsubstanz. Die Zeit 36—46 Stunden nach dem Anfall oder 12 bis 2 Stunden vor dem neuen Anfall stellt die Periode des langsamen Wachstums und der Kernveränderungen zur Schizogonie dar¹⁾.

b) Die Kernveränderungen und die Kernvermehrung der Schizonten.

Nachdem der Kern des Schizonten während des lebhaften Wachstums desselben bedeutend an Grösse (etwa von 1—3 μ) zugenommen und eine Auflockerung und Vertheilung der färbbaren Substanzen (Chromatin) in seinem Innern stattgefunden hat, beginnen Umlagerungen der Kernbestandtheile, die zur Ausbildung einer Kernplatte führen. Am lebenden Objekt stellt der aufgelockerte Kern eine sehr schwach lichtbrechende Blase dar, mit gleichmässig feiner Granulirung; bei andauernder Beobachtung bemerkt man, wie diese ursprünglich durch den ganzen Kernraum gleichmässig vertheilte Körnelung ungleichmässig wird und im Verlauf einer Stunde sich nach der Aequatorialebene des Kernes konzentriert, während die anderen Theile hell und homogen erscheinen; zugleich macht sich eine deutliche Abplattung der Kernblase parallel zu dieser stärker lichtbrechenden Aequatorialzone bemerkbar. Fig. 19a, Taf. IV, stellt das Endresultat dieser Vorgänge dar und entspricht in der Deutlichkeit ungefähr der Wirklichkeit. Am konservirten Präparat sieht man einige kleine Einzelheiten mehr, anderes aber weniger deutlich (Fig. 65, 66), das letztere gilt besonders für die Kerngrenze, die im Leben schärfer gegenüber dem alveolären Plasma hervortritt. Deutlicher ist die Konfiguration der Aequatorialplatte durch die scharfe Färbung geworden. In Fig. 65 sieht man bei einem noch wenig abgeplatteten Kern Chromatinkörnchen in parallelen Reihen von Pol zu Pol ziehen, wobei die dicksten Körnchen im Aequator liegen. Fig. 66, die eine fertige Kernplatte darstellt, lässt die Grenzen des sehr abgeplatteten und verbreiterten Kernes nur undeutlich erkennen. Fast alle färbbare Substanz ist in der Platte zusammengedrängt, deren zackiges Aussehen noch

¹⁾ Während des Druckes dieser Arbeit erschien eine Abhandlung von Argutinsky über den Tertianparasiten (in: Arch. mikr. Anat. Bd. 59, p. 345), in der Verfasser auf Grund gefärbter Präparate zu der Ansicht gelangt, dass die Parasiten nicht in den Blutkörperchen sitzen, sondern denselben nur äusserlich angeklebt sind. Die hier geschilderte direkte Beobachtung des Eindringens der Sporozoiten und Merozoiten in die Blutkörper spricht gegen diese Auffassung, ebenso die nicht zu bestreitende Thatsache, dass bei den nächstverwandten Blutparasiten der Vögel der intracelluläre Zustand derselben leicht zu erkennen ist. (Auch alle anderen bekannten Haemosporidien sind während ihres Wachstums intracellulär.) In Präparaten aber (nassen und trockenen) kann man leicht und nicht selten die Parasiten theilweise ausserhalb der Blutkörper finden. Es sind dies Kunstprodukte, die dadurch entstehen, dass die erweichte Substanz des den Parasiten beherbergenden Erythrocyten durch Kapillarattraktion auf das Deckglas gezogen und hierbei von dem zäher flüssigen Parasiten mehr oder weniger abgestreift wird. Man kann dies beim Eintrocknen frischer Präparate leicht direkt beobachten. In meinen späteren Abhandlungen über die anderen Malariaparasiten komme ich ausführlicher auf diese Angelegenheit zurück.

auf ihre Entstehung aus einzelnen Körnchen hinweist. Bei grosser Anstrengung sieht man auch Spuren einer parallelen Anordnung der achromatischen Theile des Kerns, besonders bei starker Eisenhaematoxylintinktion.

Am lebenden Objekt bemerkt man, dass im Laufe von etwa 20 Minuten die Aequatorialplatte breiter wird und dass in ihrem Aequator hier und da kleine Lücken, wie Vacuolen, auftreten, die sich weiter ausdehnen, mit einander zu verschmelzen scheinen und schliesslich eine Spaltung der Platte zu Stande bringen. Im Verlauf einer weiteren halben Stunde waren die Tochterplatten unter Zusammenschrumpfung soweit auseinander gerückt, wie Fig. 19b es zeigt. Die aufeinander folgenden Stadien dieses Vorgangs am konservirten Präparat, die in Fig. 67 und 68 dargestellt sind, bedürfen wohl keiner weiteren Erläuterung.

Die Tochterkerne schicken sich sogleich wieder zur Theilung an, doch ist die Ausbildung einer scharfbegrenzten Aequatorialplatte schon bei der zweiten Kerntheilung undeutlich und die Kerndurchschnürung nimmt immer unregelmässige Gestalt an. Bei den weiteren Kerntheilungen tritt dies noch deutlicher zu Tage und in den Endphasen der Kernvermehrung sind die Anklänge an die primitive Mitose, wie wir sie bei so vielen Protozoen finden¹⁾, fast ganz verschwunden; es erfolgt dann die Kernvermehrung durch direkte und sogar multiple²⁾ Kernzerschnürung. Diese Umwandlung der Kerntheilungsmodi von der primitiven Mitose (Fig. 66) bis zur multiplen Kernzerschnürung ist wohl ohne weitere Erläuterung aus den aufeinander folgenden Phasen in Fig. 66—74 ersichtlich. Vergleiche auch Fig. 20, Taf. IV, die nach dem Leben gezeichnet ist.

Das Herabsinken des Kernvermehrungsmodus von einer Art primitiver Mitose zur direkten Kerntheilung kennen wir auch bei den Coccidien (cf. Schaudinn (1900, p. 230, 1901 u. a. O.), Siedlecki (99 etc). Zur Erklärung dieser Erscheinung erlaube ich mir hier nur wenige Bemerkungen. (Nach Mittheilung meiner weiteren Haemosporidien-Studien hoffe ich näher auf die Kernvermehrungsvorgänge derselben einzugehen). Beim Beginn der Kernvermehrung ist die Kernsubstanz nur spärlich vorhanden, es tritt die Anordnung der einzelnen Chromatinpartikel deutlich zu Tage, während der weiteren Kernvermehrung geht mit der Auftheilung der Kernsubstanz eine ausserordentliche Proliferation derselben Hand in Hand. Das Chromatin wird während der Theilungsphasen vermehrt, und diese Kombination von Wachsthum und Theilung bringt die Unregelmässigkeit der letzteren hervor. Während ein Kern sich durchschnürt, werden an seine Theilhälften schon neue Chromatinmassen angelagert und veranlassen die Bildung von Büscheln und Fortsätzen. Bei dem Auftreten des neuen, hinzuwachsenden Chromatins aus dem Plasma scheint dasselbe zuerst in einer schwerer färbbaren Modifikation in der Nähe der fertigen Kernsubstanzen vorhanden zu sein. So erkläre ich mir die Verschiedenheit der Bilder bei schwacher und starker Färbung nach Romanowsky (Fig. 72a, b, 74a, b). Bei der starken Färbung treten Verbindungen zwischen den einzelnen Kernmassen auf, die bei den schwachen nicht zu erkennen waren. Die Substanz dieser schwerer färbbaren Verbindungsbrücken und

¹⁾ Vgl. Hertwig (98), Schaudinn (95b, 99a) u. A.

²⁾ Vgl. Schaudinn (94a, 1900 u. a. O.).

Höfe zwischen den Kernen und in der Umgebung derselben halte ich für die Vorstufe der durch Umwandlung des Plasmas oder Ausscheidung aus demselben neugebildeten Kernsubstanz.

Nachdem die Kerntheilung vollendet ist, runden sich die einzelnen Tochterkerne kugelig ab, und es beginnt die Theilung des Plasmas. Bevor ich die Schizogonie genauer schildere, will ich noch einige Bemerkungen über die Litteratur der Kernvermehrung des Schizonten zu meinen eigenen Beobachtungen hinzufügen.

Die Litteratur über die bisherigen Untersuchungen an den ungeschlechtlichen Stadien der Malariaparasiten findet sich bei Mannaberg (99, p. 126), Ziemann (89, p. 17), Lühe (1900, p. 44) und Grassi (1901, p. 137).

Dort findet man Angaben über die erste Auffindung des Zellkerns des Malaria-parasiten (Golgi, Celli, Guarnieri, Grassi), über die ersten genaueren Schilderungen seines Baues (Grassi, Feletti, Mannaberg). Auf die Kerntheilung gingen zuerst Grassi und Feletti ein, die mit einer sehr primitiven Methode direkte Kerndurchschnürung konstatirten. Romanowsky, dem die Malariaforschung die ausgezeichnete Färbungsmethode verdankt, fasste die Kernvermehrung als Karyokinese auf; Mannaberg (93) liess den Kern des Malariaparasiten vor der Kernvermehrung sich im Plasma auflösen und dann die Tochterkerne plötzlich wieder auftauchen (also wohl eine Art multipler Kernvermehrung). Seine Befunde bestätigte vollständig Gautier, seine Arbeit bedeutet in dieser Frage keinen Fortschritt gegenüber den bisherigen Untersuchungen¹⁾, vielmehr hat er ebenso wie alle anderen die Geschlechtsstadien mit den Schizonten vermengt, wie ein Blick auf seine Figuren beweist. (Fig. A 1—A 3 sind Schizonten, A 4 ein sehr gut gezeichneter Makrogamet, B 1 ein junger Makrogamet, B 3, B 4 Mikrogametocyten u. s. w.)

Meines Erachtens stammen die besten Beobachtungen über die Kernverhältnisse der Schizonten von *Plasmodium vivax* von Ziemann. In seiner ersten Mittheilung (96) hatte er wohl hauptsächlich die ersten Stadien der Kernvermehrung gesehen und kam daher zu einer Bestätigung von Romanowsky's Angaben. Er schreibt p. 671: „Die Zelltheilung der heimischen sogenannten Tertianparasiten ist eine karyokinetische.“ In der zweiten Mittheilung widerrief er dies Resultat seiner ersten: „Die Kerntheilung ist meiner Meinung nach am ehesten als amitotische bezw. direkte Kernvermehrung (Kernzerschnürung nach O. Hertwig) aufzufassen“ (97, p. 646). Diese Anschauung behielt er auch in seiner ausführlichen Arbeit bei (98). Dieser Widerspruch der Auffassung klärt sich ja durch meine Befunde nun leicht auf. Auch Ziemann kombiniert, obwohl er den Entwicklungsgang der Schizonten bisher am richtigsten dargestellt hat,

¹⁾ Wenn daher Lühe (1900, p. 44) schreibt: „Diese (die Kerntheilung) wurde in einwandfreier Weise zuerst nachgewiesen — nicht von Ziemann, wie ich zur Zeit der ersten Abfassung meines Manuskriptes noch annahm — sondern von Gautier etc., so trifft dies nicht ganz zu. Gautier (98, p. 443) schreibt nach einer Schilderung, die sich ganz mit der Mannaberg's deckt, selbst: „Wie aus der Beschreibung ersichtlich ist, können wir mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass der von mir als Kern bezeichnete Theil des Parasiten auf einer gewissen Entwicklungsstufe nicht nachweisbar ist.“ Und weiter: „Ich behalte mir weitere Untersuchungen vor, obwohl ich mich bemüht habe, meine bisherigen Präparate auf das Vorsichtigste zu deuten, und obgleich derselbe Entwicklungsgang auch bereits von Mannaberg beschrieben wurde.“

überall die Geschlechtsformen hinein (cf. 97, Taf. VI, Fig. 10, 12, 13, 14, 15; 98, Taf. I, Fig. 22, 25, 26, Taf. III, Fig. 9, 11, Taf. V, Fig. 5—7 u. s. w.). Ausserdem ist ein Mangel seiner Arbeiten, dass er bei zu schwachen Vergrösserungen untersuchte und ihm daher viele Details entgehen mussten. Auf die Ueberfärbung mancher seiner Präparate habe ich schon früher hingewiesen. Trotz dieser kleinen Aussetzungen kann ich die Arbeiten Ziemann's nur für den grössten Fortschritt, welchen die Kenntniss der Schizontenentwicklung bisher seit den Entdeckungen Golgi's erfahren hat, erklären. Bastianelli & Bignami (1900, p. 149), die zuerst die Unterschiede der Geschlechtsformen von *Plasmodium vivax* genauer studirten, kamen bezüglich der Schizontenentwicklung zu einer Bestätigung von Ziemann's Befunden. Sie wiesen ferner bei den Schizonten auf die Vacuole als charakteristische Bildung hin.

Grassi (1901, p. 140) fasst die bisherigen Beobachtungen über die Schizontenentwicklung kurz zusammen. Am Schlusse seiner Auseinandersetzungen steht folgender Passus: Bei den nach der Romanowsky'schen Methode angefertigten Präparaten erscheint zuweilen das Chromatin deutlich in Chromosomen, welche letztere in doppelter Reihe angeordnet sein können, sodass man an eine getheilte Kernplatte und daher an eine Karyokinese denken kann. Diesbezüglich sind auch die in der kürzlich erschienenen Arbeit von Bastianelli & Bignami (99, 1900) angegebenen Fig. 4 und 7 auf Taf. I zu berücksichtigen. Es handelt sich zweifelsohne dabei um Teilungsstadien; ihre Bedeutung ist schwer zu bestimmen. Es können auch Stadien beobachtet werden, in welchen die Chromosomen einer jeden Kernplattenhälfte entweder theilweise oder fast vollständig miteinander verschmolzen erscheinen. Auch in diesen Fällen könnte es sich, obwohl die Auffassung etwas gekünstelt wäre, um Karyokinese handeln. Dieser Auffassung steht jedoch die Thatsache gegenüber, dass in zahlreichen Fällen eine typische direkte, einfache oder mehrfache Theilung der Chromatinmasse stattfindet u. s. w.“ Ich habe diese neueste Aeusserung eines der erfahrensten Malariaforscher über die Kernvermehrung der Schizonten hier wörtlich hergesetzt und bitte sie mit meinen Befunden zu vergleichen.

c) Die Schizogonie.

Die Zahl der Kerne, welche der erwachsene Schizont nach beendeter Kernvermehrung enthält, schwankt zwischen 12 und 24. Am häufigsten findet man die Zahl 16. Ungerade Zahlen werden seltener beobachtet. Zuweilen beginnt die Theilung des Plasmas und die Ablösung der Merozoiten schon an der Peripherie, wenn im Zentrum des Schizonten einzelne Kerne noch in der Durchschnürung begriffen sind, und andererseits kann auch in abgelösten Merozoiten noch der Kern Ansätze zur Theilung machen (cf. vorher die jungen Schizonten mit zwei Karyosomen). Die zur Ruhe gekommenen Tochterkerne (Fig. 75, 76) sind meist kugelig, mit glatten Kontouren, der während der Kernvermehrung oft undeutliche, achromatische Theil und die Kerngrenze umgiebt wieder als mehr oder weniger ausgeprägter Alveolensaum das zentral oder exzentrisch gelegene Karyosom. Die Färbbarkeit der Kerne und ihr Lichtbrechungsvermögen im lebenden Objekt hat bedeutend gegenüber den Kernvermehrungsstadien zugenommen (cf. Fig. 20, 21). Das Pigment, das während der Kernvermehrung schon

begann, sich an einzelnen Stellen zu grösseren Klumpen zusammenzudrängen (wahrscheinlich infolge der Bewegungen der sich theilenden Kerne zusammengeschoben) lokalisiert sich an einer oder wenigen Stellen des Plasmas zu grösseren Haufen (Fig. 75, 76) und ganz allmählich beginnt die Theilung des Plasmas. Man bemerkt am lebenden Objekt, wie einzelne Randpartien des Parasiten sich langsam hervorwölben, an den Buchten, welche die einzelnen Buckel trennen, treten dunklere Grenzlinien auf, die mit weichen Konturen gegen das Innere des Plasmaklumpens vordringen. Auch am gefärbten Präparat bemerkt man diese Grenzlinien zuerst in den peripheren Theilen der Zelle. Um jeden Kern sammelt sich das gröber alveoläre Plasma, die grössten Alveolen am Kern, die kleinsten an den Grenzen der anderen Kernbezirke. Besser als eine lange Beschreibung macht dies Fig. 77 klar. Die Grenzen der einzelnen Merozoiten-Anlagen dringen von der Peripherie gegen das Innere allmählich vor und theilen das ganze Plasma in so viele Zellen als Kerne vorhanden sind. Allmählich lockert sich der Zusammenhang der Tochterzellen und unter vollständiger Zerstörung des vorher schon bis auf einen schmalen Saum verzehrten Blutkörperchens wandern die Merozoiten durch aktive Bewegungen aus. Das Pigment bleibt als Restkörper allein von der Zelle übrig (Fig. 21, Taf. IV, Fig. 78, 79, Taf. V). So regelmässige Formen der Schizogonie, wie Golgi sie abbildet, habe ich niemals beobachtet; auch finde ich das Pigment ebenso häufig in zwei oder zahlreicheren Häufchen, wie in einem einzigen Klumpen konzentriert. Ist letzteres der Fall, so kann der Restkörper sowohl zentral als peripher liegen. Kurz, es herrscht hierin die grösste Mannigfaltigkeit. Sowohl die Merozoiten als ihre Kerne zeigen während der Schizogonie nicht unbedeutende Grössendifferenzen, wie ein Blick auf die Fig. 77—79 der Taf. V lehrt. Der Durchmesser der kugeligen oder ovalen Karyosome schwankt zwischen $\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{4} \mu$; die Grösse der verschieden gestalteten, kugeligen, ovalen oder polygonalen Merozoiten zwischen $1\frac{1}{2}$ und 3μ . Das Vorkommen von Merozoiten mit zwei Karyosomen und selbst zwei Kernen habe ich bereits erwähnt. Alle Bemühungen, unter den Merozoiten irgend welche anderen Differenzen als die erwähnten zu finden, welche darauf hätten schliessen lassen, dass die Differenzirung der Geschlechtsformen, wie bei manchen Coccidien, schon bei der Schizogonie stattfindet, sind vergeblich gewesen. *Plasmodium vivax* stimmt in seiner ungeschlechtlichen Fortpflanzung bezüglich dieses Punktes vollständig mit *Coccidium schubergi* überein. Gerade nachdem ich kurz zuvor die ganz abweichenden Verhältnisse bei *Cyclospora caryolytica* (1902) studirt hatte, bei welcher Form eine Trennung der Geschlechter von Anfang an gefunden wurde, habe ich mein Augenmerk ganz besonders auf die Prüfung dieser Frage bei *Plasmodium* gerichtet, aber wie erwähnt, keine Andeutung von Geschlechtsdifferenzen bei der Schizogonie gefunden, weder bei Untersuchung der Neuinfektionen noch der Recidive. Letztere dürften ihre Entstehung der Rückdifferenzirung von ausgebildeten Makrogameten zu Schizonten verdanken, wie in einem späteren Kapitel ausführlich geschildert werden wird. Schizogonie bei Jugendstadien von Schizonten, wie sie bei Coccidien häufig gefunden wird, habe ich bei *Plasmodium vivax* nicht beobachtet.

d) Die freien Merozoiten, ihre Bewegungen und das Eindringen in die rothen Blutkörperchen.

Genauere Angaben über das Verhalten der extraglobulären Merozoiten von *Plasmodium vivax* habe ich bis auf eine später zu erwähnende Ausnahme nicht in der Litteratur gefunden. Alle Autoren scheinen die aktive Einwanderung in die Blutkörperchen nur anzunehmen, ohne genauere Untersuchungen über die Lokomotionsfähigkeit der Merozoiten angestellt zu haben.

Die Gestalt der Merozoiten, welche man nach der Loslösung vom Restkörper des Schizonten frei im Blutplasma findet, ist sehr variabel. Wir finden langgestreckte, plump stäbchenförmige (Fig. 80a), kurze, dicke, zylinderförmige (Fig. 80b), amöbenähnliche (Fig. 80c), spindelförmige (Fig. 80d), kugelige und ovale (Fig. 80e) Gestalten. Der Kern, welcher am lebenden Objekt als stärker lichtbrechendes von einem hellen Hofe umgebenes Kügelchen erscheint, ist stark färbbar und besteht aus Karyosom mit umgebendem Alveolarsaume (Fig. 80). Er liegt bald in der Mitte, bald exzentrisch oder häufig auch polar (Fig. 80e). Die feinste Struktur des Plasmas ist eine alveoläre (Fig. 80), was besonders deutlich nach starker Eisenhämatoxylinfärbung erkannt wird. Bei Vorhandensein zahlreicher Stadien der Schizogonie im Blut (ich verfügte über einen Fall, bei dem in jedem Gesichtsfeld 2—3 Schizonten in Schizogonie zu finden waren) macht es keine Schwierigkeiten, die Bewegungen der Merozoiten auf dem geheizten Objektisch zu verfolgen. Dieselben erfolgen viel langsamer als bei den Sporozoiten und sind daher leichter zu studiren.

Ebenso wie bei den Sporozoiten können wir Gestaltsveränderungen und Lokomotionsbewegungen unterscheiden. Die ersteren bestehen in amöboiden Bewegungen, die sehr träge sind und die wir schon von den jüngsten Stadien der Schizonten her kennen, in peristaltischen Kontraktionen (Fig. 22a), die ganz denen der Sporozoiten entsprechen, und in Krümmungen (Fig. 22b). Die letzteren sind bei der Kürze der Merozoiten nicht sehr ausgiebig, Fig. 22b stellt die stärkste beobachtete Konkavität dar. Das zuckende Zurückschnellen in die gestreckte Lage ist aber auch hier zu beobachten.

Die Lokomotionsbewegung erfolgt wie bei den Sporozoiten durch langsames Vorwärtsgleiten; auch diese Bewegung ist viel träger als bei den lebhaften Sporozoiten. Am leichtesten ist dieselbe bei der Entfernung der Merozoiten von den Pigmentresten zu beobachten. Fig. 25a—f stellt sechs Stadien dieses Vorganges dar: Der anfangs ruhig liegende Merozoit beginnt träge amöboide Bewegungen auszuführen (23b), streckt sich allmählich in die Länge (23c, d), wobei sein Vorderende in eine abgerundete Spitze ausgezogen wird, während das an dem kleinen Pigmentklumpen haftende Hinterende stumpf bleibt; nachdem er seine grösste Längenausdehnung erreicht, rückt er langsam von dem Pigmentklumpen ab, mit dem er noch eine Weile durch eine zarte Gallertbahn in Verbindung steht (23f).

Ebenso wie die Bewegungen, kann man auch das Eindringen in die Blutkörperchen ohne Schwierigkeiten im Präparat, auf dem geheizten Objektisch verfolgen; ganz im Gegensatz zu den grossen Hindernissen, welche die Sporozoiten bieten, habe ich diesen Vorgang an demselben Präparat an zahlreichen Blutkörperchen in

seinen verschiedenen Phasen beobachtet. Das Eindringen erfolgt ebenso wie bei den Sporozoiten durch Kombination aller Bewegungsarten und nimmt eine Zeit von $\frac{1}{2}$ bis zu 1 Stunde in Anspruch.

Fig. 24a bis 24f stellt 6 Phasen dieses Prozesses dar und bedarf nach der bei den Sporozoiten gegebenen ausführlichen Schilderung wohl keiner eingehenden Erläuterung.

Durch den Nachweis, dass sowohl die Gestaltsveränderungen wie die Art des Eindringens bei den Merozoiten, die grösste Aehnlichkeit mit den entsprechenden Vorgängen bei den Sporozoiten zeigen, können wir diese beiden Stadien noch sicherer mit den entsprechenden der Coccidien homologisiren. Bei letzteren finden wir nicht nur die ganz entsprechenden Bewegungen, sondern auch die Art des Eindringens in die Wirthszellen ist ausserordentlich ähnlich. Ebenso wie bei *Plasmodium vivax* sind diese Vorgänge z. B. bei *Coccidium schubergi* auch bei den Sporozoiten und Merozoiten gleich und ebenso unterscheiden sich die beiden Stadien auch nur durch geringe Unterschiede in der Grösse, Gestalt und im feineren Bau des Kerns.

Die anfangs erwähnte einzige nähere Angabe über Bewegungen der jüngsten Stadien von *Plasmodium vivax* finde ich bei F. Plehn (90 p. 14). Da sie ganz im Widerspruch steht mit meinen Befunden, muss ich hier näher darauf eingehen. F. Plehn behauptet die kleinsten Stadien der Tertianparasiten in lebhafter Bewegung gefunden zu haben. Im Blut, etwa 2—3 Stunden nach Abfall des Fiebers fand Verfasser „eine ziemlich reichliche Anzahl kleinster, wenig lichtbrechender, blasser Körperchen von nicht ganz scharfem Kontour. Ihre Bewegungen sind von ziemlich erheblicher Schnelligkeit und veranlassen die Blutkörper, in deren Nähe sie sich befinden, zu leicht hin- und herpendelnden Mitbewegungen. Bei genauester Einstellung und passender Blendenwahl kann man ferner kleinste, dunkle Pünktchen erkennen, welche in lebhafter Beweglichkeit um den Organismus herum tanzen und welche durch feinste, etwas stärker als das Blutplasma lichtbrechende Fäden mit dem Parasitenkörper verbunden erscheinen.“ . . . Von dem Vorhandensein der als Geisseln gedeuteten Bewegungsorgane hat sich Verfasser auch durch Färbung überzeugt und in Fig. 1 Taf. I drei dieser mit Geisseln versehenen kleinsten Gebilde dargestellt. Eins derselben ist so gezeichnet, als ob es eben im Begriff wäre in ein Blutkörperchen einzudringen.

Der nächstliegende Gedanke bei der Beurtheilung dieses, von meinen Beobachtungen ganz abweichenden Befundes war, dass Plehn Mikrogametenbildung und einzelne Mikrogameten gesehen habe. Hierfür konnte sprechen, dass Verfasser an einer Stelle sagt: „Jeder der Parasiten besitzt 1—3, seinen eigenen Durchmesser um das 3—6fache an Länge übertreffende Geisselfäden von äusserster Feinheit, welche in ihrem Verlauf 2—5 intensiv dunkle, knötchenförmige Verdickungen erkennen lassen, die im lebenden Blut als um den Parasiten herumtanzende Körnchen imponirenden Gebilde.“

Ich würde keinen Zweifel tragen, diese Beschreibung auch auf Mikrogametenbildung zu beziehen, wenn Verfasser nicht die fraglichen Gebilde so klein (im Verhältniss zu den daneben abgebildeten Blutkörperchen) zeichnen würde. So klein und

zart sind bei *Plasmodium vivax* weder einzelne Mikrogameten, geschweige denn Mikrogametocyten. So muss ich denn diese Frage nach der Deutung der Plehn'schen Angaben offen lassen. Sicher ist nur, dass die geschilderten und abgebildeten Dinge nichts mit Merozoiten zu thun haben. Vielleicht ist auch der Zeichner der Tafel daran schuld, dass die fraglichen Gebilde zu klein ausgefallen sind. Merkwürdig ist nämlich, dass sämtliche rothe Blutkörperchen aller Figuren der beiden Tafeln gleichmässig ellipsoidal gezeichnet sind, und ich sie daher anfangs garnicht für menschliche hielt; solche Blutkörperchen kenne ich nur bei den Thylopoden.

e) Die morphologischen Veränderungen
der Schizonten und Gameten in ihren verschiedenen Wachstumsstadien
nach Verabreichung von Chinin.

Seit der Entdeckung der Einwirkung des Chinins auf die Protozoenzelle durch Binz (69) haben sich zahlreiche Forscher mit der Art der Einwirkung dieses wichtigsten Malaria-Heilmittels beschäftigt. Mannaberg (99 p. 379) hat die Litteratur über dieses Thema zusammengestellt. Schon Laveran studirte die Einwirkung von Chininlösung bei direktem Zusatz zum Blut im Präparat. Dock (91), Marchiafava und Celli schlugen denselben Weg ein, selbst in neuester Zeit haben Lo Monaco und Panichi (99) von neuem diese primitive Methode des direkten Chininzusatzes zum Blut bei ihren Untersuchungen angewandt. Es ist einleuchtend, dass die hierbei gewonnenen Resultate nicht direkt auf die Verhältnisse im Blut übertragen werden können. Dass aber gewisse Schlüsse möglich sind, beweisen die leider nur sehr kurz gehaltenen Mittheilungen von Lo Monaco und Panichi, auf die ich später zurückkommen werde.

Nachdem Marchiafava und Celli gefunden hatten, dass in Präparaten auch bei Zusatz von Kochsalzlösung oder Wasser die Parasiten zum Absterben gebracht werden können, kam man zu der Ueberzeugung, dass die Beobachtung der Chinineinwirkung auf diesem direkten Wege nicht einwandfreie Resultate ergebe und nicht auf das Verhalten im Blute übertragen werden könne. Mannaberg (93) begann daher vergleichende Untersuchungen der morphologischen Veränderungen der Parasiten vor und nach der Verabreichung von Chinin an die Wirthe derselben. Romanowsky, Bacelli, Golgi, Marchiafava, Bignami, Ziemann und andere folgten ihm in dieser Methode.

Im Wesentlichen kamen bisher alle Autoren zu demselben Resultat, dass das Chinin die Parasiten mit mehr oder weniger deutlichen Zerreißungserscheinungen tödtet. Dieses Ergebniss steht aber nicht in Einklang mit den neuesten Befunden Lo Monaco's und Panichi's bei direkter Einwirkung der Chininlösung im Präparat. Diese Autoren beobachteten vielmehr ein Austreten der Parasiten aus den Blutkörpern in toto. Solange man bei derartigen künstlichen Versuchen aber nicht ähnliche Erscheinungen wie im Blute des lebenden Menschen gewinnt, scheinen mir Schlussfolgerungen, wie die erwähnten beiden italienischen Forscher sie ziehen, nicht beweiskräftig genug. Ferner möchte ich zur Kritik ihrer Angaben erwähnen, dass sie keine Unterschiede zwischen den Schizonten und Geschlechtsformen bei ihren Versuchen

mit den Tertian- und Quartanparasiten machen; wir wissen aber, dass im Präparat die Makrogameten und Mikrogametocyten auch ohne Chinineinwirkung aus den Wirthszellen austreten können. Leider erhielt ich die Arbeiten der Verfasser erst vor kurzer Zeit und konnte selbst noch nicht ihre Befunde nachprüfen. Ich hoffe aber später auf diese interessanten und wichtigen Fragen noch zurückzukommen.

Meine eigenen Beobachtungen über die morphologischen Veränderungen der verschiedenen Stadien des *Plasmodium vivax* bestätigen auch nur die Befunde Manna-berg's und Ziemann's.

Bei einer *Tertiana duplicata* (Recidiv), die genau studirt war und bei welcher sich im peripheren Blut zur Zeit der Anfälle alle Sorten von Entwicklungsstadien, von den jüngsten Schizonten bis zu den Stadien der Schizogonie, freie Merozoiten, junge und erwachsene Geschlechtsformen fanden, bot sich die Gelegenheit den Einfluss des Chinins in ausgezeichneter Weise zu beobachten. Alle Stadien befanden sich in diesem Falle unter den gleichen äusseren Bedingungen, ihr verschiedenes Verhalten gegen das auf alle in gleicher Weise und gleichzeitig angewendete Chinin lässt darauf schliessen, dass dasselbe durch innere, in dem Zustand der Parasiten liegende Gründe bedingt ist.

Dem betreffenden Kranken wurden $2\frac{1}{2}$ Stunden vor dem zu erwartenden Anfall $1\frac{1}{2}$ Gramm Chin. mur. mit einigen Tropfen Salzsäure in Wasser gegeben. Der Anfall erfolgte, wie erwartet, $2\frac{1}{2}$ Stunden nach der Eingabe des Chinins, war aber bedeutend schwächer als die früheren, obwohl das Chinin so kurze Zeit vorher gegeben war. Die Präparate, welchen die Fig. 81—89 entnommen sind, wurden beim Temperatur-Maximum von $39,2^{\circ}$ angefertigt.

Die jüngsten endoglobulären Schizonten waren blasser färbbar als normaler Weise, ohne scharfe Kontouren, verschwommen, in der Gestalt verzerrt. Das meist kugelige Karyosom war ebenfalls fast bei allen in seiner Gestalt verändert und geschrumpft. Fig. 81 giebt ein recht typisches Individuum wieder. Freie Merozoiten, die beim vorigen Anfall in Menge vorhanden waren, konnten nicht entdeckt werden, höchstens waren Gebilde, die als Fragmente derselben gedeutet werden konnten, hier und da zwischen den Blutkörperchen zerstreut.

Aehnlich zerrissen und diffus gefärbt zeigten sich auch die älteren Wachstumsstadien der Schizonten (Fig. 82, 83) und zwar fand ich im Gegensatz zu Ziemann (98 p. 75) den Kern selten unversehrt, sondern oft ebenso zerrissen und seine Theile zerstreut, wie das Plasma. Die Schizonten, welche das Chinin in der Hauptphase ihrer vegetativen Thätigkeit getroffen hatte (Fig. 84—86) und die schon im normalen Leben bizarre Formen und lebhafte amöboide Beweglichkeit aufweisen, waren am meisten zerrissen.

Hingegen habe ich bei den reproduktiven Phasen, welche den Figuren 65—76 entsprechen, keine sicheren morphologischen Veränderungen gegenüber ihren normalen Stadien gefunden. Stark verändert erwiesen sich erst wieder die Endstadien der Schizogonie (Fig. 87). Die schon getrennten Merozoitenanlagen waren diffus gefärbt, ihre Kontouren, ebenso wie die ihrer Kerne, verschwommen und zerrissen.

Halberwachsene Geschlechtsformen, sowohl ♂ (Fig. 88) als ♀ (Fig. 89) zeigten

ähnliche Veränderungen wie die Schizonten: diffuse Färbung, Zerstreuung des Kernchromatins, Zerreißung und Verzerrung des Plasmas. Die erwachsenen Makrogameten und Mikrogametocyten zeigten hingegen keine wahrnehmbare Beeinflussung.

Es ergibt sich aus diesen kurzen Notizen, die ich aber oft bestätigt fand, dass die vegetativen Zustände am leichtesten durch Chinin beeinflusst werden, was auch physiologisch einleuchtend ist, weil in dieser Wachstumsperiode die Resorption des umgebenden Mediums am stärksten ist, und die Flüssigkeitsaufnahme und damit das Eindringen der Chininlösung am leichtesten stattfindet.

Dass die ausgebildeten Geschlechtsformen auch bei Verabreichung von Chinin entwicklungsfähig bleiben können, beweist die Thatsache, dass ich meine Anophelen mit den Gameten meines Dienstmädchens erfolgreich infiziert habe, nachdem die Person einen Monat lang 3 Mal wöchentlich je ein Gramm Chinin genommen hatte. — Die moderne Chinintherapie giebt das Chinin 4—5 Stunden vor dem Anfalle. Dies ist nach den mitgetheilten Befunden durchaus rationell. Wo es vertragen wird, ist eine zweite Dosis 5—6 Stunden nach dem Anfall vortheilhaft, wie ich es in mehreren Fällen erfahren habe.

Die Gameten.

Während bei den Tropicaparasiten die Geschlechtsformen eine so abweichende Gestalt besitzen, dass sie mit keinem anderen Stadium der Parasitenentwicklung verwechselt werden können, ist diese Differenzirung bei *Plasmodium vivax* zwar für den Geübten auch sehr deutlich, aber doch nicht so ausgeprägt. Mc. Callum, der Entdecker der geschlechtlichen Fortpflanzung der Hämosporidien, hatte schon 1897 die Unterschiede der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen bei den Parasiten der Vogel malaria sehr gut gekennzeichnet und abgebildet. Aehnliche Unterschiede sind seither auch bei den menschlichen Malariaparasiten mehr oder weniger deutlich beschrieben. Am leichtesten sind sie bei den Tropicaparasiten zu beobachten, wo sie ganz mit den von Mc. Callum entdeckten Differenzen übereinstimmen. Hier sind sie auch am genauesten studirt. Besonders haben Bastianelli und Bignami (99a) sich erfolgreich mit diesem Thema beschäftigt und auch bereits einige Angaben über die Gameten des *Plasmodium vivax* (99b) gemacht. Genauer ist die Entwicklung bei diesen Parasiten meines Wissens noch nicht studirt worden. Einige weitere Notizen über die Gameten und ihre Kennzeichen finden wir bei Grassi (1901, p. 148).

a) Kennzeichnung der ausgebildeten Makrogameten.

Die reifen extraglobulären Makrogameten, deren Befruchtung und weitere Entwicklung man im Blut nach der Aufsaugung durch einen *Anopheles* direkt beobachten kann, sind leicht schon im Leben von allen anderen Stadien zu unterscheiden. Ihre Gestalt ist meist rundlich, abgerundet polygonal oder kurzoval, seltener etwas länger gestreckt ellipsoidal. Sie sind fast stets etwas grösser als die gewöhnlichen erwachsenen Schizonten. Durchmesser von 12—16 μ gehören nicht zu den Seltenheiten, während die Grösse von 10 μ von den Schizonten selten überschritten wird. Ihr Plasma besitzt weit stärkeres Lichtbrechungsvermögen als alle anderen Stadien der Parasiten; es

erscheint am lebenden Objekt dunkler granuliert und dichter (Taf. IV, Fig. 32). Das Pigment ist stets etwa doppelt so reich entwickelt als bei gleich grossen Schizonten, die einzelnen Pigmentkörnchen sind stäbchenförmig und fast stets doppelt bis dreimal so gross wie bei den Schizonten. Zahlreiche Zählungen der Pigmentkörner bei erwachsenen Schizonten im Beginn der reproduktiven Phase mit Hülfe des Polarisationsapparates ergaben, dass die Zahl der einzelnen Brocken und kleinsten Konglomerate zwischen 30 und 60 schwankt. Bei den Makrogameten fand ich diese Grenzen aber bei 60 und 120, also etwa doppelt so viele Einzelkonglomerate. Die Länge der stabförmigen oder unregelmässig gestalteten einzelnen Pigmentkörper (nicht Zusammenballungen) schwankt bei den Schizonten zwischen unmessbarer Kleinheit und etwa $\frac{1}{2} \mu$, bei den erwachsenen Makrogameten zwischen $\frac{1}{2}$ und $1 \frac{1}{2} \mu$, sodass die gesammte Pigmentmasse des Makrogameten das 3—4fache des Volumens bei einem Schizonten betragen kann. Das reichlich vorhandene grobe Pigment ist bei den Makrogameten durch das ganze Plasma zerstreut, viele der Stäbchen zeigen wackelnde und zitternde Bewegungen, ähnlich wie die Exkretkörner bei *Amöba crystalligera* (Schaudinn, 94 b). Bei letzterer Form ist diese Bewegung Brown'sche Molekularbewegung; die Exkretkörner sind in grösseren Plasmavacuolen suspendirt. Aehnlich scheint es mir auch bei dem Pigment der Makrogameten zu sein, da das Plasma, wie man an seinen Alveolen und dem Kern bemerkt, nur geringe Strömungen aufweist und die amöboide Beweglichkeit des Körpers, wie die ganz geringen Gestaltsveränderungen zeigen, nur minimal sein kann. Andererseits sieht man manche der Pigmentkörner deutlich von hellen Höfen umgeben, die ich als Vacuolen deute.

Der Zellkern, der als helle, schwächer lichtbrechende, feiner oder gröber granulirte, glattrandige Blase aus dem dunklen, pigmentreichen Plasma beim Durchsuchen desselben auftaucht, liegt fast stets peripher (Fig. 32) und misst bei Kugelgestalt 4—5 μ , kann sich aber sehr in die Länge strecken und dann 7—8 μ bei einer Breite von 1—2 μ erreichen. Er ist also grösser als der Kern der erwachsenen Schizonten vor der Kernvermehrung (Maximalgrösse 3 μ).

Diese zahlreichen Differenzen, die mehr oder weniger leicht schon den lebenden Makrogameten vom Schizonten unterscheiden lassen, werden noch vermehrt bei dem Vergleich fixirter und gefärbter Parasiten. Ausnahmslos tritt hier zu dem erwähnten Charakter, als besonders leicht erkennbar, die auffallende dunklere Färbung bei Anwendung der verschiedensten Tinktionen hervor (Methylenblau, Romanowsky'sche Färbung, Hämatoxylin etc.), wie ein Blick auf die Tafel VI, Fig. 100—103 lehrt. Die feinere Struktur des Plasmas ist alveolär, die Alveolenwände nehmen die Färbung stärker an als bei anderen Stadien des Parasiten. Auch der Zellkern weist seine leicht erkennbaren Eigenthümlichkeiten auf. Er ist reich an Kernsaft, in den Knotenpunkten eines groben, farblosen und wenig färbbaren Netzwerks (Alveolarsystem) sind Chromatinbrocken in verschiedener Gestalt, in mehr oder weniger gleichmässiger Vertheilung suspendirt. Leichter als eine Beschreibung zeigen die Figuren 100—103 die Variationen der Kernstruktur, sowie die Grössen- und Gestaltsdifferenzen der Kerne. Auch in den Präparaten liegt der Kern fast stets peripher. Die Summe aller der geschilderten Eigenthümlichkeiten, die ebenso wie bei den Makrogameten der Coccidien als be-

sondere Anpassungen und Vorbereitungen für die Geschlechtsthätigkeit physiologisch erklärbar sind, dürfte die erwachsenen Makrogameten von *Plasmodium vivax* genügend charakterisiren, so dass sie jederzeit zu erkennen und von anderen Stadien zu unterscheiden sind.

b) Das Heranwachsen der Merozoiten zu Makrogameten.

Wie früher erwähnt, findet man unter den Merozoiten, die sich von den Restkörpern der Schizonten nach der Schizogonie abgelöst haben und frei im Blutplasma gefunden werden, keine Differenzen, welche auf eine Absonderung differenter Geschlechtsformen schon in diesem Stadium schliessen lassen könnten. Es gab nun zwei Möglichkeiten zur Erklärung der Eigenthümlichkeiten der Geschlechtsformen; entweder entstanden dieselben durch Umwandlung von Schizonten, die nicht zur Schizogonie gelangten, in erwachsenem Stadium oder Merozoiten entwickelten sich nach dem Eindringen in die Blutkörperchen different von den gewöhnlichen Schizonten schon vom Beginn ihres Wachstums an. Für die erste Vermuthung fanden sich keinerlei Anhaltspunkte, gegen dieselbe sprachen auch die Untersuchungen von Bastianelli und Bignami über die Entwicklung der Tropic-Gameten (99a). Diese Forscher fanden in Uebereinstimmung mit der zweiten Vermuthung, dass die Entwicklung der Gameten im Knochenmark vor sich geht, und dass die letzteren schon von ihren kleinsten Stadien ab ihre charakteristischen Merkmale aufweisen. Für die zweite Vermuthung sprachen auch die Befunde bei den Coccidien, bei welchen die Differenzirung der Gameten gleich nach dem Eindringen des Merozoiten in die Wirthszelle beginnt (cf. Schaudinn, 1900, 1901).

Bei einem Kinde, das seit vergangenem Sommer häufig an Tertiana-Recidiven litt, hatte ich mehrere Anfälle untersuchen können, es starb später an Miliartuberkulose. In seiner Milz fand ich alle Entwicklungsstadien der Geschlechtsformen ebenso vereinigt vor, wie Bastianelli und Bignami die der Tropicaparasiten im Knochenmark. Das letztere enthielt aber hier nur spärliche Parasiten, während die Milz überschwemmt war und ich im peripheren Blut überhaupt keine Stadien vorfand. Bald überzeugte ich mich aber, dass in Bezug auf das Vorkommen der Entwicklungsstadien grosse Verschiedenheiten bei den einzelnen untersuchten Personen vorlagen. Während ich dieselben im peripherem Blute häufig ganz vermisste, waren sie in anderen Fällen reichlicher vorhanden als Schizonten (letzteres besonders bei Recidiven, die nur in einem oder zwei Anfällen bestanden, nach dem Anfall, was ja leicht erklärlich ist). Ich könnte viele Seiten nur mit der Schilderung der Verschiedenheiten der Befunde ausfüllen¹⁾. Die Entwicklung der Gameten zeigte aber stets dieselben Eigenthümlichkeiten. Es sind dieselben, welche wir schon bei den erwachsenen Makrogameten kennen gelernt haben, nur sind sie, wie bei einem Kinde im Verhältniss zum Er-

¹⁾ Ich finde, dass das Verhältniss des Befundes der Untersuchung des peripheren Blutes (bezüglich Quantität und Qualität der Parasiten) zu den klinischen, von den Parasiten erzeugten Symptomen ausserordentlich variabel ist. Dies liegt daran, dass bei dem einen Individuum aus unbekannten Gründen die Parasiten innere Organe, bei anderen das periphere Blut bevorzugen. Untersuchungen über diese Frage dürften sehr werthvolle Resultate ergeben.

wachsenen, schwächer ausgeprägt. Ich kann mir daher eine eingehende Schilderung ersparen und brauche nur auf die Fig. 30—32 der Tafel VI und 94—100 der Tafel VI verweisen, welche verschiedene Wachstumsstadien der Makrogameten, von den kleinsten bis zu den erwachsenen darstellen.

Die jüngsten Stadien, welche in der Grösse und Gestalt noch fast vollständig den freien und eben eingedrungenen Merozoiten gleichen, zeichnen sich vor den Schizonten gleicher Grösse durch den Besitz von Pigment aus. Durch Verfolgung einer Neuinfektion von typischer Tertiana vom ersten Anfall ab, gelang es mir bei sehr reichem Parasitenbefund das erste Auftreten der Gameten zu beobachten und bei genauer Verfolgung des Blutbefundes das Alter der einzelnen Stadien ungefähr festzustellen. Die Differenzierung der Gameten begann nach dem 3. Anfall. Am deutlichsten waren die Grössenverhältnisse der ihrem Alter nach bekannten Schizonten zu den als gleichaltrig festgestellten Gameten bei Doppelinfektion desselben Blutkörpers mit Schizonten und Gameten erkennbar; von diesen Doppelinfektionen, die bei grosser Fülle der Parasiten im Blut nicht selten zu finden waren, habe ich einige Beispiele in Fig. 90—93, Tafel V gezeichnet, zu deren Erläuterung ich auf die Tafelerklärung verweise. Das bekannte Alter der Schizonten ergab den Maassstab für die ungefähre Schätzung des Alters der Makrogameten und Mikrogametocyten. Hieraus ergibt sich für den einen genau studirten Fall eine Entwicklungsdauer, die mehr als doppelt so lange wie bei den Schizonten währte. In anderen Fällen schien sie mir noch langsamer von statten zu gehen. Dieses langsame Wachstum erklärt nicht nur die dichtere Anhäufung des Plasmas, die Fülle des Pigments und die anderen Eigenthümlichkeiten der Gameten, sondern sie steht auch in völliger Uebereinstimmung mit den Verhältnissen, welche wir bei den Coccidien kennen (cf. Schaudinn, 1900).

Ebenso wie dort treten die Geschlechtsformen erst auf, wenn der Körper des Wirthsthiers mit den Schizonten überschwemmt ist und zu reagiren anfängt, wobei die Vermuthung naheliegt, dass diese Reaktion auch mit einer Gegenwirkung gegen den Einfluss der Parasiten verbunden ist. Bei *Coccidium schubergi* treten die Geschlechtsformen auf, wenn der Darm mit Schizonten überschwemmt ist, bei *Plasmodium vivax* sind ebenfalls Generationen von Schizonten in der Inkubationsperiode vorausgegangen und daher die Zahl der Parasiten so vermehrt, dass der Körper durch Fieber auf die Schädigungen reagirte. Um die Art zu erhalten, treten dort wie hier die langsamer wachsenden, aber widerstandsfähigeren und daher Gegeneinflüssen weniger ausgesetzten Geschlechtsformen auf, die ebenso wie bei den anderen Protozoen einen allmählichen Stillstand der ungeschlechtlichen Fortpflanzung einleiten¹⁾. So erklärt sich die Spontan-

¹⁾ Grassi (1901, p. 147), der die Frage nach der Gametenentwicklung auch eingehend diskutirt, bringt folgende Auseinandersetzungen, die im Hinblick auf meinen Gedankengang von Interesse sein dürften: „Wenn man die Litteratur durchgesehen hat, möchte man fast annehmen, die Produktion der Gameten einer gewissen Immunität zuzuschreiben, welche der Organismus durch die wiederholten Fieberanfälle nach und nach gegen die Malariainfektion bewirkt, wenn nicht bewiesen wäre, dass die Gametenentwicklung schon nach den ersten Fieberanfällen anfängt, d. h. also zu einem Zeitpunkte, wo von Immunität noch garnicht die Rede sein kann. Auf Grund der bis heute gesammelten Thatsachen scheint es mir wahrscheinlicher, dass die Produktion der Gameten entweder eine ererbte Erscheinung ist — gleich wie die Bildung des Geschlechts in den Metazoenembryonen — (dies scheint mir nach unseren Erfahrungen bei anderen Protozoen doch

heilung, die auch bei der Malaria häufig ist. In Uebereinstimmung hiermit findet man beim Aufhören der Fieberanfälle (vorausgesetzt, dass kein Chinin gegeben wurde), stets zahlreiche Gameten in peripherem Blut oder in den hämopoetischen Organen.

Indessen kehren wir von diesen allgemeineren Betrachtungen, die ich nach Mittheilung meiner weiteren speziellen Malariastudien später in einem allgemeinen Theil eingehender darzustellen hoffe, zu der unterbrochenen Schilderung der heranwachsenden Makrogameten zurück. Auf dem mitgetheilten Wege wurde gefunden, dass der winzige Parasit in Fig. 94 (oder Fig. 30, Taf. IV) im Alter einem halberwachsenen Schizonten entspricht und wahrscheinlich 12—24 Stunden in dem rothen Blutkörperchen sitzt. Ist bei den kleinsten Stadien nur das reichliche Pigment und der etwas vergrösserte und zuweilen bereits aufgelockerte Kern charakteristisch, so treten beim weiteren Wachsthum (Fig. 31, 95) schon weitere Merkmale hinzu. Das Plasma wird dunkler im Leben und färbbarer im Präparat, der Kern grösser und granulirt. Die lebhaft amöboide Beweglichkeit und die Ernährungsvacuole der Schizonten fehlt vollständig. An Stelle von lebhaften Gestaltsveränderungen tritt die lebhafte Molekularbewegung des Pigments, dessen einzelne Elemente stets grösser sind als bei Schizonten. Fig. 95 bis 97 stellen 24—48 Stunden alte Makrogameten dar. Der Kern hat sich immer mehr aufgelockert und zeigt bereits die Charaktere des erwachsenen Gameten. In der Zeit ihres verhältnissmässig lebhaftesten Wachstums (60—96 Stunden nach dem Eindringen in die Blutkörper) zeigen auch die Makrogameten sehr träge amöboide Gestaltsveränderungen, während die Schizonten in der entsprechenden Periode ausserordentlich beweglich sind (Fig. 98—99). Nachdem das Blutkörperchen, welches den Gameten beherbergte, aufgezehrt ist, liegt er frei im Blutplasma, scheint aber hier auch noch weiter zu wachsen, wenigstens finde ich die durchschnittliche Grösse der freien Formen bedeutender als die der grössten endoglobulären.

Meine Beobachtungen über das Wachsthum der Makrogameten von *Plasmodium vivax* stimmen gut überein mit den Befunden von Bastianelli und Bignami beim Tropicaparasiten, über die ich später ebenfalls selbst berichten werde. Ich finde in seltenen Fällen ebenso wie die Stadien der Schizogonie auch die Entwicklungsstadien der Halbmonde im peripheren Blut; sie sind also auch bei den Tropicaparasiten nicht ausnahmslos an das Knochenmark oder die Milz¹⁾ gebunden, wenn auch hier im

ausser Zweifel [Schaudinn]) oder sie wird durch für diejenigen Individuen, welche Gameten werden, ungünstigere Lebensbedingungen bewirkt. Vielleicht kommen auch die beiden Ursachen in Betracht, wie einerseits durch das oben erwähnte Auftreten der Gameten nach den ersten Fieberanfällen, sowie andererseits durch die reichliche Bildung halbmondförmiger Gameten nach Verabreichung von kleinen Chinindosen oder von Ferrol, Citronensaft etc. (Gualdi und Martirano) bewiesen wird²⁾. Auch ich halte die Fähigkeit der Gametenbildung selbstverständlich für eine vererbte Erscheinung, ebenso wie die ganze geschlechtliche Fortpflanzung, deshalb kann sehr wohl die Auslösung dieser Entwicklungsrichtung durch äussere Reize gelegentlich früher oder später bedingt werden, ja es können diese Reize sogar sehr verschiedener Art sein. Man vergleiche die neueren Resultate der Entwicklungsmechanik (Loeb, Morgan, Driesch etc.).

¹⁾ Bei einer Sektion eines Kindes fand ich die Tropicagameten ebenso wie die der Tertiana fast ausschliesslich in der Milz und ganz spärlich im Knochenmark. Sollten diese, den Befunden der beiden italienischen Forscher entgegengesetzten Resultate vielleicht damit zu erklären sein, dass bei Kindern mehr die Milz, bei Erwachsenen das Knochenmark als blutbildendes Organ funktioniert?

Allgemeinen die grössere Vorliebe für diese Organe zuzugeben ist. Auch Grassi (1901, p. 147) kommt zu dem Resultat, dass „die Produktion der Gameten nicht die Folge der Entwicklung der Parasiten in bestimmten Organen ist, weil in diesen nämlichen Organen auch die eigentlichen Mononten (Schizonten) gleichzeitig reifen und sich theilen“.

c) Die Mikrogametocyten.

Die männlichen Geschlechtszellen, welche dazu bestimmt sind, die Mikrogameten für die Befruchtung der Makrogameten zu liefern, tragen als Stempel dieser Bestimmung während ihrer ganzen Entwicklung einen auffallend grossen und chromatinreichen Kern mit sich. Dieser Charakter unterscheidet sie in erster Linie von den anderen Stadien der Parasiten. Hinzukommt die geringe Ausbildung der protoplasmatischen Theile der Zelle gegenüber dem Kern. Die weibliche Zelle, der Makrogamet, ist wie bei den meisten Geschlechtszellen der Lebewesen, der Träger der Nähr- und Bildungstoffe für die Entwicklung der Jungen. Daher finden wir beim Malariaparasiten wie bei vielen anderen Zellen die Anhäufung und Verdichtung des Plasmas und infolgedessen die stärkere Färbbarkeit desselben. Der Mikrogamet besteht ebenso wie das Spermatozoon der höheren Lebewesen fast nur aus Kernsubstanzen. Daher speichert schon die Mutterzelle, der Mikrogametocyt, diese Substanzen in reicher Menge auf. Sie verwendet die Hauptmasse der aufgenommenen Nahrung zum Ausbau des Kerns, während das Plasma vernachlässigt wird. Dies dürfte die Ursache dafür sein, dass der ausgebildete Mikrogametocyt ein im Leben ganz blasses, schwach lichtbrechendes und grob vacuoläres Plasma aufweist, welches im Präparat mit keinem Farbstoff auch nur annähernd so intensiv tingirt werden kann wie das der Schizonten, geschweige denn der Makrogameten (Fig. 27, Taf. IV, Fig. 111—118, Taf. VI). Die Mikrogametocyten wachsen ebenso langsam heran wie die Makrogameten und treten auch stets gleichzeitig mit ihnen im Blute auf. Ich habe in keinem Präparat Mikrogametocyten ohne Makrogameten gefunden (wohl aber, wie wir sehen werden, das umgekehrte Verhalten, Makrogameten ohne Mikrogametocyten).

Die kleinsten Stadien sind durch eine besondere Eigenthümlichkeit charakterisirt, die physiologisch besonders interessant ist. Bei der Untersuchung dieser Stadien mit dem Polarisationsapparat bemerkt man bei gekreuzten Nicols, schon ehe sich ein deutliches Pigmentkorn im Plasma zeigt, eine Doppelbrechung an den Grenzen des Kerns gegen das Protoplasma; sie wird bedingt durch das Auftreten kleinster Pigmentpartikel an der Oberfläche des Kerns. Noch während des weiteren Wachstums bleibt die Kerngrenze eine lange Zeit doppeltbrechend und wenn schon im Plasma grobe Pigmentstücke vorhanden sind, findet man hier stets kleinste Stückchen dicht zusammengedrängt vor. Ich halte diese Erscheinung für den Ausdruck des bevorzugten Wachstums der Kernsubstanzen gegenüber dem Plasma. Die Produkte der regressiven Metamorphose treten zuerst und am dichtesten in der Nähe der Stelle des regsten Stoffwechsels auf.

Die weitere Entwicklung der Mikrogametocyten ist aus Fig. 112—118, Taf. VI ersichtlich. Die Auflockerung des Kerns und seine Vergrösserung ist stärker und früher

ausgeprägt wie bei den Makrogameten. Das Plasma bleibt stets blass und grob vacuolär. Anfangs glaubte ich, dass die Pigmentstückchen hier stets noch grösser werden, als bei den Makrogameten, indessen habe ich mich durch zahlreiche Messungen überzeugt, dass dies wohl in den meisten Fällen eine optische Täuschung ist. In dem ungefärbten Plasma treten die Stäbchen deutlicher hervor als in dem dunkeln der Makrogameten. Am leichtesten erkennt man die Täuschung bei Anwendung des Polarisationsapparats, wo in beiden Fällen der Untergrund ganz gleich schwarz ist und nur die Pigmentkörnchen hervorleuchten. Trotzdem giebt es Mikrogametocyten, in denen das Pigment eine aussergewöhnliche Grösse erreicht, dafür scheint dann aber die Zahl der Einzelstücke stets geringer zu sein. Es schien mir ferner, dass die Mikrogametocyten den Makrogameten in der Entwicklung etwas voraus wären. Eine Phase gesteigerter amöboider Beweglichkeit wie bei den Makrogameten habe ich bei den Mikrogametocyten nicht entdecken können. Ihr Plasma scheint mir überhaupt noch weniger beweglich, wie das der Makrogameten. Hingegen ist das sog. „Schwärmen“ des Pigments sehr lebhaft in allen Stadien, stärker als bei den Makrogametocyten, was sich wohl durch die grobvacuoläre Beschaffenheit des Plasmas erklärt, wenn man mit mir das Phänomen als Molekularbewegung ansieht.

Die Auflockerung des ursprünglich wie beim Merozoiten kompakten Karyosoms erfolgt in derselben Weise wie beim Makrogameten, auch die feinere Struktur des Kerns bei wachsenden Mikrogametocyten ist ähnlich, wir finden dasselbe grobalveoläre Gerüstwerk, in dessen Wänden die färbbare Substanz suspendiert ist. Nur ist beim Makrogameten alles feiner und kleiner. Die dort meist kugeligen Chromatinklümpchen, sind hier beim Mikrogametocyten dicker und plumper und oft zu kürzeren oder längeren Fäden, Balken oder Strängen zusammengelagert. Während der Kern beim wachsenden Mikrogametocyten gewöhnlich kugelig, oval oder ellipsoidal ist, hat er bei den erwachsenen, freien Formen oft spindel- oder bandförmige Gestalt, wie Fig. 27, Taf. IV, und Fig. 117, 118, Taf. VI es zeigen. Hierbei erreicht die Länge desselben oft $10\ \mu$ bei einer Breite von $3-4\ \mu$, also gut doppelte Grösse des Makrogameten-Kerns. Die ausgebildeten Mikrogametocyten scheinen mir meist etwas kleiner zu bleiben als die Makrogameten; Ausnahmen giebt es aber auch von dieser Regel.

Nach dieser kurzen Schilderung dürfte es nicht schwer fallen, die Mikrogametocyten von *Plasmodium vivax* ebenso leicht wie die Makrogameten in allen Stadien von anderen Formen zu unterscheiden. — Die bisherige Darstellung der Geschlechtsformen bezieht sich auf ihre Entwicklung im Blut des Menschen. Ihre weiteren Schicksale im Magen der Mücke, die in den Vorbereitungen und der Ausführung des Geschlechtsaktes bestehen, werde ich in einem späteren Kapitel schildern. Hier muss uns aber noch die Frage beschäftigen, was geschieht mit den Geschlechtsformen im Blut des Menschen weiterhin, wenn sie nicht herauskommen? Ich habe über diese Frage zahlreiche Untersuchungen angestellt, indem ich viele Blutproben nach dem Aufhören der Fieberanfälle bei Neu-Infektionen (sowohl ohne wie mit Chininbehandlung) und bei Recidiven auf das Vorhandensein von Gameten und auf ihre Strukturveränderungen prüfte. Da man aber meist nur kleine Proben peripheren Blutes zur Verfügung hat, so muss man mit Schlüssen aus solchen Beobachtungen sehr vorsichtig sein. Beweisen

lässt sich damit überhaupt nichts, da wir ja wissen, dass die Parasiten bald im peripheren Blut, bald in inneren Organen lokalisiert sein können. Derartige statistische Untersuchungen müssen sehr lange Zeit fortgesetzt werden, um verwertbares Material auch nur für Wahrscheinlichkeitsschlüsse zu ergeben.

Indem ich diesen Standpunkt einnehme, theile ich meine aus derartigen Untersuchungen gewonnenen persönlichen und nur subjektiven Ideen hier mit, um die Diskussion der ganzen Frage, die zur Zeit in der Malariaforschung eine der wichtigsten sein dürfte, und damit weitere Untersuchungen anzuregen. Bezüglich der Mikrogametocyten habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass sie früher oder später im Blut zu Grunde gehen. Ueber den Zeitpunkt lässt sich Sicheres nicht aussagen, da man den Parasiten, wenn sie frei im Blut sind, ihr Alter nicht mehr ansehen kann, es ist daher nicht wahrscheinlich, dass alle nach dem letzten Anfall gefundenen Mikrogametocyten ihre Entstehung der letzten Schizogonie verdanken, sie können schon von früheren Anfällen herrühren. Im Allgemeinen finde ich aber 3—6 Wochen nach dem letzten Anfall, wenn überhaupt Parasiten im peripheren Blute noch vorhanden sind, nur Makrogameten und konnte in zwei Fällen das allmähliche Abnehmen der Zahl der Mikrogametocyten gegenüber den Makrogameten vom 4. resp. 6. Tage nach dem Anfall feststellen. Auch fanden sich in diesen Fällen oft Stadien, welche deutliche Zeichen von Degeneration aufwiesen, wie Quellung und geringere Färbbarkeit des Kerns, oft liess sich derselbe überhaupt nicht mehr nachweisen; endlich Stadien, die nur eine den Mikrogametocyten entsprechende Anhäufung von Pigment in einer zarten, gallertartigen Grundsubstanz darstellten. Die von Ziemann und anderen aufgefundenen sterilen Formen beziehen sich meines Erachtens zwar theilweise auf nicht genügend gefärbte, ausgebildete Geschlechtsformen, theilweise aber auch ohne Zweifel auf wirklich im Zerfall begriffene Geschlechtsformen, besonders Mikrogametocyten.

Ich gebe nun ein Beispiel eines Recidivverlaufs mit Bemerkungen über das Vorhandensein der Gameten in einem Falle, bei dem ich das Blut besonders genau und anhaltend daraufhin untersucht habe. Mein Dienstmädchen, das die Parasiten seit dem Sommer 1900 im Blut beherbergte, hatte während des Sommers 1901 drei vereinzelte Anfälle. Als sie zu mir kam, am 28. April, fand ich keine Parasiten im Blut, doch erstreckte sich meine Untersuchung nur auf 2 Präparate, was nicht genügt, um einen sicheren Befund zu geben. Der erste Anfall erfolgte mit grosser Heftigkeit (40,3° Max.) am 3. Mai. Am Tage nach dem Anfall wenige junge Schizonten (es folgte kein zweiter Anfall am dritten Tage), viele junge und einzelne erwachsene ♀ Gameten, keine erwachsenen ♂ Gameten. Am 7. Mai ergab die Blutuntersuchung in jedem Präparat 20—30 ♂ und ♀ Formen, keine Schizonten. Dieser Befund blieb auch am 12. und 15. Mai, die Zahl der Gameten war am 12. spärlicher als am 15. Am 20. Mai fand ich in 5 Präparaten nur 12 Gameten, davon einen ♂. 25. Mai waren die ♀ Gameten zahlreicher, in jedem Präparat 6—10, kein ♂ wurde beobachtet. Am 29. Mai heftiger Anfall, typische Schizogonie, zahlreiche ♀ in allen Wachstumsstadien, ♂ zahlreicher nur im Jugendzustande, einzelne erwachsene ♂. Am 30. Mai spärliche Schizonten (es erfolgte kein Anfall am dritten Tage), im Uebrigen Befund wie beim 1. Anfall. Es begannen nun die Infektionsversuche mit den Anophelen, von

denen einige in jeder Nacht im Zimmer des Mädchens freigelassen wurden. Am 1. Juni zahlreiche ♂ und ♀ Gameten; 5. Juni ebenso; 8. Juni spärlicher, aber beide Arten. Am 15. Juni wenige ♀ Gameten, am 21. nur vereinzelte ♀ Gameten. Seit dem 18. Juni wurde keine Anophele mehr infiziert gefunden, was ungefähr mit dem Parasitenbefund im Blut übereinstimmt. Letzter Anfall am 12. Juli, wie die vorigen, auch Parasitenbefund ähnlich. Die künstlichen Infektionen der Mücken wurden wieder aufgenommen und waren nun wieder (bis auf eine gewisse Prozentzahl nicht infizierbarer Mücken) erfolgreich. Gleichzeitig begann die Chininkur, an drei Tagen der Woche (Montag, Dienstag, Mittwoch) wurde je 1 Gramm Chinin morgens gegeben, diese Kur wurde bis September durchgeführt. Sie begann am 15. Juli. An diesem Tage zeigte das Blut zahlreiche ♂ und ♀ Gameten, am 16. ebenso, am 17. spärlicher, am 19. ganz vereinzelte ♂ und ♀ Gameten, 20. keine Parasiten gefunden (trotzdem gelangen in der diesem Tage folgenden Nacht zwei Infektionen). Die Infektionen wurden nun eingestellt, ebenso die Blutuntersuchungen bis zum 12. August, an welchem Tage ich zu meiner Ueberraschung zwei gut erhaltene ♀ Gameten dicht nebeneinander in einem Präparat fand; 13. August keine gefunden, 18. August ebenso, 2. September ebenso, seither nicht mehr untersucht.

Während bei dieser Person die Parasiten auch während der Fieberintervalle meist im peripheren Blut zu finden waren, fehlten sie bei dem Kustos der zoologischen Station, Herrn Kossel, der ebenfalls 4 Recidive während des Sommers hatte, fast stets schon am Tage nach dem Anfall und waren auch während der Anfälle nur sehr spärlich vorhanden, obwohl das Fieber ausserordentlich heftig war. Diese Person war also garnicht für die Untersuchung der Frage nach dem Verhalten der Gameten zu gebrauchen.

Einer der Hauptgründe, warum ich die Mikrogametocyten für unfähig halte, sich lange Zeit im Blut des Menschen zu erhalten, liegt in der hohen Spezialisirung ihres Baues. Der Mikrogametocyt mit seinem grossen Kern und wenig dichten Plasma ist so deutlich nur für den einen Beruf der Gametenbildung eingerichtet, dass es physiologisch schwer vorstellbar ist, wie er in diesem augenscheinlich sehr labilen Zustande lange verharren soll. Anders liegen die Verhältnisse bei den Makrogameten. Diese sind mit ihrem dichten, an Reservestoffen offenbar reich beladenen Protoplasma für ein längeres Leben bestimmt, was ja auch ihre weitere normale Lebensgeschichte im Darm der Mücke beweist. Wenn überhaupt in den Intervallen zwischen Recidiven Parasiten im peripheren Blut gefunden werden, so fehlen sie nie.

Ihre ganze Spezialisirung gegenüber den gewöhnlichen ungeschlechtlichen Formen, den Schizonten, besteht ja nur in einer besseren Ausrüstung aller ihrer Theile für ein längeres Leben und in grösserer Widerstandsfähigkeit gegen äussere Einflüsse. Wenn diese durch langen Aufenthalt im Blut oder durch andere Einflüsse geschwächt werden, können sie auf den Schizontenzustand zurücksinken. Dies wird bewiesen durch eine Untersuchung, die ich im Folgenden in Kürze mittheilen will.

d) Rückbildung und Schizogonie der Makrogameten bei einem Recidiv.

Frau Kossel, die Gattin des Kustos an der zoologischen Station zu Rovigno, leidet nach ihren Angaben schon seit mehreren Jahren regelmässig im Frühjahr und Sommer an vereinzelt Fieberanfällen. Als ich am 10. April hierher kam, war mir leider hiervon nichts bekannt geworden und ich hatte daher die Untersuchung des Blutes versäumt. Am 29. April und 1. Mai erfolgten plötzlich 2 heftige Tertianaanfälle, die ich untersuchen konnte; der Parasitenbefund war auf der Fieberhöhe am 1. Mai ausserordentlich reich im peripheren Blut. Neben den Schizonten fanden sich viele ♂ und ♀ Geschlechtsformen, also ein typisches Tertiana-Recidiv. Frau K. erzählte mir, dass sie das Herannahen der Fieberanfälle immer genau vorher wüsste; sie führte dieselben auf plötzliche Ueberanstrengung und starke Erhitzung des Körpers zurück. Während sie gewöhnlich in ihrer eigenen Wohnung nur für ihre Familie wirthschaftet und kocht, hat sie die Aufgabe, während der Zeit, in welcher die Arbeitsplätze der Station besetzt sind, in der Küche der Station, die im Erdgeschoss liegt (während sich ihre Wohnung im 2. Stock befindet), für das Kasino der Anstalt zu kochen und nebenbei ihre eigene Familie zu versorgen. Sie behauptete nun, dass sie sich bei dem plötzlichen Wechsel des Aufenthalts und bei der vermehrten Arbeit anfangs sehr stark erhitzte, dann alle Fenster aufreisse und regelmässig bei Beginn ihrer neuen Thätigkeit ein bis zwei Fieberanfälle habe; auch bei ihrem letzten Anfall am 1. Mai sei dies die Ursache gewesen.

Ich behielt nun das Blut unter regelmässiger Kontrolle. Die Gameten waren während des Mai, bald in stärkerer, bald in geringerer Menge, stets nachzuweisen. Die Frau war wieder, da niemand in der Station arbeitete, in ihrem gewöhnlichen Wirkungskreis in ihrer Familie. Ende Mai kamen aber Besucher, es gab daher schon am 25. unten in der Küche viel zu thun. Ich beobachtete Frau K. und traf sie oft sehr erhitzt, sie klagte auch, dass sie wohl bald wieder Fieber haben würde, sie spüre das Herannahen. Wie sie das merke, konnte ich leider nicht genauer feststellen. Es wäre ein so dumpfes, schweres Gefühl in allen Gliedern, auch klagte sie über häufige Kopfschmerzen. Die Blutuntersuchung ergab am 25. Mai Mittags 12 Uhr keine wesentliche Abweichung von dem üblichen Befunde. Nur waren die Parasiten etwas zahlreicher als vorher, was aber auch sonst zu schwanken pflegte. In jedem Präparat waren 10—20 Makrogameten und vereinzelte Mikrogametocyten. Ich begann nun auch regelmässige Temperaturmessungen, fand aber an diesem Tage nur normale Temperatur (12 Uhr 37°, 4 Uhr p. m. 37,45°, 8 Uhr p. m. 36,80°). Am 26. Morgens fand ich einige merkwürdige Stadien der Makrogameten, die wie Theilungsstadien aussahen und merkwürdige Kernveränderungen (Temp. 7 Uhr a. m. 36,70°). Es wurde nun alle 2 Stunden untersucht und folgende Temperaturen beobachtet:

10 Uhr	a. m.	37,80°
12 „ 15 Min.	p. m.	38,40°
2 „	„ „	37,50°
5 „ 15 „	„ „	37,40°
9 „ 15 „	„ „	37,00°

Während dieser Zeit wurden die im Folgenden zu beschreibenden Stadien der Makrogametenveränderung gefunden. Um 12 Uhr 15 Min. und 2 Uhr am reichlichsten, später spärlich. Abends waren ausser einzelnen unveränderten Geschlechtsformen nur jüngste endoglobuläre Schizonten zu entdecken.

Am 27. V. wurde zweimal untersucht:

7 Uhr früh — Temperatur 36,80°. Nur junge endoglobuläre Schizonten wurden gefunden.

8 Uhr Abends — Temperatur 37,00°. Nur halberwachsene Schizonten in spärlicher Anzahl.

Am 28. V. kam der eigentliche Fieberanfall zum Ausbruch, der als typischer Tertianaanfall verlief.

Temperaturen:	7 Uhr	früh	37,6°
	10 „	a. m.	39,00°
	12 „ 15 Min.	p. „	39,85°
	1 „ 15 „	„ „	40,75°
	2 „ 15 „	„ „	40,40°
	3 „ 30 „	„ „	39,10°
	5 „ 15 „	„ „	39,00°
	7 „	„ „	37,80°
	9 „ 15 „	„ „	37,45°
Am 29. V.	7 „	früh	36,4°

Der Parasitenbefund wich nicht von einem gewöhnlichen Fieberanfall ab. Am 29. V. Morgens zeigte es sich, dass die meisten Merozoiten Gameten wurden. In Uebereinstimmung mit dieser Erscheinung blieb auch der nächste Anfall aus, also dasselbe Verhalten wie bei den Recidiven meines Dienstmädchens (cf. vorher). Ich gebe nun eine Schilderung der Parasiten, die ich im Blute der Frau K. am 26. V. von 7 Uhr früh bis 9 Uhr 15 Min. abends fand, indem ich alle gefundenen Stadien zu einer Entwicklungsreihe kombinire, die in Fig. 103—110 der Tafel VI wiedergegeben ist. Ausser normalen typischen Makrogameten (Fig. 103), die in geringer Anzahl in allen Präparaten immer wieder gefunden wurden, zeigten einzelne Veränderungen ihres Zellkerns. Fig. 104 zeigt ein solches abweichendes Stadium. Das Chromatin hat sich in der einen Hälfte des bohnenförmig gestalteten Kerns verdichtet und in gröberen, stark färbbaren Brocken und Strängen angesammelt, während die andere, anscheinend etwas grössere Hälfte, diffuser gefärbt ist und weniger und kleinere Chromatinbrocken enthält.

Fig. 105 stellt einen Makrogameten dar, der deutlich zwei differente Kerne erkennen lässt. Der eine derselben ist mit dicken Chromatinklumpen erfüllt und erinnert an einen Schizontenkern vor der Kernvermehrung (vgl. Taf. V, Fig. 61—63), er ist stark färbbar und kleiner als der andere, welcher nur wenig, ganz locker vertheiltes Chromatin enthält, und daher nur ganz blass gefärbt wurde. Ich glaube zu der Vermuthung berechtigt zu sein, dass dieses Stadium aus dem vorigen durch Abscheidung der chromatinreichen Kernhälfte entstanden ist.

Fig. 106. Zweikerniger Makrogamet, der blasse Kern entspricht demselben Gebilde in Fig. 105. Der chromatinreiche Kern befindet sich im Stadium der Aequatorialplatte, also in Vorbereitung zur Kernvermehrung.

Fig. 107. Ein Makrogamet, der durch eine Einschnürung in zwei ungleiche Portionen abgetheilt ist. Die linke enthält einen stark vergrößerten, ganz blass färbbaren Kern und dicht gehäuftes Pigment, die rechte 4 typische Schizontenkerne im Stadium der Kerntheilung.

Fig. 108. Trotz fehlender äusserer Abschnürung erkennt man deutlich an der Färbung des Plasmas und Lagerung des Pigments eine Sonderung des Makrogametenleibes in zwei Abschnitte. Der noch stärker gequollene blasse Kern liegt in einem dunkler gefärbten, pigmentreichen Abschnitt, während der gröber alveoläre, pigmentarme Theil 7 Kerne in Theilungsstadien aufweist.

Fig. 109 ist ähnlich, nur ist hier wieder auch äusserlich eine Einschnürung der Zelle zu bemerken, die Vermehrungsstadien der Kerne sind zahlreicher.

Fig. 110 stellt ein typisches Stadium der Schizogonie dar, dem ein grosser, im Zerfall begriffener Restkörper anhaftet, der seine Herkunft von einem ähnlichen Gebilde, wie es die linke Hälfte der Fig. 109 darstellt, noch deutlich erkennen lässt.

Diese nackte Darstellung der Befunde lässt meines Erachtens keine andere Deutung zu, als dass der Makrogamet unter unvollständiger Abschnürung eines dem Zugrundegehen geweihten Theiles seines Kerns und Protoplasmas sich durch Schizogonie vermehrt. Seine Abkömmlinge entwickeln sich zu typischen Schizonten, die sich weiter vermehren. So entstand bei Frau K. der typische Fieberanfall.

Näher auf diese ganze Frage werde ich nach Mittheilung meiner Befunde in einem ähnlichen Fall beim Tropicaparasiten (Fall 1, Michel di Leme) eingehen, hier sei nur erwähnt, dass die Veränderungen der ♀ Halbmonde in einem ähnlichen Prodromalstadium des Fieberanfalls ganz den hier geschilderten des Plasmodium vivax entsprechen, nur mit dem Unterschiede, dass es dort zuweilen wirklich zur vollständigen Abschnürung der zu Grunde gehenden Theile bald nach der Kerntheilung kommt.

Erwähnt sei noch, dass ich nach Entdeckung dieser Veränderungen der Makrogameten, auch in Präparaten von anderen Fällen nicht selten einzelne Stadien wie die hier geschilderten fand.

Ich komme auf Grund aller bisherigen Befunde zu der Ueberzeugung, dass die Recidive nach langen Intervallen ihre Entstehung der Langlebigkeit der Makrogameten und ihrer Fähigkeit, sich wieder zu Schizonten zurückzubilden, verdanken.

Ich kann hier vorläufig nicht auf die umfangreiche Litteratur über die Recidivfrage eingehen. Soll die Mittheilung über meine Befunde doch nur zu weiteren Untersuchungen auf dem von mir betretenen Wege anregen. Ich verweise daher auf die bekannten Monographien (Mannaberg, Lühe, Ruge, Celli, Grassi). Erwähnt sei hier nur die Hypothese Grassi's, der die Resultate meiner Untersuchungen nicht sehr fern stehen. Grassi meint, „die Makrospore (Makrogamet), sowie vielleicht auch die Mikrospore (Mikrogametocyt) können sich durch Parthenogenesis vermehren, und zwar durch jene Modalitäten, die als Theilung und Knospung, welche untereinander so grosse Aehnlichkeit zeigen, bezeichnet werden“. Verf. giebt eine Anzahl von

Argumenten, die zu Gunsten seiner Hypothese sprechen, an, wie die von Feletti, Mannaberg, Ziemann beobachtete Zweikernigkeit und Einschnürung bei den Tropica-Halbmonden¹⁾. Die Tertianaknospung, die er erwähnt, halte ich aber ebenso, wie er es in einer Anmerkung vermuthet, für eine Reduktionstheilung (cf. den Abschnitt über die Befruchtung). Ferner führt Grassi noch eine ganze Anzahl von analogen Vorgängen bei anderen Protozoen an, wie die Fortpflanzung von *Adelea*²⁾ (Siedlecki), *Trichosphaerium* (Schaudinn) und *Volvox*.

Wenn man will, kann man die Schizogonie der Makrogameten von *Plasmodium* auch als Parthenogenesis auffassen³⁾, man könnte dann die Abstossung eines Theiles des Kerns mit der Richtungskörperbildung bei der Parthenogenese der Metazoeier vergleichen (cf. den Abschnitt über die Befruchtung). Ich persönlich halte die Anwendung von Bezeichnungen, die bei den vielzelligen Metazoen eine bestimmte und meist andere Bedeutung haben, bei den einzelligen Protozoen vorläufig eher für verwirrend als nutzbringend.

4. Die Thätigkeit der Geschlechtsformen im Darm von *Anopheles claviger*.

Die Mikrogametenbildung und einige Stadien der Ookinetenentwicklung von *Plasmodium vivax* sind, soweit ich die Litteratur kenne, bisher nur von Bastianelli und Bignami studirt. Doch sind die Untersuchungen dieser Autoren, wie mir aus ihrer Mittheilung hervorzugehen scheint, nur an konservirten Präparaten gewonnen und weisen daher manche Lücken auf. Die Kopulation selbst ist noch nicht beobachtet worden, obwohl sie am lebenden Objekt ebenso leicht wie bei den Coccidien zu verfolgen ist.

Bekanntlich kann man die Ausbildung von Mikrogameten auch ausserhalb des Darms von *Anopheles* in Blut, das mit Kochsalzlösung verdünnt ist oder auch ohne weitere Vorkehrungen im gewöhnlichen Präparat verfolgen, doch scheinen hierbei, wie auch Bastianelli und Bignami vermuthen, die Vorgänge nicht ganz normal zu verlaufen. Da es nun ebenso bequem ist, das von *Anopheles* gesogene Blut zu untersuchen, habe ich ausschliesslich diese Methode angewandt. 10, 20, 30 Minuten bis 1 Stunde nach dem Aufsaugen findet man die ersten Stadien der Mikrogametenbildung und die Befruchtung. Die Ookineten kann man aber noch 2—12 Stunden später im Darm finden. Zur Verdünnung des Darmblutes benutzte ich ausschliesslich Körperflüssigkeit von *Anopheles*. Die Untersuchung erfolgte in der feuchten Kammer im hängenden Tropfen bei Zimmertemperatur, 20—24 °.

a) Die Mikrogametenbildung.

Der lebende, reife Mikrogametocyt, ausgezeichnet durch sein hyalines Plasma, seinen grossen, meist spindelförmigen oder ovalen Zellkern (mit gröberen, stärker

¹⁾ Die allerdings auch nach meinen Befunden eine Vorbereitung zur Fortpflanzung ist.

²⁾ Cf. hierzu meine neueren Untersuchungen bei *Cyclospora* (1902), welche doch gegen Giard's und Grassi's Auffassung der männlichen und weiblichen Schizonten (Schaudinn) als parthenogenetische Generationen sprechen.

³⁾ Jedenfalls eher, als die ungeschlechtliche Vermehrung der differenten Schizonten von *Adelea* und *Cyclospora*.

lichtbrechenden Granulationen) und grob stäbchenförmiges, lebhaft tanzendes Pigment (Fig. 27, Taf. IV) liegt unbeweglich da. Plötzlich kontrahirt er sich stark, das Pigment strudelt von der Peripherie zum Centrum und wieder zurück, wogt durcheinander und bringt den vom Kern eingenommenen hellen Raum in einem Moment zum Verschwinden. Wenige Augenblicke danach schnellen ruckweise aus einzelnen Stellen der Oberfläche flachere oder gewölbtere hyaline Buckel hervor, ziehen sich wieder zurück, um an anderer Stelle länger hervorzutreten, einzelne Pigmentkörnchen werden hierbei mitgerissen und auch hier und da aus dem Körper herausgeworfen. Diese zuckenden Bewegungen halten einige Sekunden an, bis plötzlich an einer Stelle oder auch an mehreren zugleich lange hyaline Fäden, anfangs wie eingestülpte dünne Handschuhfinger, dann mehr wie Foraminiferenpseudopodien ausgestreckt werden, oft blitzschnell und schon während ihres Austretens in zitternder und zuckender Bewegung, oft langsamer und dann in eleganten Windungen sich schlängelnd (Fig. 28 Taf. IV). Hierbei kontrahirt der Körper des Mikrogametocyten sich stark, sodass er kaum die Hälfte seines früheren Durchmessers besitzt. Das Pigment hört auf zu strudeln und wird zu grösseren Klumpen zusammengeschoben. Die peitschenden Mikrogameten, die solche Kraft besitzen, dass sie zuweilen die ganze Umgebung von Blutkörperchen reinfegen, reissen sich los und stürmen unter schlängelnder Bewegung (Fig. 29) nach allen Richtungen fort. Hat man das Blut nicht sehr verdünnt, so kann man die Gestalt der einzelnen Mikrogameten besser erkennen, namentlich wenn sie an irgend ein Hinderniss gerathen und Momente ruhig liegen. Es zeigt sich dann, dass sie nicht glatte Konturen haben, sondern hier und da Varicositäten aufweisen, die während der Bildung aus dem Mikrogametocyten, wie die Plasmaknötchen an einem Reticulosen-Pseudopodium an dem Faden entlang gleiten. Ihre Länge schwankt zwischen 20 und 25 μ . Der Durchmesser an den knotenförmigen Verdickungen kann 1 μ erreichen, zwischen denselben ist er meist ausserordentlich dünn.

Die Zahl der ausgestossenen Mikrogameten betrug meist 6, in drei Fällen 8, häufig nur 4 oder 5. Nicht alle lösen sich gleichzeitig los, 2—3 können schon fortgeschwärmt sein, wenn die anderen erst gebildet werden. Es giebt hierbei viele Variationen.

Der zurückgelassene Restkörper erhält sich noch lange im Blut, zerfällt aber dann allmählich.

Am gefärbten Präparat kann man die Kernverhältnisse ohne Schwierigkeit nachtragen.

Der grosse, spindelförmige Kern des Mikrogametocyten lässt häufig die Anlagen der zukünftigen Mikrogameten schon erkennen. In Fig. 118 zeigt der Kern 8 dunkler, färbbare, stärker glänzende Kugeln oder ovale Körper, zwischen denselben befindet sich feinkörniges Chromatin in strangförmiger Anordnung. Bei Hämatoxylinfärbung nehmen meist nur die grossen ovalen Körper den Farbstoff an und treten dann besonders deutlich hervor. Auch bei Osmiumbehandlung sind sie stark glänzend, während sie bei der Heidenhain'schen Methode eine mattstahlgraue Färbung erhalten. Andeutungen derselben habe ich zuweilen schon in jüngeren Stadien der Mikrogametocyten beobachtet (Fig. 117). Ich halte sie für Karyosome (Plastin und

Chromatin) und vermuthet, dass sie in ähnlicher Weise entstehen wie die Tochterkaryosome bei der Mikrogametenbildung von *Coccidium lacazei* (cf. Schaudinn und Siedlecki, 97, und Schaudinn, 1900).

Da ich stets 8 dieser Gebilde finde, die Zahl der Mikrogameten aber oft unter dieser Zahl bleibt, ist der Schluss gerechtfertigt, dass nicht immer alle Mikrogametenanlagen zur Ausbildung kommen. Beim Beginne der Mikrogametenbildung (Moment der Kontraktion und des Eindringens des Pigmentes in den Kernraum eines lebenden Objektes) wird der Kern gesprengt, die 8 Karyosome und die kleinen Chromatinkörnchen finden sich zwischen dem Pigment zerstreut (Fig. 118). Die Karyosome rücken dann an die Oberfläche, umgeben von kleinen, körnigen Chromatin-Inseln (Fig. 120) und wölben sich mit wenig Protoplasma als Buckel hervor. Schliesslich strecken sie sich in die Länge, wobei die Chromatinkörnchen in eine Reihe gelagert werden, das Karyosom bleibt bis zuletzt an der Oberfläche des Mikrogametocyten (Fig. 121) in Gestalt eines meist birnförmigen Körpers und löst sich erst mit dem ganzen Mikrogameten ab. Bei den freien Mikrogameten liegt es gewöhnlich in der Mitte (Fig. 122), als ovaler, oder bisweilen lang stabförmiger, auch perlschnurartig gegliederter Körper. Die im Leben sichtbaren Varicositäten des Mikrogameten stellen nach der Färbung grössere Chromatinbrocken und das Karyosom dar. Besondere Bewegungsorgane wie Geisseln, undulirende Membranen besitzen die Mikrogameten nicht, sie bewegen sich wie die Mikrogameten von *Benedenia* (Siedlecki) durch schlängelnde Bewegungen ihres Körpers. Die ganze Art der Mikrogametenbildung stimmt überhaupt in vorzüglicher Weise mit den Resultaten überein, welche Siedlecki und ich bei den Coccidien gefunden haben. Näheres hierüber werde ich nach Mittheilung meiner anderen Hämosporidien-Untersuchungen ausführen.

Auch Bastianelli und Bignami schildern in kurzer Beschreibung die Kernteilung als eine multiple, wie bei den Coccidien. Die Deutung ihrer Befunde stimmt mit der meinigen gut überein.

b) Die Reifung der Makrogameten und die Befruchtung.

Der erwachsene, lebende Makrogamet zeigt seinen kugeligen, ovalen oder bandförmigen Kern stets sehr deutlich an der Peripherie der Zelle als helle, pigmentfreie, feingranulirte Blase. Auch der Makrogamet kontrahirt sich im Darm der Mücke zu einer Kugel, das Pigment wird dichter zusammengeschoben und verliert seine Beweglichkeit. Nur einzelne Stäbchen führen hier und da noch wackelnde Bewegungen aus. Bald nach dem Aufsaugen des Blutes (10—20 Minuten) wölbt der Kern einen buckelartigen Höcker über die Oberfläche der Zelle hervor, der sich im Zeitraum von 5—10 Minuten als kleines Klümpchen ganz abschnürt (Fig. 33 Taf. IV). Im Moment seiner Abschnürung bemerkt man einen kleinen Ruck, der kleine Theil des Kerns wird eine kurze Strecke fortgeschleudert und sieht in demselben Augenblick höckerig, wie geschrumpft aus, während er, solange er als Knospe mit dem Kern in Verbindung war, pralle, glatte Kontouren aufwies. Bisweilen zerbröckelt er bei diesem Vorgang in 2—3 kleinere Theilchen (Fig. 34 Taf. IV). Der Kern des Makrogameten zieht sich während der Abschnürung der Knospe etwas von der Oberfläche zurück,

bleibt aber durch eine helle, pigmentfreie Zone mit derselben verbunden. Mir schien er jetzt weniger deutlich kontourirt zu sein als vorher (Fig. 34 Taf. IV).

Auch im gefärbten Präparat findet man Stadien, die diesem Vorgang entsprechen dürften. Im Kern der ausgewachsenen Makrogameten habe ich Bildungen, die den Karyosomen der Mikrogametocyten entsprechen, bei Hämatoxylinfärbung auch wahrzunehmen geglaubt. Doch sind die Gebilde hier viel kleiner und undeutlicher; ich kann daher nichts Sicheres über ihre Zahl aussagen. Fig. 123 und 124 Taf. VI zeigen 2 Stadien, welche den Figg. 33 und 34 der Tafel I entsprechen dürften. Ich fasse diese Ausstossung eines Theiles der Kernsubstanz ebenso wie die ähnlichen Vorgänge bei den Coccidien als Reduktionserscheinung auf. Am meisten stimmt die hier geschilderte Art mit der Reduktion des Kerns bei *Adelea ovata* (cf. Schaudinn und Siedlecki, 97 und Siedlecki, 99) überein. Auch Bastianelli und Bignami (99, 1900 p. 151) vermuthen eine Reduktion der Kernsubstanz, deuten aber als solche das Austreten einzelner Chromatinkörnchen aus dem Kern in das Protoplasma; das habe ich nie gefunden. Am gefärbten Präparat erscheint allerdings der Kern nach der Reduktion ebenso wie am lebenden Objekt undeutlicher begrenzt, chromatinärmer und weitmaschiger strukturirt (Fig. 124 Taf. VI). Da ist es wohl möglich, dass manchmal Chromatinkörnchen über seine Peripherie hinausragen.

Kehren wir nun zum lebenden Makrogameten zurück. Die Befruchtung habe ich wiederholt beobachtet; es macht dies keine Schwierigkeit, wenn man zur Infektion des Anopheles nur Blut verwendet, welches zahlreiche Gameten enthält, so dass man möglichst in jedem Gesichtsfelde einen findet. Ich benutzte dazu das Blut meines Dienstmädchens einige Tage nach dem II. Recidiv und konnte in demselben Präparat den ganzen Vorgang viermal hintereinander vollständig beobachten. Die Befruchtung fiel in die Zeit 20 Minuten bis 2 Stunden nach dem Stich.

Ob die ausgestossene Kernsubstanz auch hier, wie es bei den Coccidien wahrscheinlich ist, zur Anlockung der im Blut zerstreuten Mikrogameten dient, habe ich nicht wie dort prüfen können, vermuthet es aber, weil ich bei allen von Mikrogameten umschwärmten Mikrogameten den Reduktionsvorgang schon beendet fand, während andere, die keine Makrogameten in der Umgebung zeigten, noch ihren grossen, peripher gelegenen Kern aufwiesen. Der Makrogamet streckt dem Mikrogameten an der hellen Stelle, welche die Oberfläche mit dem Kern verbindet, einen Plasmabuckel nach Art eines Empfängnisshügels entgegen (Tafel IV Fig. 35), der, sobald ein Mikrogamet dort kleben bleibt, blitzartig mit dem letzteren in das Plasma eingezogen wird, so dass etwa nur noch die Hälfte des Mikrogameten ausserhalb bleibt und schlängelnde Bewegungen ausführt, um dann allmählich auch im Makrogameten zu verschwinden.

In dem Augenblick des Eintritts des Mikrogameten beginnt im Makrogameten eine wilde Plasmaströmung, die wirbelartig das Pigment umherwirft, sie hält einige Minuten an. Mir schien es, als wenn sich hierbei der Makrogamet auch etwas kontrahirte. Die ausgesperrten Mikrogameten bohren noch eine Zeit lang an der Oberfläche der Makrogameten umher, werden dann aber ziemlich plötzlich ruhig und rollen sich zu einem Knäuel zusammen; zweimal konnte ich beobachten, dass dieses dadurch bedingt war, dass der Makrogamet an der Stelle des Eintritts eine hyaline,

sehr schwach lichtbrechende Substanz absonderte, welche die Mikrogameten verklebte.

Nachdem Ruhe im Makrogameten eingetreten ist, ca. 10 Minuten nach Eintritt des Mikrogameten, bemerkt man, dass der ♀ Kern das Zentrum der Zelle einnimmt und dass sich ihm der ♂ als halbkugelige, stärker lichtbrechende Kalotte aufgelagert hat. Gleichzeitig streckt der Makrogamet langsam einen hyalinen Fortsatz aus (Fig. 36 Taf. IV), in den allmählich immer mehr Plasma, dann auch bei beschleunigter Bewegung das Pigment nachstrudelt, bis schliesslich die beiden Kerne folgen und der fertige, wurmförmige Ookinet unter langsam gleitender Bewegung und Gallertabscheidung am Hinterende das Konglomerat der verklebten Mikrogameten verlässt (Fig. 36 und 37 Taf. IV). Häufig verliert der Ookinet mit der Gallerte am Hinterende auch eine Anzahl Pigmentkörnchen (Fig. 37 und 38). Die Fähigkeit der Gallertabscheidung im Moment der Befruchtung als Abwehrmittel gegen die Mikrogameten dürfte homolog sein der Abscheidung der (anfangs doch offenbar auch noch weichen) Cystenhülle bei den Coccidien. Als ich bei meinem Vergleich der Coccidien- und Hämosporidienentwicklung (99) das Ookinetenstadium der Hämosporidien als Anpassung an den Wirthswechsel deutete, war mir diese Homologie noch nicht bekannt. Sie macht meine Deutung noch plausibeler. Die Cystenhülle der Coccidien bildet den Schutz für die weitere Entwicklung der Copula, die Gallertabscheidung des Ookineten, die in demselben Moment auftritt wie die Cystenhülle, vermittelt die Locomotion und befördert somit auch die weitere Entwicklung der Copula.

Ausser der Gleitbewegung, die genau so wie bei den Sporozoiten und Merozoiten erfolgt, was bei den Ookineten leichter zu sehen ist, finden wir auch dieselben Gestaltsveränderungen, welche wir schon von den Sichelkeimen kennen, Krümmungen (Fig. 39) und peristaltische Kontraktionen (Fig. 40). Durch Kombination dieser drei Bewegungsmodi ist der Ookinet befähigt, in das Epithel des Darmkanals leicht einzudringen. Bei seinen Wanderungen im Darminhalt sieht man ihn mit nicht unbedeutender Schnelligkeit zwischen den Blutkörperchen durchdringen, auch das Eindringen in isolirte Epithelzellen kann man leicht beobachten. Während seiner Wanderungen strudelt das Pigment häufig durch den ganzen Körper des Ookineten, besonders bei den peristaltischen Bewegungen läuft es wie ein Strom von hinten nach vorne und zurück. Bei der Gleitbewegung hingegen findet es sich fast stets dichter gedrängt am Hinterende. Die vordere Hälfte, namentlich aber die Spitze des Ookineten, zeichnet sich durch grössere Beweglichkeit aus. Die Spitze besonders sieht man oft seitliche Bewegungen ausführen, die an ein Tasten erinnern.

Im vorderen Theil des wandernden Ookineten findet sich fast regelmässig eine grosse, helle Flüssigkeitsvacuole, oft dicht vor dem Synkaryon (Fig. 35—40). Der ♂ und ♀ Kern werden anfangs bei den Bewegungen der Ookineten zuweilen von einander getrennt, lagern sich aber immer wieder an einander. Den männlichen habe ich ohne Ausnahme bei der Bewegung hinter dem weiblichen gefunden. 5—8 Stunden nach dem Stich findet man die Kerne gewöhnlich schon verschmolzen, man erkennt nur einen gleichmässig hellen Kern. Es schien mir auch, als wenn die Ookineten etwas an Grösse abgenommen hätten. Die Länge der gestreckten Ookineten schwankt

zwischen 18 und 24 μ , bei einer grössten Breite von 3—5 μ . Alle hier geschilderten Vorgänge, die Befruchtung und Ookinetenbildung, stimmen vorzüglich mit den ausgezeichneten Beobachtungen überein, welche schon Mc. Callum, der Entdecker der geschlechtlichen Fortpflanzung der Hämosporidien, an *Halteridium* gemacht hat. Auf genauere Vergleiche mit anderen Formen kann ich erst nach Mittheilung meiner anderen Hämosporidienstudien eingehen. Ich verschiebe daher auch eine Besprechung der spärlichen Litteratur über diesen Gegenstand auf später.

Die konservirten Präparate zeigen nicht viel mehr als das lebende Objekt, nur die Kernverhältnisse sind deutlicher. Fig. 125—133 entsprechen den nach dem Leben geschilderten Vorgängen und bedürfen keiner ausführlichen Erläuterungen. Da der Mikrogamete im Makrogameten zu einem dicken, dunkel färbbaren Konglomerat zusammen geballt wird (Fig. 126), vermag ich über das Schicksal des Karyosoms leider nichts auszusagen. In späteren Stadien, nach Verschmelzung der Kerne, ist es auch nicht aufzufinden (Fig. 130—133). Besonders deutlich tritt die feinmaschige Struktur des ♀ Kerns gegenüber dem kompakten ♂ Kernklumpen in Fig. 128 hervor, weil sich hier das Synkaryon gerade über die helle Flüssigkeitsvacuole im vorderen Theil des Ookineten gelagert hatte. In Fig. 129 sind die beiden Kerne, wahrscheinlich infolge peristaltischer Kontraktion und darauf folgende plötzliche Ausdehnung des Ookineten von einander getrennt.

In Fig. 130—133 sind die Kerne verschmolzen. Interessant ist besonders Fig. 130, hier ist der Kern langgestreckt spindelförmig, die Kernstruktur ist längsmaschig. Es erinnert das Bild an die eigenthümliche Kopulationsspindel, welche wir bei allen näher untersuchten Coccidien kennen gelernt haben. Aeltere Ookineten 131—133 zeigen schon Andeutungen von Konzentration des Chromatins. Die Struktur des Plasmas der Ookineten ist in den von Pigment freien Theilen stets sehr deutlich alveolär.

Ueber die Einwanderung des Ookineten in die Tunica elastico-muscularis des Mückendarms, sein Heranwachsen zur Oocyste und die Ausbildung der Sporozoiten hatte ich auch eigene Untersuchungen beim Tertianparasiten angestellt und dieselben bereits aufgezeichnet, als die II. Auflage von Grassi's Malaria-Monographie erschien. Während ich mich mit den Ausführungen Grassi's in der ersten Auflage seines Werkes nicht in allen Punkten einverstanden erklären konnte, stimmen seine neuesten Befunde und ihre Deutungen so vollständig mit meinen Beobachtungen überein, dass ich diesen ganzen Abschnitt über die Sporogonie streichen konnte und dafür nur diese Erklärung hierher setze. Ich verweise also nur auf p. 154—169 der Grassi'schen Arbeit. Das wenige, was ich hinzu fügen könnte und die kleinen Differenzen meiner Resultate von den seinigen besonders bezüglich der Oocystenhülle und der Unterschiede der drei Parasiten-Arten, werde ich in der Publikation über den Tropicaparasiten mittheilen.

Rovigno, den 25. Dezember 1901.

Litteratur-Verzeichniss.

- Bignami, A. (98), Die Tropenfieber und die Sommer- und Herbstfieber der gemässigten Klimata. In: *Centralbl. f. Bakt. etc.* v. 24. 1899, Nr. 18/19, p. 650—660.
- Bignami, A. & G. Bastianelli (99a) Sulla struttura dei parassiti malarici e in specie dei gamete dei parassiti estivo-autunnali. In: *Atti Soc. per gli studi della malaria*, v. 1. 1899. Auch. deutsch in: *Unters. zur Naturlehre etc. begr. von Moleschott*, v. 17. 1900, p. 147, Taf. 1 u. 2.
- (99b) Sullo sviluppo dei parassiti della terzana nell' *Anopheles claviger*. In: *Ibid.* v. 1. 1899 und deutsch in: *Unters. zur Naturlehre etc.* v. 17., p. 147, Taf. 5.
- Binz, (69), Ueber Einwirkung des Chinins auf Protoplasmabewegung. In: *Arch. mikr. Anat.* v. 3. 1869.
- (91), Ueber Chinin und die Malaria-Amöbe. In: *Berliner Klin. Wochenschr.* 1891, Nr. 43.
- Blanchard, R. (1900), Instructions à l'usage des medecins, des naturalistes et des voyageurs etc. In: *Bull. Ac. Méd. Paris*, ser. 3, v. 44, p. 6—58, Juli 1900.
- Bütschli, O. (80), Protozoa in: *Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs*, v. 1880.
- (92), Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig (Engelmann) 1892.
- Celli, A. (99), 1. Jahresbericht (1898) erstattet in der ersten Sitzung der italienischen Gesellschaft zur Erforschung der Malaria. In: *Centralbl. f. Bakt. etc.*, v. 25. 1899, p. 887. — 2. Jahresbericht: *Ibid.*, v. 27. 1900, p. 395.
- (1900a), Die Malaria nach den neuesten Forschungen; übersetzt v. F. Kerschbaumer. Wien (Urban und Schwarzenberg), 1900. (2. italienische Auflage, Rom, 1900.)
- (1900b), Ueber Immunität gegen Malariainfektion. In: *Centralbl. f. Bakt. etc.*, v. 27. 1900, Nr. 3, p. 107—110.
- (1900c), Beitrag zur Erkenntniss des Malariaepidemiologie vom neuesten ätiologischen Standpunkte. *Ibid.*, v. 28. 1900, p. 530.
- (1901), Nochmals über Immunität gegen Malariainfektion. *Ibid.*, v. 29., Nr. 7, 1901. (Auch italienisch in: *Annal. d'igiene sperimentale*, v. 11 fasc. 1.)
- Celli, A. & Gasperini, G., (1901) Paludismus ohne Malaria. In: *Centralbl. f. Bakt.*, v. 30. Nr. 14, p. 523, 1901.
- Christy, C. (1900), Mosquitoes and Malaria: a summary of knowledge on the subject up to date, etc., London u. Bombay, 1900.
- Danilewsky (89), La parasitologie comparée du sang. Kharkoff 1889.
- (90), Développement des parasites malariques dans les leucocytes des oiseaux. In: *Ann. Inst. Pasteur*. 1890 p. 427.
- (91), Ueber Polimitus malariae. In: *Centralbl. Bakt.*, 1891, Nr. 12.
- Delage, Y. et Hérouard (96), *Traité de zoologie concrète*. Tome I. La Cellule et les Protozoaires. Paris (Schleicher) 1896.
- Doflein, F. (1901), Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger nach biologischen Gesichtspunkten dargestellt. Jena (Gustav Fischer) 1901.
- Gautier, E. (96), Ueber den Parasit Laveran nach Beobachtungen von Malariafällen im Kaukasus. Moskau 1896 [russisch, citirt nach Lühe (1900) p. 23].
- (98), Malariastudien im Kaukasus. In: *Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankh.*, v. 28, p. 439—478. Taf. 5—10. 1898.
- Gerhardt (84), Ueber Intermittensimpfungen. In: *Arch. klin. Med.*, v. 7. 1884.
- Golgi, C. (89), Sul ciclo evolutivo dei parassiti malarici nella febbre terzana. In: *Arch. p. l. scienze med.* v. 13. 1889.
- (96), Sulle febbri intermittenti malariche a lunghi intervalli. In: *Ibid.* v. 14. 1890.
- (92), Ueber die Wirkung des Chinins auf die Malariaparasiten etc. In: *Deutsche med. Wochenschr.*, 1892, Nr. 29—32.
- Grassi, B. (98), Rapporti tra la malaria e peculiari insetti. In: *Rend. Acc. Lincei*, cl. sc. fis. mat. nat., v. 7. ser. 5. fasc. 7. September 1899. (Dasselbe II. Auflage. In: *Policlinico*, v. 5—7. 1898 Oktober).
- (99), Le recenti scoperti sulla malaria esposte in forma popolare. In: *Rivista di scienze biologiche*, fasc. 7. (Juli 1899).

- Grassi, B. (99), Studi di un zoologo sulla malaria. In: Atti R. Accad. dei Lincei. Mem. Cl. sc. fis. ecc. ser. 5. v. 3. Anno CCXCVI. 1900. [Hierin auch die zahlreichen Titel der vorläufigen Mittheilungen von Grassi und seiner Schule.]
- (1901), Die Malaria, Studien eines Zoologen. Jena (Gustav Fischer) 1901. (II. vermehrte und in das Deutsche übersetzte Auflage des vorigen Werkes). Eine II. italienische Auflage desselben erschien am 5. Oktober 1901.
- Grassi, B. e Dionisi, A. (98), Il ciclo evolutivo degli emosporidi. In: Rend. R. Accad. dei Lincei. Roma. ser. 5. v. 7. 1898, 2. Jan. p. 308—313.
- Grassi, B., Bastianelli, G. e Bignami, A. (98), Coltivazione delle semilune malariche dell'uomo nell' *Anopheles claviger* Fabr.; Ibid. p. 313—314, 1898.
- (99), Ulteriori ricerche sul ciclo evolutivo dei parassiti malarici umani nel corpo del Zanzarone. Ibid. v. 8. 1899, 1. sem.
- (99a), Ciclo evolutivo delle semilune nell' *Anopheles claviger* ed altri studi sulla malaria etc. In: Atti Soc. per gli studi della malaria, v. 1. 1899. (Auch deutsch in: Unters. zur Naturlehre, herausg. von Moleschott, v. 17. 1900 p. 127, Taf. 3 u. 4.)
- Hagenmüller, P. (99), Bibliotheca sporozoologica. Marseille, 1899.
- Hertwig, R. (98), Ueber Kerntheilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium eichhorni*. In: Verh. Bayer. Acad. Wiss., 2. Cl., v. 19. Abth. 3, 1898.
- Kerschbaumer, F. (1901), Malaria, ihr Wesen, ihre Entstehung und ihre Verhütung. Wien (Braumüller) 1901.
- Koch, R. (98a), Aerzliche Beobachtungen in den Tropen. In: Verhandl. Deutsche Kolonial-Ges., Abt. Berlin-Charlottenburg; 1897/98, Heft 7, p. 280—317.
- (98b), Reiseberichte über Rinderpest, Bubonenpest in Indien und Afrika, Tsetse und Surra-krankheit etc. Berlin (Julius Springer) 1898.
- (99a), Ergebnisse der wissenschaftlichen Expedition des Geh. Med.-Rath Koch nach Italien zur Erforschung der Malaria. (Vom kaiserl. Gesundheitsamt zur Verfügung gestellt). In: Deutsche med. Wochenschr. 1899, Nr. 5, p. 69—70.
- (99b), Ueber die Entwicklung der Malariaparasiten. In: Z. f. Hyg. u. Infektionskr., v. 32. 1899, Heft 1, p. 1—24, Taf. I—IV.
- (99c), Erster Bericht über die Thätigkeit der Malariaexpedition. In: Deutsche med. Wochenschr., 1899, Nr. 37, p. 601—604.
- (1900a), Zweiter Bericht über die Thätigkeit der Malariaexpedition. (Aufenthalt in Niederländisch Indien vom 21. Sept. bis 12. Dez. 1899.) Ibid. 1900, Nr. 5. p. 88—90.
- (1900b), Dritter bis fünfter Bericht über die Malariaexpedition. Ibid. 1900, Nr. 17, 18, 25 u. 34.
- Koch, M. u. Coenen, H. (1901), Fortschritte der Malariaforschung in Italien. In: Berliner klin. Wochenschr., 1901, Nr. 10 u. 12.
- Kossel, H. (99), Ueber einen malariaähnlichen Blutparasiten beim Affen. In: Z. f. Hyg. und Infektionskrankh., v. 32. 1899, Heft 1, p. 25—32, Taf. V.
- Kupelwieser, P. (1901), Bericht über die Maassnahmen des Prof. R. Koch zur Austilgung der Malaria auf den Brionischen Inseln an den Herrn Sektionschef Dr. R. v. Kusy. Wien, (Selbstverlag) 1901.
- Labbé, A. (94), Recherches zoologiques et biologiques sur les parasites endoglobulaires du sang des vertébrés. In: Arch. zool. experim., ser. 3. v. 2. 1894.
- (99), Sporozoa. In: Das Thierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der recenten Thierformen. Berlin (Friedländer & Sohn). Lief. 5, 1899.
- Lang, A. (1901), Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. II. Auflage, v. 1. Protozoa, bearb. von A. Lang. Jena (Gustav Fischer) 1901.
- Laveran, A. (80), Note sur un nouveau parasite trouvé dans le sang de plusieurs malades atteints de fièvre palustre. In: C. R. Ac. Sci. Paris, v. 93, 1880, p. 627.
- (99a), Les Hématozoaires endoglobulaires (Haemocytozoa). In: Cinquantenaire d. l. Soc. Biol. Paris 1899 (27. Okt.), p. 124—133.
- (99b), Paludisme et moustiques. In: Janus., 4. Année, Livr. 3. Mars—Avril 1899.
- Laveran, A. et Mesnil, F. (1900a), De la longue conservation à la glacière des trypanosomes du rat et de l'agglomération de ces parasites. In: C. R. Soc. Biol. Paris, v. 52. 1900, Nr. 29, p. 816—819.

- Laveran, A. et Mesnil, F. (1900b), Sur l'agglutination des trypanosomes du rat par divers serums. *Ibid.* Nr. 34, p. 939—942.
- (1901), Recherches morphologiques et experimentales sur les trypanosomes des Rats (Tr. Lewisi Kent). In: *Ann. Inst. Pasteur*, v. 15. 1901 (25. Sept.).
- Libbertz, A. (99), Ueber Blutparasiten und ihre Uebertragung durch blutsaugende Insekten. In: *Ber. Senckenberg, naturf. Ges. Frankfurt*, 1899, p. 105—118, Taf. 1—6.
- Lo Monaco, D. e Panichi, L. (99), L'azione dei farmaci antiperiodici sul parassita della malaria. In: *Rend. dell' Accad. dei Lincei, Roma*, ser. 5, v. 8. 1899, p. 348—353. [Auch deutsch in: *Untersuchungen zur Naturlehre begründet von Moleschott*, v. 17, p. 22 u. 96, 1900.]
- Lühe, M. (1900), Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung; Jena (Gustav Fischer) 1900. [Erweiterter Abdruck aus: *Centralbl. f. Bakter. etc.*, v. 27. u. 28. 1900.]
- (1901a), Referat über Neveu-Lemaire (1900). In: *Centralblatt f. Bakter.*, v. 29, Nr. 17, p. 706, 1901.
- (1901b), Referat über Grassi (1900). *Ibid.* v. 30. Nr. 3, 1901, p. 124.
- (1901c), Referat über Lang (1900). *Ibid.* v. 30. Nr. 3, 1901, p. 121.
- Mac Callum, W. G. (97a), On the flagellated form of the malarial parasite. In: *The Lancet*. 1897, II, p. 1240.
- (97b), On the haematozoan infection of birds. In: *Journ. exper. Med. Baltimore*, v. 3. 1899.
- Mannaberg, J. (93), Die Malaria-Parasiten auf Grund eigener und fremder Beobachtungen dargestellt. Wien (Holder) 1893.
- (99), Die Malaria-Krankheiten. In: *Nothnagel, Spec. Pathologie u. Therapie*, v. 2, Theil II. Wien (Holder) 1899.
- Mansen, P. (97), A method of staining the malaria flagellated organism. In: *Brit. med. Journ.*, 1897, v. 2. p. 60—70.
- Maurer, G. (1900), Die Tüpfelung der Wirtszelle des Tertianaparasiten. In: *Centralbl. f. Bakter.*, v. 28, Nr. 1, 1900, p. 114, I. Taf.
- (1901), Die Malaria-Parasiten. In: *Münch. med. Wochenschr.*, 1901, Nr. 9.
- Mesnil, F. (99), Coccidies et Paludisme. In: *Rev. génér. d. Sciences*, X. ann., 1899, Nr. 6—7, p. 213—224, 275—285.
- (1900), Essai sur la classification et l'origine des Sporozoaires. In: *Cinquantenaire d. I. Soc. d. Biol. Paris*, 1900, 29. Oct.
- Metschnikoff, E. (97), Sur le stade flagellé des Coccidies. In: *C. R. Soc. biol. Paris* (10) v. 4, 1897, p. 593—594.
- Michaelis, L. (1901), Das Methylenblau und seine Zersetzungsprodukte. In: *Centralbl. f. Bakter.*, v. 29, Nr. 19, p. 763, 1901.
- Neveu-Lemaire, M. (1901), Les hématozoaires du paludisme. Paris (Baillière et fils) 1901, 144 p. 3 Taf.
- Nocht (98), Zur Färbung der Malaria-Parasiten. In: *Centralbl. f. Bakter.*, I. Abt. v. 24, 1898, p. 839—854. [Nachtrag im Bd. 25, 1899, p. 17 u. 764—769.]
- Nuttal, G. H. F. (99), Die Mosquito-Malariatheorie. In: *Centralbl. f. Bakter.* v. 25, 1899, Nr. 5—10, p. 161—170, 209—217, 245—247, 285—296, 337—346.
- (99—1900), Neuere Forschungen über die Rolle der Mosquitos bei der Verbreitung der Malaria. *Ibid.* Nr. 24—25, p. 877—881, v. 26, 1899, p. 140—147, v. 27, 1900, Nr. 5—9, p. 193—196, 218—225, 260—264, 328—340.
- Panse, O. (1901), Chromatinfärbung. In: *Centralbl. f. Bakter.* v. 30, Nr. 21, 1901, p. 804.
- Plehn, A. (90), Aetiologische und klinische Malaria-Studien. Berlin (Hirschwald) 1890.
- Plehn, F. (1901), Weiteres über Malaria, Immunität und Latenzperiode. Jena (Gustav Fischer) 1901.
- Reuter, K. (1901), Ueber den färbenden Bestandtheil der Romanowsky-Nocht'schen Malaria-plasmodienfärbung, seine Reindarstellung und praktische Verwendung. In: *Centralbl. f. Bakter.* v. 30, Nr. 6, p. 248, 1901.
- Romanowsky (1891), Zur Frage der Parasitologie und Therapie bei Malaria. St. Petersburg 1891.
- Ross, R. (97), On some peculiar pigmented cells found in two mosquitos fed on malarial blood. In: *Brit. med. Journ.* 1897, v. 2, p. 1776—1788.
- (98a), Further observations on the transformation of crescents. In: *Indian med. Gazette, Calcutta*, v. 33. 1898, Nr. 1.

- Ross, R. (98b) Report on a preliminary investigation into malaria in the Sigur Ghat Ootacamund Ibid., v. 33, 1898, p. 133—136, 170—175.
- (98c), Report on the cultivation of *Proteosoma* Labbé in grey mosquitos. Calcutta, 1898. 21, p. 9 Taf.
- Ruge R. (1900a), Zur Diagnosefärbung der Malariaparasiten. In: Deutsche med. Wochenschr., 1900. Nr. 28.
- (1900b), Ein Beitrag zur Chromatinfärbung der Malariaparasiten. In: Ztschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., v. 33, 1900, Heft 2.
- (1901a), Untersuchungen über das deutsche *Proteosoma*. In: Centralbl. f. Bakter., v. 29, Nr. 5, 1901, p. 187.
- (1901b), Einführung in das Studium der Malariakrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Technik. Jena (Gustav Fischer), 1901.
- Sacharoff, N. (93), Recherches sur les hématozoaires des oiseaux. In: Ann. Inst. Pasteur, v. 7. 1893, p. 801—811, Taf. 15.
- (95), Ueber die selbständige Bewegung der Chromosomen bei Malariaparasiten. In: Centralbl. f. Bakter., v. 18, 1895, p. 374—380, Taf. 3.
- Schaudinn, F. (94a), Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung. In: Biol. Centralbl., v. 14. 1894.
- (94b), Ueber Kernteilung mit nachfolgender Körperteilung bei *Amoeba crystalligera* Gruber. In: Sitzber. Preuss. Acad. der Wiss., 1894, p. 1029—1036.
- (95a), Ueber Plastogamie bei Foraminifera. In: S.-B. Ges. Naturf. Freunde, Berlin, 1895, Nr. 5.
- (95b), Ueber die Theilung von *Amoeba binucleata* Gruber. Ibid. 1895, Nr. 6, p. 130—141.
- (99a), Untersuchungen über den Generationswechsel von *Trichosphaerium sieboldi* Schn. In: Abh. Acad. Berlin, 1899, Anhang, p. 1—92, Taf. 1—6.
- (99b), Ueber den Generationswechsel der Coccidien und die neuere Malariaforschung. In: Sitzber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin, 1899.
- (99c), Der Generationswechsel der Coccidien und Haemosporidien, eine Zusammenfassung der neueren Forschungsergebnisse. In: Zool. Centralbl., v. 6. 1899.
- (1900), Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. In: Zool. Jahrb., Abth. Anat., v. 13, 1900.
- (1901), Malaria-Wandtafel mit erläuterndem Text. In: Leuckart-Chun, Zoolog. Wandtaf. (I. Ser., Taf. 102), Cassel (Th. G. Fischer & Co.), 1901.
- (1902), Studien über krankheitserregende Protozoen, I. *Cyclospora caryolytica*. Schaud., der Erreger der perniziösen Enteritis des Maulwurfs. In: Arb. a. d. Reichsgesundheitsamt, v. 18, Heft 3, 1902, p. 378—416, Taf. 13 u. 14.
- Schaudinn, F. und Siedlecki, M. (97), Beiträge zur Kenntniss der Coccidien. In: Verh. Deutsch. Zoolog. Ges., 1897, p. 192—203.
- Schewiakoff, W. (88), Ueber die karyokinetische Kernteilung bei *Euglypha alveolata*. In: Morph. Jahrb., v. 13, 1888, p. 193—288, Taf. 6—7.
- (94), Ueber die Ursache der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen. In: Z. wiss. Zool., v. 58, p. 192—203.
- Schüffner, W. (98), Beitrag zur Kenntniss der Malaria. In: Deutsch. Arch. f. klin. Med., v. 64, 1898.
- Wasielowski v. (96), Sporozoenkunde. Jena (Gustav Fischer), 1896.
- (1901), Ueber die Verbreitung und künstliche Uebertragung der Vogel malaria. In: Arch. f. Hygiene, 1901, p. 68—84.
- Ziegler, E. (1901), Allgemeine Pathologie (Lehrb. der Pathologie, v. I), X. Auflage. Jena (Gustav Fischer), 1901.
- Ziemann, H. (96), Ueber Blutparasiten bei heimischer und tropischer Malaria. In: Centralbl. f. Bakter., v. 20. 1896, Nr. 18/19, p. 653.
- (97), Zur Morphologie der Malariaparasiten. In: Centralblatt f. Bakter., v. 21. 1897, Nr. 17/18.
- (98a), Ueber Malaria und andere Blutparasiten nebst Anhang: Eine wirksame Methode der Chromatin- und Blutfärbung. Jena (Gustav Fischer), 1898.
- (98b), Kurze Bemerkungen über die Theorie der Malaria-Uebertragung durch Mosquitos und ihrer Geisselkörper bei Blutkörper-Parasiten. In: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., v. 2, Heft 6, p. 345, 1898.

- Ziemann, H. (1900a), Ueber die Beziehungen der Moskitos zu den Malariaparasiten in Kamerun. In: Deutsche med. Wochenschr., 1900, Nr. 25.
- (1900b), Zweiter Bericht über Malaria und Moskitos an der afrikanischen Westküste. In: Ibid., 1900, Nr. 47/48.

Tafelerklärung.

Alle Figuren beziehen sich auf Entwicklungsstadien des Tertianparasiten des Menschen, *Plasmodium vivax* (Grassi und Feletti). Mit Ausnahme einzelner, schnell beweglicher Stadien der Tafel IV, die aus freier Hand skizziert werden mussten, wurden alle Figuren mit Hilfe des Abbé'schen Zeichenprismas entworfen.

Als Lichtquelle diente ausser dem Tageslicht Auerlicht, Acetylen- und (für die stärksten Vergrösserungen) Zirkonlicht. Es wurde ein Theil der Figuren mit einem Mikroskop von Seibert mit dem apochromatischen Obj. homog. Immersion 2 mm und den Kompensationsokularen 4, 8, 12, 18 gewonnen. Für die meisten wurde ein Mikroskop von Zeiss mit dem apochromatischen Objektiv homog. Immersion 2 mm und den Kompensationsokularen 2, 4, 6, 8, 18 benutzt.

Tafel IV.

Alle Figuren sind nach dem lebenden Objekt entworfen. — Fig. 1 Vergr. ca. $\frac{2250}{1}$, Fig. 2—12 Vergr. ca. $\frac{1800}{1}$, alle übrigen Fig. Vergr. ca. $\frac{2000}{1}$.

- Fig. 1. Ein Sporozoit, der aus der Cyste ausgetreten ist, während der Gleitbewegung. Die nach unten gerichteten Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der abströmenden Gallerte, der nach oben gerichtete die des Sporozoiten an.
- Fig. 2—12. Sporozoiten in verschiedenen Phasen der Gestaltsveränderung, 3—8 Krümmungsbewegungen, 9—10 peristaltische Kontraktionen, 11—12 korkzieherartige Kontraktionen.
- Fig. 13. Aufschwemmung von Sporozoiten in verdünntem (durch Serum) Menschenblut. Die Sporozoiten in den verschiedensten Stadien der Bewegung, zwei sind im Begriff, in die Blutkörperchen (gelb) einzudringen.
- Fig. 14. Aufschwemmung von Sporozoiten in verdünntem Rattenblut nach 18 stündigem Verweilen in der feuchten Kammer im Thermostaten. Die Sporozoiten sind körnig zerfallen und zu Bündeln agglutinirt.
- Fig. 15a—15h. Eindringen eines Sporozoiten in ein rothes Blutkörperchen und Umwandlung desselben in ein den jungen Schizonten ähnliches, amöboides Stadium.
- Fig. 16. Junger Schizont, ca. 6 Stunden nach der Schizogonie; Beginn der Pigmentbildung.
- Fig. 17. Schizont, ca. 12 Stunden nach der Schizogonie.
- Fig. 18. Schizont auf der Höhe seiner vegetativen Thätigkeit, lebhafte amöboide und Pigmentbewegung, ca. 24—28 Stunden nach der Schizogonie.
- Fig. 19a—19b. Zwei aufeinander folgende Stadien der ersten Kerntheilung des erwachsenen Schizonten zur Schizogonie.
- Fig. 20. Schizont in Vorbereitung zur Schizogonie. Im Plasma 7 Kerne, von denen 3 im Hautelstadium sich befinden.
- Fig. 21. Schizogonie; Auswanderung der Merozoiten.
- Fig. 22a—22b. Zwei Phasen der Gestaltsveränderungen eines freien Merozoiten.
- Fig. 23a—23f. Sechs aufeinander folgende Stadien der Gestaltsveränderung und Gleitbewegung eines Merozoiten. Die dunkle, scharfkantige Masse, an welcher der Keim in Fig. 23a—d dicht anliegt, von der er sich aber in Fig. 23e—f entfernt hat, ist ein kleiner Fremdkörper, eine Verunreinigung im Präparat unbekannter Natur.
- Fig. 24a—24f. Eindringen eines Merozoiten in ein rothes Blutkörperchen.
- Fig. 25. Jüngstes erkennbares Stadium eines Mikrogametocyten. Erkennbar durch die im polarisirten Licht doppelt brechende Kernmembran. Die Doppelbrechung wird durch Auflagerung feinsten Pigmentkörnchen bedingt.
- Fig. 26. Grösserer Mikrogametocyt.
- Fig. 27. Ausgebildeter, freier Mikrogametocyt.
- Fig. 28. Mikrogametenbildung im Blut aus dem Darm des Anopheles.
- Fig. 29. Mikrogamet während seiner schlängelnden Bewegung.

- Fig. 30. Jüngstes Stadium eines Makrogameten.
Fig. 31. Grösserer Makrogamet.
Fig. 32. Ausgebildeter, freier Makrogamet.
Fig. 33. Reduktionsknospung des Kerns bei der Reifung des Makrogameten im Blut aus dem Darm des *Anopheles*.
Fig. 34. Der abgeschnürte Reduktionskörper ist in zwei Brocken zerfallen, der reduzierte Kern rückt von der Oberfläche der Zelle in die Mitte.
Fig. 35. Befruchtung des Makrogameten durch einen Mikrogameten.
Fig. 36. Bildung des Ookineten; der Befruchtungspol wird bei der Bildung des beweglichen Fortsatzes zum Hinterende; hier wird im Moment des Eindringens des bevorzugten Mikrogameten Gallerte abgeschieden, welche die ausgesperrten Mikrogameten verklebt.
Fig. 37. Abrücken des Ookineten von dem Mikrogameten-Konglomerat, durch Gleitbewegung unter reichlicher Abscheidung von Gallerte am Hinterende. Kerne noch nicht verschmolzen.
Fig. 38. Ookinet während der Gleitbewegung; er verliert am Hinterende Pigment. Kerne noch nicht verschmolzen.
Fig. 39. Krümmungsbewegung eines Ookineten. Synkaryon fertig, langgestreckt spindelförmig.
Fig. 40. Peristaltische Kontraktionen eines Ookineten.

Tafel V.

Alle Figuren sind nach Präparaten gezeichnet, die in verschiedener Weise (meist feucht mit heissem Sublimat-Alkohol) fixirt und zunächst nach Romanowsky-Nocht gefärbt, nach der ersten Untersuchung aber zum zweiten Mal mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain oder Grenach's Hämatoxylin und in anderer Weise gefärbt waren (cf. den Abschnitt über die Untersuchungsmethoden). Die Kernbilder wurden so nach der Romanowsky-Nocht'schen Färbung gezeichnet, dann nach anderen Färbungen kontrollirt und die feineren Plasmastrukturen nach der Heidenhain'schen Färbung eingetragen. Die feinere Vertheilung des Pigments wurde mit Hilfe des Polarisationsapparates unter Benutzung des Zeichenprismas auf schwarzem Papier mit weisser (Tusche) Feder skizzirt und die Bilder in der natürlichen Farbe des Pigments in die Zeichnungen eingetragen. — Vergr. ca. $\frac{2250}{1}$, Fig. 80 stärker $\left(\text{ca. } \frac{4000}{1}\right)$.

- Fig. 41. Sporozoit aus einer Cyste von dem Darm der *Anopheles*.
Fig. 42–44. Sporozoiten aus Speicheldrüsen der *Anopheles* in verschiedenen Bewegungsstadien fixirt (Fig. 43, 44 nur mit Eisenhämatoxylin gefärbt).
Fig. 45–80. Entwicklung des Schizonten von dem Eindringen in das Blutkörperchen bis zur vollendeten Schizogonie, während der 48 Stunden zwischen zwei Fieberanfällen.
Fig. 45. Jüngstes Stadium des Schizonten, kurze Zeit nach dem Eindringen des Merozoiten.
Fig. 46. Dasselbe, Schizont etwas grösser.
Fig. 47–48. Zwei etwas ältere Schizonten in verschiedener Gestalt (etwa 2–4 Stunden nach der Schizogonie). Ernährungsvacuole schon ausgebildet.
Fig. 49–52. Acht bis zwölf Stunden alte Schizonten. Fig. 51 Kern mit doppeltem Kernkörper.
Fig. 52. Drei Pigmentkörnchen sind zu erkennen.
Fig. 53. Vierfache Infektion eines Blutkörpers, der dadurch stark gebläht und entfärbt ist.
Fig. 54–57. 14–24 Stunden alte Schizonten.
Fig. 54. Sogenannter mittlerer Tertianring.
Fig. 55a und b stellt dasselbe Präparat bei richtiger und bei zu starker Färbung nach Romanowsky-Nocht dar.
Fig. 56 und 57 Sogenannte grosse Tertianringe.
Fig. 58–64. 24–36 Stunden alte Schizonten. Stärkste amöboide Beweglichkeit charakterisirt diese Wachstumsperiode, daher die bizarren Formen der Parasiten. Auflockerung der Kernsubstanz.
Fig. 65–79. 36–48 Stunden alte Schizonten.
Fig. 65. Verschmelzung des feinkörnigen Chromatin zu einer Aequatorialplatte im Kern; die amöboide Bewegung hat fast ganz aufgehört.
Fig. 66. Aequatorialplatte ausgebildet.
Fig. 67. Theilung in die Tochterplatten.
Fig. 68. Auseinanderrücken der Tochterplatten, die unregelmässige Gestalt annehmen.

- Fig. 69—76. Weitere Kernvermehrung zur Schizogonie.
 Fig. 72a und b, sowie 75a und b demonstrieren die Täuschungen, welche bei zu starker Färbung nach Romanowsky-Nocht bewirkt werden (cf. Text).
 Fig. 76—77. Beginn der Schizogonie.
 Fig. 78. Vollendete Schizogonie.
 Fig. 79. Auswanderung der Merozoiten.
 Fig. 80a—e. Verschiedene Formen von freien Merozoiten; stärkste Vergrößerung, Eisenhämatoxylin zur Demonstration ihres feineren Baues.
 Fig. 81—89. Morphologische Veränderungen verschiedener Entwicklungsstadien der Tertianparasiten (alle an denselben mit Doppeltertiana behaftete Kranken) bei Chinineinwirkung. Das Blut wurde auf der Höhe des Anfalls (39,4°) entnommen, nachdem der Kranke 2½ Stunde vorher 1½ Gramm Chinin genommen hatte.
 Fig. 81 entspricht etwa Fig. 46; 82, Fig. 49; 83, Fig. 54; 84—85, Fig. 59—60; 86, Fig. 67; 87, Fig. 78 des normalen Entwicklungsganges. Fig. 88 ist ein halberwachsener Mikrogametocyt, 89 ein halberwachsener Makrogamet.
 Fig. 90—93. Doppelinfectionen mit Schizonten und den Geschlechtsformen. Alle stammen von einem Kranken mit einfacher Tertiana zwischen dem 3. und 5. Anfall.
 Fig. 90. 24 Stunden nach dem 3. Anfall. Gleichalteriger Mikrogametocyt (links) und Schizont.
 Fig. 91. 4 Stunden vor dem 4. Anfall. Gleichaltriger Makrogamet (links) und Schizont (rechts) in Kerntheilung.
 Fig. 92. 6 Stunden nach dem 4. Anfall. Links halberwachsener Makrogamet von der Muttergeneration des Schizonten rechts.
 Fig. 93. Höhe des 5. Anfalls (41,2°). Links beinahe erwachsener Mikrogametocyt von der Muttergeneration des in Schizogonie begriffenen Schizonten rechts.

Tafel VI.

Die bei der Anfertigung der Zeichnungen angewandten Methoden waren dieselben wie bei

Taf. V (cf. die Erklärung der Tafel). Vergr. durchschnittlich ca. $\frac{2250}{1}$.

- Fig. 94—103. Entwicklung des Makrogameten.
 Fig. 104—110. Rückbildung und Schizogonie des Makrogameten 48 Stunden vor einem Recidiv nach ca. 3½ Monaten.
 Fig. 104. Differenzierung des Zellkerns in eine grössere schwächer färbbare und eine kleinere stärker färbbare Partie.
 Fig. 105. Die stärker färbbare Partie wird abgetrennt und wird zum Theilungskern für die Schizogonie (Fig. 106), während der blassere Kern schwillt, immer mehr abblasst (Fig. 106—110) und vielleicht mit einem beträchtlichen Theil des Plasmas zu Grunde geht, ohne sich an der Schizogonie zu betheiligen.
 Fig. 111—118. Entwicklung des Mikrogametocyten.
 Alle übrigen Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, die 1—12 Stunden nach dem Aufsaugen von parasitenreichem Blut durch Anophelen aus dem Mageninhalt derselben angefertigt wurden.
 Fig. 119. Stadium der multiplen Kernvermehrung des Mikrogametocyten zur Mikrogametenbildung.
 Fig. 120. Die einzelnen Karyosome mit Chromatinbrocken begeben sich zur Bildung der Mikrogameten an die Oberfläche.
 Fig. 121. Mikrogametenbildung.
 Fig. 122. Freier Mikrogamet.
 Fig. 123. Abschnürung eines Reduktionskörpers von dem Kern des Makrogameten.
 Fig. 124. Etwas späteres Stadium desselben Vorganges.
 Fig. 125. Befruchtung des Makrogameten durch einen Mikrogameten.
 Fig. 126. Der Ookinet im Begriff die ausgesperrten Mikrogametenreste zu verlassen.
 Fig. 127. Ein ähnliches Stadium, Ookinet schon weiter entwickelt.
 Fig. 128—133. Ookineten mit verschiedener Ausbildung des Synkaryon, während der Wanderung im Darminhalt der Mücke.

Ueber die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen und die Bazillen des Smegma's.

Von

Dr. A. Weber,

Königlich württembergischem Oberarzt, kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Mit Mikrophographien von Dr. Albert Maassen,
techn. Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Tafel VII—XI).

Die Frage der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen, d. h. solcher Stäbchen, die in ihren färberischen Eigenschaften, sowie in Grösse und Gestalt dem Erreger der Tuberkulose ähnlich sind, ist so alt, wie unsere Kenntniss vom Tuberkelbazillus selbst.

Schon R. Koch (4) wies in seiner klassischen Arbeit: „Ueber die Aetiologie der Tuberkulose“ darauf hin, dass die Tuberkelbazillen, wie der Leprabazillus zeige, keineswegs eine exzeptionelle Stellung in Bezug auf ihr Verhalten gegen Farbstoffe einnehmen; es sei daher auch nicht unwahrscheinlich, dass im Laufe der Zeit noch weitere Bakterienarten gefunden werden würden, welche dieselben oder ähnliche tinktorielle Eigenschaften besitzen wie die Tuberkelbazillen.

Diese Vermuthung Koch's ist eingetroffen.

Nachdem schon Anfangs der achtziger Jahre vereinzelt über das Vorkommen derartiger Bakterien berichtet worden war, ist diese Frage in den letzten Jahren mehr in den Vordergrund getreten.

Den Anstoss dazu gaben die Arbeiten von Petri (58) und Rabinowitsch (48).

Bei Untersuchungen über das Vorkommen echter Tuberkelbazillen in Milch und Butter konnten sie tuberkelbazillenähnliche Stäbchen in diesen Nahrungsmitteln nachweisen und in Reinkultur züchten, ein Befund, der bald von verschiedener Seite bestätigt und durch zahlreiche Untersuchungen erweitert und aufgeklärt wurde.

Anfangs liess man sich, irregeführt durch die äusserliche Aehnlichkeit mit dem echten Tuberkelbazillus, vielfach dazu verleiten, diesen Bakterien eine zu grosse Bedeutung beizumessen — manche glaubten sogar eine saprophytische Wachstumsform des echten Tuberkelbazillus in ihnen gefunden zu haben —, im Laufe der Untersuchungen hat sich jedoch herausgestellt, dass es sich bei den tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen um eine in der Natur weit verbreitete Gruppe von Bakterien handelt, die zu der als Tuberkulose bezeichneten Krankheit in keinerlei Beziehung stehen.

Bedeutung für die praktische Medizin gewinnen diese Bakterien jedoch dadurch, dass sie auch beim Menschen und bei Thieren vorkommen, also bei Stellung der Diagnose Tuberkulose zu berücksichtigen sind.

Der Begriff „tuberkelbazillenähnliche Stäbchen“ bedarf zunächst noch genauerer Festlegung.

Geht man von dem Erreger der menschlichen Tuberkulose aus, so kann man die diesem ähnlichen Bakterien in drei Gruppen eintheilen.

Die erste Gruppe umfasst die nächsten Anverwandten des menschlichen Tuberkelbazillus, die Bazillen der Perlsucht des Rindes und die Geflügeltuberkulose. Ausser diesen Tuberkulosen der Warmblüter ist auch noch eine Fisch- und eine Blind-schleimentuberkulose beschrieben worden. Doch bedürfen diese Kaltblütertuberkulosen noch eines genaueren Studiums.

Den Bakterien dieser ersten Gruppe ist gemeinsam die hohe Pathogenität für bestimmte Thierarten.

Als für den Menschen pathogener tuberkelbazillenähnlicher Keim wäre noch der Leprabazillus zu erwähnen, dessen Züchtung jedoch noch nicht gelungen ist. Was endlich den Lustgarten'schen Syphilisbazillus betrifft, so ist seine ätiologische Bedeutung wohl kaum mehr aufrecht zu erhalten.

Der zweiten Gruppe gehören saprophytische, in der Natur weit verbreitete, aber auch gelegentlich im menschlichen Körper sich ansiedelnde Keime an, die sich auf den gewöhnlichen Nährböden züchten lassen. Ihrer Herkunft nach sind sie auch Gras-, Mist-, Milch- und Butter-Bazillen genannt worden. Sie sind es, die gewöhnlich mit dem Namen tuberkelbazillenähnliche beziehungsweise säurefeste Stäbchen bezeichnet werden.

Die Bakterien dieser zweiten Gruppe bilden in erster Linie den Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Sie sollen einem eingehenden Studium unterzogen werden in Bezug auf:

1. Ihr Vorkommen und ihre Verbreitung,
2. ihre differential-diagnostische Bedeutung,
3. ihre kulturellen und morphologischen Eigenschaften,
4. ihr färberisches Verhalten,
5. ihre Wirkung auf den Thierkörper.

Die dritte Gruppe wird gebildet durch die Smegmabazillen. Die Züchtung derselben ist bis jetzt noch nicht einwandfrei gelungen. Das Ergebniss von Versuchen, die nach dieser Richtung hin vom Verfasser angestellt worden sind, ist im letzten Abschnitt niedergelegt.

I. Die Verbreitung der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen.

Nach den Untersuchungen von Herr (110) ist die Ackererde die Hauptfundgrube für tuberkelbazillenähnliche Stäbchen. Daher ist es leicht erklärlich, dass sie sich auch auf solchen Gegenständen finden, die mit der Erde in Berührung kommen. So sind derartige Bakterien gefunden auf Gräsern von Moeller (56 u. 75), Dieudonné¹⁾,

¹⁾ Zitiert bei Moeller, Therapeutische Monatshefte, 1888, Nr. 11.

Lubarsch (71) und Herr (110); letzterer konnte sie ferner auf dem Timotheesamen, auf Getreidekörnern, sowie im Heustaub kulturell nachweisen.

Nachdem bereits vorher Severin (33), Ferran (42), Capaldi¹⁾ und Olt (47) tuberkelbazillenähnliche Stäbchen in thierischem Mist unter dem Mikroskope gesehen hatten, gelang es Moeller (56), seinen Mistbazillus aus frischen Darmentlerungen von Kühen, Pferden, Ziegen, Schweinen und Mauleseln zu züchten.

Infolge der beim Melken unvermeidlichen Verunreinigung der Milch gelangen diese Bakterien auch in dieses Nahrungsmittel. Petri (58), Rabinowitsch (123), Beck (84), Santori (124), Kühnau (92), Moeller (121) und de Jong (114) haben sie in der Kuhmilch nachgewiesen. Es ist daher, wie besonders Santori und Rabinowitsch betont haben, unmöglich, auf Grund eines mikroskopischen Präparates vom Rahm-Bodensatzgemenge der zentrifugirten Milch zu entscheiden, ob eine Milch Tuberkelbazillen enthält oder nicht²⁾.

In der Butter sind tuberkelbazillenähnliche Stäbchen gefunden von Petri (58), Rabinowitsch (48), Hormann und Morgenroth (54 u. 55), Korn (70), Herbert (65), Tobler (127), Herr und Beninde (111), sowie vom Verfasser.

Auch aus den Organen von Thieren hat Moeller (121) tuberkelbazillenähnliche Stäbchen gezüchtet, und zwar aus Perlsuchtknoten von Rindern und Schweinen.

Beim Menschen sind, abgesehen von den Bazillen der Hühnertuberkulose, über deren Vorkommen beim Menschen Kruse (27), Fischel (26) und Pansini (30) berichten, und den Smegmabazillen tuberkelbazillenähnliche Stäbchen gefunden worden im Sputum von Zahn (6), Pappenheim (57), Fraenkel (52), Moeller (121), Marzinowsky (96), Rabinowitsch (100) und Lichtenstein (137), in einer vereiterten Ovarialeyste von Dietrich (63), auf den Tonsillen von Marzinowsky (96), Beck³⁾ und Moeller (75), im Nasenschleim von Karlinski (115) und Moeller (121), im Rachenschleim, Zungen- und Zahnbelag von Moeller (121), im Cerumen von Gottstein (13), in den Sekreten der verschiedensten Art und Herkunft von Laabs (29), in den Faeces von Craemer (1), Ferran (42), Strasburger (105), Mironescu (120) und vom Verfasser, in gangränösen Gewebstheilen von Folli (107).

Gezüchtet sind tuberkelbazillenähnliche Stäbchen aus dem menschlichen Körper von Rabinowitsch (100), Beck, Moeller (75), Marzinowsky (96), Karlinski (115), Mironescu (120) und Czaplewski⁴⁾ (51).

¹⁾ Zitirt bei Rabinowitsch, Zeitschr. f. Hygiene u. Inf.-Kr., Bd. 26, 1897, S. 105.

²⁾ Rabinowitsch und Kühnau fanden auch in der steril dem Euter entnommenen Milch diese Stäbchen. Erstere lässt es dahingestellt, ob diese Bakterien durch die Milchdrüse ausgeschieden werden, oder ob sie von aussen in die Strichkanäle des häufig entzündeten Euters hineingelangen.

³⁾ Zitirt bei Rabinowitsch (100).

⁴⁾ Czaplewski züchtete aus dem Nasensekret eines Leprakranken einen säure-alkohol-festen Bazillus aus der Tuberkelbazillengruppe. Er schliesst zwar die Möglichkeit nicht vollkommen aus, dass dieser Bazillus wirklich der Leprabazillus sei, doch spricht seiner Ansicht nach gegen diese Annahme der Umstand, dass es ihm in einem zweiten Falle nicht gelang, diesen Bazillus zu isoliren. Ein ähnlicher Bazillus ist jedoch auch von Babes, Levy, Spronck, Teich und Kedrowsky aus Lepraherden gezüchtet worden.

2. Die Bedeutung der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen für die Diagnose Tuberkulose beim Menschen.

Für die praktisch diagnostische Bedeutung der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen sprechen am deutlichsten die in der Litteratur veröffentlichten Fälle von Fehldiagnosen, die schon wiederholt auf Grund des mikroskopischen Nachweises derartiger Bakterien gestellt und durch die nach dem Tode vorgenommene Obduktion aufgedeckt worden sind.

Sehr bald nach der Entdeckung des Tuberkelbazillus wurde auf der Liebermeister'schen Klinik in Tübingen ein derartiger Fall beobachtet (6).

Bei einem 18jährigen Mädchen mit Herzfehler wurde auf Grund des physikalischen Lungenbefundes und des Nachweises von Bazillen, die nach Farbenreaktion, Grössenverhältniss und Gestalt den Tuberkelbazillen durchaus entsprachen, die Diagnose auf Phthisis pulmonum gestellt. Bei der Obduktion fanden sich jedoch nirgends in den Lungen oder den Respirationswegen Veränderungen, welche als Tuberkulose gedeutet werden konnten.

Pappenheim (57) berichtet über folgenden auf der Königlichen medizinischen Universitätsklinik zu Königsberg i. Pr. beobachteten Fall:

Bei einer 35jährigen Frau, die sich seit 2. Mai 1898 mit der Diagnose Botrioccephalus-Diarrhoe in der Klinik befand, traten am 28. Mai ziemlich heftige Anfälle von lockerem Husten auf, bei denen stark eitriges Sputum in ziemlich reichlicher Menge ausgeworfen wurde. Die Untersuchung der Lungen ergab r. h. u. eine ausgedehnte Dämpfung mit bronchialem Athmen und klingendem Rasseln, links nur etwas klangloses Rasseln und vereinzelte Rhonchi. Im Auswurf konnten mit der Gabbet'schen Färbemethode rothgefärbte Stäbchen in reichlicher Menge nachgewiesen werden. Es bestand geringe Temperatursteigerung. Auf Grund dieses Befundes wurde die Diagnose Lungen- und Darmtuberkulose gestellt. Am Abend des 31. Mai starb die Patientin. Bei der Obduktion zeigte sich keine Spur von Tuberkulose, es wurde vielmehr ausser einer Enteritis diphtheroides et follicularis ilei, coli, recti eine chronische Bronchitis, Bronchiectasien, doppelte abscedirende Bronchopneumonie und ein kleiner gangränöser Lungenabscess gefunden. In Präparaten aus dem gangränös eitrigem Lungensaft, von dem Schleim der grossen Bronchien und der Trachea bis hinauf zum Kehlkopf konnten dieselben Stäbchen wie im Sputum nachgewiesen werden.

Die Züchtung der Stäbchen auf Glycerinagar und auf Gelatine gelang nicht. Ein mit einem Lungenstückchen geimpftes Meerschweinchen blieb gesund.

Auch A. Fraenkel (52) hat gerade bei Lungengangrän wiederholt Pseudotuberkelbazillen gesehen. Er bezweifelte daher auch in der Sitzung der Berliner medizinischen Gesellschaft vom 16. Februar 1898, ob die Bazillen, die Hansemann in dem Inhalt einer bronchiectatischen Höhle fand, in deren Umgebung jede tuberkulöse Veränderung fehlte, wirklich echte Tuberkelbazillen waren, wie Hansemann meinte.

Ein weiterer interessanter Fall ist von Rabinowitsch veröffentlicht. Es handelte sich um einen Kranken, der mit der Diagnose chronische Bronchitis aufgenommen war. In den letzten Krankheitstagen bekam der Auswurf einen üblen Geruch, so dass

der Verdacht einer Lungengangrän rege wurde. Am letzten Krankheitstage fanden sich im Auswurf Stäbchen, die sich nach Ziehl-Neelsen färbten. Nach der Obduktion wurden dieselben Stäbchen im Eiter des im Oberlappen der linken Lunge befindlichen Lungenabscesses gefunden. Es gelang, die Bazillen sowohl aus dem Sputum, als auch aus dem Gangräneiter zu züchten. Meerschweinchen, die mit Sputum, Gangräneiter und dem Gangränherd angrenzenden Lungenpartien geimpft wurden, blieben gesund¹⁾.

Sehr interessant ist der von Dietrich (63) beschriebene Fall. Eine 48jährige Frau, die wegen einer kindskopfgrossen Geschwulst im Unterleib in die Tübinger Frauenklinik aufgenommen war, wurde wegen Blutbrechens nach der medizinischen Klinik verlegt. Hier nahm die Geschwulst an Grösse bedeutend ab und zwar dadurch, dass grosse Mengen Eiters sich mit dem Stuhl entleerten. Als das wahrscheinlichste wurde eine Tuberkulose des Peritoneums angenommen, und diese Diagnose wurde noch dadurch bestärkt, dass in dem mit dem Stuhl abgehenden Eiter ziemlich reichlich Tuberkelbazillen gefunden wurden (Entfärbung mit 20prozentigem salzsaurem Alkohol 10 Minuten lang). Als die Frau einige Monate später starb, fand sich bei der Obduktion eine vereiterte Ovarialcyste, aber keine Spur von tuberkulösen Veränderungen. In dem in der Cyste enthaltenen Eiter wurden neben zahllosen anderen Bakterien in grosser Menge Stäbchen gefunden, die meist in Häufchen angeordnet waren und die Ziehl-Neelsen'sche Färbung annahmen.

Die Isolirung der Stäbchen durch Kultur gelang nicht, Meerschweinchen, die mit dem Cysteneiter geimpft wurden, bekamen keine Tuberkulose.

Die wichtige Rolle, welche die Smegmabazillen bei der Diagnose Urogenitaltuberkulose spielen, ist Chirurgen und inneren Klinikern schon längst bekannt. Schon wiederholt ist auf Grund des mikroskopischen Nachweises von tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen im Urin irrtümlicherweise die Diagnose Nierentuberkulose gestellt und zur Exstirpation einer Niere geschritten worden. Solche Fälle von Verwechslung sind mitgetheilt von Mendelsohn, Laabs (29), Grethe (35), sowie von Bunge und Trautenroth (34).

Gerade bei den Smegmabazillen hat sich gezeigt, dass ein grosser Theil derartiger Verwechslungen durch Anwendung der richtigen Färbemethoden vermieden werden kann. Der Hauptnachdruck ist auf die Verwendung des Alkohols als Entfärbungsmittel und zwar in möglichst konzentrierter Form zu legen, wie in dem besonderen Abschnitt über die Färbung ausgeführt ist. Vor allem die Gabbet'sche und die Fraenkel'sche Färbemethode entsprechen dieser Forderung nicht.

So hat auch bei dem vorstehenden, von Pappenheim beschriebenen Krankheitsfall die Anwendung der Gabbet'schen Methode zu der Fehldiagnose geführt. Pappenheim selbst fand bei genauerer Untersuchung von Ausstrichpräparaten, die

¹⁾ Moeller (74) warf während eines Bronchialkatarrhs mit seinem Auswurf einige Tage lang kleine grauweisse Klümpchen aus, die neben anderen Bakterien zahlreiche säure-alkoholfeste Bazillen enthielten.

Kamen (19) fand bei einem 9jährigen Knaben mit hereditärer Lues im Lungenauswurf in grosser Anzahl Bazillen, die sich nach Giacomì färbten und die er für Syphilisbazillen hielt.

nach dem Tode der Patientin angefertigt waren, dass die Stäbchen, die nach der Gabbet'schen Methode roth gefärbt blieben, sich bei der Einwirkung absoluten Alkohols entfärbten. Auch in einem von Lichtenstein (137) beschriebenen ähnlichen Falle zeigten die mit dem Sputum entleerten tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen genau dasselbe färberische Verhalten.

Wenn jedoch die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen auch diesem Entfärbungsmittel trotzen, wie dies für die von Rabinowitsch und Dietrich beobachteten Fälle zutrifft und wie es ausnahmsweise auch bei Smegmabazillen vorkommen kann, dann lassen allerdings selbst die besten Färbemethoden im Stich. Unter solchen Umständen ist das Kulturverfahren und der Thierversuch heranzuziehen.

Schon durch das Kulturverfahren kann in einem Fall, wie dem von Rabinowitsch beschriebenen, der Beweis erbracht werden, dass tuberkelbazillenähnliche Stäbchen im Auswurf enthalten sind. Allerdings ist die Möglichkeit, dass neben den tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen noch echte Tuberkelbazillen vorhanden sein können, dadurch noch nicht vollständig ausgeschlossen. Um diese Frage zu entscheiden, ist der Thierversuch nicht zu umgehen. Er ist auch aus dem Grunde vorzuziehen, weil das Kulturverfahren auf den gewöhnlichen Nährböden, wie z. B. in dem von Dietrich mitgetheilten Falle und bei den Smegmabazillen versagen kann. In einer Anzahl dieser Fälle dürfte vielleicht die Anwendung der im letzten Abschnitt beschriebenen Fettnährböden zum Ziele führen.

Gegenüber der alltäglichen Erfahrung von dem Werthe des mikroskopischen Nachweises der Tuberkelbazillen fällt die Zahl der Fälle, in denen derartige Schwierigkeiten vorliegen, nur wenig ins Gewicht. In der Regel genügt zur Diagnose der klinische Befund in Verbindung mit der mikroskopischen Untersuchung.

Vorsicht ist jedoch, wie die eben mitgetheilten Beobachtungen lehren, geboten bei der Untersuchung des Urins bei Verdacht auf Urogenitaltuberkulose, des Auswurfs bei Lungengangrän und foetider Bronchitis, des fettigen Inhalts von Cysten (Ovarialcyste), bei der Untersuchung von Tonsillarpfropfen, überhaupt von fettigen Sekretmassen, die sich irgendwo im oder am Körper angesammelt haben.

Finden sich in den eben erwähnten Fällen säure-alkoholfeste Stäbchen, so ist nicht zu vergessen, dass es sich um tuberkelbazillenähnliche Stäbchen handeln kann.

3. Die kulturellen und morphologischen Eigenschaften der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen.

Die Frage, welche der bisher in Reinkultur gewonnenen tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen identisch sind, soll hier nicht behandelt werden; sie hat wenig praktisches Interesse. Jedenfalls haben wir es bei den bisher bekannten Stäbchen mit einer Gruppe zusammengehöriger Bakterien zu thun, die auch kulturell und morphologisch eine gewisse Verwandtschaft mit dem echten Tuberkelbazillus verrathen.

Die wichtigsten kulturellen und morphologischen Eigenschaften, wie sie nach den bisherigen Arbeiten, sowie aus eigenen Beobachtungen sich ergeben, lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen.

Die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen wachsen im Gegensatz zum echten

Tuberkelbazillus auf den gewöhnlichen Nährböden rasch und üppig. Zusatz von Glycerin zum Nährboden fördert das Wachsthum wesentlich. Auf Glycerinserum z. B. wachsen die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen bedeutend besser als auf gewöhnlichem Serum.

Agaroberflächenkolonien zeigen grosse Aehnlichkeit mit älteren auf Serum gewachsenen Kolonien von Tuberkelbazillen. Dies ist, wie die Photogramme auf Tafel VII, VIII und IX zeigen, besonders der Fall beim Timotheebazillus, bei den Butterbazillen von Rabinowitsch, Petri, Hormann und Morgenroth, sowie bei Butterbazillus I Korn.

Die Kartoffelkulturen haben nicht viel Charakteristisches.

Auf Glycerinbouillon kommt es zur Hautbildung. Die Kulturen haben zum Theil mehr oder weniger Aehnlichkeit mit üppig gewachsenen Tuberkelbazillenkulturen, nur breitet sich bei den tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen die Haut ohne Weiteres in wenigen Tagen über die ganze Oberfläche aus, während es bei echter Tuberkulose dazu in der Regel mehrerer Wochen und erst einer Anpassung an diesen Nährboden bedarf.

Mit Ausnahme von *Bacillus* Korn II (*Mycobacterium lacticola* δ friburgense) (91) der sich durch bedeutend langsames Wachsthum von den übrigen Bakterien unterscheidet und morphologisch der Diphtheriegruppe näher steht (vgl. Taf. XI, Fig. 26), haben alle diese Bouillonkulturen einen charakteristischen Geruch, der an den Geruch nicht ganz frischen Hummers erinnert.

Schon bei Temperaturen von 22° kommt Wachsthum zu Stande, das Temperatur-optimum liegt jedoch bei 37° C.

Die meisten der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen besitzen die Eigenschaft je nach der Zusammensetzung des Nährbodens mehr oder weniger stark Farbstoff zu bilden. Besonders intensiv ist diese Farbstoffbildung auf fetthaltigen Nährböden, auf denen auch das Wachsthum ein sehr üppiges ist. Die auf diesen Nährböden gewachsenen Bakterien zeigen sehr häufig eine Körnung, wie sie oft bei den im Sputum enthaltenen Tuberkelbazillen beobachtet wird.

Ueberhaupt ist die Form der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen eine sehr mannigfache. Je nach den verschiedenen Nährböden und den verschiedenen Bedingungen, unter denen sie gehalten werden, zeigen die Angehörigen ein und derselben Kultur verschiedene Gestalt, die der des echten Tuberkelbazillus mehr oder weniger nahe kommt. Ferner kommt der ganzen Gruppe die Bildung von Verzweigungen und keulenförmigen Anschwellungen nach einigen Autoren schon in der Kultur, in viel ausgesprochenerem Maasse jedoch im Thierkörper zu, wo sich nach Lubarsch (71), Hoelscher (135), Abbott und Gildersleeve (129) bei besonderem Infektionsmodus auch strahlenpilzförmige Gebilde erzeugen lassen. Wie vorsichtig man jedoch bei der Beurtheilung echter Verzweigungen sein muss, zeigt das Klatschpräparat von *Bacillus* Hormann, Morgenroth (Tafel XI, Fig. 28). Diese Bakterien zeigen in den Agar-Oberflächenkolonien eine Lagerung der einzelnen Individuen, die sehr leicht echte Verzweigung vortäuschen kann.

Bei dem raschen und üppigen Wachsthum der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen auf den gewöhnlichen Nährböden kann das Kulturverfahren zu ihrer Trennung von dem viel anspruchsvolleren und selbst auf dem Glycerinserum nur langsam wachsenden echten Tuberkelbazillus sehr wohl Verwendung finden.

4. Die färberischen Eigenschaften der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen.

Leider besitzen wir keine für den Tuberkelbazillus spezifische Färbemethode. Unter der grossen Anzahl der zur Tuberkelbazillenfärbung angegebenen Methoden befindet sich keine einzige, mittelst der wir alle tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen im mikroskopischen Präparat bei der Diagnose Tuberkulose ausschliessen können.

Die verschiedenen Färbungsarten sind jedoch durchaus nicht gleichwerthig in ihrer Leistungsfähigkeit. Gerade in der Praxis erfreuen sich einige Methoden besonderer Beliebtheit, die als unbrauchbar bezeichnet werden müssen.

Es ist zu unterscheiden zwischen Bakterien, die den einmal aufgenommenen Farbstoff bei Behandlung mit Säure festhalten, sich jedoch unter Einwirkung des Alkohols entfärben (säurefeste Bakterien), und solchen Stäbchen, die wie die echten Tuberkelbazillen den Farbstoff auch gegen Einwirkung des Alkohols festhalten (säurealkoholfeste Bakterien). Ferner giebt es in Bezug auf den Grad der Säurefestigkeit, beziehungsweise Säurealkoholfestigkeit alle möglichen Uebergänge.

Ist der Grad der Säurealkoholfestigkeit bei tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen derselbe wie beim echten Tuberkelbazillus, so ist es unmöglich, beide im mikroskopischen Präparat zu trennen. Wohl aber gelingt es schon durch die Färbung diejenigen Bakterien auszuschalten, die nur säurefest sind, oder einen geringeren Grad der Säurealkoholfestigkeit besitzen als der Tuberkelbazillus.

Es kommt also alles darauf an, zur Tuberkelbazillenfärbung die Methode zu wählen, die an die Säurealkoholfestigkeit die höchste, für den Tuberkelbazillus eben noch erlaubte Anforderung stellt. Diese Grenze muss natürlich eingehalten werden, denn auch der Tuberkelbazillus giebt seine Farbe ab, wenn die auf ihn einwirkende Entfärbungsflüssigkeit zu stark oder die Einwirkungsdauer zu lang ist.¹⁾

Vor allem die Chirurgen haben sich bemüht, eine Färbungsmethode ausfindig zu machen, die es ermöglicht, bei der Diagnose der Nierentuberkulose die zu Irrthümern verleitenden Smegmabazillen auszuschalten. Grethe (35), Honsell (36), Bunge und Trautenroth (34) haben werthvolle Untersuchungen nach dieser Richtung hin angestellt.

Grethe fand, dass die Methode von B. Fraenkel zur Unterscheidung der beiden Bazillenarten unbrauchbar ist, dass sie im Gegentheil sogar recht gut zur Darstellung der Smegmabazillen dienen kann. Dagegen ist nach seinen Untersuchungen die getrennte Entfärbung in Säure und Alkohol bei vorsichtigem Gebrauch und genügend langer Verwendung des Alkohols zur Differentialdiagnose brauchbar. Als sicherste Methode, um die Smegmabazillen von den Tuberkelbazillen zu unterscheiden,

¹⁾ Es ist zu bemerken, dass die Säurealkoholfestigkeit des Tuberkelbazillus nicht immer gleich zu sein scheint. Nach Klein (90) und Marmorek (95) sind die Tuberkelbazillen in den ersten Entwicklungsphasen, die Jugendformen oder primären Bazillen Marmorek's nur in sehr geringem Grade säure- oder säurealkoholfest.

Bei den tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen ist schon wiederholt beobachtet worden, dass bei längerem Fortzüchten auf den gewöhnlichen Nährböden die Säurealkoholfestigkeit abnahm (Mironescu (120), Lubarsch und Mayer (117), Verfasser). Nach ersterem kann sie durch Thierpassage wieder erhöht werden.

empfiehlt Grethe die Umfärbung mit konzentrierter alkoholischer Methylenblaulösung, oder auch die Czaplewski'sche Methode mit Fluoresceïn-Methylenblau. Mit konzentriert wässerigen Lösungen gelinge eine Umfärbung der Smegmabazillen nicht. Zum Gelingen sei vielmehr der Alkohol nöthig.

Honsell empfiehlt zur Differentialdiagnose am meisten Karbolfuchsinfärbung in der gewöhnlichen Weise, Abspülen und Abtrocknen, Einlegen in Säurealkohol (Alkohol absol. 97,0 HCl 3,0) für 10 Minuten, Abspülen und Nachfärben mittels halb mit Wasser verdünntem alkoholischem Methylenblau.

Am umfassendsten sind die Untersuchungen von Bunge und Trautenroth.

Verfasser theilen die Färbemethoden in folgende Gruppen ein:

A) Methoden, bei denen die Entfärbung nur mit Säure ohne Verwendung von Alkohol vorgenommen wird.

Die Entfärbung und Gegenfärbung kann entweder getrennt oder gleichzeitig erfolgen, letzteres ist bei der Gabbet'schen Vorschrift der Fall:

1. Färbung 2 Minuten in Ziehl's Karbolfuchsin ohne Erwärmen.
2. Abwaschen in Wasser.
3. Entfärbung und Gegenfärbung in:

Methylenblau 1—2,
Schwefelsäure 25prozentig 100.

B) Methoden mit Verwendung von Säure und Alkohol.

Hierher gehören:

a) Die Methode von B. Fraenkel:

1. Färbung in Anilinwasserfuchsin 5 Minuten.
2. Entfärbung und Gegenfärbung in einigen Sekunden in:
Wasser 50
Alkohol 30
Acid. nitr. 20

Methylenblau bis zur Sättigung.

Hierbei kommt 30prozentiger Alkohol zur Wirkung.

b) Verfahren von Ziehl-Neelsen:

1. Färbung in Karbolfuchsin über der Flamme 3—5 Minuten.
2. Abspülen in Wasser.
3. Entfärben in 5prozentiger Schwefelsäure oder 15prozentiger Salpetersäure.
4. Auswaschen in 70prozentigem Alkohol.
5. Gegenfärbung in wässriger Methylenblaulösung $1\frac{1}{2}$ —2 Minuten.

c) Verfahren von Ehrlich:

1. Färben in Anilinwasserfuchsin einige Minuten in dampfender Lösung.
2. Abspülen und Entfärben in 20—25prozentiger Salpetersäure $\frac{1}{2}$ —1 Minute.
3. Abspülen in 70prozentigem Alkohol, bis kein Farbstoff mehr abgegeben wird.
4. Nachfärbung (wenige Minuten) mit Methylenblau.

Bei Ziehl-Neelsen und Ehrlich kommt also 70prozentiger Alkohol zur Anwendung.

d) Verfahren von Günther:

1. Färbung unter Erhitzung in Ehrlich'scher Anilinwasserfuchsinlösung oder in Karbolfuchsin 1 Minute.
2. Entfärben in:
Alkohol absol. 100 ccm
Salzsäure 3 ccm
1 Minute.
3. Nachfärben mit verdünnter wässriger (oder wässrig-alkoholischer) Methylenblaulösung.

Bei der Günther'schen Methode wird demnach mit absolutem Alkohol entfärbt.

C) Methoden, bei denen nur Alkohol zur Entfärbung benutzt wird.

Den Uebergang zu dieser Gruppe bildet das Verfahren von Czaplewski:

1. Färben in erwärmtem Karbolfuchsin (Ziehl) bis zum Sieden.
2. Abtropfen des Karbolfuchsin.
3. Uebertragen in Fluoresceinmethylenblau (gelbes Fluorescein in konzentrierter alkoholischer Lösung, dem Methylenblau in Substanz bis zum Ueberschuss zugesetzt ist). Man taucht 6—10 Mal hintereinander das Deckglas ein und lässt immer wieder die Flüssigkeit langsam vom Deckglas abfließen.
4. Nachfärben in konzentrierter alkoholischer Methylenblaulösung.

Verfahren von Weichselbaum:

1. Färbung in heissem Anilinwasser- oder Karbolwasserfuchsin einige Minuten.
2. Abspülen in Wasser und unmittelbar Uebertragen in gesättigte alkoholische Methylenblaulösung ($\frac{1}{2}$ —1 Min.).

D) Methoden, welche durch bestimmte Vorbehandlung der Präparate die Widerstandskraft der Bakterien gegen Entfärbungsmittel zu schwächen suchen.

Die Vorbehandlung kann erfolgen mit Alkohol, Aether, Chloroform, alkoholischer Kalilauge, Chromsäure.

Bunge und Trautenroth kamen zu folgendem Schluss: „Von den verschiedenen für die Tuberkelbazillen angegebenen Färbemethoden sind zur Differenzirung von den Smegmabazillen völlig unbrauchbar alle Methoden, bei welchen nur Säuren — seien es anorganische oder organische — zur Entfärbung verwendet werden, also vor allem die Methode von Gabbet. Unbrauchbar sind auch die Verfahren, bei welchen ausser der Säure noch Alkohol in irgend einer Verdünnung wenige Minuten hindurch benutzt wird, so die Verfahren von B. Fraenkel und Ziehl-Neelsen. Brauchbarer, aber auch nicht absolut sicher, sind solche Methoden, bei denen man sich zur Entfärbung des entweder ganz oder doch annähernd wasserfreien Alkohols (Alcohol absolutus) bedient und diese Alkoholentfärbung mindestens 5 Minuten lang fortsetzt. Dahin gehören die Methoden von Weichselbaum und die unseres Erachtens noch empfehlenswerthere von Czaplewski. Wenn auch diese Methoden genügen, um den bei weitem grössten Theil der Smegmabazillen zu entfärben, bezw. umzufärben, so kommen doch, wenn auch nur ausnahmsweise, Fälle vor, in denen sie versagen. Die einzige Methode, welche uns (bei Smegmabazillen) bisher nie im Stich gelassen hat, ist die Kombination von Alkohol- und Chromsäure-Vorbehandlung (Alcohol absolutus nicht unter 3 Stunden, 5prozentige Chromsäure nicht unter 15 Minuten, Karbolfuchsin, Acid. sulf. dil. 2—3 Minuten, konz. alkoholisches Methylenblau mindestens 5 Minuten).“

Leider versagt die von Bunge und Trautenroth angegebene Methode der Kombination der Alkohol- und Chromsäure-Vorbehandlung bei einer Reihe der bis jetzt isolirten säure-alkoholfesten Bakterien. Sie wäre ausserdem für den täglichen Gebrauch in der Praxis zu komplizirt¹⁾.

¹⁾ Das Gleiche gilt von der von Pappenheim (57) empfohlenen Methode:

1. Färbung in bis zum Sieden erhitztem Karbolfuchsin kurze Zeit.
2. Ablaufenlassen des überschüssigen Karbolfuchsin.
3. Ohne Abwaschung Entfärbung und Gegenfärbung durch 3 bis 5 maliges Eintauchen und langsames Abfließenlassen der Farblösung, die auf folgende Weise bereitet wird. Zu 100 Theilen absoluten Alkohols wird 1 Theil Corallin gelöst und dann Methylenblau bis zur vollständigen Sättigung hinzugefügt, wozu recht beträchtliche Mengen erforderlich sind. Diese Lösung wird mit 20 Theilen Glycerin versetzt.
4. Kurzes Abspülen in Wasser, Trocknen, Einbetten.

Was sich aber aus all den vorstehenden Untersuchungen als praktisch wichtigstes Resultat für die Tuberkelbazillenfärbung ergibt, das ist die grosse Bedeutung des Alkohols als Entfärbungsflüssigkeit und zwar in der konzentrierten Form. Dieser Gesichtspunkt wird in der Praxis noch lange nicht genügend berücksichtigt.

Gerade die Methoden von Gabbet und Fraenkel erfreuen sich ganz besonderer Beliebtheit und werden wegen ihrer Einfachheit in Kliniken und von praktischen Aerzten viel angewandt. Sie finden sich in allen Lehrbüchern und Kompendien der klinischen Diagnostik¹⁾ unter den zur Tuberkelbazillenfärbung angegebenen Methoden. Nach unsern jetzigen Erfahrungen müssen diese Methoden als höchst bedenklich gestrichen werden. Ihre geringe Leistungsfähigkeit beruht darauf, dass bei der Gabbet'schen Methode gar kein, bei der Fraenkel'schen nur 30prozentiger Alkohol zur Wirkung kommt.

Für die Praxis empfiehlt sich meiner Ansicht nach am meisten die Günther'sche Methode der Entfärbung mit 3prozentigem Salzsäure-Alkohol, wobei die Einwirkungs-dauer der Entfärbungsflüssigkeit in zweifelhaften Fällen nach Honsell auf 10 Minuten ausgedehnt werden kann, und die Methode von Ziehl-Neelsen bzw. Ehrlich. Doch ist bei den beiden zuletzt genannten Methoden der 70prozentige Alkohol durch Alcohol absolutus zu ersetzen, ein Verfahren, das, wie mir mitgeteilt wurde, auch im Koch'schen Institut geübt wird.

Bei gewissenhafter Anwendung dieser beiden Methoden sind die Fehlerquellen, die sich durch die Anwesenheit tuberkelbazillenähnlicher Stäbchen ergeben können, wenn auch nicht ausgeschlossen, so doch verschwindend klein, so dass die Färbungsmethoden als im Allgemeinen für die Praxis vollständig ausreichend bezeichnet werden können. In besonderen Fällen (siehe Abschnitt 2) ist die Kultur und der Thierversuch heranzuziehen.

5. Die Wirkung der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen auf den Thierkörper.

Bezüglich der Pathogenität ist hervorzuheben, dass es bisher noch in keinem Falle gelungen ist, durch subkutane Verimpfung von Reinkulturen der tuberkelbazillen-ähnlichen Stäbchen einen fortschreitenden, der Tuberkulose ähnlichen Krankheitsprozess mit tödtlichem Ausgang bei Versuchsthieren hervorzurufen. Dagegen besitzen diese Bakterien Eigenschaften, die unter Umständen den weniger geübten Bakteriologen bei der Beurtheilung von Thierversuchen zu Fehlschlüssen verleiten können.

Die intraperitoneale Verimpfung von tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen zusammen mit sterilisirter Butter führt bei Versuchsthieren zu einer Bauchfellentzündung, die durch Schwartenbildung ausgezeichnet ist. Sie ist von Grassberger (64) bei Meerschweinchen, von Mayer (73 u. 97) bei Meerschweinchen und Kaninchen, von Sata und Brauer (125) sowie von Moeller bei einem Jungrinde näher studirt worden.

Wie bereits von Petri (58) nachgewiesen, rufen auch die echten Tuberkelbazillen, ebenso nach Mayer (98) die Rotzbazillen, wenn sie zusammen mit Butter verimpft

¹⁾ Klemperer, Grundriss der klinischen Diagnostik 1896.

Lenhartz, Mikroskopie und Chemie am Krankenbette 1900.

Seifert und Müller, Taschenbuch der medizinisch-klinischen Diagnostik 1899.

werden, derartige Veränderungen hervor. Ferner sind von Hormann und Morgenroth, Grassberger und vom Verfasser bei Untersuchungen von Butter auf Tuberkelbazillen Bakterien gefunden worden, die auf den gewöhnlichen Nährböden nicht säurefest sind, aber mit Butter zusammen verimpft eine schwartige Peritonitis hervorrufen. Diese Bakterien bilden, wie in Abschnitt 6 ausgeführt werden soll, eine besondere Gruppe für sich. Den übrigen Bakterien fehlt diese Eigenthümlichkeit.

Es ist nicht zu leugnen, dass bei Verimpfung von tuberkelbazillenähnliche Stäbchen enthaltender Butter bei Meerschweinchen Veränderungen auftreten können, welche die Diagnose erschweren. Um diese, bei der Untersuchung von Butter auf Tuberkelbazillen störende Eigenschaft der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen nach Möglichkeit auszuschalten, empfiehlt es sich, die von Obermüller (77) für diese Untersuchungen angegebene Methode anzuwenden. Obermüller verwendet nur den durch Zentrifugiren von dem Butterfett befreiten Bodensatz. Diese Methode, die auch von Markl (118), von Herr und Beninde (111), sowie von Aujeszky (130) aus demselben Grunde empfohlen wird, scheint ausserdem den Vortheil grösserer Genauigkeit zu haben. Bei den vom Verfasser im Kaiserlichen Gesundheitsamt vorgenommenen Untersuchungen von pasteurisirter Butter auf Tuberkelbazillen wurden zum Zwecke des Vergleichs von ein und derselben Butterprobe je 2 Meerschweinchen mit dem durch Zentrifugiren gewonnenen Bodensatz, 2 andere mit der bei 37° geschmolzenen, gut gemischten Butter geimpft. Von 12 Butterproben enthielten 2 Tuberkelbazillen. Es erkrankten jedoch in beiden Fällen nur die mit dem zentrifugirten Bodensatz geimpften Thiere, während die mit der verflüssigten gut gemischten Butter geimpften gesund blieben. Ebenso erkrankten bei den Versuchen von Tobler (127) nur die mit dem fettfreien Bodensatz geimpften Meerschweinchen an Tuberkulose, diejenigen, welche den fetthaltigen Bodensatz derselben Butterproben erhalten hatten, blieben gesund.

Da von verschiedener Seite, besonders von Moeller (75) behauptet wurde, dass die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen auch ohne Butter verimpft auf Versuchsthiere pathogen wirken und ein der Tuberkulose ähnliches Krankheitsbild hervorrufen sollen, wurden vom Verfasser diesbezügliche Versuche an Meerschweinchen, Kaninchen, Mäusen, Hühnern und Tauben angestellt. Hühner und Tauben wurden gewählt, um zu prüfen, ob die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen vielleicht der Vogeltuberkulose näher stehen als derjenigen des Menschen und der Säugethiere. Verimpft wurden die von Petri, Rabinowitsch, Hormann, Morgenroth und Korn aus Butter gewonnenen Bakterien, ferner der Timotheebazillus, Mistbazillus, Grasbazillus II und die Blindschleichen-tuberkulose Moeller's.

Meerschweinchen wurden mit 2 Oesen frischer Agarkulturen subkutan und intraperitoneal geimpft. Bei den subkutan geimpften Thieren bildete sich an der Impfstelle ein Abscess, der am 12. oder 13. Tage nach der Impfung aufbrach. Die regionären Lymphdrüsen waren mehr oder weniger stark geschwollen. Der Abscess verheilte meist rasch, die Drüsenschwellung ging zurück. Die Thiere wurden 4 Wochen nach der Impfung getödtet. An der Impfstelle fanden sich wiederholt kleine gelbliche Knötchen. Die eingeimpften Bakterien konnten an der Impfstelle in reichlicher, in den benachbarten Drüsen in geringer Anzahl mikroskopisch nachgewiesen werden. Ausserdem fanden sich bei der Mehrzahl der Thiere in der Leber in geringer Menge kleine, zuweilen nur mit der Lupe erkennbare, gelbe Herde von unregelmässiger Gestalt, häufig von einem rothen Hof umsäumt. In diesen Herden konnten wiederholt tuberkelbazillenähnliche

Stäbchen mikroskopisch nachgewiesen werden. Sehr zahlreich waren diese Herde bei einem mit Mistbazillus intraperitoneal geimpften Thiere. Ferner fanden sich bei einigen der intraperitoneal geimpften Meerschweinchen auf der Serosa des Darmes und auf dem Netz vereinzelt kleine, gelbliche, rundliche Knötchen, die die eingeimpften Stäbchen in grosser Menge enthielten. Makroskopische Veränderungen anderer Art fanden sich weder bei den subkutan, noch bei den intraperitoneal geimpften Thieren. Bei einem zweiten Versuche blieben Meerschweinchen, die mit 2 Oesen Kultur intraperitoneal geimpft waren, 1 Jahr lang am Leben; sie waren stets munter und warfen wiederholt Junge. Als sie nach einem Jahre getötet wurden, fanden sich mit Ausnahme geringfügiger peritonealer Verwachsungen keine krankhaften Veränderungen. Nur ein mit Timotheebazillen geimpftes Thier zeigte bindegewebige Herde in der Leber.

Weisse Mäuse wurden subkutan und intraperitoneal mit je einer Oese Agarkultur geimpft. Eine mit Grasbazillus II intraperitoneal geimpfte Maus starb 4 Wochen nach der Impfung. Auf der Serosa des Darmes, dem Peritonealüberzug der Leber und auf dem Netze fanden sich einige kleine, gelbliche, rundliche Knötchen, in denen sich in grosser Anzahl säurefeste Stäbchen befanden.

Eine mit Bazillus Hormann-Morgenroth intraperitoneal geimpfte Maus starb 3 Wochen nach der Impfung. Beide Nieren waren mit Abscessen durchsetzt, die in der Rindensubstanz rund, in der Marksubstanz strichförmig angeordnet waren und reichlich Bakterien enthielten¹⁾. In Schnitten hielten sie die rothe Farbe bei Einwirkung 5prozentiger Schwefelsäure fest, bei Einwirkung von Säure und Alkohol entfärbten sie sich rasch. Es fanden sich sowohl in Schnitten, als auch im Ausstrichpräparat Verzweigungen. Die übrigen Thiere blieben alle gesund, auch bei der Obduktion fanden sich keine krankhaften Veränderungen. Bei einer Maus, die keine makroskopischen Veränderungen zeigte, konnten noch 6 Monate nach der Impfung in der Leber die verimpften Bakterien nachgewiesen werden.

Die Kaninchen wurden mit 2 Oesen frischer Agarkulturen intravenös geimpft. Da die Kulturmasse sich bei den meisten tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen nicht gleichmässig in Flüssigkeiten aufschwemmen lässt, wurde sie in einer Reibschale mit Bouillon zerrieben. Mit Ausnahme der mit Bazillus Petri und Bazillus Rabinowitsch geimpften Kaninchen nahmen alle in der ersten Zeit an Gewicht ab und wiesen Temperatursteigerung auf. Die mit Timotheebazillus, Mistbazillus, Grasbazillus II und Bazillus Morgenroth geimpften Thiere machten auch äusserlich einen kranken Eindruck. Das mit Grasbazillus II geimpfte Kaninchen erreichte erst 6 Wochen, das mit Bazillus Morgenroth geimpfte erst 7 Wochen nach der Impfung das Anfangskörpergewicht wieder. Von diesem Zeitpunkte ab nahmen aber auch diese Thiere rasch zu und erholten sich wieder vollständig. 4 Monate nach der Impfung wurden die Thiere getötet. Das mit Timotheebazillen geimpfte Kaninchen hatte Narben und nekrotische Herde in der Leber, das mit Grasbazillus II geimpfte Thier hatte im rechten Kniegelenk einen serös-eitrigen Erguss. Aus der Gelenkflüssigkeit konnte der Grasbazillus II durch Kultur wiedergewonnen werden. In Schnitten durch die Gelenkkapsel zeigte sich jedoch, dass diese von einer Pilzart vollständig durchwuchert war. Auch auf die umgebende Muskulatur hatte die Pilzwucherung übergegriffen. Es ist daher wahrscheinlich, dass dieser Pilz die krankhaften Veränderungen hervorgerufen, und dass der eingeimpfte Grasbazillus sich an diesem schon bestehenden Krankheitsherd festgesetzt hat. Bei den übrigen Thieren wurden, abgesehen von einigen kleinen gelben Herden in der Leber, makroskopisch keine krankhaften Veränderungen gefunden. Vor Allem waren bei sämtlichen Thieren die Lungen vollständig gesund.

Hühnern und Tauben wurde je eine ganze Agarkultur in die Bauchhöhle gespritzt. Das mit Timotheebazillen geimpfte Huhn ging nach 4 Wochen ein. In der Leber fanden sich zahlreiche kleine gelbliche unregelmässige Herde, in denen ziemlich zahlreich säurefeste Stäbchen mikroskopisch und durch Kultur nachweisbar waren. Die übrigen Hühner und die Tauben blieben am Leben. Die Hühner wurden nach 2—3 Monaten, die Tauben nach 3 Monaten bis 1½ Jahr getötet. Die inneren Organe der Thiere zeigten keine Veränderungen. Bei allen fanden sich jedoch auf der Serosa des Darmes und auf dem Netz in grösserer oder geringerer Anzahl Knötchen von Hanfkorn- bis Linsengrösse, gelblich-grauer Farbe, unregelmässiger, meist rundlicher

¹⁾ Aehnliche Veränderungen bei Mäusen beobachtete Korn (69) bei intraperitonealer Impfung mit dem ersten von ihm aus Butter gezüchteten Bazillus. Ich selbst sah bei meinen mit dem Korn'schen Bazillus intraperitoneal geimpften Mäusen diese Veränderungen nicht, ebensowenig wie bei 3 anderen Mäusen, die mit Bazillus Morgenroth intraperitoneal geimpft waren.

oder länglicher Form. Die älteren Knötchen waren von ziemlich harter Konsistenz, beim Zerdücken entleerte sich eine krümlige, gelbliche Masse, in der mikroskopisch grosse Mengen säurefester Stäbchen nachgewiesen werden konnten. Sie waren theils in der Form noch wohl erhalten, theils bereits körnig zerfallen. Noch nach 15 Monaten waren die Bakterien in diesen Knötchen mikroskopisch nachweisbar, in einem Falle konnten sie 3 Monate nach der Impfung durch Kultur wiedergewonnen werden.

Bei keinem einzigen der vielen Versuchsthiere kam es zu einem der Tuberkulose ähnlichen, fortschreitenden, allmählich sämmtliche inneren Organe ergreifenden und dadurch zum Tode führenden Krankheitsprozess.

Dennoch ist den tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen eine gewisse pathogene Wirkung nicht abzusprechen. Diese beruht jedoch im Gegensatz zum echten Tuberkelbazillus nicht auf dem Zustandekommen einer Infektion, sondern kann meist als Fremdkörperwirkung erklärt werden. Die rein mechanische Fremdkörperwirkung wird in manchen Fällen noch komplizirt und verstärkt durch eine geringe, vorübergehende, stets beschränkte Wucherung der eingepflichten Keime, ausserdem bei einigen der zu dieser Gruppe gehörenden Bakterien, wie es scheint, auch durch den Reiz einer den Bakterienleibern anhaftenden und nachtheilig auf das Gewebe einwirkenden chemischen Substanz.

Während die gewöhnlichen Bakterien, in einen nicht empfänglichen Thierkörper gebracht, von den Gewebssäften angegriffen und ohne Mühe rasch vernichtet werden, setzen die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen den Angriffen der Körpersäfte nachhaltigen Widerstand entgegen. In der Regel gelingt es dem Körper, allerdings meist erst nach längerer Zeit und manchmal nicht ohne vorübergehenden oder selbst dauernden Schaden genommen zu haben, sich auch dieser Bakterien zu entledigen. Ausnahmsweise kann jedoch, wie leicht erklärlich ist, der Körper auch einmal unterliegen, wenn die in ihn eingeführten Keime zu zahlreich sind.

Bei den vom Verfasser angestellten Versuchen blieben die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen in den Thierkörper eingeführt, bis zu 4 Monaten lebensfähig. Ihre färberischen Eigenschaften behielten sie jedoch noch lange Zeit, nachdem sie ihre Lebensfähigkeit eingebüsst hatten, bei; so konnten sie in einem Falle noch $1\frac{1}{4}$ Jahre nach der Impfung im mikroskopischen Präparat nachgewiesen werden. Die Form und Gestalt der Stäbchen erfährt mit der Zeit einige Veränderung. Sie werden kurz und dick, später kommt es zu einem körnigen Zerfall. In manchen Fällen büssten die Stäbchen auch ihre Säurealkoholfestigkeit theilweise ein.

Die grosse Widerstandsfähigkeit gegen die Gewebssäfte kommt auch dem echten Tuberkelbazillus¹⁾, sowie dem Hühnertuberkelbazillus und dem Leprabazillus zu. Die

¹⁾ Verfasser impfte Kaninchen, die nach den Versuchen von Vagedes (60) bei subkutaner Impfung für viele Stämme menschlicher Tuberkelbazillen sehr wenig empfänglich sind, mit tuberkulösem Sputum unter die Bauchhaut. Als die Thiere nach 1 Jahr getödet wurden, erwiesen sie sich als vollständig gesund. Die unter die Haut eingeführten Tuberkelbazillen hatten an Anzahl sehr abgenommen, konnten aber in einigen Fällen mikroskopisch an der Impfstelle noch nachgewiesen werden; sie hatten, wie die Züchtung und die Verimpfung auf Meerschweinchen zeigte, ihre Lebensfähigkeit und ihre Virulenz bewahrt. Ebenso widerstandsfähig verhalten sich die Tuberkelbazillen im Kaltblüterorganismus (Lubarsch und Sion).

Ihre färberischen Eigenschaften scheinen die Tuberkelbazillen beinahe unbegrenzt lange festzuhalten, so konnte Hierocles (53) wohl erhaltene, aber, wie ein Impfversuch zeigte, abgestorbene Tuberkelbazillen in einem Lungensteine nachweisen, der 6 Jahre vorher von einem Phthisiker ausgehustet worden war.

Annahme liegt nahe, dass diese Widerstandskraft durch dieselbe Substanz bedingt ist, auf der auch das eigenthümliche Verhalten dieser Keime gegen Farbstoffe beruht.

Bei den mit grösseren Kulturmengen in die Bauchhöhle geimpften Versuchsthiere kam es zu einer Knötchenbildung auf der Serosa des Darmes und auf dem Netze. Die Knötchen, meist von gelblicher Farbe und rundlicher oder länglicher Gestalt, enthielten sehr reichlich Bakterien.

Es handelt sich hierbei um eine sogenannte Fremdkörperknötchenbildung. Die in grosser Menge eingeimpften Keime rufen auf dem Peritoneum eine Entzündung hervor, werden in grösseren Haufen abgekapselt und so unschädlich gemacht. Beinahe alle diejenigen, die mit tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen Thierversuche angestellt haben, konnten diese Knötchenbildung beobachten. Sie bemerken aber zum Theil selbst, dass sie dieses in manchen Fällen der Tuberkulose ähnliche Bild nur dann erhielten, wenn grosse Mengen von Bakterienreinkultur verimpft wurden (Hoelscher [112], Freymuth [109], Tobler [127]).

Dieselbe Knötchenbildung auf dem Peritoneum beobachtete Verfasser¹⁾ als Wirkung echter toter Tuberkelbazillen nach intraperitonealer Injektion eines sehr bazillenreichen, im strömenden Dampfe sterilisirten tuberkulösen Sputums, Fokker (24) nach Verimpfung abgetöteter, in Reinkultur gezüchteter Tuberkelbazillen.

Die pathogene Wirkung der tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen ist also nicht grösser als die abgetöteter Tuberkelbazillen²⁾.

Bei der subkutanen Impfung von Meerschweinchen ergab sich ferner die interessante Thatsache, dass die eingeimpften Keime selbst bei dieser Impfmethode nicht auf die Impfstelle und die zunächstgelegenen Drüsen beschränkt bleiben, sondern vermuthlich durch Phagocyten in die inneren Organe verschleppt werden³⁾, wo sie sogar unter Umständen geringfügige Gewebsveränderungen hervorrufen können. Es fanden

¹⁾ Zeitschr. f. Tuberkulose- und Heilstättenwesen Bd. II, Heft 5, 1901.

²⁾ Fremdkörperknötchenbildung auf dem Peritoneum kommt gar nicht so selten auch beim Menschen vor; oft entsteht dadurch ein Krankheitsbild, das makroskopisch grosse Aehnlichkeit mit Tuberkulose hat. Meyer (28) beobachtete eine solche Knötchenbildung, um Cholestearinkrystalle nach Platzen einer Ovarialcyste, Hanau (21) um Speisereste (Steinzellen einer Birne) bei Ulcus ventriculi mit geheilter Perforationsperitonitis, von Recklinghausen (zitirt bei Meyer [28]), um kleine Schwammstückchen, die bei der Operation in der Bauchhöhle zurückgeblieben waren, Helbig (88), um Taenieneier, die aus einer Perforationsstelle des Wurmfortsatzes in die Bauchhöhle gerathen waren.

Auch im Auge sind schon wiederholt tuberkelartige Knötchen, veranlasst durch das Eindringen von Fremdkörpern, namentlich von Raupenhaaren, beobachtet worden.

³⁾ Für den Leprabazillus ist die Verschleppung durch die Lymphbahnen von Campana (15) experimentell nachgewiesen worden. Er nahm lepröse Gewebstücke, die 3 Jahre lang in absolutem Alkohol gelegen hatten, zerrieb sie in einem sterilisirten Mörser mit Kochsalzlösung zu einer Emulsion und spritzte davon etwa 5 g Meerschweinchen in die Bauchhöhle und in das subkutane Gewebe. Nach 24 Stunden erzeugte er bei den Versuchsthiere mittelst 2—6stündiger Ligatur der Extremitäten Oedeme. In der Oedemflüssigkeit konnten die Leprabazillen nachgewiesen werden, ebenso in Gewebsschnitten.

Lubarsch (94) hat gefunden, dass menschliche Tuberkelbazillen und Hühnertuberkelbazillen in den Rückenlymphsack von Fröschen injiziert, durch die Lymphbahnen in alle inneren Organe verschleppt und noch nach langer Zeit in diesen mikroskopisch nachgewiesen werden können.

sich nämlich bei den subkutan geimpften Thieren 4 Wochen nach der Impfung in der Leber wiederholt kleine gelbliche Herde, in denen bei genauer Untersuchung die eingepflichten Stäbchen ganz vereinzelt mikroskopisch nachgewiesen werden konnten. Durch Kultur konnten sie nicht wieder gewonnen werden. Je früher die Thiere getötet wurden, desto leichter war der Nachweis der Bakterien, denn die Zahl der eingepflichten Keime nimmt mit der Zeit beständig ab¹⁾.

Je länger man also das Versuchsthier am Leben lässt, desto geringer wird die Gefahr, in einen diagnostischen Irrthum zu verfallen. Dies gilt vor allem für die intraperitoneale und intravenöse Impfung. Abgesehen davon, dass die Zahl der eingepflichten Bakterien immer mehr abnimmt, gehen auch die durch Fremdkörperwirkung gesetzten Veränderungen ganz oder theilweise zurück und der Allgemeinzustand der Thiere, der, wie sich bei der intravenösen Impfung der Kaninchen gezeigt hat, wochenlang darniederliegen kann, hebt sich wieder. Gerade die Leber ist dasjenige Organ, das am meisten zu Irrthümern Anlass geben kann. Abgesehen von den vom Verfasser bei Meerschweinchen, die mit tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen subkutan geimpft waren, beobachteten Veränderungen, die histologisch nicht genauer untersucht wurden, konnten Lubarsch und Mayr (117) bei Fröschen, die mit *Timotheebazillus*, *Grasbazillus* II und *Butterbazillus* Rabinowitsch in den Rückenlymphsack geimpft waren, die Bildung von Epitheloidzellentuberkeln in der Leber nachweisen. Ferner fand Verfasser bei Hühnern, die mit 1 Oese Reinkultur menschlicher Tuberkulose bzw. Rindertuberkulose in den Brustmuskel geimpft waren, 4 Monate nach der Impfung in der Leber hirsekorn- bis linsengrosse Knötchen, die Tuberkelbazillen enthielten und mit Hühnertuberkulose verwechselt werden konnten. Kultur und Thiersuch zeigten jedoch, dass die Stäbchen abgestorben waren. Die Hühner erwiesen sich im Uebrigen als vollständig gesund.

In einigen Fällen kam es bei den Versuchen mit den tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen auch zu einer stärkeren Vermehrung der eingeführten Bakterien und zur Bildung von Eiterherden. Besonders dem *Grasbazillus* II Moeller und dem *Butterbazillus* Hormann und Morgenroth scheint diese Fähigkeit zuzukommen, während die mit *Timotheebazillen* geimpften Versuchsthiere wiederholt ziemlich ausgedehnte Nekrosen und cirrhotische Veränderungen in der Leber zeigten. Man konnte sich gerade bei diesen durch den *Timotheebazillus* hervorgerufenen Veränderungen des Eindrucks nicht erwehren, dass sie durch eine in den Bazillenleibern enthaltene chemische Substanz hervorgerufen seien.

Der *Timotheebazillus* ist es auch, der nach Mayer (97) bei Meerschweinchen nach intraperitonealer Verimpfung zusammen mit Butterfett in den danach entstehenden Schwarten echte Tuberkel, nach Lubarsch (71) bei Kaninchen nach direkter Impfung in die Nieren und bei intraarterieller Impfung echte Tuberkel und Strahlenpilzherde

¹⁾ Dieselbe Beobachtung machte Tashiro (141) bei seinen Uebertragungsversuchen von Lepra auf Thiere. Er fand, dass die Leprabazillen zwar eine Zeit lang nach der Impfung in den verschiedenen Organen nachweisbar sind, dann aber immer seltener werden und schliesslich vollständig verschwinden, ohne irgend eine Läsion in irgend einem Organe zu hinterlassen.

bildet, ein Beweis dafür, dass auch die histologische Untersuchung allein nicht immer zur Stellung der Diagnose ausreicht.

Dass die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen ähnliche chemische Substanzen wie der echte Tuberkelbazillus bilden, geht auch aus den Agglutinationsversuchen Koch's (116) hervor.

Koch gelang es, durch Vorbehandlung von Thieren mit abgetöteten oder lebenden Kulturen von Tuberkelbazillen ein Serum zu gewinnen, das die Bazillen der Perlsucht, Geflügeltuberkulose, Froschtuberkulose, Blindschleientuberkulose, die Arloing-Courmont'schen Bazillen, die Butterbazillen, die Grasbazillen und alle andern säurefesten Bakterien agglutinierte und zwar anscheinend ebensogut wie die Bazillen der menschlichen Tuberkulose. Es gelang auch umgekehrt, z. B. durch Immunisirung von Thieren mit Blindschleientuberkulose und Grasbazillen, ein Serum zu erzielen, das die ganze Reihe der eben aufgezählten Bakterien einschliesslich der echten Tuberkulose zu agglutinieren vermochte.

Die Ergebnisse meiner Thierversuche stimmen im Allgemeinen überein mit den Resultaten Hoelscher's (135). Auch Hoelscher legt den Hauptnachdruck auf den Ausgang der Affektion, dieser sei trotz mancher anfänglichen Gleichartigkeit ein grundverschiedener, bei den Tuberkelbazillen Gewebsnekrose, „Verkäsung“, bei den Pseudotuberkelbazillen Vereiterung oder Organisation nach Zugrundegehen der Bakterien.

Zur Entscheidung der praktischen Frage, ob es sich bei säure-alkoholfesten Stäbchen um echte Tuberkelbazillen oder um tuberkelbazillenähnliche Stäbchen handelt, kann ein so künstlicher Infektionsmodus wie die intraarterielle und die direkte Impfung in innere Organe nicht angewandt werden. Auch die intravenöse und intraperitoneale Impfung ist zu vermeiden, da auch hierbei, namentlich bei Verwendung grösserer Kulturmengen, die Fremdkörperwirkung zu sehr zur Geltung kommt. Die von Herr und Beninde (111) zur Differentialdiagnose vorgeschlagene Impfung in die vordere Augenkammer von Kaninchen halte ich wegen der verschiedenen, häufig geringen Empfänglichkeit der Kaninchen für Stämme menschlicher Tuberkelbazillen nicht für empfehlenswerth.

Zu empfehlen ist meiner Ansicht nach die einfache subkutane Impfung von Meerschweinchen. Bei dieser Impfmethode wird man bei Berücksichtigung der obigen Ausführungen niemals eine Fehldiagnose stellen. Denn von den bisher bekannten tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen ist kein einziges im Stande, bei diesem Impfmodus ein der Tuberkulose ähnliches Krankheitsbild hervorzurufen. Je länger die Versuchsthiere am Leben gelassen werden, desto sicherer wird jeder Irrthum vermieden werden.

6. Ueber eine Bakterienart, die bei Wachsthum auf fetthaltigen Nährböden säurebeziehungsweise säurealkoholfest wird.

Bei der Untersuchung von Marktbutter auf echte Tuberkelbazillen wurde aus den Schwarten eines mit Butter intraperitoneal geimpften Meerschweinchens eine Bakterienart in Reinkultur gewonnen, die auf den gewöhnlichen fettfreien Nährböden nicht säurefest ist, mit Butter zusammen in die Bauchhöhle von Meerschweinchen gespritzt,

jedoch ebenso wie die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen eine schwartige Bauchfell-entzündung hervorruft.

Diese Bakterienart ist, wie ich mich durch Vergleich mit einer mir übersandten Kultur überzeugen konnte, identisch mit dem von Grassberger (64) bei Butteruntersuchungen gewonnenen und bereits näher beschriebenen Bazillus. Auch Hermann und Morgenroth (55), sowie Aujeszky (130), vielleicht auch Ascher (61) und Tobler (127) haben, wie es scheint, diese Bakterienart in Händen gehabt.

Der Bazillus ist leicht kenntlich an der Bildung eines ziegelrothen Farbstoffes. Er ist je nach dem Nährboden von sehr verschiedener Grösse und Gestalt. Im Ausstrichpräparat einer Agarkultur finden sich lange, schlanke, häufig gebogene, aber auch kurze und gerade Stäbchen, die in der Regel ungeordnet in kleinen Haufen zusammen liegen. Die auf Serum gewachsenen Stäbchen sind im Vergleich dazu auffallend klein und von gleichmässiger Grösse und Gestalt. Gelatinekulturen liefern gekörnte, an Diphtheriebazillen erinnernde, Kartoffelkulturen kurze und plumpe Bazillen, deren Längsdurchmesser häufig kaum den Breitendurchmesser übertrifft. In Bouillon entwickeln sich ziemlich lange, häufig gebogene Bazillen, auch S-formen sind anzutreffen.

Der Bazillus ist unbeweglich, er färbt sich leicht mit den gewöhnlichen Anilinfarben und nach Gram.

Auf den festen Nährböden bildet er einen trockenen, ziegelrothen, leicht mit der Oese abhebbaren Belag. Die Agaroberflächenkolonien sind blattartig, die Anordnung der einzelnen Bazillen in den Kolonien ist, wie die Photogramme 9 und 10 auf Tafel VIII zeigen, derjenigen von auf Serum gewachsenen Tuberkelbazillen ähnlich.

Auch die Gelatineoberflächenkolonie hat makroskopisch Blattform, mikroskopisch ist der Bau der Kolonie jedoch ein ganz anderer als auf Agar. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Auf der Kartoffel bildet sich ein dicker, gelblichrother, trockener Belag.

Auf Bouillon kommt es zur Bildung einer, die ganze Oberfläche überziehenden trockenen, schwach röthlichen Haut, die sich an der Wand des Kulturkölbchens in die Höhe schiebt. Auf dem Boden sammelt sich ein krümelartiger, röthlicher Bodensatz, der meist aus Kulturpartikelchen besteht, die sich an der unteren Fläche der Haut losgelöst haben und zu Boden gesunken sind. Die Bouillon selbst bleibt klar, bei leichter Bewegung des Kölbchens trübt sie sich jedoch durch die von der Unterfläche der Haut sich ablösenden Kulturpartikelchen.

Auch auf Maassen's¹⁾ eiweissfreier Nährlösung kommt es zur Bildung einer röthlichen Haut.

Milch wird nicht zur Gerinnung gebracht, an der Oberfläche bilden sich gelbrothe Häutchen.

Der Bazillus bildet Alkali.

Traubenzucker wird nicht vergäht.

¹⁾ A. Maassen, Die Zersetzung der Nitrate und der Nitrite durch die Bakterien. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. XVIII, Heft 1, 1901.

Das Wachsthumsoptimum liegt bei 30—37° C., doch kommt auch bei Zimmertemperatur Wachsthum zu Stande.

Für Versuchsthiere ist der Bazillus nicht pathogen; nur mit Butter zusammen in die Bauchhöhle injiziert, ruft er die bereits erwähnte Schwartenbildung hervor.

In den Schwarten sind die Bakterien in grosser Anzahl enthalten, sie liegen häufig in Büscheln zusammen und haben ausgesprochene Streptobazillenform. Die Bakterien in den Schwarten sind, wie auch Grassberger beobachtete, säurefest, aber nicht säurealkoholfest. Im Ausstrichpräparat halten sie den rothen Farbstoff bei Einwirkung 5- und 25prozentiger Schwefelsäure fest, auch nach Fraenkel-Gabbet gefärbt bleiben sie roth; 1 Minute jedoch mit 3prozentigem Salzsäurealkohol behandelt, geben sie beinahe alle den rothen Farbstoff ab.

Diese Beobachtung legte es nahe, die färberischen Eigenschaften dieser Bakterienart bei Züchtung auf fetthaltigen Nährböden genauer zu studiren.

Die ersten Versuche wurden auf Butteragar angestellt. Gewöhnlicher Nähragar wurde im Reagenzröhrchen flüssig gemacht und dazu Butterfett gesetzt, das $\frac{1}{2}$ Stunde im Dampftopf sterilisirt war. Nachdem der Inhalt des Röhrchens im Wasserbade bis auf etwa 45°, also bis nahe an den Erstarrungspunkt des Agars abgekühlt war, wurde das Röhrchen kräftig durchgeschüttelt und der Inhalt in eine vorher auf Eis gestellte Petrischale ausgegossen. Der Agar erstarrt bei diesem Verfahren sofort, die Fetttröpfchen haben keine Zeit mehr, zusammenzufließen und an die Oberfläche aufzusteigen. Auf diese Weise erhält man einen festen Nährboden, in dem das Fett gleichmässig vertheilt ist.

Auf diesem Nährboden wächst der Bazillus üppig mit intensiver Farbstoffbildung. Je mehr Fett zugesetzt wurde, desto grösser war die Zahl der säurefesten Stäbchen; auf einem Nährboden, der zu gleichen Theilen aus Fett und Agar bestand, nahmen so ziemlich alle Stäbchen die Eigenschaft der Säurefestigkeit an.

Wurde von dem fetthaltigen Nährboden wieder auf gewöhnlichen Agar übergeimpft, so ging die Säurefestigkeit wieder vollständig verloren, selbst bei einer Kultur, die über ein Jahr auf Butteragar weitergezüchtet wurde, war dies der Fall. Es zeigte sich jedoch übereinstimmend mit den Angaben Grassberger's, dass auch unter den auf gewöhnlichem Agar gewachsenen Stäbchen selbst bei jahrelanger Weiterzüchtung auf gewöhnlichem Agar immer vereinzelt säurefeste Individuen vorkommen. Es ist dies wohl dadurch zu erklären, dass auch der Nähragar Spuren von Fett enthält.

Auf gewöhnlichem Blutserum, in dem Fette in etwas grösserer Menge vorhanden sind, ist die Zahl der säurefesten Stäbchen eine ziemlich grosse. Glycerinzusatz zum Serum ist für die Bildung säurefester Stäbchen nicht günstig.

Auch die in Milch gewachsenen Bakterien sind säurefest, die meisten sogar in geringem Grade säurealkoholfest. Wirkt 3prozentiger Salzsäurealkohol nur 1 Minute ein, so bleiben beinahe alle in Milch gewachsenen Stäbchen roth gefärbt, bei 10 Minuten dauernder Einwirkung werden sie entfärbt.

Nach diesen Vorversuchen wurden mit verschiedenen Fetten, ausser der bereits erwähnten Butter mit Rinderfett, Schweinefett, Hammeltalg, Lanolin, Olivenöl und

Leinöl Versuche angestellt. Die Fette wurden zu gleichen Theilen gewöhnlichem Nähragar zugesetzt, sie müssen von guter, frischer Beschaffenheit sein¹⁾.

Der Bazillus wuchs auf all diesen Fettnährböden sehr üppig und bildete vor allem sehr intensiv Farbstoff.

Die von dem Kulturbelag angefertigten Ausstrichpräparate wurden mit Karbolfuchsin unter Erwärmen einige Minuten gefärbt. Zur Prüfung auf Säurefestigkeit wurden die Präparate der Einwirkung 5- und 25prozentiger Schwefelsäure, zur Prüfung auf Säurealkoholfestigkeit der Einwirkung 3prozentigen Salzsäurealkohols unterworfen. Die Einwirkungsdauer schwankte zwischen 1 und 10 Minuten. Nachgefärbt wurde 1 Minute lang mit gesättigter wässriger Methylenblaulösung, die mit gleichen Theilen Wasser verdünnt war.

Das Ergebniss des Versuchs war folgendes. Alle obengenannten Fette waren im Stande, den darauf gezüchteten Bakterien Säurefestigkeit zu verleihen, jedoch in verschiedenem Grade. Die auf Lanolinagar gewachsenen Bakterien waren am widerstandsfähigsten gegen die Entfärbungsflüssigkeiten, die auf Olivenöl- und Leinölagar gezüchteten besaßen diese Eigenschaft in geringerem Grade. Liess man 5prozentige Schwefelsäure 1 Minute einwirken, so war noch kaum ein Unterschied in der Säurefestigkeit der auf den verschiedenen Fettnährböden gewachsenen Bakterien zu bemerken, sie hielten so ziemlich alle den rothen Farbstoff fest. Wurde die Einwirkungsdauer der 5prozentigen Schwefelsäure auf 10 Minuten erhöht, so entfärbte sich ein grosser Theil der auf Olivenöl und Leinöl-Agar gewachsenen Stäbchen, während die auf den anderen Fettnährböden gezüchteten Bakterien zum grössten Theile den rothen Farbstoff beibehielten. So ziemlich das gleiche Resultat wie mit 10 Minuten langer Einwirkung 5prozentiger Schwefelsäure wurde mit 1 Minuten langer Einwirkung 25prozentiger Schwefelsäure und mit der Fraenkel-Gabbet'schen Färbemethode erzielt. Gegen die Einwirkung 3prozentigen Salzsäurealkohols erwiesen sich nur die auf Lanolinagar gewachsenen Bakterien widerstandsfähig; selbst bei einer Einwirkungsdauer von 10 Minuten war noch ein grosser Theil derselben roth gefärbt. Die auf den anderen Fettnährböden gezüchteten Bakterien entfärbten sich zum grossen Theile schon bei einer Einwirkungsdauer des Salzsäurealkohols von 1 Minute. Nur vereinzelte rothe Stäbchen und rothe Körnchen im blauen Bakterienleib waren noch in sämtlichen Präparaten, letztere zum Theil in grosser Anzahl nachzuweisen.

Zunächst musste natürlich daran gedacht werden, dass es sich bei der durch Züchtung auf fetthaltigen Nährböden künstlich erzeugten Säurefestigkeit nur um eine mechanische Wirkung des Fettes handle, wie in den Versuchen von Bienstock (10) und Gottstein (13), dann müsste sich aber diese künstliche Säurefestigkeit bei allen Bakterienarten hervorrufen lassen. Dies ist jedoch, wie ich in Uebereinstimmung mit Rabinowitsch (48) gefunden habe, nicht der Fall. *Bacterium coli*, *Pyocyaneus*, *Mäusetyphus*, *Proteus*, *Bacillus enteritidis* Gaertner, *Prodigiosus*, *Diphtherie*, Milzbrand,

¹⁾ Einen gleichmässigen, guten Nährboden gaben die Fette mit hohem Schmelzpunkte, wie Rinderfett, Schweinefett und Hammeltalg, sowie das Lanolin. Die mit den flüssigen Fetten und dem einen niedrigen Schmelzpunkt besitzenden Butterfett hergestellten Nährböden pressten häufig im Brutschranke bei 37° grosse Fetttropfen aus.

von den Vibrionen Cholera, *Vibrio Metschnikoff* und Dunbar auf dieselben fetthaltigen Nährböden gesetzt, zeigten keine Spur von Säurefestigkeit.

Dies weist darauf hin, dass die Bakterien, die auf Fettnährböden säurefest werden, aktiv an dieser Umwandlung betheiligt sind, dass sie wahrscheinlich das betreffende Fett in ihre Leibessubstanz aufnehmen.

Dafür spricht, dass der auf den verschiedenen Fettnährböden wachsende Bakterienbelag eine verschiedene Konsistenz zeigt, die im allgemeinen der Konsistenz des im Nährboden enthaltenen Fettes entspricht. So ist der Belag, der nach 3 bis 4 Tagen so dick ist, dass er ohne Berührung des Nährbodens mit der Platinöse abgenommen werden kann, auf Rinderfett-, Schweinefett- und Hammeltalg-Agar trocken und fest, auf Butteragar weich und geschmeidig, auf Lanolinagar zäh, auf Olivenöl- und Leinöl-Agar nahezu flüssig.

Ferner spricht für die Aufnahme des Fettes durch die Bakterien der Umstand, dass die Stäbchen je nach dem verschiedenen Fett des Nährbodens eine ganz verschiedene Form und Gestalt zeigen. So sind sie bei Wachsthum auf Butterfett-, Rinderfett-, Schweinefett- und Hammeltalg-Agar meist plump und nehmen den Farbstoff in der Regel gleichmässig auf, seltener trifft man gekörnte Stäbchen unter den auf diesen Nährböden gewachsenen Bakterien. Bei Züchtung auf Olivenöl- und Leinöl-Agar dagegen sind sie meist schlank und in ausgesprochener Weise gekörnt. Die Lanolin-Agarkulturen endlich enthalten Stäbchen der verschiedensten Grösse und Gestalt.

Der von Grassberger und vom Verfasser in Reinkultur gezüchtete, auf gewöhnlichen Nährböden nicht säurefeste Butterbazillus besitzt also in ausgesprochenem Maasse die Fähigkeit, bei Wachsthum auf fetthaltigen Nährböden die Eigenschaft der Säure- beziehungsweise Säurealkoholfestigkeit zu erwerben. Er gehört seinen morphologischen und kulturellen Eigenschaften nach zur Gruppe der tuberkelbazillen-ähnlichen Stäbchen, besonders beweisend hierfür ist der mikroskopische Bau der Agaroberflächenkolonien (vgl. Taf. VIII Photogr. 9 u. 10). Für seine Zugehörigkeit zu dieser Gruppe spricht ferner der Umstand, dass er mit Butter zusammen Versuchsthiere in die Bauchhöhle gespritzt, ebenso wie die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen eine schwartige Peritonitis hervorruft.

Während jedoch den anderen Angehörigen dieser Gruppe die Fähigkeit zukommt, wie der echte Tuberkelbazillus schon aus den in den gewöhnlichen Nährböden enthaltenen Stoffen eine fett- oder wachsartige Substanz zu bilden, die ihnen die Eigenschaft der Säurealkoholfestigkeit verleiht, bedarf diese Bakterienart fetthaltiger Nährmedien, um ähnliche färberische Eigenschaften anzunehmen.

Dieser Unterschied giebt aber kein Hinderniss ab, diese Bakterienart in dieselbe Gruppe einzureihen. Es ist wiederholt beobachtet worden, dass die schon auf gewöhnlichen Nährböden säurealkoholfesten Stäbchen mit der Zeit diese Eigenschaft ganz oder theilweise eingebüsst haben. Wahrscheinlich verhalten sie sich dann genau so, wie der auf gewöhnlichen Nährböden nicht säurefeste Butterbazillus.

Der Nachweis, dass es Bakterien giebt, die auf fetthaltigen Nährböden die Eigenschaft der Säure- beziehungsweise Säurealkoholfestigkeit erwerben, ist von praktischer Bedeutung, weil derartige Bakterien sich auch im und am menschlichen

Körper ansiedeln und hier unter normalen und pathologischen Verhältnissen fett-haltiges Nährmaterial vorfinden können, nämlich überall da, wo es zur Anhäufung fettigen Sekretes kommt.

Abgesehen von Smegma und Cerumen kommen in Betracht die in den Krypten der Tonsillen steckenden Pfröpfe, der Inhalt von Lungenkavernen, das Sputum bei Lungengangrän und fötider Bronchitis, sowie der fettige Inhalt von Cysten. Vielleicht gehörten die von Dietrich in einer Ovarialeyste mikroskopisch nachgewiesenen säurealkoholfesten Stäbchen, deren Züchtung nicht gelang, dieser Bakteriengruppe an. A. Fraenkel (52) hat schon vor Jahren die Vermuthung ausgesprochen, dass die Säurefestigkeit der im gangraenösen Sputum vorkommenden tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen auf den Fett- oder Lecithingehalt des betreffenden Sputums zurückzuführen sei.

Ferner verdienen derartige Bakterien Berücksichtigung bei der bakteriologischen Untersuchung von Milch und Butter, in letzterer scheinen sie gar nicht so selten vorzukommen.

Die Anwendung fetthaltiger Nährböden ist jedenfalls immer dann angezeigt, wenn beim mikroskopischen Nachweis säure- oder säurealkoholfester Stäbchen (Tuberkulose ausgeschlossen) die Züchtung säurefester Bakterien auf den gewöhnlichen Nährmedien nicht gelingt.

7. Zur Frage des Smegmabazillus.

Schon wiederholt ist die Vermuthung ausgesprochen worden, dass die Smegmabazillen, die nicht nur beim Menschen, sondern nach Untersuchungen von Cowie (87) und Neufeld (99) auch bei Thieren vorkommen, ihre färberische Eigenthümlichkeit dem fetthaltigen, an macerirten Epithelien reichen Sekret verdanken, in dem sie ihre Vermehrungsbedingungen finden. Der im vorhergehenden Abschnitt erbrachte Beweis, dass es Bakterien giebt, die auf fetthaltigen Nährböden ähnliche färberische Eigenschaften annehmen, wie die Smegmabazillen, musste diese Vermuthung noch unterstützen.

Die Smegmabazillen, wie sie von Alvarez und Tavel (7), sowie von Matterstock (14) beschrieben worden sind, jene schlanken, scharf geschnittenen, häufig gekrümmten, mit Vorliebe in und auf den Epithelien liegenden Stäbchen besitzen in der überwiegenden Mehrzahl nur die Eigenschaft der Säurefestigkeit. Gegen Alkohol sind sie sehr empfindlich.

Färbt man zwei Ausstrichpräparate von Smegma mit Karbolfuchsin, entfärbt das eine mit 5prozentiger Schwefelsäure, das andere mit 3prozentigem Salzsäurealkohol 1 Minute lang und färbt dieselbe Zeit mit wässriger Methylenblaulösung nach, so wird man in den meisten Fällen in dem nur mit Säure behandelten Präparat sehr reichlich, in dem mit Säurealkohol behandelten nur wenige oder gar keine Smegmabazillen finden. Je länger der Säurealkohol einwirkt, desto mehr nimmt die Zahl der Smegmabazillen im Präparat ab.

Es ist danach nicht richtig, bei der Züchtung des Smegmabazillus nach einem absolut säurealkoholfesten Stäbchen zu suchen.

Damit soll selbstverständlich nicht gesagt sein, dass ein säurealkoholfestes

Stäbchen nicht auch einmal im Smegma vorkommen und aus diesem gezüchtet werden kann, wie es auch einigen der unten erwähnten Forscher gelungen ist. Aber als der eigentliche Smegmabazillus im Sinne der ersten Beobachter kann ein solches Stäbchen nicht angesprochen werden.

Die bisherigen Versuche, den Smegmabazillus zu züchten, haben noch zu keinem einwandfreien Resultat geführt. Doutrelepont (16), Grünbaum (43), Laser (44), Czaplewski (41), Neufeld (99), Fraenkel (108), Moeller (139) und Barannikow (131) haben sich damit beschäftigt.

Ausgehend davon, dass es sich beim Smegmabazillus wahrscheinlich um eine Bakterienart handelt, die nur auf fetthaltigen Nährböden säurefest ist, versuchte ich auf folgendem Wege zum Ziele zu gelangen. Ich untersuchte, ob sich aus einer grösseren Anzahl von Smegmaproben eine Bakterienart züchten lässt, die bei mikroskopischem Nachweis von Smegmabazillen im Sekretaustrich regelmässig in der Kultur vorkommt, beim Fehlen dieser Bazillen im Präparat auch in der Kultur vermisst wird, und ob diese Bakterienart auf fetthaltigen Nährböden, wie der im vorigen Abschnitt beschriebene Butterbazillus die Eigenschaft der Säurefestigkeit annimmt.

Findet sich eine Bakterienart, die all diesen Anforderungen entspricht, so muss sie als der Smegmabazillus angesprochen werden.

Das Smegma wurde bei den Versuchen auf Agar- und Lanolinagarplatten ausgestrichen, die Kulturen wurden bei 37° C. gehalten.

Der Rest des Smegmas wurde zusammen mit 5 ccm sterilisirten Butterfettes Meerschweinchen in die Bauchhöhle injiziert.

Es sei gleich hier bemerkt, dass die Thiere, obgleich zum Theil ziemlich grosse und bazillenreiche Sekretmengen zusammen mit Butter injiziert wurden, sämmtlich am Leben blieben. Als sie 3 Wochen nach der Impfung getötet wurden, zeigten sich in der Bauchhöhle nur geringfügige Verwachsungen und abgekapselte Butterreste. Das typische Bild der Schwartenbildung, wie es bei der intraperitonealen Verimpfung tuberkelbazillenähnlicher Stäbchen zusammen mit Butterfett entsteht, fand sich in keinem Falle. Die Kulturen, die aus abgekapselten Butterresten angelegt wurden, blieben beinahe alle steril.

Dieses Versuchsergebniss beweist, dass es sich beim Smegmabazillus nicht um ein Stäbchen aus der Gruppe der Butter-, Milch-, Gras- oder Mistbazillen handeln kann.

Damit im Einklang steht das Resultat der Kulturversuche. Aus 14 untersuchten Smegmaproben verschiedener Herkunft, von denen 11 zum Theil sehr reichlich Smegmabazillen enthielten (Prüfung auf Säurefestigkeit mittelst 5prozentiger Schwefelsäure) konnte kein einziges Mal ein zu dieser Gruppe gehöriges Stäbchen auf den Agarplatten gezüchtet werden. Der Lanolinagar war zur Isolirung einzelner Bakterienkolonien nicht brauchbar.

Bei den Züchtungsversuchen war auffallend, dass, wie auch Neufeld beobachtete, im Vergleich zu der mikroskopisch nachweisbaren Anzahl von Keimen verhältnissmässig wenige Kolonien angingen.

Das Smegma scheint für die Erhaltung der Keime kein günstiges Medium zu sein, denn von 4 Smegmaproben, die 6 Wochen im Eisschrank gehalten waren, und

in denen mikroskopisch Smegmabazillen und andere Bakterien nachweisbar waren, erwiesen sich 3 als steril.

Es liegt also die Möglichkeit vor, dass ein grosser Theil der im Smegmaausstrich mikroskopisch nachweisbaren Stäbchen bereits im frisch entnommenen Sekret abgestorben ist. Es muss erwähnt werden, dass bei den vorliegenden Versuchen das Smegma vor der Verarbeitung etwa 20 Stunden im Eisschranke aufbewahrt war.

Abgesehen von Kokken, Hefen und einigen Bazillenkolonien verschiedener Art wuchsen hauptsächlich 2 Bakterienarten, eine Bakterienart mit zartem, blattartigem trockenem Wachsthum, deren Kolonien manchmal erst am 3. oder 4. Tage deutlich entwickelt waren, und ein Pseudo-Diphtheriebazillus mit thautropfenähnlichen feuchten Kolonien.

In den Agarausstrichkulturen von 11 Smegmabazillen enthaltenden Smegmaproben fand sich 6 Mal die blattartig wachsende Bakterienart allein, 3 Mal zusammen mit dem Pseudo-Diphtheriebazillus, 2 Mal fand sich letzterer allein. Unter 11 Proben konnte also die blattartig wachsende Bakterienart 9 Mal, der Pseudo-Diphtheriebazillus 5 Mal nachgewiesen werden. In den 3 Proben, in denen mikroskopisch keine Smegmabazillen zu finden waren, fehlte sowohl die blattartig wachsende Bakterienart als auch der Pseudo-Diphtheriebazillus.

In 2 Fällen, in denen Smegmabazillen im mikroskopischen Präparat vorhanden waren, fehlte allerdings die blattartig wachsende Bakterienart. Wie schon oben bemerkt ist, können die Bakterien bereits abgestorben gewesen sein, wie dies Kitasato¹⁾ für die Mehrzahl der im Sputum und Caverneninhalte enthaltenen Tuberkelbazillen nachgewiesen hat. Auch bei den tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen wurde ein ähnliches Verhalten bei den Thierversuchen öfter beobachtet.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden 8 verschiedene Smegmaproben direkt nach der Entnahme aus dem Präputialsack auf Agarplatten ausgestrichen. Diejenigen 3 Proben, die im mikroskopischen Präparat am zahlreichsten typische Smegmabazillen aufwiesen, ergaben beinahe Reinkulturen der blattartig wachsenden Bakterienart. Bereits nach 24 Stunden waren die Kolonien üppig gewachsen. Aus 4 andern Smegmaproben, bei denen in mässiger Anzahl Smegmabazillen mikroskopisch nachweisbar waren, wuchsen die blattartigen Kolonien zum Theil nur in geringer Anzahl. Die 8. Probe wurde von einem Fäulniskeim überwuchert. Der Rest der Smegmaproben wurde in den Eisschrank gestellt. Als nach 3 Tagen wieder Kulturen angelegt wurden, wuchsen viel weniger blattartige Kolonien als auf den direkt nach der Entnahme angefertigten Kulturplatten, ein Beweis, wie wichtig es ist, das Material sofort nach der Entnahme zu verarbeiten.

Der vom Verfasser gezüchtete Bazillus ist ein Stäbchen von wechselnder Grösse und Form. Die auf Agar gewachsenen Stäbchen sind meist klein und zart und nehmen den Farbstoff gleichmässig auf. Es kommen gerade und leicht gebogene Stäbchen vor. Dazwischen findet man ausgesprochene Keulenformen und seg-

¹⁾ Gewinnung von Reinkulturen der Tuberkelbazillen und anderer pathogener Bakterien aus Sputum. Zeitschr. f. Hygiene u. Inf.-Kr., Bd. II, 1892.

mentirte Stäbchen wie bei Diphtherie, ferner ganz dicke, plumpe Stäbchen, sowie birnenförmige Gebilde (vgl. Taf. XI Photogr. 30 u. 31). Die diphtherieähnlichen Formen kommen besonders bei Färbung mit Loeffler's Methylenblau zum Vorschein. Die Stäbchen zeigen ferner häufig eine pallisadenartige Anordnung. Auf Serum wachsen auffallend kleine und zarte Stäbchen, auf Kartoffeln kurze, beinahe wie Kokken aussehende Formen. Auf Gelatine kommen im Durchschnitt etwas längere und dickere Stäbchen zum Wachsthum.

Der Bazillus ist unbeweglich, er färbt sich leicht mit den gewöhnlichen Anilinfarben und nach Gram. Färbt man ein Ausstrichpräparat mit heisser Karbolfuchsinlösung, entfärbt mit 3prozentigem Salzsäurealkohol und färbt mit wässerigem Methylenblau nach, so sieht man zahlreiche roth gefärbte Körnchen im blauen Bakterienleib. Sie liegen entweder an dem einen Ende des Stäbchens, oder sind in grösserer Anzahl gleichmässig in diesem vertheilt. Oft sieht man besonders grosse Körner im keulenförmig angeschwollenen Ende des Stäbchens. Die unförmlichen dicken Formen und die Birnformen haben öfter in ihrer ganzen Ausdehnung eine dunkelschwarzrothe Farbe angenommen. Besonders zahlreich sind diese säurealkoholfesten Körnchen bei Wachsthum auf Maassen's eiweissfreier Nährlösung.

Auf Agar bildet der Bazillus einen trockenen, leicht abhebbaren grauen Belag, auf dem Kondenswasser bildet sich ein zartes Häutchen.

Die einzeln liegende Agaroberflächenkolonie hat die Gestalt eines zarten Blattes mit buchtigem Rand. Mikroskopisch ist die Kolonie stark gekörnt und glänzend und erinnert hierin an Diphtherie. Die Bakterien sind in der Peripherie des Blattes gleichmässig in einfacher Lage angeordnet. Im Zentrum finden sich dichtere Bazillenzüge (vgl. Taf. IX Photogr. 17 u. 18).

Auf Gelatine ist das Wachsthum ein sehr langsames, aber deutliches. Die Gelatinestichkultur hat die Form eines Nagels, in der Tiefe des Stiches finden sich einzelne runde, isolirte Kolonien.

Auf Kartoffel bildet sich ein schmutzig-grauweisser, trockener Belag, jedoch nur, wenn die Kartoffel alkalisirt ist.

Auf Serum wächst der Bazillus üppig in Gestalt eines graugelblichen Belags.

Die Bouillon wird gleichmässig getrübt, häufig finden sich auch kleine Körnchen, die sich wie bei Diphtherie an der Wand und am Boden des Reagensröhrchens festsetzen. An der Oberfläche bildet sich eine Kahmhaut.

Der Bazillus bildet langsam und nur schwach Säure.

Gasentwicklung kommt in Traubenzuckerbouillon nicht zu Stande.

Milch wird in ihrem äusseren Aussehen nicht verändert.

Auf Maassen's eiweissfreier Nährlösung kommt es zur Entwicklung einer trockenen, schuppigen, farblosen Haut, auf dem Boden bildet sich ein Bodensatz. Die Flüssigkeit selbst bleibt klar.

Das Wachsthumsoptimum liegt bei 37° C., bei 22° C. ist es sehr spärlich und langsam.

Der Bazillus ist nach morphologischen und kulturellen Eigenschaften der Diphtheriegruppe zuzurechnen, unterscheidet sich jedoch von dem gewöhnlichen Pseudo-

Diphtheriebazillus durch sein blattartiges Wachsthum. Die Wachsthumsenergie der aus verschiedenen Smegmaproben gezüchteten Kulturen dieses Bazillus ist eine sehr verschiedene. Bei längerer Fortzüchtung auf den künstlichen Nährböden nimmt sie jedoch auch bei den anfangs schwaches, zartes Wachsthum zeigenden Kulturen in erheblichem Grade zu. Besonders förderlich für das Wachsthum ist alkalische Reaktion des Nährbodens.

Es war jetzt noch zu untersuchen, wie sich diese Bakterienart auf den fett-haltigen Nährböden verhielt. Sie zeigte auf diesen üppiges Wachsthum, Auf Rinder fett-, Schweinefett- und Hammeltalg-Agar bildete sich ein charakteristischer, gelblicher, trockener Belag. Die Prüfung auf Säurefestigkeit ergab, dass auf allen diesen Fett-nährböden ein grösserer oder kleinerer Theil der Bakterien säurefest geworden war. Auch die Gestalt dieser säurefest gewordenen Stäbchen war wie bei dem Butter-bazillus auf den verschiedenen Nährböden eine verschiedene. Auf Butter-, Olivenöl- und Leinöl-Agar waren die Stäbchen ausgesprochen gekörnt und diphtherieähnlich, auf Lanolin-Agar waren so ziemlich alle Formen, vereinzelt auch solche, die den Smegmabazillen im Ausstrich ähnlich sahen, vertreten. Auch die in Milch gewachsenen Stäbchen waren säurefest, sie zeigten aber nicht die helle, leuchtend rothe, sondern mehr eine dunkelviolettrothe Farbe und zwar auch ohne Nachfärbung mit Methylenblau. Dies würde mit dem Befund von Grünbaum (43) übereinstimmen, dem es gelang, durch direkte Impfung von Smegma in Milch säurefeste Stäbchen (jedoch nicht in Reinkultur) zu züchten.

Die Versuche waren jedoch nicht so vollkommen und gleichmässig wie bei dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Butterbazillus. Die besten Resultate gab noch der Lanolinagar.

Zufriedenstellende Resultate wurden nach verschiedenen Versuchen auf einem Nährboden erhalten, der aus Lanolin und Maassen's eiweissfreier Nährlösung bestand. Das Lanolin wurde im Reagensröhrchen auf dem Wasserbade verflüssigt und die eiweissfreie Nährlösung zu gleichen Theilen zugesetzt. Dann wurde das Röhrchen gut durchgeschüttelt und der Inhalt in eine vorher auf Eis gestellte Petrischale ausgegossen. Das Lanolin nimmt eine grosse Menge Flüssigkeit auf. Was nicht aufgenommen wird, sammelt sich am Boden der Schale unter der erstarrten Lanolindecke und stört so den Versuch nicht.

Auf diesem, nur aus Fett, Glycerin, durch Natronlauge neutralisirte Apfelsäure, Asparagin und Nährsalzen bestehenden Nährboden wuchs die Bakterienart auffallend gut, in Gestalt eines sich längs des Impfstriches langsam entwickelnden, von dem Lanolinnährboden in der Farbe schwer zu unterscheidenden, in den Nährboden hineinwachsenden Bakterienbelages. Hält man die Platte gegen das Licht, so sieht man einen deutlichen gelben Streifen, der allmählich die ganze Lanolinschicht durchwächst.

Die auf diesem Nährboden gewachsenen Bakterien, am 3. oder 4. Tage untersucht, sind säurefest. Bei 10 Minuten langer Einwirkung 25prozentiger Schwefelsäure bleiben so ziemlich alle Stäbchen roth gefärbt. Auch der Einwirkung 3prozentigen Salzsäurealkohols widerstehen die Stäbchen: nach 1 Minute sind noch alle Stäbchen roth gefärbt, bei längerer Einwirkung geben sie allmählich die rothe Farbe ab.

Die Form und Grösse der einzelnen Bakterien ist eine sehr verschiedene. Es

finden sich dicke plumpe Stäbchen, die meist dunkelroth gefärbt sind und ganz feine, dünne, hellrothe Stäbchen. Dazwischen giebt es alle Uebergänge, darunter auch solche Stäbchen, die von den Smegmabazillen im Smegmaausstrich nicht zu unterscheiden sind.

Auf die Gleichheit der Form kann nicht viel Werth gelegt werden, denn es hat sich sowohl bei diesem Bazillus als bei dem im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Butterbazillus gezeigt, dass die Form und Gestalt der Bakterien je nach dem verschiedenen Fett im Nährboden eine sehr verschiedene ist. Der Lanolinnährboden ist sicher nicht von derselben Beschaffenheit wie das Smegma. Vielleicht liesse sich nach dieser Richtung hin ein besseres Resultat mit der von Neufeld zu seinen Versuchen verwandten Vernix caseosa erzielen.

Dass gerade das Lanolin die besten Resultate giebt, ist immerhin bemerkenswerth, da es aus der Schafwolle, also einem epithelialen Gebilde, gewonnen wird.

Auf Lanolin ohne Zusatz eines Nährmediums findet kein Wachsthum statt. Es müssen dem Fette noch Nährstoffe zugesetzt werden, um das Wachsthum anzuregen. Sind diese Nährstoffe jedoch zu reichlich, so nähren sich die Bakterien nur von diesen und greifen das Fett nicht an, können infolgedessen natürlich auch nicht säurefest werden. Trotz des üppigen Wachsthums auf diesem Lanolinnährboden scheinen die Bakterien rasch abzusterben. Impft man etwa am 8. oder 14. Tage des Wachsthums von diesem Fettnährboden auf gewöhnlichen Agar ab, so gehen, wie beim Smegmaausstrich verhältnissmässig nur wenige Kolonien an. Dies spricht für die oben ausgesprochene Ansicht, dass auch im Smegma ein grosser Theil der mikroskopisch nachweisbaren Smegmabazillen abgestorben ist.

Der Umstand, dass es gelungen ist, aus 18 Proben von Smegmabazillen enthaltendem Smegma 16 Mal diese Bakterienart zu züchten, das Fehlen derselben in Kulturen von 3 Smegmaproben, die keine Smegmabazillen enthielten, das eigenthümliche Wachsthum auf und in den Lanolinnährboden hinein sowie die Eigenschaft, auf diesem Nährboden säure- beziehungsweise säurealkoholfest zu werden und wenigstens zum Theil die Gestalt der Smegmabazillen im Ausstrich anzunehmen, macht es höchst wahrscheinlich, dass dieser Bazillus der Smegmabazillus ist.

Der Pseudo-Diphtheriebazillus mit thautropfenähnlichem Wachsthum, der auch von Laser, Czaplewski, Neufeld und Fraenkel im Smegma gefunden worden ist, zeigte auf den Fettnährböden nur äusserst geringes Wachsthum und nahm, abgesehen von den, schon auf gewöhnlichen Nährböden sich bildenden, rothen Körnchen keine Säurefestigkeit an. Ich bin daher mit Fraenkel der Ansicht, dass der Pseudo-Diphtheriebazillus Laser's und Czaplewski's der echte Smegmabazillus nicht sein kann.

Leider ist es mir wegen Beendigung meines Kommandos zum Kaiserlichen Gesundheitsamte nicht möglich, noch weitere Versuche über Züchtung des Smegmabazillus anzustellen und diese Versuche auch auf Lepra auszudehnen. Ich halte es nicht für unmöglich, dass der von Babes, Levy, Czaplewski, Spronck, Teich, Kedrowski und Barannikow aus Lepra gezüchtete, auch zur Diphtheriegruppe gehörige Bazillus auf fetthaltigen Nährböden ein ähnliches Verhalten wie der von mir aus Smegma gezüchtete Bazillus zeigt.

Litteratur.

1882.

- 1) Craemer, Ueber das Vorkommen der Tuberkelbazillen bei Phthisikern. Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen, 11. Dezember 1882.

1883.

- 2) Giacomi, Die diagnostische Bedeutung des Nachweises der Tuberkelbazillen im Stuhl. Fortschr. d. Medizin, 1883, Nr. 5.
- 3) Lichtheim, Zur diagnostischen Verwerthung der Tuberkelbazillen. Fortschr. d. Medizin, 1883, Nr. 1.

1884.

- 4) Koch, Ueber die Aetiologie der Tuberkulose. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 2, 1884.
- 5) Lustgarten, Ueber spezifische Bazillen in syphilitischen Krankheitsprodukten. Wiener mediz. Wochenschr., 1884, Nr. 47.
- 6) Zahn, Beiträge zur Lehre von der diagnostischen Bedeutung der Tuberkelbazillen. Inauguraldissert., Tübingen, 1884.

1885.

- 7) Alvarez u. Tavel, Recherches sur le bacille de Lustgarten. Archives de physiol. normale et pathol., 1885, Nr. 7.
- 8) Klemperer, Syphilis- und Smegmabazillen. Deutsche med. Wochenschr., 1885, Nr. 47.
- 9) Lustgarten, Die Syphilisbazillen. Jahrbuch der Gesellschaft der Aerzte in Wien, 1885.

1886.

- 10) Bienstock, Zur Frage der sogenannten Syphilisbazillen- und der Tuberkelbazillen-Färbung. Fortschr. d. Medizin, 1886, Nr. 6.
- 11) Bitter, Ueber Syphilis- und Smegmabazillen nebst Bemerkungen über die färberischen Eigenthümlichkeiten der Smegma- und Tuberkelbazillen. Virchow's Archiv, Bd. CVI, 1886.
- 12) Gottstein, Bemerkungen über das Färbungsverhalten der Tuberkelbazillen. Deutsche mediz. Wochenschr., 1886, Nr. 42.
- 13) Gottstein, Die Beeinflussung des Färbungsverhaltens von Mikroorganismen durch Fette. Fortschr. der Medizin, 1886, Nr. 8.
- 14) Matterstock, Ueber Bazillen bei Syphilis. Mittheilungen aus der mediz. Klinik in Würzburg, Bd. II, 1886.

1887.

- 15) Campana, Nochmals die Uebertragung der Lepra auf Thiere. Vierteljahrsschr. f. Dermatologie u. Syphilis, 1887.
- 16) Doutrelepont, Ueber die Bazillen der Syphilis. Vierteljahrsschr. f. Dermatologie u. Syphilis, XIV. Jahrgang, 1887.
- 17) Wesener, Uebertragungsversuche von Lepra auf Kaninchen. Münchener med. Wochenschr., 1887, Nr. 16, 17 u. 18.

1888.

- 18) Markuse, Ueber den jetzigen Stand der Syphilis- und Smegmabazillen-Frage. Vierteljahrsschr. f. Dermatologie u. Syphilis, 1888.

1889.

- 19) Kamen, Die Syphilisbazillen im Auswurf. Internationale klinische Rundschau, 1889, Nr. 2 u. 3.
- 20) Lewy, Ueber Syphilis- und Smegmabazillen. Inaugural-Dissert., Neuwied, 1889.

1891.

- 21) Hanau, Ein Fall von Ulcus ventriculi mit geheilter lokalisirter Perforationsperitonitis. Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte, Jahrg. XXI, S. 208, 1891.

- 22) Prudden, Mitchell und Hodenpyl, Studies on the action of dead bacteria in the living body. New-York medic. journal 1891, 6. u. 20. Juni, ref. Centralbl. f. Bakt., Bd. 10, 1891.
23) Rosenbach, Fehlerquellen bei der Untersuchung auf Tuberkelbazillen. Deutsche medicin. Wochenschr., 1891, Nr. 13.

1892.

- 24) Fokker, De werking van doode tuberkelbacillen. Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, 1892.
25) Kaufmann, Ein einfaches Verfahren zum Nachweis der Tuberkelbazillen im Auswurf. Centralbl. f. Bakt., Bd. XII, p. 142, 1892.

1893.

- 26) Fischel, Zur Morphologie und Biologie des Tuberkelbazillus. Berliner klin. Wochenschr., 1893, Nr. 41.
27) Kruse, Ueber das Vorkommen der sogenannten Hühnertuberkulose beim Menschen und bei Säugethieren. Ziegler's Beiträge zur patholog. Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, Bd. XII, 1893.
28) Meyer, Ueber einen Fall von Fremdkörperperitonitis mit Bildung riesenzellenhaltiger Knötchen durch Einkapselung von Cholestearintafeln, mit Bemerkungen über die verschiedenen Riesenzellenarten. Ib., Bd. 13, 1893.

1894.

- 29) Laabs, Ueber tuberkelbazillenähnliche Stäbchen in verschiedenen Körpersekreten und ihr Verhalten gegen einige der gebräuchlichsten Methoden der Tuberkelbazillenfärbung. Inauguraldissertation Freiburg, 1894.
30) Pansini, Einige neue Fälle von Geflügeltuberkulose bei Menschen und Säugethieren. Deutsche med. Wochenschr., 1894, Nr. 35.
31) Roth, Ueber Tuberkelbazillen in der Butter. Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte, 1894.

1895.

- 32) Obermüller, Ueber Tuberkelbazillenbefunde in der Marktmilch. Hygienische Rundschau, 1895, Nr. 19.
33) Severin, Die im Miste vorkommenden Bakterien und deren physiologische Rolle bei der Zersetzung desselben. Centralbl. f. Bakt. u. Par., Abth. II, Bd. I, 1895.

1896.

- 34) Bunge und Trautenroth, Smegma- und Tuberkelbazillen. Fortschr. d. Medizin, Bd. XIV, Nr. 23 u. 24, 1896.
35) Grethe, Smegma- und Tuberkelbazillen. Fortschr. der Medizin, Bd. XIV, 1896.
36) Honsell, Ueber Differenzialfärbung zwischen Tuberkelbazillen und den Bazillen des Smegmas. Arbeiten auf dem Gebiete d. path. Anatomie u. Bakteriologie v. Baumgarten, Bd. II, 1896.
37) Schuchardt, Einige Untersuchungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen in der Butter. Inauguraldissertation, Marburg, 1896.
38) Unna, Der Fettgehalt der Lepra- und Tuberkelbazillen. Deutsche Medizinische Zeitung, 1896, Nr. 99 u. 100.

1897.

- 39) Bataillon, Dubard et Terre, Un nouveau type de tuberculose humaine et aviaire. Compt. rend. de Biol., 8. Mai 1897.
40) Bataillon et Terre, La forme saphrophytique du bacille de la tuberculose humaine et aviaire. Compt. rend. de l'Acad. de Scienc., 1897, S. 1399.
41) Czaplewski, Zur Kenntniss der Smegmabazillen. Münch. med. Wochenschr., 1897, Nr. 43.
42) Ferrán, Nouvelles découvertes sur le bacille de la tuberculose: La transformation en saprophyte vulgaire et son rapprochement du genre coli-bacille, Barcelona, 1897, ref. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 22, 1897.
43) Grünbaum, Note on the smegma bacillus, its diagnostic importance and its cultivation. Lancet, 9. Januar 1897, S. 98.

- 44) Laser, Ueber Reinkulturen der Smegmabazillen. Münchener med. Wochenschr. 1897, Nr. 43.
- 45) Lenhartz, Smegmabazillen. Sitzung vom 22. Dezember 1896 der biologischen Abtheilung des ärztlichen Vereins Hamburg. Münchener med. Wochenschr. 1897, Nr. 7.
- 46) Obermüller, Ueber Tuberkelbazillenbefunde in der Marktbutter. Hygien. Rundsch., 1897, Nr. 14.
- 47) Olt, Säurefeste Bakterien im Darminhalt des Rindes. (Versammlung des Hamburg-Altonaer thierärztlichen Vereins am 4. Dez. 1897). Deutsche thierärztl. Wochenschr., 1897, Nr. 52.
- 48) Rabinowitsch, Zur Frage des Vorkommens von Tuberkelbazillen in der Marktbutter. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskr., Bd. 26, 1897.
- 49) Schneiderlin, Ueber die Biologie des Tuberkuloseerregers. Freiburg i. Br., 1897, Inauguraldiss.

1898.

- 50) Bataillon et Terre, Tuberculose et pseudotuberculose. Compt. rend. Acad. d. Sciences, 1898, S. 538.
- 51) Czaplewski, Ueber einen aus einem Leprafalle gezüchteten alkohol- und säurefesten Bazillus aus der Tuberkelbazillengruppe. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. XXIII, 1898, Nr. 3/4.
- 52) Fraenkel, Einige Bemerkungen über das Vorkommen von Smegmabazillen im Sputum. Berlin. klin. Wochenschr., 1898, Nr. 40, vergl. auch ib. Nr. 11, S. 246.
- 53) Hieroclés, Befund von Tuberkelbazillen in einem vor 6 Jahren expektorirten Lungensteinchen eines Phthisikers. Hyg. Rundschau, 1898, Nr. 2.
- 54) Hormann und Morgenroth, Ueber Bakterienbefunde in der Butter, Hygien. Rundschau, 1898, Nr. 5.
- 55) Hormann und Morgenroth, Weitere Mittheilungen über Tuberkelbazillenbefunde in Butter und Käse. Hyg. Rundschau, 1898, Nr. 22.
- 56) Moeller, Mikroorganismen, die dem Tuberkelbazillus verwandt sind und bei Thieren eine miliäre Tuberkelkrankheit verursachen. Deutsche mediz. Wochenschr., 1898, S. 376. Vergl. auch Therapeutische Monatshefte, 1898, Nr. 11. Berliner thierärztliche Wochenschr., 1898, Nr. 9. Deutsche Medicinalztg., 1898, S. 135.
- 57) Pappenheim, Befund von Smegmabazillen im menschlichen Lungenauswurf. Berlin. klin. Wochenschr., 1898, Nr. 37.
- 58) Petri, Zum Nachweis der Tuberkelbazillen in Butter und Milch. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 14, Heft 1, 1898.
- 59) Roth, Ueber den mikroskopischen Nachweis von Tuberkelbazillen in der Butter. Correspondenzblatt f. Schweizer Aerzte, 1898.
- 60) Vagedes, Experimentelle Prüfung der Virulenz von Tuberkelbazillen. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskr., Bd. 28, 1898.

1899.

- 61) Ascher, Untersuchungen von Butter und Milch auf Tuberkelbazillen. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskr., Bd. 32, 1899.
- 62) Coggi, Giornale della reale Societa italiana d'igiene, 1899, Nr. 7.
- 63) Dietrich, Säurefeste Bazillen in einer vereiterten Ovarialeyste. Berliner klin. Wochenschr., 1899, Nr. 9.
- 64) Grassberger, Ueber die nach intraperitonealer Injektion von Marktbutter bei Meer-schweinchen entstehenden Veränderungen. Münch. med. Wochenschr., 1899, Nr. 11 u. 12.
- 65) Herbert, Untersuchungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen in der Marktbutter. Arbeiten auf dem Gebiete der pathol. Anatomie u. Bakteriologie von Baumgarten, Bd. III, Heft 1, 1899.
- 66) Hormann und Morgenroth, Ueber Fütterung von Fischen mit tuberkelbazillenhaltiger Nahrung. Hyg. Rundschau, 1899, Nr. 17.
- 67) Hüppe, Ueber unsere Aufgaben gegenüber der Tuberkulose. Berliner klin. Wochenschr., 1899, Nr. 44.
- 68) Jaeger, Ueber die Möglichkeit tuberkulöser Infektion des Lymphsystems durch Milch und Milchprodukte. Hygienische Rundschau, 1899, Nr. 16.
- 69) Korn, Zur Kenntniss der säurefesten Bakterien. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 25, 1899, Heft 15/16.
- 70) Korn, Tuberkelbazillenbefunde in der Marktbutter. Archiv f. Hygiene, Bd. 36, Heft 1, 1899.

- 71) Lubarsch, Zur Kenntniss der Strahlenpilze. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr., Bd. 31, 1899.
- 72) Marzinowsky, Ueber eine neue Methode der Differentialfärbung der Mikroorganismen der menschlichen und Vogeltuberkulose, Lepra und Smegma. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, 1899, Bd. 25, Nr. 21/22.
- 73) Mayer, Zur Kenntniss der säurefesten Bakterien aus der Tuberkulosegruppe. Centralblatt f. Bakt., Abth. I, Bd. 26, 1899, Nr. 11/12.
- 74) Moeller, Zur Verbreitungsweise der Tuberkelpilze. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskr., Bd. 32, Heft 2, 1899.
- 75) Moeller, Ein neuer säure- und alkoholfester Bazillus aus der Tuberkelbazillengruppe, welcher echte Verzweigungsformen bildet. Centralbl. f. Bakt., Bd. 25, Abth. I, Heft 11, 1899.
- 76) Morgenroth, Ueber das Vorkommen von Tuberkelbazillen in der Margarine. Hyg. Rundschau, 1899, Nr. 10 u. Nr. 22.
- 77) Obermüller, Weitere Mittheilungen über Tuberkelbazillenbefunde in der Marktbutter. Hyg. Rundschau, 1899, Nr. 2.
- 78) Pettersson, Untersuchungen über säurefeste Bazillen. Berl. klin. Wochenschr., 1899, Nr. 26.
- 79) Rabinowitsch, Weitere Untersuchungen zur Frage des Vorkommens von Tuberkelbazillen in der Marktbutter. Deutsche med. Wochenschr., 1899, Nr. 1.
- 80) Rabinowitsch und Kempner, Beitrag zur Frage der Infektiosität der Milch tuberkulöser Kühe, sowie über den Nutzen der Tuberkulinimpfung. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten, Bd. 31, Heft 1, 1899. Vgl. hierzu das Referat von Ostertag Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene, 1899, Heft 10.
- 81) Schulze, Untersuchungen über die Strahlenpilzformen des Tuberkuloseerregers. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., Bd. 31, 1899.
- 82) Weissenfels, Ueber Bakterien in der Butter und einigen anderen Milchprodukten. Berl. klin. Wochenschr., 1899, Nr. 48.

1900.

- 83) Annett, Tubercle bacilli in milk, butter and Margarine. Lancet, 20. Januar 1900.
- 84) Beck, Experimentelle Beiträge zur Untersuchung über die Marktmilch. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege, 1900, S. 430.
- 85) Bonhoff, Ueber das Vorkommen von Tuberkelbazillen in der Marburger Butter u. Margarine. Hyg. Rundschau, 1900, Nr. 19.
- 86) Carnevali, A., Sul bacillo della pseudotuberculosis del latte e del burro. Annali d'igiene sperimentale, Vol. X, 1900, Fasc. 4, p. 470.
- 87) Cowie, D. Murray, A. preliminary report on acid-resisting bacilli, with special reference to their occurrence in the lower animals. The Journal of exper. med., Vol. V, 1900, p. 205, ref. Hyg. Rundschau, 1901, Nr. 9.
- 88) Helbig, Ueber Pseudotuberkulose des Peritoneums durch Taenieneier. Deutsche medicin. Wochenschr., 1900, Vereinsbeilage Nr. 4.
- 89) Hellstroem, Ueber Tuberkelbazillennachweis in Butter und einige vergleichende Untersuchungen über pathogene Keime in Butter aus pasteurisirtem und nicht pasteurisirtem Rahm. Centralbl. f. Bakt., Bd. 28, Nr. 17, 1900.
- 90) Klein, Zur Kenntniss der Verbreitung des Bacillus tuberculosis und pseudotuberculosis in der Milch, sowie der Biologie des Bacillus tuberculosis. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 28, Nr. 4/5, 1900.
- 91) Korn, Weitere Beiträge zur Kenntniss der säurefesten Bakterien. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 27, Nr. 14/15, 1900.
- 92) Kühnau, Gefahr, Erkennung und Bekämpfung der Eutertuberkulose. Berliner thierärztl. Wochenschr., 1900, Nr. 30.
- 93) Ledoux-Lebard, Le bacille pisciaire et la tuberculose de la grenouille due à ce bacille. Annal. de l'instit., Part. 1900, Nr. 8.
- 94) Lubarsch, Ueber das Verhalten der Tuberkelpilze im Froschkörper. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 28, Nr. 14/15, 1900.
- 95) Marmorek, Beitrag zur Kenntniss der Kultur u. Färbung der Tuberkelbazillen. Zeitschr. f. Tuberkul.- u. Heilstättenwesen, Bd. I, S. 444, 1900.

- 96) Marzinowsky, Ueber einige in den Krypten der Gaumenmandeln gefundene Bazillenarten. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 28, Nr. 2, 1900.
- 97) Mayer, Zur histologischen Differentialdiagnose der säurefesten Bakterien aus der Tuberkulosegruppe. Virchow's Archiv, Bd. 160, 1900.
- 98) Mayer, Zur Kenntniss des Rotzbazillus und des Rotzknötchens. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 28, Nr. 20, 1900.
- 99) Neufeld, Beitrag zur Kenntniss der Smegmabazillen. Archiv f. Hygiene, Bd. 39, 1900.
- 100) Rabinowitsch, Befund von säurefesten tuberkelbazillenähnlichen Bakterien bei Lungengangrän. Deutsche med. Wochenschr., 1900, Nr. 26.
- 101) Rabinowitsch, Ueber die Gefahr der Uebertragung der Tuberkulose durch Milch und Milchprodukte. Deutsche med. Wochenschr., 1900, Nr. 26.
- 102) Ramond et Ravaut, Les bacilles pseudotuberculeux. Le Progrès medical, 1900.
- 103) Sata, Ueber die Fettbildung durch verschiedene Bakterien, nebst einer neuen Färbung des Actinomyces im Schnitte. Centralbl. f. allgemeine Pathologie u. pathol. Anatomie, 1900, S. 97.
- 104) Sion, Ein Einfluss des Organismus kaltblütiger Thiere auf den Bazillus der menschlichen Tuberkulose. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 27, Nr. 20/21, 1900.
- 105) Strasburger, Ueber den Nachweis von Tuberkelbazillen in den Faeces. Münch. mediz. Wochenschr., 1900, Nr. 16.

1901.

- 106) Bujwid, O., Ergebnisse der Milchuntersuchung in Krakau bezüglich des Tuberkelbazillengehaltes. Ref. Centralbl. f. Bakt. u. Paras., Abth. I, Bd. 30, Nr. 5, 1901.
- 107) Folli, Bacilli resistenti agli acidi nelle gangrene. La Riforma medica, 1901, Nr. 200.
- 108) Fraenkel, Zur Kenntniss der Smegmabacillen. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 29, Heft 1, 1901.
- 109) Freymuth, Ueber das Verhalten des Grasbazillus II (Moeller) im Kaltblüterorganismus. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 29, Nr. 12, 1901.
- 110) Herr, Ein Beitrag zur Verbreitung der säurefesten Bazillen. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskr., Bd. 38, 1901.
- 111) Herr und Beninde, Untersuchungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen in der Butter. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskr., Bd. 38, 1901.
- 112) Hoelscher, Experimentelle Untersuchungen mit säurefesten tuberkelbazillenähnlichen Spaltpilzen. Arbeiten auf dem Gebiete der patholog. Anatomie u. Bakteriologie v. Baumgarten, Bd. III, Heft 2, 1901 und Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 29, Nr. 10, 1901.
- 113) Hoelscher, Ueber die Differenz der histologischen Wirkung von Tuberkelbazillen und anderen, diesen ähnlichen, säurefesten Bazillen. Münch. med. Wochenschr. 1901, Nr. 38.
- 114) de Jong, Ueber den Fund säurefester, tuberkelbazillenähnlicher Stäbchen bei einer nicht tuberkulösen Mastitis. Vétérinaire Pathologie en Hygiene. Tweede Reeks, Leiden. 1901. Ref. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene, 1901, p. 345.
- 115) Karlinski, Zur Kenntniss der säurefesten Bakterien. Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. 29, Nr. 12, 1901.
- 116) Koch, Ueber die Agglutination der Tuberkelbazillen und über die Verwerthung dieser Agglutination. Deutsche mediz. Wochenschr., 1901, Nr. 48.
- 117) Lubarsch und Mayr, Untersuchungen über die Wirkung der Mikroorganismen der Tuberkelpilzgruppe auf den Organismus des Frosches. Arbeiten aus der pathologisch-anatomischen Abtheilung des Königl. hygienischen Instituts zu Posen, 1901.
- 118) Markl, Zur Frage des Vorkommens von Tuberkelbazillen in der Wiener Marktbutter und Margarine. Wiener klin. Wochenschr., 1901, Nr. 10.
- 119) Michaelis, Neuere Untersuchungen über Sana, Milchsterilisierung, Tuberkelbazillen in Marktbutter. Therapeutische Monatshefte, April 1901.
- 120) Mironescu, Ueber das Vorkommen von tuberkelbazillenähnlichen Bakterien im menschlichen Faeces. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskr., Bd. 37, 1901.
- 121) Moeller, Ueber die Beziehungen des Tuberkelbazillus zu den anderen säurefesten Bakterien und zu den Strahlenpilzen. Vortrag, gehalten auf dem Tuberkulosekongress zu London, 1901, Centralbl. f. Bakt., Abth. I, Bd. XXX, Nr. 14, 1901.
- 122) Ostertag, Untersuchungen über den Tuberkelbazillengehalt der Milch von Kühen, welche auf Tuberkulin reagirt haben, klinische Erscheinungen der Tuberkulose aber nicht zeigen. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskr., Bd. 38, 1901.

- 123) Rabinowitsch, Die Infektiosität der Milch tuberkulöser Kühe, die Sicherstellung der bakteriologischen Diagnose, sowie die praktische Bedeutung des Tuberkulins für die Ausrottung der Rindertuberkulose. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskr., Bd. 37, 1901.
- 124) Santori, Sulla frequenza del bacillo della tubercolosi nel latte di Roma e sul valore diagnostico, della sua colorazione caratteristica. Anali d'igiene sperimentale T. X, 1900, p. 301, ref. Centralbl. f. Bakt. u. Par., Bd. XXIX, Abth. I, 1901, Nr. 24.
- 125) Sata und Brauer, Ueber die Wirkung säurefester tuberkelbazillenähnlicher Bakterien auf Rinder bei intraperitonealer Injektion. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhygiene, Oktober 1901.
- 126) Schütz, Untersuchungen der säurefesten Pilze zur Förderung der Molkereiwirtschaft. Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. XXX, S. 223, 1901.
- 127) Tobler, Beitrag zur Frage des Vorkommens von Tuberkelbazillen und anderen säurefesten Bazillen in der Marktbutter. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr., Bd. 36, Heft 1, 1901.
- 128) Tonzing, Ueber den Antheil, den die Milch an der Verbreitung der Tuberkulose nimmt, mit besonderen Untersuchungen über die Milch des Paduaner Marktes. Archiv f. Hygiene, Bd. 41, Heft 1, 1901.

1902.

- 129) Abbott and Gildersleeve, On the Actinomyceslike development of some of the acid resisting bacilli (Streptothrices?) Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 12, 1902.
- 130) Aujeszký, Ueber das Vorkommen der Tuberkelbazillen in der Budapester Marktbutter. Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 4, 1902.
- 131) Barannikow, Zur Kenntniss der säurefesten Mikroben. Was für ein Mikrobium ist der sogenannte Smegmabazillus? Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 7, 1902.
- 132) —, Zur Frage der sogenannten säurefesten Mikroben. Ref. Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 14, 1902.
- 133) Feistmantel, Säure- und Alkoholfestigkeit der Streptothrix farcinica und die Beziehungen der Streptothricen zu den säurefesten Pilzen. Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 10, 1902.
- 134) Herzog, Zur Tuberkulose im Kaltblüterorganismus. Centralbl. f. Bakteriologie Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 3, 1902.
- 135) Hoelscher, Experimentelle Untersuchungen mit säurefesten, Tuberkelbazillen ähnlichen Spaltpilzen. Arbeiten aus dem pathol. Institut zu Tübingen Bd. 4, Heft 1, 1902.
- 136) Kaiserling, Die Pseudotuberkelbazillen. Zeitschr. f. Tuberk. und Heilstättenwesen Bd. 3, Heft 1, 1902.
- 137) Lichtenstein, Ueber das Vorkommen von Pseudotuberkelbazillen im menschlichen Sputum. Zeitschr. f. Tuberkulose und Heilstättenwesen Bd. III, Heft 3, 1902.
- 138) Moeller, Ueber säurefeste Bakterien. Verein für innere Medizin in Berlin. Sitzung am 3. 2. 02. Deutsch-med. Wochenschr. 1902, Nr. 10.
- 139) —, Der Smegmabazillus. Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 7, 1902.
- 140) Nencki und Podczaski, Differentialdiagnose des Tuberkel- und des Smegmabazillus. Ref. Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Referate Nr. 3, 1902.
- 141) Tashiro, Uebertragungsversuche von Lepra auf Thiere. Centralbl. f. Bakt. Abth. I, Bd. XXXI, Nr. 7, 1902.

Die Bestimmung des Rohrzuckers in gezuckerten Früchten.

Von

Dr. H. Schmidt,

Hülfсарbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Das Zuckersteuergesetz vom 27. Mai 1896 (Reichs-Gesetzblatt S. 117) bestimmt im § 6, Ziffer 1, dass nach näherer Bestimmung des Bundesrathes im Falle der Ausfuhr von Fabrikaten, zu deren Herstellung inländischer Rübenzucker verwendet worden ist, oder im Falle der Niederlegung solcher Fabrikate in steuerfreien Niederlagen die Zuckersteuer für die verwendete Zuckermenge unerhoben bleiben oder im entrichteten Betrage vergütet werden kann. Ferner bestimmt § 77 des Gesetzes, dass nach näherer Bestimmung des Bundesrathes die Ausfuhrzuschüsse auch für zuckerhaltige Waaren im Falle des § 6, Ziffer 1 gewährt werden können.

Nach den Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz vom 27. Mai 1896 (Centralblatt für das Deutsche Reich, S. 231) Anlage D, § 1, B, h findet diese Vergünstigung auch auf verzuckerte Süd- und einheimische Früchte, glasirt oder kandirt, in Zuckerauflösungen eingemachte Früchte (Marmeladen, Pasten, Kompots, Gelées) Anwendung. Jedoch steht nach § 2 der Anlage D der Anspruch auf Steuervergütung nur denjenigen zu, welche die Fabrikate in ihren Fabriken hergestellt und sich vor der Herstellung der Steuerbehörde gegenüber schriftlich verpflichtet haben, Honig und soweit dieses nicht ausdrücklich gestattet ist, auch Stärkezucker nicht zur Bereitung von Fabrikaten derjenigen Art zu verwenden, für welche sie die Vergütung in Anspruch nehmen, und nach § 3 ist die Vergütungsfähigkeit der Fabrikate — mit Ausnahme der stärkezuckerhaltigen Karamellen — dadurch bedingt, dass dieselben ohne Mitverwendung von Honig oder Stärkezucker hergestellt sind.

Nach den übereinstimmenden Angaben der Fabrikanten ist indessen gegenwärtig bei der Herstellung der für die Ausfuhr bestimmten gezuckerten Früchte die Verwendung von Stärkezucker nicht mehr zu entbehren, da sonst ein Wettbewerb mit den ausländischen Erzeugnissen unmöglich gemacht wird, und ferner nur durch den Stärkezuckerzusatz diesen Fabrikaten die von den Abnehmern gewünschten Eigenschaften verliehen werden. Die Anschauung, dass der Stärkezucker und der Stärkezuckersirup aus technischen Gründen bei der Herstellung gezuckerter Früchte nicht entbehrt werden könne, findet sich auch in der betreffenden Fachliteratur vor und wird zum Theil auch von den Vertretern der Nahrungsmittelchemie zum Ausdruck gebracht. So hat

W. Fresenius¹⁾ sich dahin geäußert, dass in solchen Fällen, in denen Rohrzucker allein, namentlich durch Ausscheidung von Dextrose, nach der Inversion Krystallisationen bewirkt, welche das Aussehen stören, der Kapillärsirup mit Erfolg neben oder statt des Rohrzuckers angewendet wird, weil er durch seinen Dextringehalt die Ausscheidung der Krystalle hindert. Mayrhofer²⁾ weist darauf hin, dass die Verwendung von Stärkesirup bei der Herstellung von offen verkauften Gelées (Apfelgelée) sich empfehle, weil dadurch die bei diesen oft längere Zeit der Luft und der Verdunstung ausgesetzten Waaren auftretenden missliebigen Veränderungen, wie Krustenbildung, Einfallen u. a. hintangehalten werden können. Er führt ferner aus, dass durch den Zusatz des Sirups der Geschmack der damit hergestellten Produkte vielfach weicher und voller werde und dass bei einigen eingemachten Früchten, wie z. B. Erdbeeren, Johannisbeeren u. a. der Stärkesirup unbedingt nicht entbehrt werden könne, weil nur dadurch die Waare so klar und durchscheinend werde, wie dies vom Publikum gewünscht wird. In Uebereinstimmung mit Fresenius erblickt er in dem geringeren Süssigkeitsgrade der mit Sirup hergestellten Waaren keinen Nachtheil, vielmehr eine Verbesserung, da dieselben noch vollauf nach dieser Richtung hin befriedigen, ohne übermässig süß zu sein. Als unentbehrlich bezeichnet er den Stärkesirup für die Herstellung der glasirten Früchte.

In ähnlichem Sinne äussert sich E. Lindacher³⁾, der für Früchte, die in dickem Zucker eingemacht werden, die Vorschrift giebt, die Hälfte Glykose zu nehmen, da dieselbe die Frucht feucht erhält und das Krystallisiren verhütet; auch für die Herstellung carmelirter Früchte empfiehlt er die Mitverwendung der Glykose und schreibt auch für einige Sorten in Zuckerlösung eingemachter Früchte den Zusatz von Stärkezucker vor.

Nach der bereits angeführten Gesetzgebung konnten den in Rede stehenden Waaren bisher Vergünstigungen nicht gewährt werden. Es wäre dies nun allerdings möglich geworden durch die Einführung einer amtlichen Kontrolle der betreffenden Fabriken; eine Stellung des Betriebes unter ständige Ueberwachung würde aber vermuthlich, abgesehen von anderen Unbequemlichkeiten, die Fabrikanten wegen der dadurch entstehenden Kosten der ihnen sonst erwachsenden Vortheile wieder beraubt haben.

Um diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen und der einheimischen Industrie den mit Erfolg aufgenommenen Wettbewerb auf dem Weltmarkt auch fernerhin zu ermöglichen, hat der Bundesrath in der Sitzung vom 29. Juni 1901 beschlossen:

„dass für verzuckerte oder in Zuckerauflösungen eingemachte Früchte, bei deren Herstellung auch Stärkezucker Verwendung gefunden hat, die Steuervergütung bei der Ausfuhr (gemäss §§ 6 und 77 des Zuckersteuergesetzes vom 27. Mai 1896) nach Massgabe des Gehaltes an Rohrzucker erfolgt, welcher nach der für diesen Zweck besonders erlassenen Anweisung gefunden wird“.

¹⁾ 17. Vers. der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie in Speyer am 2. und 3. September 1898, Zeitschr. f. Untersuchung der Nahr.- u. Genussmittel, 1899, S. 37.

²⁾ Ebendort, S. 42 u. 43.

³⁾ E. Lindacher, Die Konservirung der Früchte u. Gemüse u. s. w., 2. Aufl., Metz, 1897.

Diese Vergünstigung konnte nur gewährt werden, nachdem vorher durch Versuche festgestellt war, dass und in welcher Weise es möglich sei, den Gehalt der gezuckerten Früchte an vergütungsfähigem Rohr- oder Rübenzucker auch neben Stärkezucker in einer den Wünschen der beteiligten Industrie wie den Anforderungen der Steuersicherheit entsprechenden Weise zu bestimmen.

Von vornherein musste damit gerechnet werden, dass es nicht möglich sein würde, die Vergütung für die gesammte zur Herstellung der Waaren verwendete Menge von Rohrzucker zu gewähren, weil diese Menge durch die Untersuchung der fertigen Produkte nicht mit Sicherheit ermittelt werden kann. Die in den Früchten enthaltenen Säuren invertiren einen mehr oder minder grossen Theil des Rohrzuckers, so dass in den fertigen gezuckerten Früchten niemals mehr die gesammte zugesetzte Rohrzuckermenge vorhanden ist. Bei der Ermittlung der vergütungsfähigen Zuckermenge bei den sonst in Betracht kommenden Waaren — die stärkezuckerhaltigen Bonbons und Karamellen ausgenommen — bereitet diese Umwandlung des Rohrzuckers keine Schwierigkeiten.

Nach § 2 der Anlage D der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz erfolgt die Vergütung, soweit nicht bezüglich einzelner Arten von Waaren eine andere Berechnung vorgeschrieben wird, für die Gesammtmenge des in den Fabrikaten nachweisbar vorhandenen Zuckers, mit Einschluss des invertirten, und auch bei der Untersuchung der gezuckerten Früchte wird nach diesem Grundsatz verfahren unter Beachtung der im § 15 enthaltenen Bestimmung, dass mit Rücksicht auf den natürlichen Zuckergehalt, der zur Herstellung der Waaren verwendeten Früchte die Steuer Vergütung auf 90 Prozent der in dem Fabrikat vorhandenen Zuckermenge beschränkt wird. Da sich nun aber der Stärkezucker in chemischer Hinsicht dem Invertzucker ähnlich verhält, und es zur Zeit nicht möglich ist, diese beiden Zuckerarten neben einander auch nur mit annähernder Sicherheit ihrer Menge nach zu bestimmen, so kann dieses Verfahren zur Ermittlung der vergütungsfähigen Zuckermenge im vorliegenden Falle nicht zur Anwendung gelangen, vielmehr muss der sonst dem Rohrzucker gleichgestellte Invertzucker unberücksichtigt bleiben, da anderen Falles die steuerfiskalischen Interessen eine Schädigung erleiden würden.

Es konnte somit allein der in der fertigen Waare noch als solcher vorhandene Rohrzucker in Frage kommen. Aber auch hierbei erwächst insofern eine Schwierigkeit, als die rohen Früchte, entgegen früheren Anschauungen, selbst Rohrzucker enthalten und somit in die Fruchtkonserven in diesem Falle vergütungsfähiger Zucker hineingelangt, der niemals versteuert worden ist. Nun wird ja allerdings dieser Rohrzucker gleichfalls invertirt; es erschien aber doch zweifelhaft, ob nicht ein Theil dieses „Natur-Rohrzuckers“ unverändert bliebe und dadurch eine Vergütung geniessen könnte, welche zu beanspruchen er nicht berechtigt ist.

Zur Behebung dieser Schwierigkeiten sind verschiedene Vorschläge gemacht worden. So wurde empfohlen, die durch den Gehalt der frischen Früchte bedingte Vermehrung des Rohrzuckergehaltes dadurch auszuschalten, dass von dem durch die Analyse ermittelten Gesamtgehalt der Konserven an Rohrzucker ein Durchschnittswerth für den natürlichen Rohrzuckergehalt in Abzug gebracht würde. Dies ist jedoch

nicht angängig; denn abgesehen davon, dass die einzelnen Fruchtarten, wie später gezeigt werden soll, sehr verschieden grosse Mengen Rohrzucker enthalten, ist auch bei der selben Sorte dieser Gehalt ein sehr schwankender und richtet sich ausserdem nach der Lage des Bodens, nach dem Herkunftsort, nach der Witterung und auch dem Reifezustand der Früchte.

Ebensowenig empfiehlt es sich, wie dies vorgeschlagen worden ist für die fertigen Fruchtkonserven je nach Art und Beschaffenheit oder allgemein einen bestimmten Prozentsatz des Gesamtgewichtes, z. B. 30 % als vergütungsfähigen Zucker festzusetzen.

Auf eine Anfrage hin haben sich zwar mehrere an dieser Angelegenheit theiligte Firmen übereinstimmend dahin geäussert, dass die Schwankungen in der Menge des zugesetzten Rohrzuckers bei den einzelnen Konservensorten sich in jedem Betriebe nur innerhalb enger Grenzen bewegen und durch unbeabsichtigte Abweichungen von der gebräuchlichen Vorschrift bedingt seien; was aber die Höhe des Prozentsatzes des zugegebenen Zuckers anbelangt, so lauten die Angaben recht verschieden. Von einer Seite wurde ausgeführt, dass in kandirten und glasirten Früchten 40—50 %, in einfach abgelauenen Früchten 30—40 % Zucker enthalten seien; eine andere Firma gab an, dass nicht glasirte Früchte 33 %, glasirte Früchte 38 %, krystallisirte Früchte 43 % Zucker enthalten, während bei Fruchtkonserven in Flaschen und Töpfen höchstens ein Zuckerzusatz von 20 % zur Verwendung gelange. Zu der letzteren Angabe stehen wiederum die Erfahrungen im Widerspruch, welche im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes gesammelt wurden. Früchte, die von Beamten der genannten Behörde in einer Berliner Konservenfabrik in Stärke- und Rohrzuckerlösung eingemacht wurden, erhielten bei der Befolgung des dort üblichen Verfahrens einen Rohrzuckerzusatz von durchschnittlich 37 %. Von einer Firma in den Reichslanden sind endlich noch Proben ihrer zur Ausfuhr gelangenden Erzeugnisse der Untersuchung im chemischen Laboratorium der Kaiserlichen Polizei-Direktion zu Strassburg i. E. (Dr. Amthor) unterworfen worden. Dabei hat sich gezeigt, dass in den betreffenden Proben, die zum Theil aus kandirten, zum anderen Theil aus in Zuckerlösung eingemachten Früchten bestanden, der Durchschnittsgehalt an Rohrzucker 30 % betrug.

Es bietet aber auch nichts eine Gewähr dafür, dass die jetzt üblichen Arbeitsverfahren auch in Zukunft stets innegehalten werden. Zur Zeit macht der Stärkezucker zwar nur einen kleinen Theil des verwendeten Gesamtzuckers aus; es ist aber sehr wohl möglich, dass die Stärkezuckermenge wesentlich erhöht und die Rohrzuckermenge unter die bisher angewendeten Mengen herabgedrückt werden wird, ja, dass unter Umständen, z. B. bei billigen Sorten, von einer Verwendung von Rohrzucker ganz abgesehen werden kann.

Aus diesen Gründen erscheint die Gewährung der Steuervergütung unter Zugrundelegung eines Pauschquantums an Rohrzucker nicht angängig.

Es verblieb somit nur die Möglichkeit durch eine in jedem einzelnen Falle auszuführende Untersuchung, die Menge des in diesem besonderen Falle vergütungsfähigen Zuckers, d. h. bei der Prüfung als solchen noch nachweisbaren Rohrzuckers zu ermitteln.

Die experimentellen Arbeiten, die zur Ausarbeitung einer hierzu verwendbaren Methode nöthig waren und die zum überwiegenden Theil von dem ehemaligen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte Herrn Dr. Saemann ausgeführt wurden, bewegten sich nach drei Richtungen hin, nämlich:

1. Eine Methode zu finden, welche es gestattet, in den Fruchtkonserven Rohrzucker neben Stärkezucker und Invertzucker mit genügender Genauigkeit zu bestimmen.
2. Untersuchungen anzustellen über den natürlichen Rohrzuckergehalt der Früchte; und
3. das Schicksal des Rohrzuckers in der fertigen Waare zu verfolgen und festzustellen, wie gross überhaupt die für die Vergütung in Betracht kommenden Zuckermengen darin seien.

In Fällen, wo es sich um die Bestimmung von Rohrzucker neben reduzierenden Zuckerarten, wie Invert- und Stärkezucker handelt, ist bisher die Inversionsmethode nach Clerget in Verbindung mit der optischen Untersuchung in Anwendung gekommen und auch für den vorliegenden Fall in einem Gutachten des Professors Herzfeld vorgeschlagen worden. Diese Methode beruht auf der polarimetrischen Untersuchung der Zuckerlösungen vor und nach der Inversion und liefert auch bei Gegenwart von Stärkezucker brauchbare Resultate, wenn es sich um genügend konzentrirte und gut geklärte Lösungen handelt. Trifft letzteres jedoch nicht zu, sind vielmehr die Zuckerlösungen sehr verdünnt, so ist die Ausführung der Untersuchung zwar an sich noch möglich, aber die Beobachtungsfehler, die bei der Ausführung der Polarisation unvermeidlich sind, werden durch die Umrechnung der abgelesenen Werthe so vergrössert, dass ein annähernd richtiges Resultat nicht zu erzielen ist. Ebenso ungenau fällt die Untersuchung bei zwar konzentrirten, aber nicht hinlänglich klaren Lösungen aus, weil sich die Polarisationsapparate hierfür nicht lichtstark genug erweisen.

Bei der Untersuchung der eingemachten Früchte machten sich beide Schwierigkeiten geltend. Bei Beginn derselben werden die Früchte, Zuckersaft und Fruchtfleisch zusammen, zu einem gleichmässigen Brei verrührt, der sich nach Zusatz von Klärungsmitteln nur äusserst schwer filtriren lässt. Die Konzentration des Filtrates wäre in diesem Falle für die optische Untersuchung ausreichend gewesen. Dagegen erfordert wiederum das Filtriren einer hinreichenden Menge konzentrierter Lösung wegen der darin suspendirten Schleimstoffe derartig viel Zeit, dass infolge von Verdunstung des Wassers eine bedeutende Konzentrationsänderung der Lösung eintritt, die sich der näheren Feststellung entzieht und daher durch nachträglichen Wasserezusatz sich nicht wieder ausgleichen lässt. Demnach kann diese Art der Ausführung als brauchbare Untersuchungsmethode nicht gelten.

Verdünnt man andererseits den aus Früchten und Zuckersaft hergestellten Brei so weit, bis man unter Anwendung geeigneter Klärungsmittel eine schnell filtrirbare und hinreichend klare Lösung erhält, so wird aus dem bereits oben erwähnten Grunde das Resultat der optischen Untersuchung ungenau. Berücksichtigt man ferner, dass, wie durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen wurde, es nicht möglich war, die verdünnten Lösungen durch Eindampfen selbst im Vakuum auch bei vollkommener

Neutralisation der Säuren zu konzentriren, ohne dass der Rohrzucker zum Theil in Invertzucker umgewandelt wird, so muss die optische Untersuchungsmethode für den vorliegenden Fall als nicht anwendbar bezeichnet werden.

Bei Untersuchungen die zu einem anderen Zwecke im chemischen Laboratorium des kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt worden sind, hat sich nun aber gezeigt, dass die in Anlage B der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz unter Ia beschriebene Methode, entgegen der bisherigen Annahme auch zur Untersuchung solcher Zuckergemische brauchbar ist, welche Stärkezucker enthalten. Diese Methode war ursprünglich dazu bestimmt, den steuerpflichtigen Zucker in stärkezuckerfreien Abläufen zu ermitteln, während für die Untersuchungen stärkezuckerhaltiger Abläufe eine andere vorgeschrieben war. Sie besteht, um es kurz zu erwähnen, darin, dass man das halbe Normalgewicht der Zuckerlösung abwägt, mit 75 ccm Wasser in einem Messkolben von 100 ccm Inhalt verdünnt, 5 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,19 hinzufügt und das Ganze 7,5 bis 10 Minuten lang in einem Wasserbade auf 67—70 ° C erwärmt. Man füllt dann den Kolben zur Marke auf, verdünnt 50 ccm des Inhaltes mit Wasser zum Liter und verwendet 25 ccm dieser letzteren Lösung zur Zuckerbestimmung nach der Kupferreduktionsmethode. Wendet man nun bei einer stärkezuckerhaltigen Lösung das Verfahren zweimal an, indem man einmal den reduzierenden Zucker unter sonst gleichen Arbeitsbedingungen vor der Inversion, dann ein zweites Mal nach der Inversion bestimmt, so erhält man durch Bildung der Differenz zwischen den beiden Ergebnissen und Umrechnung der so erhaltenen Menge reduzierenden Zuckers, den Gehalt der untersuchten Lösung an Rohrzucker.

Es muss zugegeben werden, dass dieses Verfahren vom streng wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachtet, nicht ganz einwandfrei ist, da das Kupferreduktionsvermögen des Invertzuckers und der Dextrose nicht dasselbe ist. Auch wird in die Ergebnisse der Bestimmung insofern noch ein Fehler gebracht, als das in dem Stärkesirup — und in Form dieser Lösung kommt in der Praxis der Stärkezucker wohl zumeist zur Anwendung — enthaltene Dextrin nicht ohne Einfluss auf die Kupferreduktion der Inversion bleibt. Wie aber eingehende Versuche gezeigt haben, welche mit Zuckerlösungen von bekanntem Gehalt angestellt wurden, sind die dadurch bedingten Fehler so gering, dass sie nicht wesentlich ins Gewicht fallen. Auf eine ausführliche Darlegung der betreffenden Versuche soll hier verzichtet werden, da sie bei einer anderen Gelegenheit im Einzelnen beschrieben werden sollen; es möge genügen, dass diese Methode der Rohrzuckerbestimmung neben Invert- und Stärkezucker, die von anderer Seite auch für die Untersuchung stärkezuckerhaltiger Zuckerabläufe schon empfohlen worden ist, Resultate ergibt, welche durchaus brauchbar sind. Es ist deshalb auch kein Bedenken getragen worden, dieselbe für den vorliegenden Zweck vorzuschreiben.

Die Thatsache, dass Früchte neben Invertzucker auch Rohrzucker enthalten, ist bereits seit einiger Zeit bekannt. Berthelot¹⁾ fand, dass Aepfel eine Fehling'sche Lösung erst nach der Inversion reduzierende Zuckerart enthalten. In grösserem Um-

¹⁾ Annales de chim. et de phys. (3) 55 S. 289.

fange ist sie aber wohl erst durch die Untersuchungen von Buignet und von Kulisch bestätigt worden. Demgemäss findet sich in den älteren Angaben über die Zusammensetzung des Obstes immer nur der Gehalt an Invertzucker angegeben.

Buignet¹⁾ fand folgende Rohrzuckermengen in 100 Theilen der Früchte:

Citronen	= 0,41	Orangen	= 4,22
Aepfel	= 0,43	Mirabellen	= 5,24
Rothbirnen	= 0,68	Aprikosen	= 6,04
Pfirsich	= 0,92	Melonen	= 8,00
Reineklauden	= 1,23	Zwetschen	= 9,33
Himbeeren	= 2,01	Ananas	= 11,33

Kulisch²⁾ untersuchte im Jahre 1889, durch die Thatsache aufmerksam geworden, dass der auf chemischem Wege durch Titration mittels Fehling'scher Lösung ermittelte Zuckergehalt der Apfelmoste nicht im Verhältniss zu deren Mostgewicht steht, eine Anzahl (11) von Apfelmosten, die von im Rheinlande gewachsenen Früchten herstammten, und fand in 100 cem Rohrzuckermengen von 1,28—5,46 g; es gelang ihm auch den Rohrzucker als solchen aus dem Apfelmast abzuscheiden. Diese Untersuchungen wurden im Jahre 1890 fortgesetzt³⁾ und dabei ergab sich, dass bei 23 Apfelsorten der Most in 100 cem zwischen 0,75 und 6,27 g Rohrzucker enthielt, es wurden ferner die Presssäfte einiger anderer Fruchtarten untersucht, welche gleichfalls Rohrzucker enthielten. So fanden sich in 100 cem Saft:

bei	g Rohrzucker
Pfirsichen	= 7,00
Mirabellen	= 6,98
Reineklauden	= 6,66
Zwetschen	= 5,50

Während es sich bei den vorstehend beschriebenen Arbeiten Kulisch's immer nur um den Rohrzuckergehalt von Frucht-Presssäften handelte und der Zuckergehalt der Frucht selbst nicht angegeben worden war, enthielt eine spätere Veröffentlichung desselben Verfassers⁴⁾ Mittheilungen über die im Fruchtfleisch aufgefundenen Rohrzuckermengen, die auch deswegen noch besonderes Interesse haben, weil sie Fruchtarten betreffen, die für die Zwecke des Einmachens hauptsächlich in Betracht kommen.

Er untersuchte 1893 eine Anzahl von Früchten, welche den Gärten der königlichen Lehranstalt für Obst- und Weinbau zu Geisenheim entstammten, und fand in 100 g Fruchtfleisch die nachstehenden Rohrzuckermengen:

Grosse braune Knorpelkirsche	= 0,46 g	Grosse grüne Reineclaude . .	= 4,81 g
Gartenbrombeere	= 0,48 g	Herrenhäuser Mirabelle . . .	= 4,65 g
Himbeere Hornet	= 0,95 g	Italienische Zwetsche	= 5,73 g
Grosse frühe Aprikose	= 4,30 g	Römische Schmalzbirne . . .	= 1,40 g
Amsden-Pfirsich	= 5,52 g	Rother Astrachan Apfel . . .	= 1,62 g
Pfirsich, Schöne von Doué . .	= 5,72 g	Sommer Nelkenapfel	= 0,88 g
Pflaumen Kirke	= 2,67 g		

¹⁾ Annales de chimie et de physique III. 61. S. 223.

²⁾ P. Kulisch. Ueber den Rohrzuckergehalt der Apfelmoste. Landw. Jahrbücher XIX 1890. S. 109.

³⁾ Landw. Jahrbücher XXI 1892. S. 427.

⁴⁾ P. Kulisch. Obstanalysen. Zeitschrift für angewandte Chemie 1894. S. 148.

Diese sich in der Litteratur findenden Angaben sind diesseits durch eine Reihe von Untersuchungen ergänzt worden, wobei wesentlich solche Obstsorten berücksichtigt wurden, welche für die Zwecke des Einmachens von Werth sind.

Danach enthielten 100 g Fruchtfleisch:

	g Rohrzucker
Saure Kirsche I	= 0,14
„ „ II	= 0,28
Grosse Kirsch-Johannisbeere	= 0,33
Garten-Erdbeere	= 0,35
Himbeere Fastolf	= 0,37
Stachelbeere Mertensis	= 0,58
Jefferson Pflaume	= 1,02
Admiral Rigny Pflaume	= 1,90
Muskateller Birne	= 2,11
Diel's Butterbirne	= 3,85
Blaue Pflaumen	= 4,19
Pfirsich	= 5,93

Bei der Auswahl der hier untersuchten Früchte wurde grosser Werth auf volle Reife, möglichste Frische und auf die Verwendung von nur gärtnerisch gut charakterisirten Sorten gelegt. Dieselben entstammten zum Theil den Gärten der Königlichen Gärtnerlehreanstalt zu Potsdam, zum Theil waren sie von einem Obstzüchter aus Werder bezogen worden.

Sie wurden nach der Vorschrift von Kulisch nach Entfernung der Kerne zu einem Brei verrührt und in Alkohol von 96 % eingelegt, wodurch eine Abtödtung der Zellen bewirkt und eine weitere Veränderung des Gehaltes an Gesamtzucker verhindert wird.

Die Zuckerbestimmungen wurden in den nach der Vorschrift von Kulisch weiter behandelten Auszügen vorgenommen.

Von neueren Arbeiten seien endlich noch die von Otto¹⁾ und von Bornträger²⁾ erwähnt. Ersterer fand in 5 Proben Apfelmast einen Rohrzuckergehalt von 1,51—2,34 g in 100 cem; Bornträger untersuchte Bananen und japanische Mispeln und fand in:

noch nicht ganz reifen Bananen	7,24 % Rohrzucker
dem Saft der japanischen Mispel (unreif)	a) 4,30 g „ in 100 cem
Desgl.	b) 2,47 g „ „ „
Desgl. (reif)	4,94 g „ „ „

Zu den gesammten Angaben ist zu bemerken, dass die Zahlen bei der grossen Verschiedenheit der einzelnen Sorten ein und derselben Obstart, nur den Charakter von Beispielen haben können und zur Feststellung allgemein gültiger Grenzwerte nicht ausreichen. Dazu würden sehr viel umfassendere Untersuchungen erforderlich sein, da, wie schon erwähnt, der Zuckergehalt der Früchte je nach der geographischen Lage des Bodens, nach der Witterung und vor allem nach dem Reifezustand ganz erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Ferner ist von Kulisch und Anderen beobachtet worden, dass während des Nachreifens des Obstes der Rohrzucker in

¹⁾ R. Otto, Botan. Centr.-Bl. 1900, No. 23/24, S. 7.

²⁾ A. Bornträger, Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- und Genussm. 1902, S. 146.

1.	2.	3.	4.		5.			6.
Nr.	Bezeichnung der Früchte	Gewicht der- selben g	entsprechend		Menge des zugesetzten			Gesamt- zucker berechnet als Invert- zucker g
			g Rohr- zucker	g Invert- zucker	Rohr- zucker g	Stärke- zucker g	in der Rohr- zucker- lösung ent- haltenen Invert- zucker g	
1	Diels Butterbirne . . .	450,5	16,58	17,03	223,24	—	2,5	271,27
2	„ „ . . .	475	17,48	17,95	170,77	—	1,93	217,54
3	„ „ . . .	240,5	8,85	9,09	115,58	—	1,3	141,04
4	„ „ . . .	454	16,7	17,16	226,75	—	2,52	275,30
5	Pfirsiche	482	28,58	10,02	175,74	—	1,5	226,05
6	„	497	29,47	10,34	159,58	—	1,36	210,2
7	Admiral Rigny Pflaume	495	9,41	27,81	259,68	—	2,64	312,99
8	„ „ „	450	8,55	25,29	237,4	—	2,19	285,72
9	Jefferson Pflaume . .	459	4,59	20,28	241,7	—	2,48	281,3
10	Blaue Pflaume	512	21,5	24,83	181,1	—	1,54	239,11
11	Pfirsiche	505	29,95	10,5	152,71	10,92	1,3	214,51
12	„	511	30,3	10,62	159,94	11,45	1,52	223,34
13	Jefferson Pflaume . .	462	4,67	20,37	189,22	25,14	1,75	251,84
14	„ „ . . .	490	4,95	21,6	180,0	23,88	1,66	239,6
15	Admiral Rigny Pflaume	459	8,72	25,79	178,31	23,65	1,64	247,46
16	„ „ „	445	8,45	25,0	203,4	26,98	1,88	276,22
17	„ „ „	438	8,32	24,61	211,11	27,99	2,13	285,12
18	Blaue Pflaume	326	13,65	15,81	78,48	21,51	0,62	134,67
19	„ „	491	20,57	23,81	129,38	35,52	1,1	217,85

seinem Gehalte sich vermindert, ja sogar ganz verschwindet, um später während des Lagerns wieder neu gebildet zu werden.

Vergleicht man die von Kulisch und Buignet mitgetheilten Zahlen mit den diesseitigen analytischen Ergebnissen, so bemerkt man, dass der Gehalt an Rohrzucker in den rheinischen und namentlich in den französischen Früchten durchschnittlich bei Weitem höher ist, als in den hiesigen. Diese Beobachtung lässt sich ungezwungen auf die Thatsache zurückführen, dass jene Früchte vielleicht auf einem besseren Boden gewachsen und jedenfalls in einem wärmeren Klima gereift sind.

Jedoch lässt sich aus allen diesen Zahlen gleichmässig entnehmen, dass, abgesehen von Südfrüchten, wie Orangen und Ananas, Rohrzucker in erheblicher Menge nur im Fruchtfleisch von Pfirsichen und Aprikosen, sowie in dem gewisser Sorten Pflaumen und Birnen vorkommt, dass dagegen sehr wenig oder kein Rohrzucker in der Regel in Beerenfrüchten und Kirschen enthalten ist.

Nachdem so festgestellt worden war, in welchem Grade sich der Rohrzucker in den Früchten von Natur aus vorfindet und auf Grund der oben erwähnten Erfahrungen auch eine bestimmte Arbeitsmethode für die Untersuchung gewählt worden war, konnte dazu übergegangen werden, die Fruchtkonserven selbst zu untersuchen.

Nach dem Bundesrathsbeschluss soll die Steuervergütung für glasierte oder kan-

7.	8.		9.	10.		11.		Nr.
Frist zwischen Sterilisiren und Untersuchung	Gefundene Mengen		Gefundene Menge Gesamt- zucker berechnet als Invertzucker g	folglich invertirt		Differenz zwischen in Rechnung gesetztem und gefundenem Gesamt- Invertzucker g %		
	Rohr- zucker g	redu- zirender Zucker (Invert- und Stärke- zucker) g		g	%			
1 Tag	221,05	37,95	270,54	18,77	7,8	— 0,73	— 0,27	1
7 Tage	169,09	40,51	218,45	20,66	10,4	+ 0,91	+ 0,41	2
14 Tage	110,44	25,97	142,2	15,58	12,52	+ 1,16	+ 0,81	3
2 Monate	205,32	61,63	277,75	38,13	15,6	+ 2,45	+ 0,88	4
4 Wochen	178,91	34,28	222,6	26,41	12,9	— 3,45	— 1,51	5
2 Monate	154,47	42,2	207,8	34,58	18,21	— 2,4	— 1,14	6
28 Tage	215,59	88,14	315,07	53,56	19,9	+ 2,08	+ 0,66	7
4 Monate	118,3	162,35	286,87	127,45	51,4	+ 1,15	+ 0,4	8
30 Tage	202,57	71,0	284,6	43,83	18,0	+ 3,3	+ 1,2	9
30 Tage	144,8	80,35	232,69	57,8	28,5	— 6,42	— 2,22	10
4 Wochen	161,65	47,02	216,75	21,01	11,5	+ 2,24	+ 1,04	11
3 Monate	161,93	50,26	220,71	28,31	14,8	— 2,63	— 1,17	12
4 Wochen	150,84	94,95	253,71	43,05	22,2	+ 1,87	+ 0,74	13
3 Monate	57,2	184,7	244,9	127,75	69,1	+ 5,3	+ 2,2	14
4 Wochen	149,71	92,52	250,1	37,32	20,0	+ 2,64	+ 1,05	15
3 Monate	93,84	173,75	272,68	118,01	56,1	— 3,54	— 1,28	16
26 Monate	0,33	282,88	283,33	219,1	99,8	— 1,89	— 0,66	17
4 Wochen	67,98	64,32	135,88	24,15	27,31	+ 1,21	+ 0,89	18
3 Monate	55,11	154,88	212,89	94,84	60,32	— 4,46	— 2,27	19

dirte und auch für in Zuckerauflösungen eingemachte Früchte gewährt werden. Bei den Arbeiten ist nun von einer Untersuchung der verschiedenen Arten Abstand genommen worden und es sind nur die in Zuckerauflösung eingemachten Früchte berücksichtigt worden. Es geschah dies, weil sich bei der Herstellung der letzteren die zugesetzte Zuckermenge am besten feststellen lässt und keine Verluste durch Zurückbleiben an den Gefässwandungen zu befürchten sind, dann aber auch, weil bei den übrigen Konserven die Verhältnisse die gleichen bleiben.

Die Verwendung von Handelsproben von eingemachten Früchten war aus dem Grunde ausgeschlossen, weil die in ihnen enthaltene Menge Zucker nicht bekannt und daher eine Kontrolle der Resultate nicht möglich war. Vielmehr war es nothwendig, einige besonders taugliche Obstsorten unter bestimmten Bedingungen, im Uebrigen aber nach den in der Praxis üblichen Verfahren selbst einzumachen. Für diese Zwecke hatte die Berlin-Werdersche Fruchtkonservenfabrik Morat, Berlin NW., Haidestrasse 51, ihre Einrichtung und ihre Erfahrung dem Kaiserlichen Gesundheitsamte in dankenswerther Weise zur Verfügung gestellt. Im Einzelnen ist in folgender Weise verfahren worden:

Zunächst wurden der Gehalt der frischen Früchte sowohl an Rohr- wie an Invertzucker bestimmt und auch die zur Verwendung gelangenden Zuckerlösungen

auf ihren Gehalt an Rohr- bzw. Stärkezucker untersucht; dabei zeigte sich, dass die Rohrzuckerlösungen geringe Mengen Invertzucker enthielten, die bei der Berechnung entsprechend berücksichtigt wurden. Zum Einlegen der Früchte gelangten zwei Arten von Zuckerlösungen zur Verwendung, von welchen die eine Rohrzucker, die andere Rohrzucker und Stärkesirup in genau bekannten Mengen enthielt.

Im Einzelfalle wurde das Gewicht der Früchte in jedem der zum Einmachen bestimmten Gefässe festgestellt und die Zuckerlösung zugewogen, wobei nach fachmännischer Anleitung möglichst die Verhältnisse innegehalten wurden, wie sie in der Praxis üblich sind. Die Gefässe wurden darauf sofort mittelst eines Gummiringes und einer Blechkapsel mit Hülfe einer hierzu besonders konstruirten Maschine luftdicht verschlossen und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden einer Temperatur von 102°C ausgesetzt.

Für die eigentliche Ausführung der Zuckerbestimmung der fertigen Früchte waren nun folgende Erwägungen massgebend. Einerseits kam es darauf an, diejenige Menge des Rohrzuckers festzustellen, welche lediglich durch das Sterilisiren der Konserven in Invertzucker umgewandelt worden war. Die Analyse war in diesem Falle unmittelbar nach dem Erkalten der Proben vorzunehmen. Andererseits war es von grossem Werth, auch die beim Lagern der Konserven fortschreitende Umwandlung des Rohrzuckers in Invertzucker kennen zu lernen. Hierzu mussten die Fruchtconserven nach Verlauf von bestimmten Zeiträumen wiederholt untersucht werden. Die einzelnen Versuchsbedingungen sowie die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle S. 292 u. 293 übersichtlich zusammengestellt worden.

Im Einzelnen seien hieraus folgende Punkte hervorgehoben.

Um die Schnelligkeit der Umwandlung von Rohr- in Invertzucker festzustellen, eignet sich am besten eine Fruchtart, welche möglichst wenig Säure enthält, wie z. B. Birnen, da bei steigender Temperatur erfahrungsgemäss die Geschwindigkeit der Inversion des Rohrzuckers mit wachsenden Säuremengen zunimmt. Durch die Wahl der Birnen, welche von den hier in Betracht kommenden Obstsorten den geringsten Gehalt an Säure haben, wird demnach dieser Antheil an der Umwandlung des Rohrzuckers auf ein Mindestmass herabgesetzt; man ist somit in der Lage durch die unmittelbar nach dem Sterilisiren ausgeführte Analyse der Birnenconserven wenigstens annähernd den Verlust an Rohrzucker festzustellen, der durch das Sterilisiren, d. h. durch das Erhitzen allein, herbeigeführt wird. Es ergab sich, dass 7,8 % des ursprünglich vorhandenen Rohrzuckers in Invertzucker übergegangen waren. Da die frischen Birnen 3,68 % natürlichen Rohrzucker enthielten, so folgt daraus, dass in einem Gemisch aus nahezu gleichen Gewichtsmengen Birnen und Zuckerlösung fast doppelt soviel Rohrzucker invertirt wird, als ursprünglich in den Früchten vorhanden war.

In weit höherem Maasse jedoch tritt die Veränderung des Rohrzuckers bei solchen Früchten ein, welche von Natur aus reichliche Mengen Säure besitzen, wie Pflaumen aller Art und namentlich Beerenfrüchte. So betrug die Menge des invertirten Rohrzuckers bei der Jefferson Pflaume vier Wochen nach dem Sterilisiren 18,0 %, bei den blauen Pflaumen nach Verlauf derselben Zeit 28,5 %, gegenüber einem Gehalt von 1,07 % beziehungsweise 4,19 % an natürlichem Rohrzucker.

Aus der Tabelle ist weiter ersichtlich, wie bei dem Lagern der eingemachten

Früchte die Inversion des Rohrzuckers stetig fortschreitet und in welchem Maasse diese Umwandlung durch die Säuremengen der Obstarten beeinflusst wird. Zur besseren Uebersicht sind die betreffenden Zahlen aus der ersten Tabelle herausgezogen und zu einer zweiten Tabelle vereinigt worden.

1.	2.	3.	4.
Bezeichnung der Früchte	Frist zwischen Sterilisiren und Untersuchung	Prozent Rohrzucker in Invertzucker übergegangen	Prozent Rohrzucker ursprünglich in den Früchten vorhanden
Diels Butterbirne	1 Tag	7,8	3,68
" "	7 Tage	10,4	"
" "	14 Tage	12,52	"
" "	2 Monate	15,6	"
Pfirsiche	30 Tage	12,9	5,93
"	4 Monate	18,2	"
Admiral Rigny Pflaume	28 Tage	19,9	1,9
" " "	4 Monate	51,4	"

Aus der folgenden Tabelle ergibt sich ferner, dass diese Verhältnisse durch die Anwesenheit von Stärkezucker eine wesentliche Aenderung nicht erleiden.

1.	2.	3.	4.
Bezeichnung der Früchte	Frist zwischen Sterilisiren und Untersuchung	Prozent Rohrzucker in Invertzucker übergegangen	Prozent Rohrzucker ursprünglich in den Früchten vorhanden
Pfirsiche	4 Wochen	11,5	5,93
"	3 Monate	14,8	"
Jefferson Pflaume	4 Wochen	22,2	1,01
" "	3 Monate	69,1	"
Admiral Rigny Pflaume	4 Wochen	20,0	1,9
" " "	3 Monate	56,1	"
" " "	26 Monate	99,8	"
Blaue Pflaume	4 Wochen	27,31	4,19
" "	3 Monate	60,32	"

Das Resultat der Untersuchungen ist dahin zusammenzufassen, dass in allen hier in Betracht gezogenen Fällen die in den frischen Früchten natürlich vorkommende Menge Rohrzucker kleiner ist als die durch die Inversion verschwundene Menge Rohrzucker, ja dass erstere im Vergleich zur letzteren unter Umständen verschwindend klein werden kann.

Da aber nur für den zur Zeit der Analyse noch in den Konserven vorhandenen Rohrzucker Steuervergütung gewährt wird, so ist, selbst wenn die Analyse sofort nach

dem Sterilisiren vorgenommen wird, eine Schädigung der fiskalischen Interessen ausgeschlossen; ganz abgesehen davon, dass die konservirten Früchte kaum unmittelbar nach dem Sterilisiren zur steueramtlichen Abfertigung und somit zur chemischen Untersuchung gelangen dürften. Im Gegentheil beanspruchen das Erkalten der Konserven, das Verpacken und der Transport derselben einige Tage, während welcher die Inversion des Rohrzuckers weitere Fortschritte macht. So waren 8 Tage nach dem Sterilisiren der Birnen bereits 10,4 % Rohrzucker, nach Verlauf von 14 Tagen 12,52 %, nach 2 Monaten 15,6 % des ursprünglichen Rohrzuckers in Invertzucker übergegangen. Zu damit übereinstimmenden Ergebnissen führte die Analyse von eingemachten Pfirsichen, deren Säuregehalt gleichfalls ein geringer ist, und bei denen etwa 4 Wochen nach dem Sterilisiren ein Verlust von 12,9 % Rohrzucker festgestellt wurde, während die frischen Pfirsiche nur 5,93 % natürlichen Rohrzucker enthielten.

Dieses für die fiskalischen Interessen günstige Ergebniss wird kaum durch den Umstand geschmälert, dass, wie dies jedoch von vornherein zu erwarten war, die Resultate der Methode nicht völlig genau sind. Bei den Versuchen, welche zur Prüfung der Genauigkeit der Methode an künstlichen Gemischen von Rohr-, Invert- und Stärkezucker angestellt wurden, bewegte sich die Fehlergrenze innerhalb eines Procentes, so dass danach im ungünstigsten Falle 1 % Rohrzucker zu viel gefunden werden und bei der Steuervergütung mit einbegriffen sein kann. Wie aus Spalte 11 der Tabelle 1 hervorgeht, sind bei den eingemachten Früchten zum Theil damit gut übereinstimmende Resultate, zum Theil jedoch auch etwas höhere Differenzen zwischen der angewandten und der gefundenen Menge Gesamtzucker erhalten worden. Diese Schwankungen werden einerseits dadurch erklärt, dass so grosse Mengen Früchte und Zuckerlösung in einem Fabrikbetriebe nicht mit der gleichen Genauigkeit abgewogen werden können, wie kleine Mengen der einzelnen Zuckerarten im Laboratorium, andererseits durch kleine Mängel, welche sich bei der Vorbereitung des Versuchsmaterials zur Analyse nicht wohl vermeiden lassen.

Zieht man in Betracht, dass, selbst wenn sich der Betrag dieses Fehlers zu dem Betrag des in den frischen Früchten enthaltenen natürlichen Rohrzuckers addirt, — ein Fall, der wie aus der Tabelle hervorgeht, nicht regelmässig eintreten braucht, — die erhaltene Summe in allen Fällen geringer ist, als diejenige Menge Rohrzucker, welche infolge der Inversion verschwindet, so ist die gewichtsanalytische Methode, wenn auch vom rein analytischen Standpunkte aus nicht ganz einwandfrei, dennoch zur Entscheidung der hier zur Erörterung stehenden Frage als brauchbar zu erachten.

Es bleibt nunmehr nur noch übrig, im Einzelnen zu beschreiben, wie die Fruchtkonserven zu der Untersuchung vorbereitet wurden und wie die Untersuchung selbst ausgeführt worden ist. Diesbezüglich sei auf die nachfolgende „Anweisung zur Ermittlung des Rohrzuckergehalts in Früchten, die unter Verwendung von Stärkezucker verzuckert oder in Zuckerauflösungen eingemacht worden sind“ verwiesen, welche im Central-Blatt für das Deutsche Reich 1901 auf Seite 237—238 veröffentlicht worden ist und folgenden Wortlaut hat:

I. Vorbereitung der Proben zur Analyse.

Der Inhalt der für die Untersuchung entnommenen Gefässe wird gewogen, und in einen grossen Trichter, in welchem sich ein Porzellansieb befindet, entleert. Man lässt die Zuckerlösung möglichst gut abtropfen und nimmt darauf, falls beim Steinobst die Steine vor dem Einnachen nicht entfernt worden waren, deren Entfernung vor. Die Steine werden möglichst vom Fruchtfleische befreit, gewogen und ihr Gewicht von dem Gesamtgewichte der Konserven abgezogen. Die an den Händen haften gebliebenen Theile des Fruchtfleisches und der Zuckerlösung werden am zweckmässigsten mit einem Messer entfernt und mit den Früchten in eine gut verzinnte Fleischhackmaschine gebracht. Um einen gleichmässigen Brei zu erzielen, lässt man die Masse mehrere Male durch die Maschine gehen, fügt alsdann die Zuckerlösung hinzu und schickt das Ganze noch 4—5 mal durch die Maschine. Beim Arbeiten nach diesem Verfahren kann nicht vermieden werden, dass kleine Mengen des Breies an den inneren Wandungen der Gefässe haften bleiben; doch sind diese im Verhältnisse zur Grösse des Gesamtgewichts so gering, dass sie, ohne das Ergebniss der Untersuchung wesentlich zu beeinträchtigen, vernachlässigt werden können. Will man jedoch auf diese Mengen nicht verzichten, so spült man die betreffenden Gefässe mit etwa 100 ccm lauwarmem Wasser aus, fängt die Flüssigkeit für sich auf, füllt sie zu 100 ccm auf und bestimmt darin den Rohrzuckergehalt auf dieselbe Weise, wie in der zur Analyse zu verwendenden Hauptmenge. Die in diesen Resten ermittelte Rohrzuckermenge ist in entsprechender Weise bei der Berechnung zu berücksichtigen.

200 g des durch die Zerkleinerung erhaltenen Breies werden auf einer empfindlichen Tarirwaage abgewogen und mit destillirtem Wasser auf 1 Liter verdünnt. Man lässt die Mischung unter häufigem Umschütteln 24 Stunden an einem kühlen Orte stehen, und filtrirt nach dem letzten Absetzen 200 ccm durch ein grosses Faltenfilter.

Handelt es sich um glasirte oder kandirte Früchte, so werden diese unter sinngemässer Abänderung in gleicher Weise für die Untersuchung vorbereitet.

2. Zuckerbestimmung.

a) Bestimmung des reduzierenden Zuckers.

100 ccm des Filtrats werden auf 500 ccm verdünnt; für gewöhnlich reicht dieser Grad der Verdünnung für die Ausführung der Bestimmung des reduzierenden Zuckers aus. Will man sich darüber Sicherheit verschaffen, so kocht man als Vorprobe 20 ccm Fehling'sche Lösung zwei Minuten lang mit 10 ccm des verdünnten Filtrats; wird dabei nicht alles Kupfer reduziert, so ist die Verdünnung hinreichend. Im anderen Falle müssen 250 ccm des verdünnten oder 50 ccm des ursprünglichen Filtrats auf 500 ccm aufgefüllt werden. Mit dieser Verdünnung wird alsdann in allen Fällen die Ausführung der Bestimmung des reduzierenden Zuckers möglich sein.

In einem Erlenmeyer'schen Kolben werden 50 ccm Fehling'scher Lösung mit 25 ccm Wasser verdünnt und zu dieser Mischung mittelst einer Pipette 25 ccm der in der beschriebenen Weise vorbereiteten Zuckerlösung gegeben. Danach wird die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt und nach dem Beginne des lebhaften Aufwallens noch genau 2 Minuten im kräftigen Sieden erhalten. Nach dem Zusatze von 100 ccm ausgekochtem und dann wieder abgekühltem Wasser filtrirt man das ausgeschiedene Kupferoxydul unter Anwendung einer Saugpumpe sofort durch ein gewogenes Asbestfilterröhrchen und wäscht letzteres mit heissem Wasser, zuletzt mit Alkohol und Aether aus. Nach dem Trocknen erhitzt man dasselbe unter gleichzeitigem Durchsaugen von Luft, bis das Kupferoxydul in schwarzes Kupferoxyd übergegangen ist, lässt erkalten, verbindet das erkaltete Röhrchen alsdann mit einem Wasserstoff-Entwicklungsapparate, leitet trocknes und reines Wasserstoffgas hindurch und erhitzt gleichzeitig das Kupferoxyd mit einer kleinen Flamme, bis dieses vollkommen zu metallischem Kupfer reduziert ist. Dann lässt man im Wasserstoffstrom erkalten und wägt.

b) Bestimmung des Gesamtzuckers.

Man bringt 50 ccm des ursprünglichen Filtrats (vergl. 1, vorletzten Absatz) mittelst einer Pipette in ein Kölbchen von etwa 100 ccm Inhalt, fügt 25 ccm Wasser und 5 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,19 hinzu und erwärmt den Inhalt des Kolbens 5 Minuten hindurch auf 67 bis 70 °; da das Anwärmen 2½ bis 5 Minuten dauern kann, wird die ganze Arbeit 7½ bis 10 Minuten in Anspruch nehmen. Das Erwärmen muss auf jeden Fall nach 10 Minuten beendet sein. Man spült hierauf den Inhalt des Kölbchens sofort in einen Messkolben von 1 Liter Inhalt, neutralisirt annähernd mit einer Natriumkarbonatlösung, welche 10 g trockenes Natriumkarbonat im Liter enthält und füllt bis zur Marke auf. Diese Lösung dient zur Bestimmung des Gesamtzuckers, welche unter Verwendung von 25 ccm der Lösung genau nach der unter 2 a im letzten Absatze gegebenen Vorschrift erfolgt.

3. Berechnung.

Die Berechnung geschieht unter Zuhilfenahme der für Invertzucker und eine Kochdauer von 2 Minuten berechneten Wein'schen Tabelle.

Bezeichnet man mit a die Gramm reduzierenden Zucker, welche vor der Inversion mit Salzsäure in 100 g des Breies gefunden wurden, mit b die Gramm reduzierenden Zucker, welche nach der Inversion in 100 g des Breies gefunden wurden, so ist $x = 0,95 (b - a)$ = der Menge Rohrzucker in Gramm, welche in 100 g des Breies enthalten ist. Ist die bei der Zerkleinerung der Konserven an den inneren Gefässwandungen haften gebliebene Menge des Breies besonders gesammelt und der Zuckergehalt darin ermittelt worden, so ist dieses Ergebniss bei der Berechnung entsprechend zu berücksichtigen.

Die vorstehend beschriebene Methode zur Ermittlung des in diesem besonderen Falle vergütungsfähigen Zuckers ist auf Grund der Erfahrungen empfohlen worden, welche bei Befolgung derselben gesammelt worden sind. Sie ist vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus nicht unanfechtbar und trägt einige Fehler in sich, die sich aber theilweise aufheben, so dass das Endresultat ein für praktische Zwecke durchaus brauchbares ist. Der eine dieser Fehler ist bereits früher besprochen worden; er besteht darin, dass das Reduktionsvermögen des Stärkezuckers demjenigen des Invertzuckers gleich gesetzt wird, während es in Wirklichkeit grösser ist. Da zur Berechnung die von Wein berechnete Invertzuckertabelle vorgeschrieben ist, wird die ermittelte Zuckermenge stets etwas zu hoch ausfallen. Der Fehler wird aber dadurch, dass er sowohl bei der Zuckerbestimmung vor wie auch nach der Inversion begangen wird und dass die eine dieser Zahlen von der anderen, mit annähernd demselben Fehler behafteten Zahl abgezogen wird, z. Th. wieder ausgeschaltet. Trotzdem wird, wie auch Versuche gezeigt haben, die mit reinen Zuckerlösungen angestellt wurden, immer etwas zuviel Rohrzucker gefunden. Ein zweiter Fehler ist es, dass 200 g des Fruchtbreies mit Wasser zu einem Liter aufgefüllt werden und dass dann diese Flüssigkeit zur Zuckerbestimmung benutzt wird, ohne zu berücksichtigen, dass ein Theil des Volumens von 1000 ccm durch unlösliche Substanz ausgefüllt wird. Versuche darüber, wie gross das Volumen dieser nicht in Lösung gehenden Stoffe ist, sind nicht angestellt worden; sie würden auch ein verwerthbares Ergebniss nicht geliefert haben, da die Mengen je nach Art der untersuchten Waare verschiedene sind. Es ist leicht ersichtlich, dass sie bei kandirten Früchten grösser ist, als bei solchen, die in Zuckerauflösung eingemacht sind und auch im letztern Falle wird sie noch

je nach dem Verhältniss der Früchte zur Zuckerauflösung verschieden sein. Eine für alle Fälle verwertbare Zahl, die von dem wässerigen Auszug aus den 200 g Fruchtbrei in Abzug zu bringen wäre, konnte somit nicht gegeben werden. Es ist dies auch im vorliegenden Falle nicht erforderlich, da der durch diese Unterlassung bedingte Fehler nur ein kleiner ist, wie sich dies durch die Ueberlegung ergibt, dass nur 100 ccm des nicht einwandfreien Auszuges in Arbeit genommen werden, welche auf das fünffache, unter Umständen sogar auf das zehnfache Volumen verdünnt werden, und dass von dieser Verdünnung wiederum nur 25 ccm zur eigentlichen Zuckerbestimmung Verwendung finden.

Es kommt hinzu, dass die dadurch in die Bestimmung gebrachten Fehler dem Fabrikanten keinesfalls einen Nachtheil, vielmehr einen Vortheil bringen, da durch dieselben die vergütungsfähige Zuckermenge um ein Geringes erhöht wird. Andererseits erwächst aber auch der Steuerbehörde kein Schaden, da nur ein Theil der gezahlten Zuckersteuer zurückgegeben wird. Wie die vorher beschriebenen Versuche gezeigt haben, geht ein Theil des Rohrzuckers schon durch die Sterilisirung in Invertzucker über, so dass, selbst wenn die Waare unmittelbar nach der Fertigstellung untersucht wird, weniger vergütungsfähiger Zucker gefunden wird, als hineingebracht wurde. Gegenüber diesem Fehlbetrage ist das durch die Untersuchung bedingte Mehr an Rohrzucker so gering, dass es eine Schädigung der fiskalischen Interessen nicht herbeiführt.

Die Mängel, welche der in Rede stehenden Methode anhaften, sind unschwer zu erkennen. Einzelne derselben sind schon erwähnt worden; auf die anderen zu etwaigen Bedenken Veranlassung gebenden Punkte soll hier nicht eingegangen werden, da beabsichtigt ist, dieselben, soweit sie sich zu einer Besprechung eignen, in einer demnächst zu veröffentlichenden Arbeit über die Zuckerbestimmung zu behandeln. Gestützt auf die hier mit eingemachten Früchten angestellten Versuche kann aber jedenfalls das vorgeschlagene Verfahren als brauchbar für die praktischen Zwecke bezeichnet werden und zwar dies umsomehr, als eine andere, bessere Resultate liefernde Methode nicht besteht.

Beiträge zur Kenntniss über die im Handel befindlichen Zündwaaren und über ihre Untersuchung.

Von

Dr. Carl Fischer,

Hülfсарbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Unsere heutige Zündwaarenindustrie blickt noch auf eine verhältnissmässig kurze Geschichte zurück, denn erst in den dreissiger Jahren des vorigen Jahrhunderts gelang es, mit Hülfe des weissen Phosphors einigermassen brauchbare Zündhölzer herzustellen. Ueber den Erfinder und die Zeit der Erfindung sind in der Fachlitteratur vielfach widersprechende Angaben enthalten. Manche schreiben dieselbe einem Gefangenen auf dem Hohenasperg Johann Friedrich Kammerer aus Ludwigsburg zu, während nach anderen Autoren Jrinyi die ersten Phosphorzündhölzer hergestellt haben soll. Bekanntlich stellten sich schon früh bei der Fabrikation der Phosphorzündhölzer Gefahren ein, und zwar in erster Linie die Gefahr der typischen Erkrankung der Phosphorarbeiter, die Phosphor-Nekrose des Unterkiefers. Um diese Erkrankung nach Möglichkeit zu verhüten, sind in verschiedenen Ländern Gesetze erlassen, welche entweder die Verwendung von weissem Phosphor zur Zündholzfabrikation gänzlich verbieten, oder welche durch genaue Vorschriften die Anlage und die sanitären Einrichtungen der Fabriken regeln. In Deutschland hat man bis jetzt, ohne zu verkennen, dass das Verbot der Verwendung weissen Phosphors das einfachste Mittel zur Unterdrückung der Nekrose sei, im Gegensatz zu einigen anderen Ländern z. B. Dänemark, Schweiz, Holland von einem gänzlichen Verbot des weissen Phosphors abgesehen, weil es nicht gerechtfertigt erschien, in einen Industriezweig von der Bedeutung der Zündholzfabrikation so tief einzugreifen. Jedoch sind durch das Gesetz vom 13. Mai 1884 und durch die Ausführungsbestimmungen zu diesem Gesetze vom 11. Juli 1884 und vom 8. Juli 1893 Vorschriften über die zu treffenden Einrichtungen erlassen in solchen Anlagen, welche zur Anfertigung von Zündhölzern unter Verwendung von weissem Phosphor dienen. Durch strenge Innehaltung dieser Vorschriften hat sich allerdings die Zahl der Nekrose-Erkrankungen vermindert, jedoch waren dieselben nicht im Stande, die gesundheitsschädlichen Wirkungen des weissen Phosphors gänzlich aufzuheben, denn auch zur Zeit kommen noch, wenn auch vereinzelt, hier und da mehr oder minder schwere Nekrose-Erkrankungen vor.

Aber nicht allein in hygienischer Beziehung sondern auch nach anderer Richtung hin sind mit dem Gebrauche der Phosphorzündhölzer Gefahren verbunden. Dieselben

zeigen nämlich oft eine verhältnissmässig niedrige Entzündungstemperatur und eine nur geringe Widerstandsfähigkeit gegen Schlag und Stoss. Hierdurch entsteht die Gefahr, dass die Hölzer in unbeabsichtigter Weise sich selbst entzünden und infolgedessen leicht Brände verursachen können. Aus diesem Grunde sind auch die Feuerversicherungs-Gesellschaften unablässig bemüht, ein Verbot der Herstellung von Phosphorzündhölzern herbeizuführen.

Die erwähnten Gefahren, sowohl bei der Herstellung wie beim Gebrauche, zeigen die phosphorfreien Sicherheitszündhölzer, sogenannte „schwedische Hölzer“, nicht. Man hat dem aber gegenüber gestellt, dass dafür, infolge der grossen Mengen von chlorsaurem Kalium, welche bei der Fabrikation derselben Verwendung finden, die Gefahr von Explosionen in den Fabriken bestehe, während die Fabrikation von Phosphorhölzchen zwar hygienisch bedenklicher und feuergefährlicher, aber nicht explosionsgefährlich ist. In der That sind in Schweden schon mehrere grosse Unglücksfälle infolge von Explosionen vorgekommen. Letztere aber lassen sich durch bestimmte Vorschriften über die baulichen Einrichtungen der Fabriken, wie sie auch bereits in einigen Ländern erlassen sind, vermeiden. Die schwedischen Zündhölzer würden demnach geeignet sein, in den meisten Punkten den Anforderungen an ein gutes Zündholz zu entsprechen. Trotzdem stellen sich der allgemeinen Einführung Schwierigkeiten entgegen, welche nicht allein auf den etwas höheren Preis dieser Hölzer zurückzuführen sind, sondern in erster Linie darin bestehen, dass mit dem Gebrauche der schwedischen Zündhölzer die Unbequemlichkeit verknüpft ist, dass sie sich nur an bestimmten besonders präparirten Reibflächen entzünden. Für manche Berufe sind aber an allen Reibflächen entzündbare Hölzer geradezu unentbehrlich. Das Bestreben der Zündholzindustrie ist deshalb seit Jahrzehnten darauf gerichtet, eine Zündmasse herzustellen, welche keinen weissen Phosphor enthält und trotzdem an allen Reibflächen leicht entzündbar ist. Demgemäss kann man die im Handel befindlichen Zündwaaren je nach der Natur der verwendeten Zündmasse einteilen:

A. In Zündwaaren mit weissem Phosphor.

B. In Zündwaaren ohne Phosphor. Dieselben lassen sich nur durch Reibung auf besonders präparirten Reibflächen entzünden, sogenannte „schwedische Zündhölzer“.

C. In Zündwaaren ohne weissen Phosphor. Dieselben lassen sich durch Reibung auf jeder Reibfläche entzünden.

A. Zündwaaren mit weissem Phosphor.

Die Zündwaaren mit weissem Phosphor sind am längsten bekannt. In der Litteratur sind zahlreiche Vorschriften für ihre Herstellung angegeben, welche alle darauf hinauslaufen, dass möglichst fein vertheilter Phosphor mit leicht Sauerstoff abgebenden Körpern, ferner mit einem zur Erhöhung der Reibung dienendem Zusatz (Füllstoff) und einem Bindemittel zu einer möglichst gleichmässigen Masse verarbeitet wird. Als Sauerstoff abgebende Körper finden Metalloxyde z. B.: Baryumchromat, Bleisuperoxyd, Bleinitrat, Mangansuperoxyd, Mennige, Eisenoxyd etc. und sauerstoffhaltige Alkalisalze z. B. Kaliumchromat, Kaliumbichromat, Kalium- und Natriumchlorat, Kaliumnitrat etc. Verwendung. Als Füllstoffe werden angewandt: Bimsstein-

pulver, Kreide, Glaspulver, Infusorienerde, Quarzmehl, oft auch solche Stoffe, welche zugleich den Zweck haben, der Masse eine bestimmte Farbe zu geben z. B. Smalte, Ultramarin u. dergl. Als Bindemittel: Leim, Gummi, Dextrin, Traganth, Eiweiss etc.

Von wesentlichem Einfluss auf die Güte der Zündhölzer ist die Menge des zugesetzten Phosphors. Die in verschiedenen Vorschriften angegebene Menge schwankt zwischen 6 und 18%, jedoch soll es gelingen, auch schon mit 4 und 5% recht brauchbare Zündmassen herzustellen¹⁾. Von A. Smita²⁾ wurde in verschiedenen Zündhölzchenarten der Phosphor bestimmt, und hierbei ein Gehalt von 0,00178 g bis 0,000167 g für ein Köpfchen gefunden; der am häufigsten ermittelte Gehalt schwankte zwischen 0,0005—0,001 g. Die für die Mischung erforderlichen Substanzen müssen vor dem Gebrauch auf das Feinste gepulvert werden. Dieses macht bei den hier in Frage kommenden Stoffen mit Ausnahme des Phosphors keine Schwierigkeiten. Der weisse Phosphor hingegen ist bekanntlich von wachsartiger Beschaffenheit. Derselbe wird zwar in der Kälte hart und spröde, jedoch nicht in der Masse, dass er sich pulvern lässt. Wird aber geschmolzener Phosphor mit einer Lösung von Harnstoff geschüttelt, so soll derselbe hierdurch in ein sehr feines, staubartiges Pulver verwandelt werden³⁾. Von J. R. Wagner⁴⁾ wurde der Vorschlag gemacht, behufs Erzielung einer möglichst vollkommenen Vertheilung den Phosphor in Schwefelkohlenstoff zu lösen und diese Lösung der Zündmasse zuzusetzen. Dieses Verfahren scheint sich jedoch wegen der leichten Endzündlichkeit der so hergestellten Lösung und wegen des schädlichen Einflusses auf die Arbeiter in der Praxis nicht eingebürgert zu haben.

Zur Bereitung der Zündmasse wird zunächst das Bindemittel in warmem Wasser gelöst und in die nahe zum Kochen erhitzte Lösung, welche sich in einem verschlossenen, mit Rührwerk versehenem Gefäss befindet, der Phosphor unter stetem Umrühren eingetragen. Sobald derselbe fein vertheilt ist, werden die anderen Stoffe hinzugemischt. Auf die näheren Einzelheiten des Verfahrens, insbesondere auf eine Schilderung der Apparate, soll jedoch hier nicht näher eingegangen werden, da dieselben in zahlreichen technischen Schriften, z. B. in der ausführlichen Abhandlung von Wladimir Jettel⁵⁾ eingehend beschrieben sind.

B. Zündwaaren ohne Phosphor.

Die Fabrikation der Zündmassen für Sicherheitszündhölzchen — sogenannte schwedische Hölzer — unterscheidet sich von dem im Vorstehenden beschriebenem Verfahren im Wesentlichen nur durch die Verschiedenheit der angewendeten Stoffe. Diese Zündmassen enthalten als Hauptbestandtheil chloresaures Kalium und andere oxydirende und brennbare Stoffe wie z. B. doppeltchromsaures Kali, salpetersaures Blei,

¹⁾ Josef Freitag. Die Zündwaaren-Fabrikation 1887. A. Hartleben's Verlag Wien, Pest, Leipzig. S. 51.

²⁾ Friedrichs Bl. f. gerichtl. Med. Heft 2. 38. 307. nach chemisch-technisches Repertorium von Jacobsen 1895 I S. 299.

³⁾ Josef Freitag. Die Zündwaarenfabrikation. S. 53.

⁴⁾ Dr. J. R. Wagner. Ueber Zündrequisiten. Dingler's polytechnisches Journal. Jahrg. 1856. Bd. 141. S. 450.

⁵⁾ Wladimir Jettel. Die Zündwaarenfabrikation. 1897. A. Hartleben's Verlag Wien, Pest, Leipzig.

ferner Schwefel, Schwefelkies, Schwefelantimon und andere Schwefelmetalle. Um die Heftigkeit der Explosion solcher Mischungen zu mildern, werden derselben indifferente Stoffe, wie Ocker, Umbra, Glaspulver, Seesand etc. beigemischt. Die Zündmasse ist frei von Phosphor. Dieselbe soll sich nur an besonders präparierten Reibflächen entzünden, welche im Wesentlichen aus einem Gemisch von amorphem Phosphor mit Schwefelantimon oder Schwefelkies bestehen, welchem häufig noch, um die Reibfähigkeit zu erhöhen, sehr feines Glaspulver beigemischt ist. Der chemische Vorgang beim Entflammen der schwedischen Zündhölzer soll bekanntlich darauf beruhen, dass durch das Reiben des Köpfchens an der Reibfläche Wärme entwickelt wird, welche eine geringe Menge des rothen Phosphors in gewöhnlichen verwandelt. Letzterer bringt das chlorsaure Kalium der Zündmasse zur Entzündung, hierbei wird soviel Wärme entwickelt, dass eine Entzündung des ganzen Köpfchens stattfindet.

C. Zündwaaren ohne weissen Phosphor.

Zu der dritten Klasse der Zündwaaren gehören alle diejenigen Sorten, welche keinen weissen Phosphor enthalten und trotzdem an jeder Reibfläche entzündbar sind. Die Zündmassen derselben enthalten entweder überhaupt keinen Phosphor — Antiphosphorhölzchen — oder dieselben sind unter Zusatz von amorphem Phosphor hergestellt. Schon seit mehreren Jahren war von verschiedenen Seiten das Bestreben darauf gerichtet, eine von weissem Phosphor freie Zündmasse herzustellen, welche trotzdem an jeder Reibfläche leicht entzündlich war. Die Zahl der hierauf bezüglichen Vorschriften und Patente ist nicht gering. Bei diesen Versuchen hat man sowohl den weissen Phosphor durch andere leicht brennbare Stoffe zu ersetzen versucht, wie auch als Sauerstoff abgebende Mittel verschiedene Körper in Anwendung gebracht.

So sind als leicht brennbare Stoffe in Vorschlag gebracht worden:

- a) Amorpher Phosphor.
- b) Schwefel; Schwefel gemischt mit amorphem Phosphor; Schwefelphosphor; Schwefelantimon; Rhodanmetalle; Cyanmetalle und andere.
- c) Kohle, sowie kohlenstoffhaltige Verbindungen z. B. stearinsäure Salze; Naphthalin; Phenanthren; Schellack; Harz u. s. w.

Als Sauerstoff abgebende Mittel sind ausser denjenigen Metalloxyden und sauerstoffhaltigen Alkalisalzen, welche bereits zur Bereitung von Zündmassen mit weissem Phosphor Verwendung finden, übermangansäures Kalium und sauerstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen z. B. Nitrocellulose, aromatische Nitrokörper etc. in Betracht gezogen worden.

Um sowohl eine Verlangsamung der Verbrennung als auch eine vollkommene Zündung der Masse herbeizuführen, ist ein Zusatz von Metalleandoppelverbindungen, z. B. Pariserblau oder Turnbillsblau, oder von Stoffen, welche solche langsam verbrennenden Doppelverbindungen enthalten, wie z. B. gebrauchte Gasreinigungsmasse, in Vorschlag gebracht worden.

Es hat demnach nicht an Versuchen gefehlt Zündmassen herzustellen, welche die Gesundheitsschädlichkeit der Phosphorhölzer, sowie die an eine besondere Anstrichfläche gebundene Verwendbarkeit der Sicherheitshölzer beheben sollen.

Träger der Zündmassen.

Als Träger der vorstehend beschriebenen Zündmassen dienen — abgesehen von Stängelchen aus Papier oder Torf — entweder Holzstäbchen oder Wachskerzen. Für die Holzstäbchen der Phosphorzündhölzchen verwendet man gewöhnlich Weisstannen-, Fichten- und Föhrenholz, für Sicherheitszündhölzer wählt man dagegen neben Fichten- und Tannenholz mit Vorliebe Espenholz, welches für die besseren Sorten der Sicherheitszündhölzer bei Weitem am meisten verwendet wird. Der Bedarf an Espen- (und Pappel-)holz wird nur zum kleinen Theil aus dem Inland gedeckt, die grössere Menge wird vorzugsweise aus Russland, daneben auch aus Schweden, Ungarn und Böhmen bezogen. Für Phosphorzündhölzer werden gewöhnlich runde, für die Sicherheitshölzer dagegen meist eckige Stäbchen angewandt. Erstere werden hergestellt durch Vorrichtungen, bei denen das Holz durch cylindrische Röhren gepresst wird, letztere dagegen werden geschält oder geschnitten. Zur Herstellung der Stäbchen sind eine Reihe sinnreich konstruirter Maschinen im Gebrauch, welche es ermöglichen, in kurzer Zeit erhebliche Mengen Holzdraht fertig zu stellen.

Um eine Uebertragung des Feuers von der Zündmasse auf die Hölzchen zu erzielen, ist es nothwendig, letztere, bevor die Zündmasse aufgetragen wird, an einem Ende mit einer Substanz zu überziehen, welche sich rascher entzündet als das Holz. Als solche leicht brennbare Substanz wurde zuerst Schwefel verwendet. Derselbe wird auch heute noch bei den gewöhnlichen Phosphorzündhölzern gebraucht. Für feineres Feuerzeug hingegen wird entweder Harz, Wachs, Stearin, Paraffin oder ein Gemisch dieser Stoffe in Anwendung gezogen.

Um bei Sicherheitszündhölzern das Nachglimmen des Holzdrahtes nach dem Auslöschen der Flamme und das Abfallen des abgebrannten Kopfes zu verhüten, werden die Hölzer mit den verschiedensten Stoffen imprägnirt z. B. mit Phosphorsäure, phosphorsaurem und schwefelsaurem Ammoniak, ferner mit Lösungen von Alaun, Bittersalz, wolfram- oder kieselsaurem Natrium, Borsäure und schwefelsaurem Zink.

Da es in manchen holzarmen Ländern oft nur schwer möglich ist, ein für die Zündholzindustrie passendes Holz zu finden, und da ferner die Holzbestände besonders von Espenholz sich von Jahr zu Jahr verringern, so sind verschiedene Ersatzmittel für den Holzdraht in Vorschlag gebracht worden. Schon seit ungefähr 30 Jahren werden namentlich in Frankreich und Italien dünne, mit Wachs- oder einer Wachs-Stearin- oder auch mit einer Wachs-Paraffin-Mischung umhüllte Baumwollfäden verwendet. Diese sogenannten Wachsstreichhölzer finden eine immer grössere Verbreitung, weil sie bequem zu handhaben sind und ausserdem die werthvolle Eigenschaft besitzen, mehrere Minuten fort zu brennen und dabei soviel Licht zu verbreiten, wie eine Stearinkerze. Ausser diesen Wachskerzen sind auch als Ersatz des Holzdrahtes Stäbchen aus Papier und Pappe, welche den Namen „Pyroca“ führen, sowie solche aus „Fasertorfen“, letztere von G. A. Rosenkötter in Groningen und Dr. A. Stierner in Stuttgart, in Vorschlag gebracht worden. Ferner wurde in neuester Zeit durch D. R. P. No. 121458 ein Verfahren zur Herstellung von Zündhölzern aus vegetabilischen Gespinnstfasern geschützt. In wie weit diese Ersatzmittel eine ausgedehntere praktische Verwendung finden werden, muss jedoch erst abgewartet werden.

An dieser Stelle mögen auch die Zündhölzer erwähnt werden, welche gar keinen Zündkopf besitzen. Zur Darstellung derselben wird der paraffinirte Holzdraht direkt mit der Zündmasse imprägnirt. Zum Imprägniren wird gewöhnlich das chlórsaure Natrium benutzt. Da dieses jedoch sehr hygroskopisch ist, so sind als Ersatz desselben verschiedene Stoffe versucht worden, z. B. chlorsaures Natrium in Verbindung mit Ammoniumsulfat und einem Kohlehydrat — D. R. P. 52842 — oder Baryumchlorat — D. R. P. 104190 — Bromate — D. R. P. 108403 — ferner Eintauchen der Hölzer nach ihrer Imprägnirung mit Chloraten in eine Alkalibleihyposulfitlösung — D. R. P. 125099 und 126804. —

Untersuchung von Zündhölzern.

Ueber Untersuchungen von Zündhölzern finden sich in der Litteratur auffallend wenig Angaben, sowohl was die chemische Untersuchung anbelangt, wie auch die Feststellung der physikalischen Eigenschaften. Die älteste Arbeit, welche sich mit diesem Gegenstand beschäftigt, dürfte wohl im Jahre 1861 von Wiederhold veröffentlicht sein¹⁾. Derselbe untersuchte eine Reihe von Zündmassen auf den Grad ihrer Entzündlichkeit durch Reibung auf verschieden rauhen Flächen, auf ihre Hygroskopizität und ihre Beständigkeit in feuchter und trockner Luft, ihre Entzündungstemperatur und ihre Verbrennungsprodukte. H. Schwarz²⁾ untersuchte die chemische Zusammensetzung von zwei Zündmassen, ohne jedoch auf die physikalischen Eigenschaften Rücksicht zu nehmen. Von B. Schulze³⁾ liegt eine Arbeit aus dem Jahre 1892 vor, welche über folgende Untersuchungen handelt: „Ueber die mehr und minder leichte Entzündlichkeit verschiedener im Verkehr befindlicher Sicherheitszündhölzer, ihr Nachglimmen nach Auslöschung der Flamme und ihre Güte relativ gegen einander in Bezug auf ihr hauptsächlichstes Verhalten abgeschätzt.“ Th. Schloesing⁴⁾ stellte Versuche über diejenigen Stoffe an, welche unbedingt einer an jeder Reibfläche entzündbaren Masse zugesetzt werden müssen. Ferner untersuchte derselbe die Rauchgase, welche sich bei der Verbrennung von Zündmassen bilden, welche neben rothem Phosphor Schwefelverbindungen des Antimons und Bleies enthalten.

Auch Verfahren zur chemischen Untersuchung von Zündmassen sind in verhältnissmässig nur wenig Lehrbüchern⁵⁾ angegeben, wohingegen Angaben über Methoden zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften anscheinend vollständig fehlen.

Bei diesem Mangel schien es angezeigt, da die Zündhölzer im wirthschaftlichen Leben eine immerhin grosse Rolle spielen, mehrere Sorten Zündhölzer zu untersuchen

¹⁾ Dr. Wiederhold, Ueber die Herstellung phosphorfreier Zündhölzer. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 161 S. 221 und S. 268, Bd. 163 S. 203 und S. 296.

²⁾ Prof. Dr. H. Schwarz, Ueber Zündholz-Mischungen. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 219 S. 243.

³⁾ Dingler's polytechnisches Journal Bd. 283, S. 274.

⁴⁾ M. Th. Schloesing, Sur les allumettes à pâtes explosives. Comptes rendus 121 Jahrg. 1895 S. 331.

⁵⁾ Vergl. u. a. Bolley's Handbuch der technisch-chemischen Untersuchungen 1889. S. 460. Chemisch-technische Analyse von Dr. Jul. Post 1890/91 Bd. II S. 690.

und zu den Bestimmungen, zu welchen bislang keine Methoden angegeben sind, solche aufzufinden und zu erproben.

Die Fragen, welche bei einer Untersuchung an den Chemiker herantreten, sind im Wesentlichen folgende:

1. Enthält die Zündmasse weissen Phosphor?
2. Welches sind die sonstigen Bestandtheile der Zündmasse?
3. Wie verhalten sich die Zündhölzer gegen die Einwirkung von feuchter Luft?
4. Wie ist das sonstige physikalische Verhalten? (Entzündungstemperatur, Verhalten gegen Schlag und Stoss, Verhalten beim Anreiben und Abbrennen.)

A. Verfahren bei der qualitativen Analyse.

1. Prüfung auf weissen Phosphor.

Die wichtigste Frage bei der Untersuchung ist wohl die, ob in einer Zündmasse weisser Phosphor vorhanden ist.

Wie bereits oben ausgeführt wurde, findet in der Zündholzfabrikation sowohl der weisse wie auch der rothe amorphe Phosphor Verwendung. Beide sind bekanntlich in ihrer physiologischen Wirkung sehr verschieden. Während der weisse Phosphor zu den stärksten Giften zählt, ist der rothe Phosphor verhältnissmässig ungiftig. Auch in ihrem chemischen Verhalten zeigen die beiden Modifikationen grosse Verschiedenheit. Der weisse Phosphor ist mit Wasserdämpfen leicht flüchtig und zeigt dabei im Dunkeln ein charakteristisches Leuchten, wohingegen der rothe Phosphor sich nicht verflüchtigt. Jedoch ist zu erwähnen, dass der käufliche rothe Phosphor, welcher in der Zündholzfabrikation Verwendung findet, häufig geringe Mengen weissen Phosphor enthalten soll. So fand z. B. Jolin¹⁾ in rothem Phosphor 2% weissen Phosphor, wohingegen nach W. Jettel²⁾ der jetzt in den Handel kommende rothe Phosphor fast chemisch rein sein und kaum $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ % weissen Phosphor enthalten soll.

Zu den folgenden Untersuchungen wurde eine Reihe der im Handel vorkommenden Zündhölzer, und zwar sowohl inländische wie ausländische Fabrikate, herangezogen. Die Zündmassen derselben wurden gewöhnlich zunächst auf weissen Phosphor in der Weise geprüft, dass die Köpfe von 25 Zündhölzern mit 50 ccm Wasser und 10 ccm verdünnter Schwefelsäure (1:6) nach dem bewährten Verfahren von E. Mitscherlich destillirt wurden. Nach diesem Verfahren, welches sich bekanntlich darauf gründet, dass weisser Phosphor mit Wasserdämpfen flüchtig ist und im Dunkeln leuchtet, gelingt es gewöhnlich leicht, selbst sehr geringe Mengen weissen Phosphor durch das Auftreten eines deutlichen Leuchtens nachzuweisen. So konnten z. B. Fresenius und Neubauer³⁾ mit einem Milligramm Phosphor in 200000 facher Verdünnung das Leuchten eine halbe Stunde lang deutlich wahrnehmen. Trotz dieser grossen Empfindlichkeit giebt

¹⁾ Dragendorff, Die gerichtlich-chemische Ermittlung von Giften. III. Aufl. S. 110. Vandenhoeck und Ruprecht's Verlag, Göttingen.

²⁾ Wladimir Jettel, Die Zündwaaren-Fabrikation S. 12.

³⁾ Ztschr. für analytische Chemie Jahrg. 1. S. 346.

es aber verschiedene Stoffe, welche das Leuchten des Phosphors verhindern können, z. B. Alkohol, Aether, Terpentinöl, Karbolsäure, Kreosot, Quecksilber- und Kupfersalze, Schwefelwasserstoff und andere. Auch bei der Untersuchung von Zündhölzern gelang es häufig nicht in solchen Zündmassen, welche sicher weissen Phosphor enthielten, diesen nach dem oben angegebenen Verfahren zum Nachweis zu bringen. Diese Schwierigkeit stellte sich bei solchen Zündhölzern ein, deren Zündmasse chlorsaures Kalium enthielt. Um nun festzustellen, in welchem Masse die Gegenwart von chlorsaurem Kalium den Nachweis des Phosphors nach der Methode von Mitscherlich zu verhindern vermag, wurden geringe Mengen weisser Phosphor mit wechselnden Mengen chlorsaurem Kalium und verdünnter Schwefelsäure destillirt. Hierbei wurde gefunden, dass das Leuchten des Phosphors sofort aufhörte, sobald durch die Einwirkung der verdünnten Schwefelsäure auf chlorsaures Kalium Chlorverbindungen in Freiheit gesetzt wurden. In solchen Fällen trat bei Beginn der Destillation oft ein sehr schwaches Leuchten auf, dessen Dauer aber auf wenige Sekunden beschränkt war, und das nur bei aufmerksamster Beobachtung wahrgenommen werden konnte. So wurde z. B. beim Destilliren von 0,002 g Phosphor mit 50 ccm Wasser und 10 ccm verdünnter Schwefelsäure ein starkes Leuchten beobachtet, welches während der ganzen Dauer der Destillation — ungefähr eine Stunde — sehr deutlich sichtbar war. Wurde jedoch dieselbe Menge Phosphor, Wasser und verdünnte Schwefelsäure unter Zusatz von 1,0 g chlorsaurem Kalium destillirt, so war nur zu Beginn der Destillation ein ganz kurzes, schwaches, höchstens 5 Sekunden andauerndes Leuchten wahrnehmbar. Sowohl im Destillationsrückstande wie im Destillate konnte aber Phosphorsäure deutlich nachgewiesen werden. Aus diesem wie aus zahlreichen anderen Versuchen, bei welchen sowohl die Menge des Phosphors, als auch der Schwefelsäure und des chlorsauren Kaliums wechselte, und die alle das gleiche Ergebniss zeigten, geht hervor, dass bei Gegenwart von chlorsaurem Kalium bei der Prüfung nach dem Verfahren von Mitscherlich weisser Phosphor leicht übersehen werden kann. Das Nichtauftreten des Leuchtens hat hier ohne Zweifel darin seinen Grund, dass die aus dem chlorsauren Kalium durch die Schwefelsäure in Freiheit gesetzten Chlorsäuren den Phosphor, ehe er sich in Substanz verflüchtigen kann, zu phosphoriger oder Phosphorsäure oxydiren.

Die Wahrnehmung, dass die Gegenwart von Chlor auf das Leuchten des Phosphors hemmend einwirkt, wurde auch bereits von anderer Seite gemacht¹⁾. Die erste diesbezügliche Beobachtung findet sich in Gilbert's Annalen der Physik²⁾ in einer Arbeit von A. Vogel in Paris: „Zweite Abhandlung von den Wirkungen des Sonnenlichts auf den Phosphor und auf verschiedene zusammengesetzte Körper.“ Der Verfasser schreibt hierüber folgendes: „Bringt man das schwarze Pulver in eine Flasche voll oxygenirt salzsaurem Gas, so entzündet es sich sehr schnell und brennt mit einer lebhaft gelb-weissen Flamme. Man weiss, dass der Phosphor sich nicht sehr leicht in diesem Gas entzündet, wenigstens brennt er selten mit einer sehr starken Flamme. Leuchtet oder brennt daher gleich das schwarze Pulver nicht beim Zutritt der Luft,

¹⁾ Dammer, Handbuch der anorganischen Chemie 1894, Bd. II. S. 90. Graham-Otto, Lehrbuch der Chemie. 4. Aufl. I. Abth. 1863. S. 821.

²⁾ Gilberts Annalen der Physik. Bd. 48. Jahrg. 1814. S. 381.

so ist es doch gewiss viel verbrennlicher als der Phosphor im oxygenirt salzsauren Gas. In einem Gemenge von einem Theile dieses Gases mit zwei Theilen atmosphärischer Luft lässt sich trockener und fein vertheilter Phosphor nicht mehr anzünden, indess darin das schwarze Pulver noch auf die lebhafteste Weise sich entzündet und verbrennt.“

Um die Bildung von Chlorsäuren zu verhindern, dürfte es sich bei der Prüfung der Zündhölzer auf weissen Phosphor nach dem Verfahren von Mitscherlich empfehlen, dieselben vor der Destillation zur Entfernung des chlorsauren Kaliums mehrere Male mit kaltem Wasser auszulaugen. Sollen zugleich in der Zündmasse wasserlösliche Stoffe bestimmt werden, so lässt sich der Nachweis des weissen Phosphors mit dieser Bestimmung vereinigen. Das Auslaugen mit Wasser, welches immerhin etwas zeitraubend ist, lässt sich jedoch dadurch umgehen, dass man zum Ansäuern nicht Schwefelsäure sondern Weinsäure verwendet. Die Gegenwart von chlorsaurem Kalium wirkt dann, wie durch verschiedene Versuche festgestellt wurde, auf den Nachweis des Phosphors nicht störend ein.

2. Prüfung auf die übrigen Bestandtheile mit Ausnahme der Cyanverbindungen.

Zur weiteren Untersuchung auf die übrigen in der Zündmasse vorhandenen Stoffe wurde von ungefähr 25 Hölzern, welche in einer Porzellanschale mit warmen Wasser eingeweicht waren, die Zündmasse mit einem scharfen Messer abgeschabt. Die so gewonnene Masse wurde längere Zeit mit ungefähr 50 ccm Wasser erwärmt, und wurde die Lösung von den ungelösten Theilen abfiltrirt. Ein Theil des Filtrates fand zur Prüfung auf lösliche anorganische Stoffe Verwendung, ein anderer Theil wurde zur Untersuchung, ob der Zündmasse als Bindemittel Leim oder Eiweiss zugesetzt worden war, mit Natronlauge zur Trockne eingedampft, und der Rückstand in einem Glasröhrchen erhitzt. War Leim oder Eiweiss vorhanden, dann zeigten die entweichenden Dämpfe Ammoniakreaktion.

Bei Gegenwart von Gummi als Bindemittel wurde die wässrige Lösung durch einen Tropfen Jodlösung röthlichblau gefärbt.

Zum Färben der Zündmassen werden sowohl Mineralfarben wie auch Anilinfarben verwendet. Bei den hier untersuchten Hölzern waren in fast allen Fällen die Zündmassen mit wasserlöslichen Anilinfarben gefärbt, welche sich aus der wässrigen Lösung grösstentheils entweder durch Aether oder Amylalkohol ausschütteln liessen. Ueber die Natur der verwendeten Anilinfarben wurden jedoch bei der äusserst geringen Menge Substanz, welche zum Färben erforderlich ist, in keinem Falle eingehendere Untersuchungen angestellt. Erwähnt mag hier noch werden, dass ausser der Zündmasse auch häufig die ganzen Hölzchen, um ihnen ein hübscheres Aussehen zu verleihen, gefärbt werden. Zum Rothfärben wird gewöhnlich eine Abkochung von Rothholz, zum Blaufärben Blauholz und zum Gelbfärben Curcuma-Wurzel gebraucht. Ausser diesen Stoffen werden aber auch Anilinfarben verwendet.

Der in Wasser nicht lösliche Theil der Zündmasse wurde, nachdem ihm durch Behandeln mit Alkohol etwa vorhandenes Harz, Stearinsäure, Paraffin oder Wachs

entzogen war, mit konzentrierter Salzsäure gekocht, und die salzsaure Lösung und der Rückstand nach den gebräuchlichen analytischen Verfahren weiter untersucht. Die alkoholische Lösung wurde auf dem Wasserbade verdampft, und aus der Farbe, Konsistenz und Schmelzpunkt des Rückstandes Schlüsse auf dessen Zusammensetzung gezogen.

Ausser den bereits erwähnten Stoffen finden zur Zündholzfabrikation auch noch eine Reihe anderer Mittel Verwendung. Wie zahlreich und mannigfach diese sind, geht aus den in der Anlage A zusammengestellten bis jetzt in Deutschland erteilten Patenten hervor. Eine ganze Reihe dieser Verbindungen entziehen sich bei dem gewöhnlichen Analysengang der Feststellung, es ist deshalb erforderlich, bei der Analyse von Zündmassen durch Spezial-Reaktionen auch auf die in den Patentschriften erwähnten Stoffe, je nach Lage des Falles, Rücksicht zu nehmen.

3. Prüfung auf Cyanverbindungen.

Da nach einigen Patentvorschriften auch Cyanverbindungen den Zündmassen zugesetzt werden, so wurde auch in allen Fällen eine Prüfung auf Cyanverbindungen vorgenommen. Dieselbe wurde in der Weise ausgeführt, dass ungefähr 1,0 g der abgeschabten Zündmasse mit 50 ccm Wasser und 10 ccm verdünnter Schwefelsäure destilliert wurde. Die Prüfung des Destillates auf Blausäure erfolgte in der bekannten Weise, dass einige ccm desselben mit einer Lösung eines Eisenoxyd- und -oxydulsalzes, und dann bis zur deutlich alkalischen Reaktion mit Kalilauge versetzt wurden. Nach kurzem Digeriren wurde Salzsäure bis zur sauren Reaktion, oder vielmehr bis der Eisenoxydoxydulniederschlag gerade gelöst war, hinzugesetzt. War Blausäure zugegen, dann entstand ein Niederschlag von Berlinerblau; geringe Mengen Cyanverbindungen gaben nur eine blaugrüne Färbung.

Wie nun schon oben ausgeführt wurde, entstehen durch die Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf chlorsaures Kalium Chlorverbindungen. Da nach einigen Patenten der Zündmasse ausser Cyanverbindungen — Blutlaugensalz, Berlinerblau, Turnbullsblau, Gasreinigungsmasse u. a. — auch chlorsaures Kalium zugesetzt wird, so lag es nahe zu untersuchen, ob auch in diesem Falle die Chlorsäuren irgend einen hindernden Einfluss auf den Nachweis der Blausäure auszuüben vermögen.

Zur Prüfung dieser Frage wurden zunächst wasserlösliche Cyanverbindungen herangezogen, und zu dem Zweck je 10 ccm einer 1prozentigen Lösung sowohl von Cyankalium wie von Ferrocyankalium mit verdünnter Schwefelsäure allein oder unter Zusatz von chlorsaurem Kalium destilliert. Da die Menge der aus Ferrocyankalium entstehenden Blausäure sowohl von der Konzentration der Lösung als auch von der Dauer der Destillation abhängig ist, so wurde bei allen Bestimmungen die Lösung auf 80 ccm verdünnt und hiervon möglichst unter Innehaltung derselben Destillationsdauer 50 ccm abdestilliert. Zu den verschiedenen Versuchen wurden wechselnde Mengen verdünnter Schwefelsäure und chlorsaures Kalium verwendet. In dem Destillate wurde die Blausäure durch Titration mit $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung bestimmt. Da die bei der Destillation zugleich entstehenden Chlorverbindungen mit in das Destillat übergehen, so wurde, um diese wegen ihres störenden Einflusses bei der Titration zu ent-

fernen, das Destillat stets nochmals über gepulvertem Borax im Ueberschuss rektifiziert. Ein Verlust an Blausäure trat hierdurch, wie Kontrollversuche ergaben, nicht ein. Auf Grund zahlreicher Versuche wurde festgestellt, dass bei diesen wasserlöslichen Cyanverbindungen ein nachtheiliger Einfluss der durch Zersetzung des chlorsauren Kaliums entstehenden Chlorverbindungen auf den Nachweis der Blausäure nicht stattfindet. In allen Fällen gebrauchte das Destillat einer Lösung von Cyankalium oder von Ferrocyankalium beim Destilliren mit Schwefelsäure und chlorsaurem Kalium genau dieselbe Menge $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung wie beim Destilliren mit Schwefelsäure allein.

Ganz anders liegen dagegen die Verhältnisse bei wasserunlöslichen Cyanverbindungen, wie sich aus nachstehenden Versuchen, bei welchen Berlinerblau und gebrauchte Gasreinigungsmasse verwendet wurde, herausstellte. Zu den Versuchen mit Berlinerblau fand ein ganz reines, durch sorgfältiges Waschen von allen löslichen Cyanverbindungen befreites Präparat Verwendung. Von demselben wurden wechselnde Mengen mit verdünnter Schwefelsäure destillirt. Durch getrenntes Auffangen der Destillate konnte zunächst festgestellt werden, dass die Menge der übergehenden Cyanwasserstoffsäure sich bei zunehmender Konzentration der Schwefelsäure steigerte, wohingegen bei den wasserlöslichen Cyanverbindungen sich die Hauptmenge Cyanwasserstoffsäure in den ersten Fraktionen befindet. In dem letzten Destillate war am reichlichsten Cyanwasserstoffsäure enthalten. Ferner zeigte es sich, dass bei Anwendung von 0,05 g Berlinerblau das Destillat noch eine starke Cyanreaktion gab. Ebenso war, als 0,1 g Gasreinigungsmasse, welche aus einer Berliner Gasanstalt stammte, der Destillation mit verdünnter Schwefelsäure unterworfen wurde, in der zuerst übergehenden Flüssigkeit Blausäure nicht, in dem letzten Destillat hingegen deutlich in der oben beschriebenen Weise mit Eisenoxyd- und -oxydulsalz nachweisbar. Bei Anwendung von 0,05 g Gasreinigungsmasse versagte die Reaktion, sodass 0,1 g als die unterste Grenze zu betrachten ist, bis zu welcher der Nachweis eines Blausäuregehaltes in der Masse nach dem angegebenen Verfahren noch gelingt. Nachdem dies festgestellt war, wurden in oben beschriebener Weise wechselnde Mengen Berlinerblau mit wechselnden Mengen verdünnter Schwefelsäure und chlorsaurem Kalium, jedoch immer unter denselben Versuchsbedingungen destillirt. Hierbei wurden folgende Ergebnisse erhalten:

- I. Berlinerblau 0,2 g
verdünnte Schwefelsäure (1 : 6) 50,0 cem

Fraktion I (25 cem) deutliche Cyanreaktion

Fraktion II (15 cem) noch stärkere Cyanreaktion.

- II. Berlinerblau 0,2 g
verdünnte Schwefelsäure 50,0 cem
chlorsaures Kalium 0,5 g

Fraktion I }
Fraktion II } keine Cyanreaktion.

III. Berlinerblau 0,2 g
verdünnte Schwefelsäure 50,0 cem
chlorsaures Kalium 0,2 g

Fraktion I } keine Cyanreaktion.
Fraktion II }

IV. Berlinerblau 0,2 g
verdünnte Schwefelsäure 50,0 cem
chlorsaures Kalium 0,05 g

Fraktion I schwache Cyanreaktion, nur Grünfärbung, auch nach
einem Tage war noch kein Niederschlag entstanden.

Fraktion II keine Reaktion.

Da bei Gegenwart von 0,1 g chlorsaurem Kalium schon keine Blausäure-Reaktion mehr eintritt, so scheinen schon verhältnissmässig kleine Mengen des Salzes im Stande zu sein, den Nachweis der Blausäure in unlöslichen Cyanverbindungen zu verhindern. Bei Gegenwart von 0,075 g chlorsaurem Kalium auf 0,2 g Berlinerblau tritt in dem ersten Destillat noch eine äusserst schwache Grünfärbung nach längerem Stehen ein, sodass hier die Grenze der Empfindlichkeit zu liegen scheint. Bei den oben angeführten Versuchen wurde auch die Menge der Schwefelsäure geändert, ohne dass hierdurch ein anderes Resultat erzielt wurde.

Bei Versuchen mit Gasreinigungsmasse wurden im Allgemeinen dieselben Ergebnisse erhalten, auch hier gelang es nicht, bei Gegenwart von 0,1 g chlorsaurem Kalium noch in 0,3 g Gasreinigungsmasse die Anwesenheit von Cyanverbindungen nachzuweisen. Aus den vorstehend beschriebenen Versuchen geht demnach hervor, dass die Anwesenheit von chlorsaurem Kalium in einer Zündmasse auch auf den Nachweis von unlöslichen Cyanverbindungen hindernd einzuwirken vermag, und dass wahrscheinlich auch hier die bei der Destillation entstehenden Chlorsäuren oxydirend auf die Cyanwasserstoffsäure einwirken. Wenn bei löslichen Cyanverbindungen im Gegensatz hierzu ein störender Einfluss nicht zu bemerken ist, so dürfte dies darin seinen Grund haben, dass aus diesen Verbindungen die Cyanwasserstoffsäure viel leichter, jedenfalls ehe sie von den Chlorsäuren oxydirt werden kann, in Freiheit gesetzt wird und überdestillirt.

Um nun bei der Prüfung auf unlösliche Cyanverbindungen das Entstehen von Chlorsäuren auszuschliessen, wurde die Zündmasse mit Wasser ausgelaugt, und der Rückstand alsdann destillirt. Da, wie oben ausgeführt, zum Nachweis von weissem Phosphor bei Gegenwart von chlorsaurem Kalium auch ein Auslaugen der Zündmasse mit Wasser zu empfehlen ist, so lassen sich beide Bestimmungen vereinigen.

B. Verfahren bei der quantitativen Analyse.

Für die quantitative Analyse wurde die Zündmasse, ohne sie vorher anzufeuchten, mit einem scharfen Messer vorsichtig abgeschabt und möglichst darauf geachtet, dass keine Holztheilchen in die abgeschabte Masse mit hineingelangten. Indessen lässt sich dies oft nicht gänzlich erreichen, wodurch die Genauigkeit der Bestimmungen eine geringfügige Einbusse erleiden kann. In manchen Fällen wurde in

der Weise verfahren, dass eine Anzahl Zündholzköpfe, nachdem sie im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet waren, abgewogen wurden, und dass dann die Zündmasse durch Erwärmen mit Wasser möglichst vollständig abgelöst wurde. Die von der Zündmasse befreiten Hölzer wurden darauf wieder getrocknet, gewogen und aus der Differenz die Menge der angewandten Substanz berechnet. Bei Kontrollbestimmungen, bei welchen nach den beiden vorstehenden Verfahren die Zündmasse gewonnen war, wurden im Allgemeinen dieselben Zahlen erhalten. Die einzelnen Bestandtheile der Zündmasse wurden, mit Ausnahme des chlorsauren Kaliums, nach den gebräuchlichen Verfahren gewichtsanalytisch bestimmt. Zur Bestimmung des chlorsauren Kaliums wurden ungefähr 0,5 g der Zündmasse mit 50 ccm Wasser wiederholt ausgezogen, der Auszug mit dem anderthalbfachen Volumen rauchender Salzsäure nach Zusatz von etwas jodsäurefreiem Jodkalium in einer gut verschlossenen Flasche 15 bis 20 Minuten lang im Wasserbade erhitzt. Nach dem Erkalten wurde das ausgeschiedene Jod durch Titration mit $\frac{1}{10}$ n. Natriumthiosulfatlösung bestimmt, und aus der ausgeschiedenen Menge Jod die vorhandene Menge chlorsaures Kalium berechnet.

In einigen Fällen wurde zur Gegenprobe der Analyse eine Zündmasse nach dem aus der Analyse ermittelten Mischungsverhältniss in der Weise hergestellt, dass eine dicke Gummilösung in einer Reibschale mit der gefundenen Menge rothem Phosphor innig verrieben wurde, und dass die anderen Stoffe, nachdem sie für sich fein gepulvert waren, in den gefundenen Mengen in die Verreibung eingetragen wurden. In die Masse wurden von ihrem Kopf befreite Zündhölzer eingetaucht, und diese dann allmählich bei gelinder Wärme getrocknet. Die so dargestellten Zündhölzer zeigten manche der physikalischen Eigenschaften wie die analysirten Hölzer, in einigen Punkten aber verhielten sie sich doch anders, besonders in Bezug auf die Entzündbarkeit durch Reibung. Das verschiedene Verhalten der analysirten und der nach den gefundenen Analysenzahlen selbst hergestellten Hölzer ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass sich bei Laboratoriumsversuchen die Zündmasse doch nicht so gleichmässig und fein vertheilen lässt wie im Grossbetriebe. Auch der Lacküberzug der selbst dargestellten Hölzer war oft recht mangelhaft, sodass auch aus diesem Grunde ein sicherer Vergleich nicht recht möglich war.

Bestimmung des Verhaltens der Zündhölzer gegen Feuchtigkeit, sowie ihre physikalischen Eigenschaften.

Ueber Bestimmungen des Verhaltens von Zündhölzern gegen Feuchtigkeit sowie ihrer physikalischen Eigenschaften, insbesondere über ihre Entzündungstemperaturen, über ihre Empfindlichkeit gegen Reibung, ferner gegen Schlag und Stoss sind anscheinend in der Fachliteratur nur die zwei bereits angeführten Arbeiten von Wiederhold¹⁾ und B. Schulze²⁾ vorhanden. Da nun für die Beurtheilung von Zündwaaren die physikalischen Eigenschaften derselben eine Hauptrolle spielen, so wurden nach dieser Richtung eine Reihe derselben untersucht und hierbei einige neue Verfahren, welche nachstehend eingehend beschrieben werden sollen, erprobt. Zur

¹⁾ Dinglers polytechnisches Journal 161, S. 221 u. S. 268; 163, S. 203 u. 296.

²⁾ Dinglers polytechnisches Journal 283, S. 274.

Untersuchung wurden, um ein einigermaßen getreues Bild der im Handel befindlichen Zündwaaren zu erhalten, 30 verschiedene Sorten herangezogen. Dieselben waren dem freien Verkehr entnommen und theils inländischen, theils ausländischen Ursprunges. Die einzelnen Sorten sind mit fortlaufenden Nummern in der am Schluss der Abhandlung befindlichen Tabelle I näher bezeichnet. Die Hölzer Nr. 4, 15 und 16 enthielten weissen Phosphor. Bei den Hölzern Nr. 4, welche als unschädlich bezeichnet waren, wurde in 25 Zündholzköpfen 0,00215 g weisser Phosphor gefunden. Nr. 29 und 30 sind Wachsstreichhölzer; die eine Sorte war der Bezeichnung nach französischen, die andere deutschen Ursprunges.

a) Verhalten der Zündhölzer gegen Feuchtigkeit.

Das Verhalten der Zündhölzer gegen Feuchtigkeit wurde in verschiedener Weise geprüft. Bei dem ersten Versuche wurden neun verschiedene Sorten Zündhölzer und zwar Nr. 1—9 in kleinen Bündelchen verpackt in einen mit zwei Tuben versehenen Exsikkator gebracht, durch welchen 5 Minuten lang Wasserdampf geleitet wurde. Nachdem die Zündhölzer einige Stunden in dem Exsikkator gelagert hatten, wurden sie auf ihre Entzündbarkeit geprüft. Keines der Zündhölzchen war noch durch Reibung zu entzünden. Derselbe Versuch wurde mit der Aenderung wiederholt, dass anstatt Wasserdampf, vier Stunden lang ein feuchter Luftstrom durch den Exsikkator gesaugt wurde. Der Boden des Letzteren wurde mit Watte bedeckt, welche mit Wasser getränkt war. Nach 12 Stunden wurde der Exsiccator, in welchem die Luft noch völlig mit Feuchtigkeit gesättigt war, geöffnet, und die Zündhölzer auf ihre Entzündbarkeit geprüft. Von allen Sorten waren nur noch die Hölzer Nr. 1 durch Reibung zu entzünden.

Derselbe Versuch wurde in etwas anderer und der Wirklichkeit mehr entsprechender Anordnung wiederholt. Die Versuchsanordnung war folgende: Die zu prüfenden Sorten Zündhölzer wurden in kleinen Bündeln verpackt in einen hohen Glascylinder gegeben. In dem Glascylinder befand sich ein Hygrometer, um die Feuchtigkeit zu messen. In dem Deckel des Cylinders war ein bis auf den Boden desselben reichendes Glasrohr angebracht, durch welches ein feuchter Luftstrom gesaugt werden konnte. Die Zündhölzer Nr. 1—9 wurden wiederum zur Prüfung herangezogen. Durch den Cylinder wurde so lange feuchte Luft gesaugt, bis der Hygrometer anzeigte, dass die Atmosphäre in demselben bei einer mittleren Temperatur von 23° mit Feuchtigkeit fast völlig gesättigt war. Alsdann wurde der Cylinder durch zwei Quetschhähne verschlossen. Bei der von Zeit zu Zeit vorgenommenen Prüfung konnte festgestellt werden, dass die so aufbewahrten Zündhölzer ganz verschieden lange die Fähigkeit, durch Reibung sich zu entzünden, bewahrten. Während schon nach 24stündigem Lagern in der feuchten Atmosphäre von zwei Sorten Zündhölzer Nr. 4 und Nr. 6 nur noch einige, nach 42 Stunden überhaupt keines mehr zu entzünden war, konnten andererseits manche Sorten erheblich länger, z. B. 72 und 138 Stunden, lagern, ohne ihre Entzündungsfähigkeit einzubüssen. Erst nach 8 Tagen war auch von der letzten Sorte Hölzer keines mehr entzündbar. Diese Hölzer (Nr. 1) sind demnach gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit ungefähr fünfmal widerstandsfähiger wie die Sorten

Nr. 4 und Nr. 6. Beim Lagern in feuchten Räumen oder beim überseeischen Export würden sich demnach Hölzer, welche bei obigem Versuch eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen feuchte Luft zeigen, besser bewähren, wie andere mit entgegengesetzten Eigenschaften.

Um ferner ein Urtheil darüber zu gewinnen, wie viel Feuchtigkeit die Zündhölzer aufnehmen können, ohne ihre Entzündungsfähigkeit einzubüssen, wurden Versuche in folgender Weise ausgeführt: Von sechs verschiedenen Sorten Zündhölzer wurden je zwei bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Diese Hölzer wurden mit anderen derselben Sorte in einem Exsikkator, wie derselbe zu dem ersten Versuch benutzt war, aufbewahrt. Durch den Exsikkator wurde feuchte Luft geleitet und von Zeit zu Zeit geprüft, ob die Hölzer sich beim Reiben noch entzündeten. Es wurde nun gefunden, dass sämtliche Zündhölzer nach Aufnahme von 20 % Feuchtigkeit durch Reibung nicht mehr entzündbar waren. Bei einer Aufnahme von 19 % Feuchtigkeit waren die Hölzer Nr. 1, im Gegensatz zu den anderen noch durch Reibung zu entzünden. Im Uebrigen wurden bei diesem Versuche, zu welchem sechs beliebige Zündholzsorten ausgewählt waren, folgende Zahlen gefunden:

	Noch entzündbar bei:	Nicht mehr entzündbar bei:
Nr. 1	19 % Feuchtigkeit	20 % Feuchtigkeit
„ 10	16 % „	17 % „
„ 5	14,2 % „	16 % „
„ 4	12,4 % „ jedoch nur noch theil- weise	—
„ 6	10,5 % Feuchtigkeit	12,4 % „
„ 7	10,5 % „	12,4 % „

Durch die vorstehenden vergleichenden Versuche konnte somit festgestellt werden, dass die Zündhölzer Nr. 1 am längsten an feuchter Luft lagern und dabei bis 19 % ihres Gewichtes an Feuchtigkeit aufnehmen konnten, ohne ihre Entzündungsfähigkeit einzubüssen. Beim Trocknen der feuchten und dadurch zunächst unbrauchbar gewordenen Zündhölzer stellte es dagegen sich heraus, dass alle anderen Sorten früher wieder gebrauchsfähig wurden, als die Hölzer Nr. 1, auch wenn dieselben verhältnissmässig viel länger getrocknet wurden. Die höhere oder geringere Widerstandsfähigkeit der Zündhölzer gegen Feuchtigkeit ist anscheinend sehr häufig nicht allein auf die Zusammensetzung der Zündmasse, sondern auch auf die Art und Ausführung des Lacküberzuges zurückzuführen, mit welchem die Fabrikanten die Hölzchen häufig versehen, nicht allein um ihnen ein schöneres Aussehen zu geben und um sie geruchlos zu machen, sondern auch um dieselben durch den Lacküberzug gegen die Einwirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit zu schützen. Gerade die Hölzer Nr. 1 zeichneten sich durch einen anscheinend sehr guten und gleichmässigen Lacküberzug aus.

Einen gewissen Schluss auf die mehr oder minder sorgfältige Ausführung des Lackirens der Zündholzköpfe kann man zuweilen aus dem Verhalten der Zündmasse beim Betupfen mit konzentrierter Schwefelsäure ziehen. Letztere zersetzt bekanntlich das chlorsaure Kalium, welches sich in den meisten Zündmassen befindet, unter Bildung von Sauerstoffverbindungen des Chlors, welche organische Substanzen heftig oxydiren und dadurch zur Entzündung zu bringen vermögen. Je besser nun die Zündholzköpfe mit einem schützenden Lack überzogen sind, desto schwerer kann die Schwefelsäure auf das chlorsaure Kalium der Zündmasse einwirken. Von den in der Tabelle I bezeichneten Zündhölzern wurden die ersten 14 Sorten (Nr. 1—14) auf ihr Verhalten gegen konzentrierte Schwefelsäure geprüft. Diese Hölzer enthielten alle mit Ausnahme von Nr. 4 chlorsaures Kalium. Auch bei diesem Versuche erwiesen sich die Hölzer Nr. 1, trotzdem sie 52,15 % chlorsaures Kalium enthielten, in derselben Weise wie gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit auch gegen konzentrierte Schwefelsäure am widerstandfähigsten. Auch bei verhältnissmässig langer Einwirkung entzündete sich keines dieser Hölzer, wohingegen die anderen Sorten, von welchen manche dem Augenschein nach gut lackirt waren, sich grösstentheils unter Aufschäumen der Masse entzündeten. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tabelle II zusammengestellt.

Im Anschluss hieran wurden auch vergleichende Versuche mit den Zündhölzern Nr. 1—28 angestellt, ob ein Nachglimmen nach dem Ausblasen der Flamme stattfand, und ob die Zündkuppen während des Brennens und Nachglimmens abfielen oder nicht. Hierbei konnte zunächst festgestellt werden, dass eine Sorte Hölzer, trotzdem sich auf der Schachtel die Inschrift „Imprägnirt“ befand, nach Ausblasen der Flamme noch mehrere Sekunden nachglühte.

Das Imprägniren der Hölzer verursacht nicht allein Kosten, sondern erfordert bei der Fabrikation auch einen Mehraufwand an Zeit, sodass infolgedessen bedauerlicher Weise gerade die billigen für den Massenverbrauch bestimmten Hölzer nicht imprägnirt sind und infolgedessen naturgemäss kürzere oder längere Zeit nachglühen.

Die bei diesem Versuche erhaltenen Resultate finden sich in Tabelle III zusammengestellt.

b. Entzündungstemperatur der Zündhölzer.

Die Feststellung der Entzündungstemperatur kann für die Beurtheilung von Zündhölzern oft eine grosse Rolle spielen. Verfahren und Apparate hierzu sind jedoch anscheinend bislang in der Fachliteratur nicht beschrieben worden. Nur wenige allgemeine Angaben finden sich in Bezug auf diesen Punkt vor, die sich zum Theil noch auf mit Hülfe von weissem Phosphor hergestellte Zündhölzer beziehen. Gleichwohl mögen dieselben hier mitgetheilt werden, um zu zeigen, welchen Schwierigkeiten derartige Bestimmungen begegnen, wenn sie brauchbare Ergebnisse liefern sollen.

In der bereits mehrfach erwähnten Arbeit von Wiederhold¹⁾ finden sich hierüber folgende Angaben:

¹⁾ Dinglers polytechnisches Journal 161 S. 230.

„Die Entzündungstemperatur wurde in einem Luftbade bestimmt. Zu diesem Zwecke wurde der Schwefel von den Hölzchen so gut wie möglich entfernt, weil derselbe beim Erwärmen sehr bald flüssig wird, an dem Hölzchen herabrinnt und dann im Contact mit dem Metall des Luftbades sich entzündet. Die Entzündung pflanzt sich bis zur eigentlichen Zündmasse fort und giebt dann leicht Anlass zu einer fehlerhaften Bestimmung. Es schien, als ob sich aus den beiden ersten Versuchsreihen als allgemeines Gesetz ableiten liesse, dass bei allmählicher Erwärmung der Masse eine höhere Temperatur erforderlich ist, um die Entzündung zu bewirken, als wenn man die Masse plötzlich in eine schon auf eine gewisse Temperatur erwärmte Luft bringt. Die Grösse der Masse schien wenig Einfluss auf die Leichtigkeit der Entzündung zu haben. Die Differenz in den Beobachtungen, es wurden durchschnittlich 3—4 Versuche angestellt, belief sich meist bis auf 20° C. Zum Vergleiche wurde die Entzündungstemperatur von Miram'schen Phosphorzündhölzern bestimmt. Dieselben entzündeten sich bei 100—105°. Im Allgemeinen liegt die Entzündungstemperatur der phosphorfreien Zündmassen circa 60° C höher.“

Diese Arbeit von Wiederhold liegt allerdings zeitlich schon ziemlich weit zurück. Manche der Beobachtungen aber wurden auch durch die nachstehenden Versuche bestätigt.

Ueber die Frage der Entzündungstemperatur wird weiter in der „Zeitschrift für Zündwaarenfabrikation¹⁾“ folgendes ausgeführt: „Die genaue Feststellung der Temperaturen, bei welcher zu untersuchende Zündhölzer sich entzünden, dürfte indess in der Praxis nicht ohne Schwierigkeiten sein, weil es nur bei Einhaltung gewisser Kautelen möglich ist, den Grad der Feuergefährlichkeit sicher zu bestimmen und übereinstimmende Resultate zu erhalten. Die Selbstentzündungstemperatur hängt einerseits ab von dem Gehalt an weissem Phosphor und liegt um so niedriger, je höher der Gehalt an Phosphor ist, andererseits aber von der Vertheilung des Phosphors in der Zündmasse. Je feiner und gleichmässiger der Phosphor in der Masse vertheilt ist, desto höher wird die Selbstentzündungstemperatur liegen, denn ein in der Masse eines Zündkopfes enthaltenes grösseres Phosphorkorn kann die Veranlassung sein, dass sich dieses Zündholz schon bei einer Temperatur, die wenig über der Entzündungstemperatur des Phosphors liegt, entzündet und dadurch die übrigen in Brand steckt. Andererseits ist bekannt, dass durch längeres vorsichtiges Erhitzen im Luftstrom bei etwa 70° — wie es behufs der Untersuchung der Entzündungstemperatur geschehen müsste — aus vielen Sorten Hölzer der Phosphor zum Theil zu entfernen ist, sodass die Hölzer bei unverändertem Aussehen und Beibehalten ihrer Form nahezu unentzündlich geworden sind, und würde demnach eine Untersuchung das Resultat ergeben, dass eine viel höhere Entzündungstemperatur gefunden würde, als die Hölzer tatsächlich besitzen. Dann verhält sich ein Holz verschieden gegen eine grössere Menge Hölzer; ein Holz allein entzündet sich z. B. dem Sonnenlicht ausgesetzt fast nie, ein Päckchen Hölzer dagegen mitunter recht leicht, besonders wenn die Waare phosphorreich und der Phosphor schlecht vertheilt ist. Es ist ferner zweifellos, dass die Entzündungs-

¹⁾ Zeitschrift für Zündwaarenfabrikation 1895 Nr. 280.

temperatur um so höher liegt, je besser, d. h. vollkommener die Phosphorhölzer lackirt sind. Wenn Hölzer durch mangelhaftes Eintauchen in den Lack etwa nur zur Hälfte lackirt sind — was übrigens bei exaktester Fabrikation vorkommen kann — so wird die Entzündungstemperatur an dem lackirten Theil ungefähr bei 150° an dem nicht lackirten Theil schon etwa bei der Phosphor-Entzündungstemperatur — um ca. 70° herum — liegen können. Es dürfte aus diesem Grunde anzunehmen sein, dass Untersuchungen über die Selbstentzündungstemperatur bei ein und derselben Waare je nach den begleitenden Umständen und der angewandten Untersuchungsmethode sehr oft ganz verschiedene Resultate ergeben und darum für die Handhabung einer gesetzlichen Verordnung werthlos sein würden.“

In der bereits erwähnten Arbeit von Dr. B. Schultze¹⁾ findet sich die folgende kurze Mittheilung: „Bei direkter Erhitzung entzünden sich die Hölzchen, nachdem die Temperatur auf 180 bis 200° C gestiegen ist. Genauer wurden die Entzündungstemperaturen nicht festgestellt, da hierzu besondere Apparate und unverhältnissmässiger Aufwand an Zeit erforderlich gewesen wären“.

Zur Bestimmung der Entzündungstemperatur wurden hier zwei verschiedene Apparate konstruirt. Der eine Apparat war ein mit Asbest bekleidetes kleines doppelwandiges Kästchen aus Aluminium, welches vorn mit einer doppelwandigen Thür verschlossen war. In diese waren, um eine Beobachtung des Innern zu gestatten, durchsichtige Scheiben von Glimmer eingesetzt. In der Decke des Kästchens waren drei Tuben angebracht, von welchen der eine mittlere für das Thermometer bestimmt war. In den beiden anderen Öffnungen konnten durch Stellschrauben die zu untersuchenden Zündhölzer in beliebiger Höhe befestigt werden. Der Innenraum des Kästchens war durch engmaschige Drahtnetze in drei Abtheilungen getheilt, von welchen die mittlere für das Thermometer, die beiden seitlichen für die zu untersuchenden Zündhölzer bestimmt waren. Durch diese Theilung wurde verhindert, dass etwa beim Entzünden der Zündhölzer abspringende Zündmassen entweder das Thermometer beschädigten oder das andere Hölzchen zur Entzündung brachten. Das Erwärmen des Kästchens geschah durch einen genau regulirbaren Brenner mit Kronenaufsatz. Um zu untersuchen, ob beim Erwärmen überall in dem Kästchen eine gleiche Temperatur herrschte, wurde zunächst durch jeden der drei Tuben ein Thermometer in genau gleicher Höhe eingeführt und bis auf 300° erwärmt. Durch entsprechende Einstellung des Brenners und Aenderung der Wandstärken des Kästchens konnte nach zahlreichen Versuchen eine überall gleichmässige und genau zu regelnde Temperatur im Innern des Kästchens erzielt werden.

Der andere für die Bestimmung der Entzündungstemperatur verwendete Apparat bestand aus einem gläsernen Gefäss mit kupfernem Deckel, in welchem sich federnde Vorrichtungen zum Einstecken von vier Reagensgläsern befanden. In der Mitte des Deckels war durch eine Oeffnung ein Thermometer angebracht. Das Glasgefäss war bis zu ungefähr $\frac{1}{3}$ mit reinem flüssigem Paraffin gefüllt. Um eine möglichst gleichmässige Erwärmung desselben zu erzielen, war gleichfalls in einer Oeffnung des

¹⁾ Dinglers polytechnisches Journal 283 S. 275.

Deckels ein unten sichelförmig gebogener starker Kupferdraht angebracht, mit welchem das Paraffin beim Erwärmen des Apparates durchrührt wurde. Die zu untersuchenden Zündhölzer wurden mit einem Kupferdraht so in den Reagenzgläsern befestigt, dass die Köpfe derselben, ohne die Wandung der Reagenzgläser zu berühren, sich in gleicher Höhe wie die Quecksilberkugel des Thermometers befanden. Um beim Erhitzen ein Platzen des Glasgefäßes zu verhüten, wurde ein starkes Asbestdrahtnetz untergelegt.

In jedem dieser beiden Apparate wurde die Entzündungstemperatur der in Tabelle I bezeichneten dreissig Sorten Zündhölzer bestimmt. Unter sich ganz genau übereinstimmende Resultate wurden zwar in den meisten Fällen nicht erzielt, jedoch dürfte dies weniger dem angewandten Verfahren wie dem Umstände zuzuschreiben sein, dass sowohl die Zündmasse wie auch der Lacküberzug bei den Zündhölzern oft ungleichmässig angebracht waren.

Der Unterschied in der Entzündungstemperatur schwankte nach dem gleichen Verfahren bestimmt bei derselben Sorte Hölzer mit einer Ausnahme in Grenzen bis zu 7°.

Bei der Bestimmung der Entzündungstemperatur wurden folgende Werthe gefunden:

	A. Entzündungstemperatur im Luftbade bestimmt			B. Entzündungstemperatur im Paraffinbade bestimmt		
			Mittelwerth			Mittelwerth
Nr. 1	303° 304°	309° 308°	306°	—	—	—
Nr. 2	307° 305°	304°	305,3°	—	—	—
Nr. 3		309° 308°	308,5°	—	—	—
Nr. 4	164° 171°	167° 165°	166,7°	169° 171,5°	173° 174°	171,9°
Nr. 5	194° 197°	199° 194°	196°	192° 194°	193°	193°
Nr. 6	194° 199°	196,5° 197,5°	196,7°	200° 201°		200,5°
Nr. 7		197° 198°	197,5°	188° 188°		188°
Nr. 8		202° 197°	199,5°	189° 191°		190°
Nr. 9		195° 200°	197,5°	194° 197°		195,5°
Nr. 10	212° 218°	215° 211°	214°	211° 218°		214,5°
Nr. 11	207° 207°	211°	208,3°	203° 209°		206°

	A. Entzündungstemperatur im Luftbade bestimmt		B. Entzündungstemperatur im Paraffinbade bestimmt	
		Mittelwerth		Mittelwerth
Nr. 12	192° 196°	194°	197° 198°	197,5°
Nr. 13	200° 205°	202,5°	206° 206,5	206,25°
Nr. 14	188° 195° 193°	192°	199° 200°	199,5°
Nr. 15	86° 87° 87°	86,7°	88° 88° 85° 90° 83° 88°	87°
Nr. 16	186° 181° 183°	183,3°	186° 184° 174°!	181,3°
Nr. 17	276° 276°	276°	283° 278°	180,5°
Nr. 18	298° 301°	299,5°	302° 304°	303°
Nr. 19	214° 212° 209° 211°	211,5°	211,5° 213°	212,25°
Nr. 20	194° 200°	197°	196° 196°	196°
Nr. 21	203° 210°	206,5°	200° 205° 203°	202,7°
Nr. 22	201° 204°	202,5°	192° 196° 194°	194°
Nr. 23	205° 200°	202,5°	195,5° 192°	193,75°
Nr. 24	217° 211°	214°	208° 207°	207,5°
Nr. 25	203° 208°	205,5°	204° 208° 210°	207,3°
Nr. 26	183° 190°	186,5°	182° 188°	185°
Nr. 27	196° 200°	198°	197° 199°	198°
Nr. 28	184,5° 188°	186,25	185° 189°	187°
Nr. 29	— — — —	—	73° 74°	73,5°
Nr. 30	— — — —	—	81° 82,5°	81,8°

Zu dieser Zusammenstellung ist zu bemerken, dass von den Zündhölzern Nr. 1, 2 und 3 die Entzündungstemperatur nur im Luftbade bestimmt wurde. Die Zündhölzer Nr. 16, welche weissen Phosphor enthielten, zeigten die grössten Schwankungen. Bei langsamem Erhitzen stieg die Entzündungstemperatur bis auf 208° , wurden die Hölzer dagegen plötzlich in einen Reagenscylinder gebracht, welcher sich in dem auf 110° erwärmten Paraffinbade befand, so entzündeten sich die Hölzer schon ausnahmslos bei dieser Temperatur. Hier scheint demnach bei langsamem Erwärmen sich der in den Zündhölzern enthaltene weisse Phosphor zu verflüchtigen, ohne die Zündmasse zur Entzündung zu bringen, und dürfte hierauf vielleicht die Verschiedenheit in der Entzündungstemperatur zurückzuführen sein. Bei nicht allzu langsamem Erhitzen zeigten die Hölzer die in der Liste angegebenen Entzündungstemperaturen.

Um die Entzündungstemperatur der Wachszündhölzer (Nr. 29 und 30) zu bestimmen, musste das Wachs vorher möglichst sorgfältig entfernt werden, weil dieses sonst beim Abtropfen die Köpfe einhüllte und so eine Entzündung derselben verhinderte. Von einer Bestimmung der Entzündungstemperatur im Luftbade wurde hier abgesehen.

Ueber die Endzündbarkeit der Zündhölzer an Reibflächen.

Die im Handel befindlichen Zündhölzer sind entweder an allen oder nur an ganz bestimmten Reibflächen entzündbar. Zu letzterer Sorte gehören hauptsächlich die sogenannten „schwedischen Hölzer“. Auf den Schachteln, in welchen diese verpackt sind, befindet sich häufig die Angabe, dass sie nur auf den Reibflächen der Schachteln oder auf besonders präparirten Reibflächen entzündbar seien. Schon B. Schulze weist in seiner bereits mehrfach angeführten Abhandlung darauf hin, dass diese Angaben häufig unrichtig sind, da er durch Versuche festgestellt hatte, dass fast sämmtliche von ihm untersuchten Sorten Zündhölzer sich beim Streichen auf feinkörnigen, ganz schwach rauhen Steinflächen von nicht zu geringer Härte, auf gerauhtem Fensterglas, auf glatt gehobeltem, hartem Holz und auf glattem, hartem Papier entzündeten. Bei den hier angestellten, in der Tabelle IV näher beschriebenen Versuchen, zu welchen die sogenannten schwedischen Zündhölzer Nr. 5 bis 14 der Tabelle I herangezogen waren, wurde im Allgemeinen dasselbe Resultat erhalten, trotzdem die Mehrzahl der Schachteln die Aufschrift zeigte: „Entzünden sich nur an den präparirten Reibflächen.“ Auch hier konnte festgestellt werden, dass trotz dieser Aufschrift die untersuchten Hölzer auf allen möglichen Unterlagen durch Reibung verhältnissmässig leicht zu entzünden waren.

Ueber das Verhalten der Zündhölzer gegen Schlag und Stoss.

Zum Schlusse wurden vergleichende Bestimmungen über das Verhalten der Zündhölzer gegen Schlag und Stoss angestellt. In der Litteratur sind über diesen Gegenstand weder Angaben vorhanden, noch sind Bestimmungsverfahren bekannt. Um die Empfindlichkeit der Zündhölzer gegen Schlag zu bestimmen, wurde ein Apparat konstruirt, bei welchem ein mit Blei theilweise ausgegossener Eichenklotz, dessen Unterseite durch eine Eisenplatte vor Abnutzung geschützt war, an zwei ganz glatten eisernen Gleitstangen aus wechselnder, durch Messung genau bestimmbarer Höhe auf das auf einer Eisenplatte liegende Zündholz herabfällt. Die Fallhöhe, multipliziert mit

dem Gewichte des Klotzes, giebt in kgm an, welche lebendige Kraft zur Entzündung des betreffenden Zündholzes erforderlich ist. Die Fallhöhe der Maschine betrug 1 m; das Gewicht des Klotzes konnte durch Beschweren mit Blei in beliebiger Weise geändert werden. Das Höchstgewicht des Klotzes betrug 1,5 kg, sodass die Maschine als Höchstarbeit 1,5 kgm leisten konnte. Die erhaltenen Werthe sind jedoch nicht genau, da verschiedene Umstände, wie z. B. die Reibung nicht berücksichtigt sind. Da diese Fehler aber bei jedem Versuche die gleichen sind, so können die erhaltenen Zahlen unter sich verglichen werden. Die Empfindlichkeit ein und derselben Zündhölzer gegen Schlag schwankt bisweilen in ziemlich weiten Grenzen. Zündhölzer derselben Sorte mit grösseren Mengen von Zündmasse an den Köpfen entzündeten sich gewöhnlich leichter, als solche mit wenig Zündmasse. Auch ist im Allgemeinen die abgeschabte Zündmasse leichter durch Schlag zu entzünden, als das betreffende Zündholz.

Zu den Bestimmungen wurden die in Tabelle I näher bezeichneten Zündhölzer benutzt und hierbei gefunden, dass einzelne Sorten sich schon bei einem verhältnissmässig schwachen Schlag entzündeten. Die Zündhölzer Nr. 15 z. B. entzündeten sich regelmässig bei einem Schlage von 0,06 kgm, meistens schon bei einem Schlage von 0,045 kgm. Die Entzündung erfolgte explosionsartig unter Abspritzen von Funken, welche längere Zeit nachglühten. Von allen untersuchten Zündwaaren war diese Sorte Hölzer die gefährlichste, und zwar nicht allein wegen ihrer im Vergleich zu den übrigen verhältnissmässig niedrigen Entzündungstemperatur — 87° — sondern besonders wegen der leichten explosionsartigen Entzündung. Wurde z. B. zufällig auf ein am Fussboden liegendes Hölzchen getreten, oder ein Päckchen derselben nur mit einiger Heftigkeit auf den Fussboden geworfen, so trat fast immer mit ziemlich lautem Knall und unter Abspritzen von Funken Entzündung ein.

Während die Zündhölzer Nr. 1 und 2, ferner die Hölzer, deren Zündmassen weissen Phosphor enthielten, und die Wachskerzen schon durch einen schwachen Schlag entzündet wurden, konnten die anderen Zündwaaren nur theilweise und nur durch einen weit stärkeren Schlag zur Entzündung gebracht werden. Die Ergebnisse der diesbezüglichen Versuche sind in der anliegenden Tabelle 5 zusammengestellt.

Da mit dem oben beschriebenen Apparate nur ein Schlag bis zu 1,5 kgm ausgeführt werden konnte, so blieb es unentschieden, ob in allen Fällen eine Entzündung der Hölzer durch einen noch stärkeren Schlag zu erzielen gewesen wäre.

Von einer weiteren Feststellung der physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung der Zündmassen wurde abgesehen, da die durch die vorstehend beschriebenen Untersuchungen erlangten Anhaltspunkte in der Regel zur Beurtheilung der Frage vollkommen genügen dürften, ob eine bestimmte Sorte Zündhölzer als hygienisch bedenklich anzusehen ist, und ob durch den ordnungsmässigen Gebrauch derselben besondere Gefahren entstehen können. Gerade diese beiden Fragen sind es aber, die den Chemiker und Hygieniker bei der Untersuchung von Zündwaaren in erster Linie interessiren dürften.

Anlage A.

In Deutschland auf Zündmassen und Massen für Reibflächen
ertheilte Patente.

D.R.P. 6051. Sudheim u. Koppen in Cassel bezw. Hofgeismar.

Verfahren zur Herstellung giftfreier, auf jeder Reibfläche entzündbarer und gefahrloser Zündhölzer vom 22. September 1878.

Patent-Anspruch: Herstellung der Zündmasse, besonders die Deckung und gefahrlose Verarbeitung des chlorsauren Kaliums mittelst Thons. Herstellung der Uebertragungsmassen unter Verwendung von Harzen in Verbindung mit Naphtalin, sowie Nitro- und anderen Derivaten des Naphtalins.

D.R.P. 7784. Sudheim u. Koppen in Cassel bezw. Hofgeismar.

Verfahren zur Herstellung von Zündhölzern unter Anwendung von Nitrocellulose oder von Schwefel in Verbindung mit Naphtalin, Kolophonium etc. als Deckmantel (Zusatz z. D.R.P. 6051.)

Patentanspruch: 1. Anwendung von Schwefel, Colophonium und Schwefel in Verbindung mit Naphtalin, Phenanthren als Uebertragungs- und zugleich auch als Ueberzugsmasse (Deckungsmasse) bei giftfreien Zündhölzern. 2. Anwendung von Nitrocellulose, Firnissen und Lacken als Ueberzugsmasse.

D.R.P. 11474. L. Wagner, Mühlheim a. Rh. v. 4. IX. 79.

Neuerungen an dem Verfahren zur Darstellung vollständig phosphorfreier unschädlicher billiger Zündhölzer, welche sich auf jeder Reibfläche entzünden lassen.

Patentanspruch: Verfahren zur Herstellung einer auf jeder Reibfläche entzündbaren phosphorfreien Zündmasse, die gebildet wird aus sehr geringen Mengen Kaliumchlorat (nicht mehr als 14 % der Gesamtmischung) mit frisch gefälltem noch feuchtem unterschwefligsaurem Blei, Schwefelantimon, Bleisuperoxyd, Holzkohlenstaub, Glaspulver, Salpeter, Schwefel, Wasser, Kölner Leim, Gelatine und Leigame.

D.R.P. 33234. B. v. Schenk in Heidelberg. Verfahren zur Herstellung einer Reibmasse für sogenannte schwedische Zündhölzer.

Patentanspruch: Herstellung einer plastischen Mineralmasse, an welcher sich schwedische Zündhölzer entzünden, bestehend aus Aluminiumoxyd, Silicatschlacke und Kobaltoxyd, welche mit oder ohne Zusatz von gemahlener Steinkohle zusammengebrannt werden.

D.R.P. 77451. Simonet, Wien.

Giftfreie Zündmasse für Streichhölzer.

Patentanspruch: Giftfreie Zündmasse für schwedische sowie an beliebigen rauen Flächen anzureibende Streichhölzer, welcher behufs grösserer Entzündbarkeit mit etwas rothem Phosphor zusammengeriebener Zinkstaub beigemischt ist.

D.R.P. 86203. Firma M. M. Rotten in Berlin.

Verfahren zur Herstellung einer an Reibflächen aus beliebigem Material sich entzündenden Zündmasse für Streichhölzer, darin bestehend, dass man in den bekannten, Kaliumchlorat und rothen Phosphor enthaltenden Mischungen entsprechend den Anforderungen an die Entzündlichkeit einen wechselnden Theil des Kaliumchlorats durch Calciumplumbat bis zu 30 % ersetzt.

D.R.P. 89700. Bals, M. Wien.

Verfahren amorphen Phosphor als Ersatz für gelben Phosphor zur Herstellung von Zündmassen geeignet zu machen, darin bestehend, dass amorpher Phosphor in geschmolzenen Schwefel eingeührt oder mit pulverisirtem Schwefel bezw. Schwefelblüthe bis zum Schmelzen des Schwefels oder etwas über den Schmelzpunkt desselben, jedoch nicht bis zum Eintritt einer chemischen Verbindung mit dem Schwefel erhitzt wird.

D.R.P. 90930. Priester H., Lauenburg a. S.

Schwefelfreie Zündmasse für Sicherheitszündhölzer, in welcher der sonst neben Kaliumchlorat, Füll- und Reibstoffen zur Herstellung solcher Zündmassen verwendete Schwefel bezw. die Schwefelverbindung durch Acaroidharz ersetzt wird.

D.R.P. 93350. Schlesinger M. Budapest.

Herstellung cementhaltiger Reibmasse für phosphorfreie (Sicherheits-)Zündhölzer.

Patentanspruch: Herstellung einer dauerhaften und gegen Nässe widerstandsfähigen Reibmasse für phosphorfreie (Sicherheits-)Zündhölzer durch Beigabe von Cement zu der gebräuchlichen aus rothem Phosphor, Sauerstoffträgern, Bindemitteln und Wasser bestehenden Reibflächenmischung.

D.R.P. 95943. H. Priester, Lauenburg.

Schwefelfreie Zündmasse für Sicherheitszündhölzer bekannter Art, gekennzeichnet durch den Ersatz der sonst üblichen Schwefelverbindungen durch Harz- oder fettsaure Metallverbindungen.

D.R.P. 99151. Dr. Juan Craveri in Buenos Aires.

Verfahren zur Herstellung von Zündmasse von Zündhölzern und Wachskerzen, gekennzeichnet durch den Ersatz von Phosphor durch die Verbindungen des Pseudoschwefelcyans und seiner Isomeren und Polymeren unter Ausschluss der Rhodanverbindungen der Schwermetalle allein oder bei Gegenwart aromatischer Nitroderivate und Xanthogensäureverbindungen.

D.R.P. 101736. Henri Sévène und Emile David Cahen in Paris.

Schwefelphosphor-haltige Zündmasse für Zündhölzer.

Patentanspruch: Zündmasse für Zündhölzer gekennzeichnet durch einen Gehalt an Schwefelphosphor (P_4S_3).

D.R.P. 105061. Dr. R. Gans in Pankow b. Berlin.

Verfahren zur Herstellung einer Zündmasse für Zündhölzer dadurch gekennzeichnet, dass einem Sauerstoff leicht abgebenden Salz ein Salz oder mehrere Salze der Polythionsäuren (Di-Tri-Tetra-Pentathionsäure) oder von Salzen der Säuren, welche durch Oxydation aus den genannten Säuren oder der Thioschwefelsäure oder aus deren Salzen entstehen, zugemischt werden.

D.R.P. 105672. Dr. Carl Kastner, Wien.

Auf jeder Reibfläche entzündliche, im Wesentlichen aus chlorsaurem Kalium und amorphem Phosphor bestehende Zündmasse für Streichhölzer, in welcher das chlorsaure Kalium zum Teil durch Kupferoxyd ersetzt ist.

D.R.P. 106734. Bohy, Gallay & Cie. in Nion.

An jeder Reibfläche entzündliche Zündmasse für Streichhölzer, in welcher der freie Phosphor durch ein unterphosphorigsaures Salz, besonders durch unterphosphorigsauren Kalk ersetzt ist.

D.R.P. 116955. Hermann Priester in Lauenburg.

Zündmasse für Sicherheitszündhölzer, welche als wesentlichen Bestandtheil Zinksulfid enthält, das auf bekannte Weise durch Glühen von Zinkoxyd mit Schwefel hergestellt ist.

D.R.P. 119010. Franz Deissler in Berlin.

Verfahren zur Herstellung einer Zündmasse für Streichhölzer, dadurch gekennzeichnet, dass in den Schwermetall Rhodanide enthaltenden Zündmassen die neben den Rhodaniden benutzten Sulfide ganz oder zum Theil durch die Thiosulfate des Kupfers oder Bleies, vorzugsweise der ersteren, ersetzt werden, zum Zweck, die Reaktionszeit zwischen oxydirbaren und oxydierenden Substanzen im Zündholzkopfe zu verlängern.

D.R.P. 119803. Attilio Purgotti und Dr. Luigi Purgotti in Perugia (Italien)

Verfahren zur Herstellung einer phosphorfreien, an jeder beliebigen Oberfläche entzündbaren Zündmasse für Streichhölzer, gekennzeichnet durch die Anwendung der chromammoniumsulfocyan-sauren Salze $(CNS)_4N_2CrH_6Me$ insbesondere des Ammoniak und des Kupfersalzes in Verbindung mit oxydierenden und solchen Stoffen, die die Zündfähigkeit der Masse erhöhen.

D.R.P. 120085. John Landin und August Jernander in Stockholm.

Verfahren zur Herstellung einer Zündmasse für Zündhölzer, welche amorphen Phosphor zusammen mit Sauerstoffträgern enthält, gekennzeichnet durch die Beimengung von Metallcyan-doppelverbindungen, wie Pariserblau oder Turnbullsblau, um bei verlangsamter Verbrennung auch eine sichere Zündung zu erhalten.

D.R.P. 122804. Sören Lemvig Fog u. Aage Georg Kirschner, Kopenhagen.

Verfahren zur Herstellung von an allen Reibflächen sich entzündenden phosphorfreien Zündhölzern, gekennzeichnet durch die gemeinsame Anwendung eines oder mehrerer doppelt-chromsaurer Salze eines einwerthigen Metalles mit einem oder mehreren chlorsauren Salzen eines zwei- oder mehrwerthigen Metalles als Zündmassenbestandtheile.

Tabelle Nr. 1.

Nr.	Bezeichnung der einzelnen Sorten Zündhölzer	Allgemeine Bemerkungen
1	An allen Reibflächen entzündbare Hölzer	Sind frei von weissem Phosphor
2		" " " " "
3		Die Hölzer sind selbst hergestellt mit einer Zünd- masse, wie sie bei Nr. 1 durch die Analyse ermittelt wurde.
4		Enthalten weissen Phosphor
5		Entzünden sich nur an präparirten Reibflächen
6		" " " " "
7		" " " " "
8		Zünden nur an der braunen Reibfläche
9	Sogenannte schwedische Zünd- hölzer	— —
10		— —
11		Zünden nur an der präparirten Reibfläche
12		" " " " braunen "
13	An allen Reibflächen entzündbare Hölzer	— —
14		— —
15		Enthalten weissen Phosphor
16		" " "
17		— —
18		— —
19		Tanda endast mot lādans plān
20		— —
21	Sogenannte schwedische Zünd- hölzer	— —
22		Entzünden sich nur an der präparirten Reibfläche
23		— —
24		Zünden nur der präparirten Reibfläche
25	Wachsstreichhölzer	Sind dānischen Ursprunges
26		" " "
27		" " "
28		" " "
29		
30		

Tabelle Nr. 2.

Ueber das Verhalten der Zündhölzer beim Befeuchten mit
konzentrirter Schwefelsäure.

Nr.	
1	Brennen nicht an.
2	Wie 1.
3	Da der Lacküberzug an der Kuppe fehlt, so brennen sie grösstentheils an.
4	Brennen nicht an.
5	Brennen unter Aufschäumen an.
6	" " " "
7	Brennen theilweise unter starkem Aufschäumen an. Von 10 Hölzern entzündeten sich 4 Hölzer.
8	Brennen unter Aufschäumen an.
9	" " " "
10	" " " "
11	" " " und Spritzen an.
12	" " " an.
13	" " " "
14	" nur ganz ausnahmsweise an. Von 10 Zündhölzern entzündete sich nur eines.

Tabelle Nr. 3.

Ueber die Art des Verbrennens und das Nachglimmen verschiedener Zündhölzer.

Nr.		
1	Glühen nicht nach.	Kuppe fällt nicht ab
2	" " "	" " " "
3	— — —	— — — —
4	" 10 Sekunden nach.	" " ab
5	" nicht nach.	" " nicht ab
6	" 10 Sekunden nach.	" " ab
7	" 15 " "	" " "
8	" 10 " "	" " "
9	" 15 " "	" " "
10	" 15 " "	" " "
11	" 20 " "	" " "
12	" 20 " "	" " "
13	" 15 " "	" " "
14	" 15 " "	" " "
15	" 10 " "	" " "
16	" 10 " "	" " "
17	" nicht nach.	" " nicht ab
18	Nur der Kopf glüht nach.	" " " "
19	Glühen nicht nach.	" " " "
20	" 20 Sekunden nach.	" " ab
21	" 15 " "	" " "
22	" 20 " "	" " "
23	" 10 " "	" " "
24	" 25 " "	" " "
25	Nur der Kopf glüht nach.	" " nicht ab
26	" " " " "	" " " "
27	Glühen 20 Sekunden nach.	" " ab
28	" 25 " "	" " "

Tabelle Nr. 4. Ueber die Entzündbarkeit

	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8
Auf einer geglätteten Buchenholzfläche von 40 cm Länge	nicht entzündbar	zuweilen entzündbar; von 10 Hölzern 6	einzelne bei starkem Druck entzündbar	einzelne bei starkem Druck entzündbar
Auf einer Glasscheibe von 40 cm Länge	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
Auf festem, harten Papier von 20 cm Länge	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
Auf festem, harten Papier von 10 cm Länge	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
Auf festem, harten Papier von der Grösse einer Reibfläche an Zündholzschachteln	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar	zuweilen entzündbar
Auf einer feinkörnigen Marmorplatte von 15 cm Länge	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
Auf einer ganz schwach rauhen Eisenplatte von 15 cm Länge	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
Auf rauhem Glaspapier von 5 cm Länge	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar
Auf feinkörnigem Glaspapier von 10 cm Länge	nicht entzündbar	nicht entzündbar	Zündmasse spritzt unter Entzündung ab	nicht entzündbar

Tabelle Nr. 5. Verhalten der

Nr.	A. Zündholzköpfe entzündeten sich bei	B. Abgeschabte Zündmasse entzündete sich bei
1	0,156 kgm in der Regel, 0,130 kgm zum Theil.	0,146 kgm immer
2	wie 1	wie 1
3	— — —	— — —
4	0,139 kgm in der Regel, 0,121 kgm häufig	0,121 kgm in der Regel
5	1,5 „ nicht	1,5 „ nicht
6	1,5 „ „	1,5 „ „
7	1,431 „ zum Theil	1,431 „ häufig
8	1,5 „ nicht	1,5 „ nicht
9	1,5 „ zum Theil	1,5 „ häufig
10	1,5 „ „	1,5 „ „
11	1,5 „ nicht	1,5 „ nicht
12	1,5 „ „	1,5 „ „
13	1,5 „ „	1,5 „ „
14	1,5 „ zum Theil	1,431 „ häufig
15	0,06 „ immer, 0,045 kgm häufig	Konnte nicht abgeschabt werden
16	0,225 „ in der Regel, 0,21 kgm häufig	0,21 kgm in der Regel

verschiedener Zündhölzer an Reibflächen.

Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13	Nr. 14
entzündbar	nicht entzündbar	einzelne entzündbar	grösstentheils entzündbar	nicht entzündbar	einzelne entzündbar
entzündbar	nur ganz ausnahmsweise entzündbar; von 15 Hölzern 1	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar
entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar, Zündmasse bröckelt ab	entzündbar	entzündbar	entzündbar
entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar	entzündbar
nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar
nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar	nicht entzündbar

Zündhölzer gegen Schlag.

Nr.	A. Zündholzköpfe entzündeten sich bei	B. Abgeschabte Zündmasse entzündete sich bei
17	1,5 kgm nicht	1,5 kgm nicht
18	1,5 " "	1,5 " "
19	1,5 " "	1,5 " "
20	1,5 " in der Regel, 1,2 kgm einige	1,2 " häufig
21	1,5 " nicht	1,5 " nur vereinzelt. Von 6 Versuchen einmal
22	1,5 " "	1,5 " nicht
23	1,5 " "	1,5 " "
24	1,5 " "	1,5 " "
25	1,5 " "	1,5 " "
26	1,5 " "	1,5 " "
27	1,5 " "	1,5 " "
28	1,5 " entzündeten sich von 10 Köpfen 2	1,5 " häufig
29	Könte von den Köpfen nicht bestimmt werden, weil die Zündmasse beim Schlag in das Wachs eingedrückt wurde	0,75 " immer
30		0,45 " "

Beiträge zur Kenntniss der Dammarharze.

Unter Zugrundelegung einer von **Dr. J. Fränkel** ausgeführten
Experimental-Untersuchung

bearbeitet von

Dr. Walter Busse.

Ueber die botanische Abstammung der im europäischen Handel vertriebenen Dammarharze herrschten bis in die jüngste Zeit völlige unklare und sich widersprechende Anschauungen. Während einige Forscher¹⁾ annahmen, dass das Dammar ausschliesslich von der Dammarfichte, *Agathis Dammara* Rich. (= *Dammara alba* Rumph = *D. orientalis* Lamb. = *Agathis loranthifolia* Salisb.) abstamme, wurden von anderen Seiten auch Dipterocarpaceen, nämlich *Hopea*- und *Shorea*-Arten als Stammpflanzen genannt. In letzterem Sinne sprach sich u. A. auch das Deutsche Arzneibuch III. Ausg. unter „Resina Dammar“ aus.

Das Verdienst Carl Müller's²⁾ war es, vor ungefähr zehn Jahren in einer geschichtlich-botanischen, kritischen Studie die Ursachen der in der Dammar-Frage herrschenden Verwirrung klarzulegen und zwischen dem Gesamtbegriff „Dammar“ und der officinellen Droge eine gewisse Grenze zu ziehen. Allerdings gelangte C. Müller hinsichtlich der Abstammung des officinellen Dammars wiederum zu falschen Schlüssen, indem er nur die Dammarfichte, *Agathis Dammara* Rich., mit Sicherheit als Stammpflanze ansprechen zu können glaubte.

Die naheliegende Frage, ob die Harze von Bäumen aus botanisch so entfernt stehenden Familien, wie Coniferen und Dipterocarpaceen, ohne Weiteres wissenschaftlich mit einander vereinigt werden könnten, ob nicht vielmehr zwischen den Produkten beider Pflanzengruppen wesentliche chemische Verschiedenheiten beständen, wurde zwar von A. Vogl³⁾ bei Erwähnung der Vorschriften des D. A. B. kurz gestreift, ist von ihm jedoch nicht verfolgt worden.

Einen bedeutenden Schritt weiter gelangte J. Wiesner⁴⁾, dem sich in Java und Sumatra Gelegenheit bot, die Dammarfrage eingehender zu prüfen. Wiesner unter-

¹⁾ Z. B. Eichler in Engler-Prantl's Natürl. Pflanzenfam. III, 1 (1889) S. 67 und A. Vogl, Commentar zur VII. Ausg. d. Oesterr. Pharmacopöe. Wien 1892. S. 449.

²⁾ Ueber Dammar und Dammar liefernde Pflanzen (Ber. d. Deutsch. Pharm. Gesellsch. 1891. S. 363 ff.

³⁾ A. a. O.

⁴⁾ Ueber die Abstammung des Dammars. Ztschrft d. Allg. Oesterr. Apoth. Ver. L. (1896). S. 14 ff.

scheidet scharf zwischen Dammar im weiteren Sinne, als einem Sammelbegriff für zahlreiche indische Harze verschiedenster Abstammung, und der „Resina Dammar“, einem „ganz bestimmten, sowohl durch seine physikalischen Eigenschaften, als auch durch seine chemische Beschaffenheit ausgezeichneten Harze“. Wie Wiesner zeigte, ist das officinelle Dammar ausschliesslich ein Produkt von Dipterocarpaceen-Bäumen, ein Körper, der von dem Harze der Dammartanne in allen wesentlichen Eigenschaften verschieden ist. Letzteres stimmt dagegen im Wesentlichen mit dem Kauriekopal, dem Harze der Kauriefichte (*Agathis australis* Salisb. = *Dammara australis* Lamb.) überein. Die Harze der Dammartanne unterscheiden sich nach Wiesner schon dadurch auffällig von Resina Dammar, dass sie selbst nach jahrelanger Aufbewahrung einen starken balsamischen Geruch besitzen, welcher besonders durch Reiben auf der flachen Hand zum Vorschein kommt, während ältere Resina Dammar selbst beim Reiben fast geruchlos bleibt.

Auf Grund der Untersuchungen Wiesner's und Schiffners¹⁾ muss jetzt als Stammpflanze des officinellen Dammarharzes eine neue *Shorea*-Art: *S. Wiesneri* Schiffn. angesehen werden, womit jedoch nicht ausgeschlossen wird, dass auch andere Dipterocarpaceen an der Lieferung des Produktes theilhaftig sind. Mit Recht hat die IV. Ausgabe des D. A. B. einer derartigen breiteren Auffassung Raum gegeben.

Wenn nun auch heute über den botanischen Ursprung der Resina Dammar wenigstens insofern ein Zweifel nicht mehr obwalten kann, als man sicher weiss, dass es sich nur um ein Dipterocarpaceenharz handelt, so blieb doch die Frage der chemischen Unterscheidung der verschiedenen Gruppen von Dammarharzen noch zu erledigen. Zwar hat Wiesner gewisse physikalische und rein äusserliche chemische Unterscheidungsmerkmale (z. B. die Geruchsentwicklung bei älterem Coniferen-Dammar) angeführt, doch setzt deren praktische Verwerthung eine grosse, spezielle Erfahrung voraus und bei Gemischen verschiedener Dammarsorten würde voraussichtlich auch diese versagen. R. Mauch²⁾ erkannte die Thatsache, dass die Coniferenharze sich in 80-prozentiger Chloralhydratlösung klar lösen, während das Dipterocarpaceendammar in dem gleichen Reagens unter erheblicher Trübung stark aufquillt und nur ein beschränkter Theil des Harzes in Lösung geht. Diese Reaktion wird bei Gemischen verschiedener Dammarsorten nur dann verwerthet werden können, wenn es sich darum handeln sollte, in einer Mischung von Coniferen- und Dipterocarpaceendammar das letztgenannte Harz nachzuweisen.

In der Praxis wird jedoch viel eher der entgegengesetzte Fall eintreten, nämlich die Aufgabe vorliegen, in dem officinellen Dammar eine etwaige Beimischung von Coniferendammar nachzuweisen. Von diesem Gesichtspunkte aus erschien es wünschenswerth, zu untersuchen, wie weit die Harze der Dammarfichten in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten den an das officinelle Produkt gestellten Anforderungen des D. A. B. entsprechen und auf welchem Wege eventuell ein Zusatz von Coniferendammar nachzuweisen sei.

¹⁾ In: Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreichs. II. Aufl. Bd. II (Leipzig 1900) S. 258 ff.

²⁾ Ueber physikalisch-chemische Eigenschaften des Chloralhydrats. Inaug.-Diss. Strassburg 1898. S. 58.

Eine einwandfreie Prüfung dieser Fragen konnte natürlich nur an durchweg authentischem Material ausgeführt werden, wie solches dem Kaiserlichen Gesundheitsamte von Herrn Prof. Dr. Treub, dem Direktor des Botanischen Gartens in Buitenzorg auf Java freundlichst zur Verfügung gestellt war. Herrn Prof. Treub möge auch an dieser Stelle gebührender Dank dafür ausgesprochen werden.

Die untersuchten Harzproben trugen folgende Bezeichnung:

1. *Hopea* spec. „Damar tjengal“ aus Billiton.
2. *Hopea* spec. „Damar tjengal“ aus Singkang (West-Borneo).
3. *Hopea* spec. „Damar mata koetjing“ aus Billiton.
4. „Damar mata koetjing“ Nr. 1 aus Benkoelen.
5. *Hopea* spec. „Damar Nr. 1“ aus Koetei, Borneo.
6. *Shorea maranti* Brk. (*Hopea? Maranti* Miq.) aus Billiton (Verstege).
7. *Shorea maranti* Brk. „Damar bātōe“ aus Sumatra (Teysmann).
8. *Shorea sublacunosa* Miq. „Damar sarang“ aus Banka (Teysmann).
9. Harz von *Dammara alba* Rumph.¹⁾ aus Buitenzorg.
10. Harz von *Agathis celebica* Koord. (n. sp.) (Herb. Hort. Bog. Hds. 15848 β).

Eine weitere, von *Shorea javanica* Koord. et Val. stammende Probe konnte aus Mangel an Material leider nicht bei der Untersuchung berücksichtigt werden.

Die acht ersten Proben stammten aus den Sammlungen des botanischen Museums in Buitenzorg, Probe 10 war von Herrn Dr. S. H. Koorders in der Minahassa auf Celebes gesammelt worden, ist also keine Handelswaare. — Zum Vergleich wurde ein von Schering in Berlin geliefertes Dammarharz des Handels herangezogen.

Die *Hopea*-Harze (1 bis 5) bestanden aus derben, durchsichtigen Stücken von hellgelber Farbe, die *Shorea*-Harze (6 bis 8) waren undurchsichtig und dunkler gefärbt. Das Harz Nr. 4 „Damar mata koetjing“, dessen Abstammung nach Mittheilung des Herrn Prof. Treub zweifelhaft war, schliesst sich nach den ausgeführten Untersuchungen in seinem Verhalten völlig an die *Hopea*-Harze an, so dass es als das Produkt einer *Hopea*-Art angesehen werden darf.

Das Harz von *Agathis Dammara* (Nr. 9) lag in zwei verschiedenen Proben, dasjenige von *Agathis celebica* (Nr. 10) in fünf verschiedenen Proben vor. Diese Harze bestanden aus hellgelben, theilweise durchsichtigen Stücken, zum Theil waren sie mit Erde und Sand vermischt.

Die chemische Untersuchung der vorliegenden Harzsorten erstreckte sich zunächst auf die Bestimmung des Trockenverlustes, der Asche, der Säurezahl („direkt“ und „indirekt“) und der Verseifungszahl. Ferner wurde das Verhalten gegen verschiedene Lösungsmittel (Alkohol, Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff), gegen Ammoniak (Probe des deutschen Arzneibuches IV. Ausgabe) und gegen 1-prozentige wässrige Kalilauge geprüft. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den nachfolgenden Tabellen (s. S. 332 u. 333) zusammengestellt.

Was die Ausführung der einzelnen Bestimmungen anbetrifft, so wurde in folgender Weise verfahren:

¹⁾ Für dieses jetzt nicht mehr gebräuchliche Synonym ist im Folgenden stets *Agathis Dammara* Rich. gebraucht worden.

Zur Bestimmung der Feuchtigkeit und des Trockenverlustes wurden je 2 g zuerst im Wassertrockenschrank und dann bei 110 ° bis zum konstanten Gewicht getrocknet.

Die Säurezahl wurde „direkt“ bei den Proben 1—8 bestimmt, indem je 1 g Substanz in 25 ccm Chloroform gelöst und mit $\frac{1}{10}$ n-alkoholischer Kalilauge bis zur bleibenden Röthung durch Phenolphthalein titirt wurde. Die Anzahl der verbrauchten Kubikcentimeter Kalilauge geben, mit 5,6 multipliziert, die Säurezahl. Bei Benutzung von Chloroform als Lösungsmittel ist der Farbumschlag recht scharf, nur bei denjenigen Harzen, welche eine rothgelbe Lösung geben, wie j. B. manche *Shorea*-Harze, lässt sich der Endpunkt der Titration nicht so genau feststellen.

Die Säurezahl wurde „indirekt“ bei diesen Proben bestimmt, indem je 1 g Substanz mit 50 ccm Petroläther und 25 ccm $\frac{1}{10}$ n-alkoholischer Kalilauge übergossen und der Alkali-Ueberschuss nach 24-stündigem Stehen mit $\frac{1}{10}$ n-Salzsäure zurücktitirt wurde.

Bei den Proben 9 und 10 musste wegen der Unlöslichkeit der Harze in Chloroform ein anderes Verfahren eingeschlagen werden. Je 1 g wurde in 50 ccm absolutem Alkohol gelöst, der Lösung wurden ohne Rücksicht auf die dabei entstehende Trübung 25 ccm Wasser zugegeben und dann wurde mit $\frac{1}{10}$ n-alkoholischer Kalilauge titirt. Unterlässt man den Wasserzusatz, so scheiden sich während des Titirens Kalisalze ab, welche es verhindern, den Endpunkt der Titration zu erkennen, wogegen die durch den Wasserzusatz entstehende Trübung beim Zusatz der Kalilauge wieder verschwindet. In derselben Portion wird dann sogleich die Verseifungszahl bestimmt, indem nach nochmaligem Zusatz von 20 ccm Kalilauge und 25 ccm Wasser $\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Wasserbade am Rückflusskühler gekocht wird. Nach dem Erkalten wird der Ueberschuss der zugesetzten Kalilauge mit $\frac{1}{10}$ n-Salzsäure zurücktitirt.

Die Ergebnisse der in den nachstehenden Tabellen niedergelegten Untersuchungen lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Sämmtliche untersuchten Harze lassen sich ihren Eigenschaften nach in zwei Gruppen sondern, deren eine die *Hopea*- und *Shorea*-Harze, also Harze aus der Familie der Dipterocarpaceen umfasst, während zu der anderen die Harze der Dammartannen (*Agathis Dammara* und *Agathis celebica*) also Coniferenharze, zu rechnen sind.

Die Gruppe der *Hopea*- und *Shorea*-Harze (Proben 1 bis 8) besitzt folgende gemeinsamen charakteristischen Eigenschaften: In Alkohol lösen sie sich nur theilweise unter Abscheidung eines weissen, voluminösen Niederschlages, in Aether sind sie nicht vollständig löslich, mehr dagegen in Schwefelkohlenstoff; sehr leicht in Chloroform. Die „direkt“ bestimmte Säurezahl liegt zwischen 32,9 und 53,3, die „indirekt“ bestimmte Säurezahl zwischen 40,3 und 95,1.

Lässt man nach der Vorschrift des Arzneibuches für das deutsche Reich, IV. Ausgabe, das gepulverte Harz unter Umschütteln eine halbe Stunde lang mit Ammoniakflüssigkeit stehen, und übersättigt das Filtrat mit Essigsäure, so tritt eine Trübung nicht ein. Beim Erwärmen mit 1-prozentiger wässriger Kalilauge bleibt der grösste Theil ungelöst; ein geringer Theil geht in Lösung und lässt sich aus dem Filtrat mit Säuren ausfällen.

Bezeichnung	Löslichkeit in			
	Alkohol	Aether	Chloroform	Schwefelkohlenstoff
1. „Damar tjengal“ von <i>Hopea spec.</i> Billiton	theilweise ; voluminöser weisser Niederschlag	nicht vollständig löslich	leicht löslich	grössten- theils löslich ; etwas Rückstand
2. „Damar tjengal“ von <i>Hopea spec.</i> Singkang, West-Borneo	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
3. „Damar mata koetjing“ von <i>Hopea spec.</i> Billiton	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
4. „Damar mata koetjing“ No. 1 Benkoelen	desgl.	desgl.	desgl.	löslich
5. „Damar Nr. 1“ von <i>Hopea spec.</i> Koetei Borneo	desgl.	desgl.	desgl.	grössten- theils löslich ; etwas Rückstand
6. Damar von <i>Shorea Maranti</i> Brk. Billiton	desgl. Lösung gelblich	desgl.	desgl.	desgl.
7. „Damar batoë“ von <i>Shorea Maranti</i> Brk. Sumatra	desgl. Lösung gelblich	desgl.	desgl.	desgl.
8. „Damar sarang“ von <i>Shorea sublacunosa</i> Scheff. Banka.	desgl. Lösung gelbroth	desgl.	desgl.	desgl.
9. Dammar von <i>Agathis Dammara</i> Rich. Buitenzorg.	a) zum grössten Theil gelöst	desgl.	nur theilweise löslich	theilweise löslich ; das ungelöste quillt auf
	b) desgl.	desgl.	desgl.	desgl.

Ammoniak- probe des D. A. B. IV	Löslichkeit in 1-prozen- tiger Kali- lauge	Feuchtigkeit und Trocken- verlust	Asche	Säurezahl		Verseifungs- zahl
				direkt	indirekt	
kein Niederschlag	Es geht nur wenig in Lösung, der grösste Theil bleibt ungelöst	0,9 %; bei 100° schwach ge- sintert	0,73 %; enthält etwas Sand	32,9	46,5	—
desgl.	desgl.	1,23 %; bei 100° schwach ge- sintert	0,04 %	35,6	56,7	—
desgl.	desgl.	0,35 %; bei 100° schwach ge- sintert	0,15 %	39	57,5	—
desgl.	desgl.	0,77 %; bei 100° geschmolzen	0,07 %	33	40,3	—
desgl.	desgl.	1,26 %; bei 100° schwach ge- sintert	0,06 %	35,7	42,1	—
desgl.	desgl.	1,89 %; bei 100° schwach ge- sintert	0,05 %	39,1	66,3	—
desgl.	desgl.	1,88 %; bei 100° schwach ge- sintert	0,15 %	43,1 44	63,1	—
desgl.	desgl.	2,95 %; bei 100° schwach ge- sintert	0,02 %	53,3 53,3	95,1	—
starker Niederschlag	löslich bis auf ge- ringen Rückstand	2,04 %; bei 100° theilweise geschmolzen	0,91 %; enthält Eisen und Sand	137	—	162,1
desgl.	desgl.	1,50 %; bei 100° theilweise geschmolzen	3,39 %; enthält Eisen und Sand	133	—	154,6

Bezeichnung	Löslichkeit in			
	Alkohol	Aether	Chloroform	Schwefelkohlenstoff
10. Dammar von <i>Agathis celebica</i> Koord. Celebes.	a) löslich bis auf geringen Rückstand	nicht vollständig löslich	nur theilweise löslich	theilweise löslich; das ungelöste quillt auf
	b) desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
	c) desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
	d) desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
	e) desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
11. Dammar, von Schering bezogen.	wie Nr. 1	wie Nr. 1	wie Nr. 1	löslich

Die *Hopea*- und *Shorea*-Harze zeigen demnach im Allgemeinen ein übereinstimmendes Verhalten gegen die verschiedenen Reagentien; einen Unterschied weisen sie hinsichtlich der Säurezahl auf, die bei den *Shorea*-Harzen zum Theil höher liegt als bei den *Hopea*-Harzen. Besonders auffällig macht sich diese Abweichung bei dem Harze von *Shorea sublacunosa* bemerkbar; die „direkt“ bestimmte Säurezahl beträgt hier 53,3; die „indirekt“ bestimmte sogar 95,1. Dieses Harz unterscheidet sich von den anderen auch noch durch seine dunklere Farbe; die rothgelbe Lösung lässt sich daher nicht mit gleicher Genauigkeit titriren.

Die zweite Gruppe umfasst die Proben 9 und 10, also die Harze von *Agathis Dammara* Rich. und *A. celebica* Koord.

Diese Harze lösen sich in Alkohol (Probe 9 wenigstens zum grössten Theil), in Aether dagegen nicht vollständig. Eigenthümlich ist das Verhalten gegen Chloroform und Schwefelkohlenstoff; ein Theil geht bei der Behandlung mit diesen Lösungsmitteln in Lösung, während der Rückstand zu einer zähen Masse aufquillt.

Schüttelt man die Harze nach der Vorschrift des Arzneibuches mit Ammoniak-

Ammoniak- probe des D. A. B. IV	Löslichkeit in 1 prozen- tiger wäss- riger Kali- lauge	Feuchtigkeit und Trocken- verlust	Asche	Säurezahl		Verseifung- zahl
				direkt	indirekt	
starker Niederschlag	löslich	0,37 %; bei 100° theilweise geschmolzen	0,12 %	140,4	—	173,9
desgl.	desgl.	0,62 %; bei 100° theilweise geschmolzen	0,1 %	145,5	—	163
desgl.	desgl.	0,69 %; bei 100° theilweise geschmolzen	0,05 %	145,3 144,5	—	174,5
desgl.	desgl.	0,62 %; bei 100° theilweise geschmolzen	0,12 %	144,9	—	169,8
desgl.	desgl.	0,39 %; bei 100° theilweise geschmolzen	0,15 %	144,4	—	166,6
wie Nr. 1	wie Nr. 1	0,6 % und 0,65 %; bei 100° geschmolzen	0,0 %	23,8 24,1	30,8 30,6	—

flüssigkeit und säuert das Filtrat an, so erhält man einen reichlichen Niederschlag. Beim Erwärmen mit 1-prozentiger wässriger Kalilauge gehen die Harze mit gelber Farbe vollständig in Lösung.

Die Säurezahl („direkt“) liegt sehr hoch; sie schwankt zwischen 133 und 144,5. Die Verseifungszahl liegt zwischen 154,6 und 176,2. Die Säure- und Verseifungszahlen liegen bei dem Harze von *Agathis celebica* etwas höher, als bei demjenigen von *A. Dammara*.

Das untersuchte Dammar des Handels (Probe 11) schliesst sich in seinen Eigenschaften an die *Hopea*- und *Shorea*-Harze an und muss demnach ebenfalls von einer Dipterocarpacee abstammen. Hierdurch findet auch die Ansicht von Wiesner¹⁾ und Tschirch und Glimmann²⁾ ihre Bestätigung, dass das zur Zeit im Handel laufende, offizinelle Dammarharz nicht von einer Conifere, sondern von Dipterocarpaceen

¹⁾ A. a. O.

²⁾ Archiv d. Pharmacie 1896. S. 585.

stammt. Denn aus dem chemischen Verhalten der untersuchten Materialien geht, wie zu erwarten war, hervor, dass die Harze der *Hopea*- und *Shorea*-Arten von denen der Dammartannen durchaus verschieden sind.

Beim Vergleich mit den Vorschriften des Arzneibuches für das Deutsche Reich IV. Ausgabe über Dammar findet man, dass einige Ergebnisse dieser Arbeit mit den Angaben des D. A. B. nicht übereinstimmen. Beiläufig ist noch zu erwähnen, dass die vorliegenden *Shorea*-Harze sich in der äusseren Beschaffenheit von den durchsichtigen farblosen bis hellgelben *Hopea*-Harzen durch ihre dunklere rothgelbe Färbung unterscheiden. Ob hier ein zufälliges Zusammentreffen vorliegt oder welche Ursache sonst, muss unentschieden bleiben. Immerhin verdient die Beobachtung Erwähnung, weil das D. A. B. an erster Stelle eine *Shorea*-Art (*S. Wiesneri*) als Stammpflanze des „gelblich-weissen“ Harzes anführt.

Die Löslichkeitsangaben des Arzneibuches sind nicht völlig zutreffend. Der Text sagt: „Dammar ist leicht in Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff, weniger leicht in Weingeist löslich.“ Nach den hier ausgeführten Untersuchungen lösen sich sämtliche Dipterocarpaceenharze nur in Chloroform sehr leicht auf, in Schwefelkohlenstoff waren jedoch nur einige Harze, wie z. B. das Dammarharz von Schering vollkommen löslich, während die meisten einen gewissen Rückstand hinterliessen. In Aether waren die Harze durchgehends nicht vollständig löslich und beim Behandeln mit absolutem Alkohol hinterblieb ein sehr beträchtlicher Rückstand. Alle Löslichkeitsversuche wurden, wie ich noch hinzufügen will, bei gewöhnlicher Temperatur angestellt, indem das fein gepulverte Harz längere Zeit mit dem Lösungsmittel in Berührung blieb.

Nach einer weiteren Angabe des Arzneibuches soll das Pulver bei 100° nicht erweichen. Einige der untersuchten Proben waren jedoch schon im Wassertrockenschrank geschmolzen, die meisten anderen Proben fingen bei dieser Temperatur zu sintern an.

Diese verschiedenen Punkte sind hier deshalb besonders hervorgehoben worden, da sie bei einer Neuausgabe des Arzneibuches für das Deutsche Reich in Betracht zu ziehen wären. Auch die Mauch'sche Chloralhydratprobe verdiente als Identitätsreaktion vielleicht berücksichtigt zu werden.

Für den Nachweis von Coniferen-(*Agathis*)-Dammar in Gemischen mit echtem Dammar würden die \pm Löslichkeit in Chloroform und die Ammoniakprobe des D. A. B. sichere Anhaltspunkte liefern.

Wenn nun zwar die Frage der chemischen Unterscheidung von Dammarharzen verschiedenen Ursprungs und des praktischen Nachweises fremdartiger Harze in der officinellen Droge sich aus den Ergebnissen vorstehend mitgetheilte Untersuchungen beantworten lässt, so wäre es doch von Interesse gewesen, einen tieferen Einblick in die Zusammensetzung der betreffenden Harze zu gewinnen.

Leider reichte das zur Verfügung stehende Material nicht hin, die in dieser Richtung begonnenen Untersuchungen zu Ende zu führen.

Berlin, 9. April 1902.

Beiträge zur Zuckerbestimmung nach Anlage B und E der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz.

Von

Dr. H. Schmidt,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

In einer früheren Veröffentlichung¹⁾ sind die Versuche beschrieben worden, welche im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt worden sind, um ein für die Praxis brauchbares Verfahren zur Ermittlung des Rohrzuckergehaltes in verzuckerten und unter Mitverwendung von Stärkezucker hergestellten Früchten aufzufinden. Mit diesen Arbeiten steht eine weitere Reihe von Untersuchungen in engem Zusammenhange, welche hier vorgenommen wurden und gleichfalls die Bestimmung von Zucker in Gemischen desselben mit anderen Stoffen zur Aufgabe hatten. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind dazu bestimmt, als Unterlagen für eine Neubearbeitung der Anlagen B und E der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz zu dienen, und die Versuche erstrecken sich daher zunächst darauf, den „Zuckergehalt“ im steuertechnischen Sinne zu ermitteln. Die dabei gemachten Beobachtungen dürften aber auch für die Frage der Zuckerbestimmung überhaupt von Interesse sein, und es sollen daher diese, wie auch die Ergebnisse der Arbeiten selbst mitgetheilt werden, zumal damit zugleich eine Begründung für die vorgeschlagenen Verfahren gegeben werden kann.

Bei Zuckerbestimmungen, die im steueramtlichen Auftrage ausgeführt werden, kann es sich entweder darum handeln, festzustellen, ob Zuckerabläufe (Sirupe, Melassen) der Steuerpflicht unterliegen, oder zu ermitteln, ob gewisse zur Ausfuhr angemeldete zuckerhaltige Waaren zur Erhebung eines Anspruches auf Vergütung der gezahlten Zuckersteuer berechtigt sind, und wie gross im Einzelfalle die für die Vergütung in Betracht kommende Zuckermenge ist. Steuerpflichtig sind nach Nr. I § 1 der Ausführungsbestimmungen vom 9. Juli 1896 (Centralbl. f. d. Deutsche Reich S. 231) zum Zuckersteuergesetz vom 27. Mai 1896 (Reichs-Gesetzblatt S. 117) alle Abläufe, deren Quotient, d. h. deren prozentualer Zuckergehalt in der Trockensubstanz 70 oder mehr beträgt. Dabei ist unter „Zucker“ sowohl der Rohr- und der daraus entstandene Invertzucker, wie auch der etwa zugesetzte Stärkezucker zu verstehen. Für die Steuervergütung kommt hingegen nach Anlage D § 2 der Ausführungs-

¹⁾ Arbeiten aus dem Kaiserl. Ges.-Amte Band XIX, S. 284.

bestimmungen nur der in den Waaren enthaltene Rohrzucker und der daraus entstandene Invertzucker in Betracht, während der etwa zugesetzte Stärkezucker nicht nur nicht vergütungsfähig ist, — da für ihn die Zuckersteuer nicht gezahlt wurde —, sondern vielmehr, von gewissen Ausnahmen abgesehen, den Anspruch auf Gewährung der Vergütung aufhebt. Die Aufgabe des Chemikers wird es daher sein, im ersten Falle die Gesamtmenge des für die Besteuerung in Betracht kommenden Zuckers, ausgedrückt als Rohrzucker, zu ermitteln und daraus den Quotienten zu berechnen, im zweiten Falle hingegen festzustellen, wieviel Rohr- und Invertzucker, letzterer auf Rohrzucker umgerechnet, in der Waare vorhanden ist, nachdem zuvor die Abwesenheit von Stärkezucker nachgewiesen wurde.

Die Ermittlung des Quotienten der Zuckerabläufe.

Enthalten die Abläufe nur Rohrzucker oder daneben noch geringe Mengen (bis zu 2 %) Invertzucker, so kann die Ermittlung des für die Besteuerung in Betracht kommenden Zuckergehaltes einfach und mit genügender Genauigkeit durch die Bestimmung der Polarisation des Ablaufes erfolgen; übersteigt jedoch die Menge des Invertzuckers die Grenze von 2 %, so muss an Stelle des optischen Verfahrens die chemische Untersuchung treten, indem der Ablauf invertirt und sein Zuckergehalt nach dem Kupferreduktionsverfahren festgestellt wird. Auch in diesem Falle entstehen keine Schwierigkeiten. Etwas anders gestalten sich jedoch die Verhältnisse, wenn die Abläufe Stärkezucker enthalten. Eine Untersuchung allein auf optischem Wege würde zu ganz falschen Ergebnissen führen, da die Dextrose, und wenn Stärkesirup zugesetzt wurde, das in diesem enthaltene Dextrin, die Drehung wesentlich verändern. Andererseits kann nicht ohne Weiteres der Ablauf mit Salzsäure behandelt werden und dann nach erfolgter Inversion ähnlich wie die stärkezuckerfreien Abläufe auf seinem Gesamtgehalt an reduzierendem Zucker untersucht werden, weil in ihm zwei Zuckerarten — Dextrose und Invertzucker — enthalten sind, die ein verschiedenes Reduktionsvermögen besitzen. In der Anlage B der Ausführungsbestimmungen ist diesem theoretisch durchaus berechtigten Bedenken dadurch Rechnung getragen worden, dass eine besondere Vorschrift für die Untersuchung derartiger Abläufe aufgenommen worden ist. Wie sich aber bei einer Nachprüfung ergeben hat, werden bei Befolgung derselben nur wenig zufriedenstellende Ergebnisse erhalten und es ist daher für erforderlich erachtet worden, an ihre Stelle ein anderes Verfahren zu setzen. Es ist nun zuerst von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission darauf hingewiesen worden, dass es mit Rücksicht darauf, dass es rein technische Untersuchungen sind, um die es sich im vorliegenden Falle handelt, angängig ist, den Unterschied zwischen stärkezuckerfreien und stärkezuckerhaltigen Abläufen ganz fallen zu lassen und beide nach einem einheitlichen Verfahren zu untersuchen. Für diesen Zweck ist empfohlen worden, das jetzt in der Anlage B für die Untersuchung stärkezuckerfreier Abläufe vorgeschriebene Verfahren zu benutzen. Der Vorschlag ist hier nachgeprüft worden und eine Reihe von Versuchen hat ergeben, dass in der That nach diesem an und für sich nicht einwandfreien Verfahren die stärkezuckerhaltigen Abläufe untersucht werden können, ohne bedeutende Fehler dabei zu begehen. Bevor die hier gefundenen

Zahlen wiedergegeben werden, sei zunächst kurz das Verfahren, wie es sich jetzt in der Anlage B unter I 1 a findet, beschrieben.

Das halbe Normalgewicht des Ablaufs (13,024 g) wird in etwa 75 ccm Wasser gelöst und die Lösung durch Erwärmen mit 5 ccm rauchender Salzsäure auf 67—70° (einschliesslich des Anwärmens 10 Minuten lang) invertirt. Man füllt dann die Flüssigkeit zu 100 ccm auf, verdünnt 50 ccm derselben zu einem Liter und verwendet 25 ccm dieser letzteren Lösung nach der Neutralisation der freien Säure mit einer verdünnten Natriumkarbonatlösung (25 ccm einer Lösung von 1,7 g wasserfreiem Natriumcarbonat zu 1 L) zur Zuckerbestimmung. Die Reduktion der zugesetzten Fehling'schen Lösung (50 ccm) erfolgt durch Kochen in einem Erlenmeyer'schen Kolben; die Kochdauer ist auf 3 Minuten festgesetzt. Nach Beendigung des Siedens werden der heissen Flüssigkeit 100 ccm ausgekochtes Wasser zugesetzt. Man sammelt dann das ausgeschiedene Kupferoxydul in einem Asbestfilterröhrchen, führt es in der bekannten Weise in metallisches Kupfer über, wägt dieses und berechnet aus der gefundenen Menge mit Hilfe einer besonderen in der Anlage B abgedruckten Tabelle den Rohrzuckergehalt des Ablaufes.

Enthält der Ablauf nur Rohrzucker, oder daneben Invertzucker, so wird sich nach der Inversion, die nebenbei bemerkt, in dieser Ausführung sehr glatt verläuft, in der Lösung nur Invertzucker vorfinden. War jedoch der Ablauf mit Stärkezucker oder Stärkesirup versetzt worden, so ist nach der Inversion neben Invertzucker auch noch Dextrose vorhanden. Es ist nun klar, dass unter diesen Umständen genau stimmende Resultate nicht erhalten werden können, da einmal, wie schon erwähnt, das Reduktionsvermögen der beiden Zuckerarten ein verschiedenes ist, ferner aber auch bei der Umrechnung der erhaltenen Kupfermenge auf Rohrzucker ein Fehler begangen wird, weil die Tabelle nur für Invertzucker berechnet ist. Dessen war man sich aber bei dem Vorschlage, die in Rede stehende Methode zur Untersuchung der stärkezuckerhaltigen Abläufe zu befolgen, wohl bewusst; es fragte sich nur, ob in Folge der so begangenen Fehler zu ungenaue Ergebnisse erhalten werden würden, oder ob nicht vielmehr die Unterschiede sich innerhalb solcher Grenzen hielten, dass das Verfahren immerhin noch brauchbare Resultate lieferte. Die Entscheidung konnte nur durch praktische Versuche erbracht werden, indem man Lösungen von Rohrzucker und Stärkesirupen nach der betreffenden Vorschrift untersuchte.

Zu diesem Zwecke sind aus reinem Rohrzucker und Stärkesirup von bekanntem Dextrosegehalt mit Wasser Lösungen hergestellt worden, deren Gesamtzuckergehalt bekannt war. Aus diesem und dem spezifischen Gewicht, das mit dem Pyknometer ermittelt wurde, konnte der Quotient nach der Formel $Q = \frac{100 \cdot Z}{B}$ berechnet werden. In derselben bedeutet Q den gesuchten Quotienten, Z den berechneten Zuckergehalt und B das spezifische Gewicht bei 20°, ausgedrückt in Graden nach Brix. Von diesen künstlichen Abläufen sind je 13,024 g nach der angeführten Vorschrift invertirt und weiter untersucht worden. Zur Berechnung diente die Tabelle der Anlage B.

Ablauf 1.	13,024 g Rohrzucker	= 13,024 % Rohrzucker.
	70,000 g Stärkesirup	= 26,054 % Dextrose = 24,751 % „
	16,976 g Wasser	
	100,000 g Ablauf	= 37,775 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,3501 = 70,5° Brix.
Quotient berechnet = 53,5.

Gefunden: Z (Zuckergehalt) = 39,3 %;

Q = 55,7.

Differenz: Z = + 1,5 %; Q = + 2,2.

Ablauf 2.	7,5243 g Rohrzucker	= 15,11 % Rohrzucker.
	25,0552 g Stärkesirup	= 15,78 % Dextrose = 15,00 % „
	17,1938 g Wasser	
	<hr/> 49,7733 g Ablauf	<hr/> = 30,11 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,2690 = 57° Brix.

Quotient berechnet = 52,6.

Gefunden: Z = 31,78 %.

Q = 55,7.

Differenz: Z = + 1,67 %; Q = + 3,1.

Ablauf 3.	20,0000 g Rohrzucker	= 20,00 % Rohrzucker.
	51,2789 g Stärkesirup	= 20,33 % Dextrose = 19,32 % „
	28,7211 g Wasser	
	<hr/> 100,0000 g Ablauf	<hr/> = 39,32 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,2912 = 60,8° Brix.

Quotient berechnet = 64,6

Gefunden: Z = 41,53 %;

Q = 68,3.

Differenz: Z = + 2,21 %; Q = + 3,7.

Ablauf 4.	20,0000 g Rohrzucker	= 24,83 % Rohrzucker.
	40,3198 g Stärkesirup	= 18,36 % Dextrose = 17,70 % „
	20,2122 g Wasser	
	<hr/> 80,5320 g Ablauf	<hr/> = 42,53 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,3233 = 66,15° Brix.

Quotient berechnet = 64,2.

Gefunden: Z = 44,40 %;

Q = 67,1.

Differenz: Z = + 1,87 %; Q = + 2,9.

Ablauf 5.	20,0000 g Rohrzucker	= 33,47 % Rohrzucker.
	25,1778 g Stärkesirup	= 16,71 % Dextrose = 15,88 % „
	14,5796 g Wasser	
	<hr/> 59,7574 g Ablauf	<hr/> = 49,35 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,3288 = 67,0° Brix.

Quotient berechnet = 73,6.

Gefunden: Z = 51,20 %;

Q = 76,4.

Differenz: Z = + 1,85 %; Q = + 2,8.

Ablauf 6.	18,0047 g Rohrzucker	= 36,17 % Rohrzucker.
	11,3674 g Stärkesirup	= 9,06 % Dextrose = 8,61 % „
	20,3959 g Wasser	
	<hr/> 49,7680 g Ablauf	<hr/> = 44,78 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,2552 = 54,6° Brix.

Quotient berechnet = 82,0.

Gefunden: Z = 46,15 %;

Q = 84,5.

Differenz: Z = + 1,37 %; Q = + 2,5.

Ablauf 7.	12,0204 g Rohrzucker	= 23,93 % Rohrzucker.
	10,1780 g Stärkesirup	= 6,35 % Dextrose = 6,04 % „
	28,0162 g Wasser	
	<hr/> 50,2146 g Ablauf	<hr/> = 29,97 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,1818 = 41° Brix.

Quotient berechnet = 73,1.

Gefunden: Z = 31,06 %;

Q = 75,7.

Differenz: Z = +1,09 %; Q = +2,6.

Ablauf 8. 50,0000 g Rohrzucker = 50,00 % Rohrzucker.
 13,4336 g Stärkesirup = 5,00 % Dextrose = 4,75 % „
 36,5664 g Wasser
 100,0000 g Ablauf = 54,75 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,2947 = 61,4° Brix.

Quotient berechnet = 89,2.

Gefunden: Z = 55,79 %;

Q = 90,8.

Differenz: Z = +1,04 %; Q = +1,6.

Ablauf 9. 68,9000 g Rohrzucker = 68,90 % Rohrzucker.
 ? g Stärkesirup = 4,44 % Dextrose = 4,22 % „
 ? g Wasser
 100,0000 g Ablauf¹⁾ = 73,12 % „

Spezifisches Gewicht bei 20° = 1,3998 = 78,2° Brix.

Quotient berechnet = 93,5.

Gefunden: Z = 72,52 %;

Q = 92,7.

Differenz: Z = -0,6 %; Q = -0,8.

Zur Uebersicht möge die nachfolgende Tabelle dienen:

Nr.	Der Ablauf enthielt in 100 g			Ver- hältniss des Rohr- zuckers zur Dextrose	Gesamttzucker als Rohrzucker		Differenz %	Quotient:		Differenz
	Rohr- zucker g	Dextrose g	Rohr- zucker entsprechend g		be- rechnet %	ge- funden %		be- rechnet	ge- funden	
1	13,02	26,05	24,75	1 : 2	37,77	39,3	+1,53	53,5	55,7	+2,2
2	15,11	15,78	15,00	1 : 1,04	30,11	31,78	+1,67	52,6	55,7	+3,1
3	20,00	20,33	19,32	1 : 1,01	39,32	41,53	+2,21	64,6	68,3	+3,7
4	24,33	18,63	17,70	1 : 0,75	42,53	44,40	+1,87	64,2	67,1	+2,9
5	33,47	16,71	15,88	1 : 0,50	49,35	51,2	+1,85	73,6	76,4	+2,8
6	36,17	9,05	8,60	1 : 0,25	44,77	46,15	+1,37	82,0	84,5	+2,5
7	23,93	6,35	6,04	1 : 0,26	29,97	31,06	+1,09	73,1	75,7	+2,6
8	50,00	5,00	4,75	1 : 0,1	54,75	55,79	+1,04	89,2	90,8	+1,6
9	68,90	4,44	4,22	1 : 0,06	73,12	72,52	-0,6	93,5	92,7	-0,8

Wie die Zahlen zeigen, wird, wenn man die Abläufe nach dem vorgeschlagenen Verfahren untersucht, sowohl der Zuckergehalt, wie auch der Quotient in den meisten Fällen etwas zu hoch gefunden; eine Ausnahme tritt nur ein, wenn die absoluten Stärkezuckermengen sehr gering sind. Die Differenzen sind nicht unerheblich und würden das Verfahren für genaue Untersuchungen wenig geeignet erscheinen lassen. Wenn man aber bedenkt, dass es in diesem besonderen Falle nicht so sehr darauf

¹⁾ Die betreffenden Zahlen sind verloren gegangen; doch steht die Zusammensetzung des Ablaufs fest.

ankommt, den wirklichen Zuckergehalt zu ermitteln, vielmehr nur festzustellen, ob eine sich aus dem ermittelten Werthe berechnende Zahl ober- oder unterhalb einer gewissen Grenze liegt, so wird man das Verfahren als hinreichend genau bezeichnen können. Eine Gefahr, zu Unrecht zur Versteuerung herangezogen zu werden, besteht nur für diejenigen Abläufe, deren Quotient zwischen etwa 66 und 69,9 liegt; die Zahl derselben dürfte aber nicht sehr gross sein, zumal in der Praxis überhaupt nur in seltenen Fällen Stärkesirup zu den Abläufen zugesetzt werden soll.

Die Fehler, welche bei diesem Verfahren, den Invertzucker und die Dextrose zusammen zu bestimmen und nach einer Tabelle zu berechnen, begangen werden, sind durch verschiedene Umstände bedingt. Einmal besitzt die Dextrose ein höheres Reduktionsvermögen als der Invertzucker; dann wird durch die Einwirkung der Salzsäure auf das in dem Stärkesirup enthaltene Dextrin ein Theil desselben in Dextrose verwandelt; endlich aber trägt zur Erhöhung der gefundenen Zahlen auch der Umstand mit bei, dass das Gemisch der invertirten Zuckerlösung und der Fehling'schen Lösung 3 Minuten gekocht wird, während für gewöhnlich die Kochdauer sowohl für Invertzucker, wie auch für Dextrose nur 2 Minuten beträgt. Um einen Einblick in die durch diese drei Faktoren beeinflussten Verhältnisse zu gewinnen, wurden mehrere Versuche angestellt.

Zunächst wurden Mischungen von Invertzucker- und Stärkesiruplösungen auf ihr Kupferreduktionsvermögen hin untersucht. Die Invertzuckerlösung war in der Weise hergestellt worden, dass 13,024 g reiner Rohrzucker nach Vorschrift der Anlage B invertirt und die Lösung zu 100 cem aufgefüllt wurde. Die Lösung drehte bei 20,5° C. das polarisirte Licht um 16,3° nach links, enthielt also nur Invertzucker. Die Dextroslösung wurde durch Auflösen von käuflichem Stärkesirup in Wasser erhalten. Beide Flüssigkeiten wurden soweit verdünnt, dass 10 cem je 0,0398 g Invert- bzw. Stärke-zucker enthielten. Es wurde alsdann eine Mischung gleicher Volumina der beiden Lösungen hergestellt, von der verschieden grosse Mengen zur Bestimmung des Zuckergehaltes dienten. Die Reduktion der Fehling'schen Lösung wurde, aus später anzuführenden Gründen, durch Kochen des Reduktionsgemisches in einem Erlenmeyer'schen Kolben während 2 Minuten ausgeführt; nach Beendigung des Siedens wurden 100 cem ausgekochtes und wieder erkaltetes Wasser zu dem Kolbeninhalt hinzugefügt. Das nach dem bekannten Verfahren durch Reduktion mit Wasserstoff gewonnene Kupfer ist dann mit Hilfe der von Wein berechneten Invertzuckertabelle und durch Multiplikation des daraus entnommenen Werthes mit dem Faktor 0,95 auf Rohrzucker umgerechnet worden.

Auch in diesem Falle wird bei kleinen absoluten Mengen von Dextrose etwas zu wenig, sonst aber etwas zu viel gefunden und zwar wächst der Fehler mit der steigenden Dextrosemenge. Vergleicht man die prozentuale Angabe in der letzten Spalte für Beispiel 3. mit den Differenzen, welche bei den beiden, Rohrzucker und Dextrose zu annähernd gleichen Theilen enthaltenden, künstlichen Abläufen erhalten wurden, so zeigte sich, dass diese letzteren etwa zur Hälfte durch das stärkere Reduktionsvermögen der Dextrose bedingt sind.

	Die Mischung enthielt	Die Mischung reduzierte	Aus dem Kupferwerthe berechnet sich ein Zuckergehalt		Differenz	
			als Invert- zucker	als Rohr- zucker	in g	in % Rohr- zucker
1.	0,0398 g Invertzucker 0,0398 g Dextrose 0,0796 g reduzir. Zucker entsprech. 0,0756 g Rohrzucker.	0,1510 g Cu	0,0794 g	0,0755 g	— 0,0001	— 0,14
2.	0,0597 g Invertzucker 0,0597 g Dextrose 0,1194 g reduzir. Zucker entsprech. 0,1134 g Rohrzucker.	0,2253 g Cu	0,1205 g	0,1145 g	+ 0,0011	+ 0,97
3.	0,0796 g Invertzucker 0,0796 g Dextrose 0,1592 g reduzir. Zucker entsprech. 0,1513 g Rohrzucker.	0,2967 g Cu	0,1618 g	0,1537 g	+ 0,0024	+ 1,58
4.	0,0995 g Invertzucker 0,0995 g Dextrose 0,1990 g reduzir. Zucker entsprech. 0,1891 g Rohrzucker.	0,3672 g Cu	0,2043 g	0,1941 g	+ 0,0050	+ 2,64

Eine weitere Fehlerquelle ist in dem Umstande zu suchen, dass durch die Einwirkung der Salzsäure ein Theil des Dextrins in Dextrose umgewandelt wird. Einer der zu den früher beschriebenen Versuchen benutzten Stärkesirupe hatte einen Dextrosegehalt von 39,66 %; 13,024 g desselben wurden nach der steueramtlichen Inversionsvorschrift mit Salzsäure behandelt. Bei einer zweiten Bestimmung wurden 40,54 % gefunden, d. h. der reduzierende Zucker hatte sich um 0,88 % vermehrt. Da die gesammte Dextrinmenge des Sirups 31,84 % betrug, waren also rund 2,7 % Dextrin invertirt worden. Sehr bedeutend ist demnach der auf diese Dextrininversion bei der Untersuchung der Zuckerabläufe zurückzuführende Fehler nicht.

Einen grösseren Einfluss übt hingegen wieder die Kochdauer von 3 Minuten aus.

Die in dem Abschnitt I 1 a der Anlage B geforderte Kochdauer von 3 Minuten steht in einem Gegensatze zu dem sonst üblichen Verfahren, bei Invertzucker- und Dextrosebestimmungen das Reduktionsgemisch 2 Minuten lang zu kochen. Es ist nicht zu verkennen, dass durch eine 3 Minuten dauernde Kochzeit eine grössere Sicherheit für die Steuerbehörde geschaffen wird, da die Menge des reduzierten Kupfers mit der Kochdauer wächst und andererseits zu klein ausfällt, wenn die Zeit des eigentlichen Siedens nicht lange genug innegehalten wird. Dies letztere kann nun, namentlich bei weniger geübten Untersuchern, leicht der Fall sein, da der Beginn des Siedens je nach der individuellen Auffassung früher oder später als eingetreten angesehen werden kann. Die Kochzeit ist damit einer Verkürzung ausgesetzt, die unter Umständen 10 bis 15 Sekunden betragen kann. Wird die Kochdauer um 1 Minute verlängert, so wird dieser Fehler ganz ausgeschaltet oder doch sehr verringert. So-

lange es sich nur um die Ermittlung des Quotienten von Zuckerabläufen handelt, fällt schliesslich die Differenz in dem Untersuchungsergebniss nicht allzusehr ins Gewicht; in erhöhtem Masse ist dies jedoch der Fall, wenn es sich um die Ermittlung des vergütungsfähigen Zuckers handelt, weil dadurch unter Umständen eine Schädigung der steuerfiskalischen Interessen herbeigeführt werden kann.

Wie nämlich zahlreiche Versuche gezeigt haben, wird, wenn man das Reduktionsverfahren der Methode unter I 1 a befolgt, meistens zu viel Zucker gefunden. Zu den Versuchen dienten 50,00 prozentige Lösungen eines chemisch reinen Rohrzuckers (Polarisation $+100^\circ$), die nach Vorschrift invertirt und verdünnt wurden. Bei 24 Versuchen wurden folgende Werthe gefunden:

50,05 ‰	50,45 ‰	50,48 ‰
50,30 „	50,45 „	50,00 „
50,40 „	50,25 „	49,98 „
50,30 „	50,19 „	50,00 „
50,45 „	50,90 „	49,94 „
50,90 „	50,19 „	50,40 „
50,40 „	50,76 „	49,85 „
50,90 „	50,39 „	50,57 „

Der Durchschnitt der Bestimmungen beträgt $50,37^\circ$; es wurden also rund $0,75^\circ$ Zucker zu viel gefunden. Aehnlich werden die Verhältnisse bei der Dextrose liegen so dass ein Theil der bei der Untersuchung der Abläufe beobachteten Differenzen sicher auf die um eine Minute verlängerte Kochzeit zurückzuführen ist. Es erscheint daher angezeigt, für die in Rede stehenden Untersuchungen eine Kochdauer von 2 Minuten wieder einzuführen.

Auch in einem anderen Punkte weicht die Zuckerbestimmungsmethode noch von dem sonst üblichen Verfahren ab, indem an Stelle des Porzellankasserols die Verwendung eines Erlenmeyer'schen Kolbens und ausserdem noch der Zusatz von 100 ccm Wasser nach Beendigung des Siedens vorgeschrieben worden ist. In beiden Massnahmen ist eine Verbesserung zu erblicken. Der Verwendung eines Porzellangefässes haften mehrere Mängel an, die sich bei häufigeren Zuckerbestimmungen unangenehm bemerkbar machen. So lange die Schalen und Kasserolen neu sind und eine ganz fehlerfreie Glasur besitzen, lässt sich das durch die Reduktion entstandene Kupferoxydul ganz gut aus ihnen durch Ausspritzen entfernen. Zeigen dieselben aber kleine Fehler, wie Bläschen, Risse o. ä., so ist man meist genöthigt, den Niederschlag durch Auswischen oder Ausreiben zu entfernen, wodurch kleine Fehler bedingt werden können. Ist das Sieden ein lebhaftes, so findet in den offenen Gefässen ein Verspritzen der Flüssigkeit statt, das, wie man sich durch ein übergedecktes Uhrglas überzeugen kann, garnicht unerheblich ist. Rechnet man endlich noch hinzu, dass die Handhabung der heissen Schalen ziemlich unbequem ist, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass die Methode nach dieser Richtung hin verbesserungsfähig ist. Eine solche Verbesserung wird durch die Benutzung des Erlenmeyerschen Kolbens geboten. Das Kupferoxydul ist aus diesen Gefässen durch einfaches Ausspritzen schnell zu entfernen, ein Verspritzen der siedenden Flüssigkeit findet nicht statt und die

Handhabung des Kolbens ist namentlich dann, wenn nach dem Sieden die Flüssigkeit mit Wasser versetzt wird, eine bequeme. Die Bedingungen, unter denen die Kupferreduktion in den beiden verschiedenen Kochgefässen vor sich geht, sind nun aber so verschieden, dass das eine nicht ohne Weiteres an Stelle des anderen gesetzt werden kann; vielmehr ist die Reduktion im Kolben eine stärkere als im Porzellengefäss, so dass man bei Verwendung desselben fast immer etwas mehr Kupfer findet. Würde die Flüssigkeit so heiss, wie sie vom Feuer kommt, zur Filtration gelangen, so würde die Reduktion noch etwas weiter gehen; es ist deshalb vorgeschrieben, sofort nach Beendigung des Siedens die Flüssigkeit mit 100 ccm luftfreien Wassers zu verdünnen. Bei Befolgung des sonst üblichen Kochverfahrens im Porzellengefäss findet dieser Wasserzusatz nicht statt, die Nachreduktion kommt also dort zur Geltung. Immerhin sind die Differenzen in dem nach diesen beiden Verfahren erhaltenen Kupfermengen nicht unwesentlich. Zu einem besseren Ergebniss gelangt man, wenn man die Kochzeit auf 2 Minuten beschränkt und die Reduktion im Erlenmeyer'schen Kolben unter Beibehaltung des Wasserzusatzes vornimmt. Dadurch wird allerdings die Zahl der Zuckerbestimmungsmethoden um eine neue vermehrt. Da aber die bei Befolgung derselben erhaltenen Ergebnisse nicht ungünstige sind, das Verfahren selbst ein bequemes ist, so dürfte dieselbe schliesslich die gleiche Daseinsberechtigung haben, wie die zahlreichen anderen nach dieser Richtung hin gemachten Vorschläge und dies umsomehr, als man dabei ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen die bestehende von Wein berechnete Invertzuckertabelle benutzen kann.

Um zu zeigen, wie die Ergebnisse je nach der Art des Verfahrens ausfallen, seien nachstehend die Zahlen gegeben, welche bei einigen hier ausgeführten Versuchen erhalten wurden.

1. Versuchsreihe.

a) Polarimetrische Bestimmung.

13,024 g Rohrzucker zu 100 ccm mit Wasser gelöst, drehen $+ 50,0^{\circ}$.
Danach berechnet sich der Zuckergehalt zu 100,0 %.

b) Gewichtsanalytische Bestimmungen.

13,024 g Rohrzucker wurden nach der steueramtlichen Vorschrift invertirt und verdünnt. 25 ccm der Lösung = 0,1628 g Rohrzucker.

25 ccm reduzieren bei 2 Minuten langem Kochen im Kolben ohne darauf folgenden Wasserzusatz 0,3145 g Kupfer. Diese entsprechen 0,1724 g Invertzucker oder 0,1638 g Rohrzucker. Gefunden: 100,6 %

25 ccm reduzieren bei 2 Minuten langem Kochen im Kolben mit darauf folgendem Wasserzusatz 0,3116 g Kupfer. Diese entsprechen 0,1707 g Invertzucker, oder 0,1622 g Rohrzucker. Gefunden: 99,6 %

12,5 ccm und 12,5 ccm Wasser reduzieren bei 3 Minuten langem Kochen im Kolben mit darauf folgendem Wasserzusatz 0,1639 g Kupfer. Diese entsprechen 0,0825 g Rohrzucker. Gefunden: 101,35 %

Bemerkt sei, dass bei diesen, wie bei den nachfolgenden Versuchen zur Berechnung die Invertzuckertabelle nach Wein diene; nur bei den Versuchen mit 3 Minuten Kochzeit wurde die in der Anlage B der Ausführungsbestimmungen abgedruckte Tabelle benutzt. (Da dieselbe nur bis zu 84,32 % Rohrzucker berechnet ist, konnten nur 12,5 ccm der invertirten Zuckerlösung zur Reduktion verwendet werden.)

2. Versuchsreihe.

13,024 g Rohrzucker zu 100 ccm gelöst drehen $+ 50,0^{\circ}$. Gehalt = 100,0 %

Gewichtsanalytische Bestimmungen.

13,024 g Rohrzucker werden invertirt. Die Lösung wird so verdünnt, dass 25 ccm 0,0814 g Rohrzucker entsprechen.

a) Im Kolben.

2 Minuten Kochdauer ohne Wasserzusatz.

0,1653 g Cu = 0,0872 g Invertzucker = 0,0829 g Rohrzucker. Gefunden: 101,8 %

2 Minuten Kochdauer mit Wasserzusatz.

0,1613 g Cu = 0,0850 g Invertzucker = 0,0808 g Rohrzucker. Gefunden: 99,26 %

3 Minuten Kochdauer mit Wasserzusatz.

0,1637 g Cu = 0,0824 g Rohrzucker. Gefunden: 101,2 %

b) Im Porzellan-Kasserol.

Die Fehling'sche Lösung wird zum Sieden erhitzt und dann mit der Zuckerlösung versetzt. Von Beginn des erneuten Siedens an wird 2 Minuten lang gekocht.

0,1615 g Cu = 0,0851 g Invertzucker = 0,0809 g Rohrzucker. Gefunden: 99,4 %

Die Fehling'sche Lösung und die Zuckerlösung werden kalt gemischt, die Mischung wird zum Sieden erhitzt und 2 Minuten lang gekocht.

0,1608 g Cu = 0,0847 g Invertzucker = 0,0805 g Rohrzucker. Gefunden: 98,89 %

3. Versuchsreihe.

Die Versuche wurden mit demselben Zucker wie in Versuchsreihe 2 und unter gleichen Bedingungen, jedoch von einer anderen Person ausgeführt.

Polarisation = + 99,9° (26,048 g Zucker zu 100 ccm).

Gewichtsanalytische Bestimmungen.

a) Im Kolben:

2 Minuten Kochdauer ohne Wasserzusatz.

0,1658 g Cu = 0,0875 g Invertz. = 0,0831 g Rohrzucker = 102,1 %

2 Minuten Kochdauer mit Wasserzusatz.

0,1615 g Cu = 0,0851 g Invertz. = 0,0809 g Rohrzucker = 99,4 %

3 Minuten Kochdauer mit Wasserzusatz.

0,1643 g Cu = 0,0828 g Rohrzucker = 101,7 %

b) Im Porzellankasserol.

Die Zuckerlösung wurde zur siedenden Fehling'schen Lösung hinzugefügt.

0,1623 g Cu = 0,0855 g Invertz. = 0,0812 g Rohrzucker = 99,75 %

Die Fehling'sche und die Zuckerlösung wurden kalt gemischt und dann erhitzt.

0,1612 g Cu = 0,0849 g Invertz. = 0,0807 g Rohrzucker = 99,1 %

Sieht man von den in Prozenten berechneten Gehaltsangaben ab und stellt man nur die Kupferwerthe zusammen, indem man gleichzeitig die Abweichungen von den nach Berechnung sich für die verwendeten Zuckermengen ergebenden Kupferwerthen ermittelt, so erhält man folgendes Bild:

Nach der Berechnung entsprechen:

0,1628 g Rohrzucker = 0,1709 g Invertzucker = 0,3120 g Kupfer;

0,0814 g Rohrzucker = 0,0854 g Invertzucker = 0,1620 g Kupfer.

Verfahren	Versuchsreihe I	Versuchsreihe II	Versuchsreihe III
Kolben.			
2 Minuten; kein Wasserzusatz	0,3145 g (+ 2,5 mg)	0,1653 g (+ 3,3 mg)	0,1658 g (+ 3,8 mg)
2 „ ; Wasserzusatz	0,3116 g (— 0,4 „)	0,1613 g (— 0,7 „)	0,1615 g (— 0,5 „)
3 „ ; „	0,1639 g (+ 1,9 „)	0,1637 g (+ 1,7 „)	0,1643 g (+ 2,3 „)
Porzellankasserol.			
Lösungen kalt gemischt und dann erhitzt	—	0,1608 g (— 1,2 „)	0,1612 g (— 0,8 „)
Zuckerlösung zur siedenden Fehling'schen Lösung zuge- setzt	—	0,1615 g (— 0,5 „)	0,1623 g (+ 0,3 „)

Wie die Zahlen zeigen, werden bei einer Kochdauer von 3 Minuten stets zu hohe Werthe gefunden, das Gleiche ist der Fall, wenn man sich eines Kolbens bedient, 2 Minuten kocht, und kein Wasser hinzufügt. Hingegen fallen die Bestimmungen etwas zu niedrig aus, wenn man zwei Minuten lang im Kolben kocht und nach Beendigung des Siedens 100 ccm Wasser hinzufügt. Die Differenzen sind nur gering und stimmen fast mit denen überein, die man bei dem sonst üblichen Reduktionsverfahren im Porzellankasserol erhält. Die beiden letzteren Verfahren können daher in ihren Endergebnissen als gleichwerthig betrachtet werden.

Die früher erwähnten 9 künstlichen Zuckerabläufe konnten nach dem neuen Verfahren nicht untersucht werden, da dieselben inzwischen vernichtet worden waren. Es ergibt sich aber auch ohne experimentelle Unterlagen, dass der für die Quotientenberechnung in Betracht kommende Zuckergehalt danach der Wirklichkeit mehr angenähert ermittelt werden wird, und demgemäss der Quotient selbst mit grösserer Genauigkeit berechnet werden kann. Da auch bei der Feststellung des Gehaltes an vergütungsfähigem Zucker dieser genauer nach der neuen Methode gefunden werden kann, ist dieselbe von hier aus allgemein für die steueramtlichen Untersuchungen empfohlen und in der Anweisung zur Ermittlung des Rohrzuckergehaltes in den unter Mitverwendung von Stärkezucker hergestellten gezuckerten Früchten vom Bundesrath auch bereits vorgeschrieben worden.

Es besteht nun aber noch eine andere Möglichkeit, den Quotienten stärkezuckerhaltiger Abläufe zu ermitteln, die zwar eine etwas grössere Arbeit bedingt, dafür aber noch etwas bessere Ergebnisse liefert, als sie bei Befolgung des erst besprochenen Verfahrens erhalten werden. Entgegen der öfter geäusserten Anschauung, dass die Clerget'sche optische Methode nur anwendbar sei, um den Rohrzuckergehalt solcher Lösungen zu bestimmen, die weniger als 2 % reduzierenden Zucker enthalten, kann dieses Verfahren auch benutzt werden, um bei Gegenwart grösserer Mengen von Stärkezucker bzw. Stärkesirup den Rohrzucker zu bestimmen. Da es ausserdem keinen Schwierigkeiten begegnet, den reduzierenden Zucker, der in dem Ablauf vorhanden ist, zu ermitteln, kann man aus der Summe dieser beiden Werthe den Quotienten berechnen.

Bezeichnet man mit A die Polarisation des Ablaufs vor der Inversion, mit B diejenige nach der Inversion, mit x die Polarisation des im Ablauf enthaltenen Rohrzuckers, mit y die des Stärkezuckers, Dextrins und Invertzuckers, und endlich mit z die des invertirten Rohrzuckers, so ergeben sich die beiden Gleichungen:

$$A = x + y, B = y + z,$$

wobei zu berücksichtigen ist, dass z einen negativen Werth darstellt. Da sich ferner die Polarisation des Rohrzuckers vor und nach der Inversion wie 100 : - 32,66 verhalten, hat man noch die dritte Gleichung $\frac{x}{z} = \frac{100}{-32,66}$. Mit Hülfe dieser drei Gleichungen lässt sich der Werth für x und y leicht berechnen.

$$A = x + y$$

$$B = y + z \quad z = \frac{-32,66 x}{100}; \quad x = A - y; \quad y = B - z.$$

$$\frac{x}{z} = \frac{100}{-32,66}$$

$$x = A - B + z; \quad x = A - B - \frac{32,66 x}{100}$$

$$100 x = 100 A - 100 B - 32,66 x.$$

$$132,66 x = 100 (A - B)$$

$$x = \frac{100 (A - B)}{132,66}$$

$$y = A - x; \quad y = A - \frac{100 (A - B)}{132,66}; \quad 132,66 y = 132,66 A - 100 A + 100 B$$

$$y = \frac{32,66 A + 100 B}{132,66}$$

Wie ersichtlich, ist die Formel für x identisch mit der Clerget'schen Formel. Der für x erhaltene Werth entspricht der Drehung des im Ablauf vorhandenen Rohrzuckers; y stellt die Drehung der anderen noch vorhandenen optisch aktiven Körper dar, deren Zusammensetzung jedoch schwankend ist. Es lässt sich daher aus der zweiten Formel ein Schluss auf die Menge dieser Körper nicht ziehen. Vielmehr ist es nöthig, den direkt reduzierenden Zucker auf chemischen Wege zu ermitteln. Es kann dies mit ziemlicher Genauigkeit nach der unter I 1 b der Anlage B gegebenen Anweisung geschehen. Addirt man den für x erhaltenen Werth, und den gewichtsanalytisch ermittelten und auf Rohrzucker umgerechneten Werth des reduzierenden Zuckers, so erhält man den für die Versteuerung in Betracht kommenden reinen Zucker-gehalt, aus dem dann der Quotient zu berechnen ist. Das Verfahren ist auf die früher erwähnten 9 stärkezuckerhaltigen Abläufe angewendet worden.

Ablauf 1.	Gehalt:	= 13,02 % Rohrzucker.
	26,05 % Dextrose	= 24,75 % „
	Gesammtzucker	= 37,77 % „
Gefunden: A = + 132,2; B = + 113,6; X = 14,02 %		„
Reduzirender Zucker nach I 1 b als Rohrzucker berechnet	= 25,13 %	„
	Gesammtzucker	= 39,15 % „
Grade Brix = 70,5; Quotient = 55,5.		
Ablauf 2.	Gehalt:	= 15,11 % Rohrzucker.
	15,78 % Dextrose	= 15,00 % „
	Gesammtzucker	= 30,11 % „
Gefunden: A = + 109,4; B = + 88,6; x = 15,67 %		„
Reduzirender Zucker nach I 1 b	= 15,26 %	„
	Gesammtzucker	= 30,93 % „
Grade Brix = 57,0; Quotient = 54,2.		
Ablauf 3.	Gehalt:	= 20,00 % Rohrzucker.
	20,33 % Dextrose	= 19,32 % „
	Gesammtzucker	= 39,32 % „
Gefunden: A = + 99,8; B = + 72,3; x = 20,72 %		„
Reduzirender Zucker nach I 1 b	= 20,08 %	„
	Gesammtzucker	= 40,80 % „
Grade Brix = 60,8; Quotient = 67,1.		

Ablauf 4. Gehalt: = 24,83 % Rohrzucker.
 18,63 % Dextrose = 17,70 % „
 Gesamtzucker = 42,53 % „
 Gefunden: A = + 110,0; B = + 75,9; x = 25,70 % „
 Reduzirender Zucker nach I 1 b = 18,06 % „
 Gesamtzucker = 43,76 % „
 Grade Brix = 66,15; Quotient = 66,1.

Ablauf 5. Gehalt: = 33,47 % Rohrzucker.
 16,71 % Dextrose = 15,88 % „
 Gesamtzucker = 49,35 % „
 Gefunden: A = + 98,6; B = + 53,8; x = 33,77 % „
 Reduzirender Zucker nach I 1 b = 16,24 % „
 Gesamtzucker = 50,01 % „
 Grade Brix = 67,0; Quotient = 74,6.

Ablauf 6. Gehalt: = 36,17 % Rohrzucker.
 9,05 % Dextrose = 8,60 % „
 Gesamtzucker = 44,77 % „
 Gefunden: A = + 71,6; B = + 23,2; x = 36,48 % „
 Reduzirender Zucker nach I 1 b = 8,97 % „
 Gesamtzucker = 45,45 % „
 Grade Brix = 54,6; Quotient = 83,2.

Ablauf 7. Gehalt: = 23,93 % Rohrzucker.
 6,35 % Dextrose = 6,04 % „
 Gesamtzucker = 29,97 % „
 Gefunden: A = + 61,8; B = + 29,5; x = 24,34 % „
 Reduzirender Zucker nach I 1 b = 6,21 % „
 Gesamtzucker = 30,55 % „
 Grade Brix = 41,0; Quotient = 74,5.

Ablauf 8. Gehalt: = 50,00 % Rohrzucker.
 5,00 % Dextrose = 4,75 % „
 Gesamtzucker = 54,75 % „
 Gefunden: A = + 72,8; B = + 6,4; x = 50,05 % „
 Reduzirender Zucker nach I 1 b = 4,99 % „
 Gesamtzucker = 55,04 % „
 Grade Brix = 61,4; Quotient = 89,6.

Ablauf 9. Gehalt: = 68,90 % Rohrzucker.
 4,44 % Dextrose = 4,22 % „
 Gesamtzucker = 73,12 % „
 Gefunden: A = + 86,0; B = - 4,8; x = 68,44 % „
 Reduzirender Zucker nach I 1 b = 4,34 % „
 Gesamtzucker = 72,78 % „
 Grade Brix = 78,2; Quotient = 93,1.

Gegenüber dem zuerst empfohlenen bietet dieses Verfahren den Vortheil, dass man den Rohrzucker und den reduzierenden Zucker getrennt ihrer Menge nach bestimmen kann. Ganz genau sind allerdings die dabei erhaltenen Zahlen auch nicht; sie fallen etwas zu hoch aus. Die Differenzen sind jedoch so, dass die Methode wohl auch für die Zwecke der Nahrungsmittelchemie empfohlen werden kann, um den Rohrzucker in Gemischen desselben mit Stärkesirup zu bestimmen.

	Rohrzucker			Stärkezucker als Rohrzucker berechnet			Gesammtzucker als Rohrzucker berechnet			Quotient		
	be- rechnet ‰	ge- funden ‰	Differ. ‰	be- rechnet ‰	ge- funden ‰	Differ. ‰	be- rechnet ‰	ge- funden ‰	Differ. ‰	be- rech- net	ge- fun- den	Differ.
1.	13,02	14,02	+ 1,00	24,75	25,13	+ 0,38	37,77	39,15	+ 1,38	53,5	55,5	+ 2,0
2.	15,11	15,67	+ 0,56	15,00	15,26	+ 0,26	30,11	30,93	+ 0,82	52,6	54,2	+ 1,6
3.	20,00	20,72	+ 0,72	19,32	20,08	+ 0,76	39,32	40,80	+ 1,48	64,6	67,1	+ 2,5
4.	24,83	25,70	+ 0,87	17,70	18,06	+ 0,36	42,53	43,76	+ 1,23	64,2	66,1	+ 1,9
5.	33,47	33,77	+ 0,30	15,88	16,24	+ 0,36	49,35	50,01	+ 0,66	73,6	74,6	+ 1,0
6.	36,17	36,48	+ 0,31	8,60	8,97	+ 0,37	44,77	45,45	+ 0,68	82,0	83,2	+ 1,2
7.	23,93	24,34	+ 0,41	6,04	6,21	+ 0,17	29,97	30,55	+ 0,58	73,1	74,5	+ 1,4
8.	50,00	50,05	+ 0,05	4,75	4,99	+ 0,24	54,75	55,04	+ 0,29	89,2	89,6	+ 0,4
9.	68,90	68,44	- 0,46	4,22	4,34	+ 0,12	73,12	72,78	- 0,34	93,5	93,1	- 0,4

Enthalten die Abläufe neben Rohrzucker auch noch Raffinose und soll diese bei der Ermittlung des Quotienten mit berücksichtigt werden, so können die oben beschriebenen Verfahren überhaupt keine Anwendung finden. Die Anlage B trägt dem auch Rechnung, indem für die Ermittlung des reinen Zuckergehaltes solcher Abläufe eine besondere Formel aufgestellt worden ist. Bedingung für die Anwendung derselben ist, dass die Abläufe keinen Stärkezucker oder Stärkesirup enthalten. Wie nun Versuche gezeigt haben, liefert das Verfahren aber nur dann brauchbare Resultate, wenn die Abläufe keinen oder weniger als 2 % Invertzucker enthalten. Ist der Gehalt ein höherer, so muss eine andere Untersuchungsart an Stelle der erwähnten treten. Für diese Zwecke kann das von Baumann¹⁾ beschriebene Verfahren empfohlen werden. Ohne hier näher auf die Ableitung einzugehen, seien die beiden von Baumann für die Ermittlung des Gehaltes an Zucker und an Raffinose aufgestellten Formeln wiedergegeben.

$$Z = \frac{582,98 \text{ Cu} - I \cdot F_2}{0,9491 F_1 + 0,3266 F_2}; R = 1,054 I + 0,344 Z.$$

Darin bedeutet Cu die Kupfermenge, welche durch den nach der Inversion in 0,1628 g des Ablaufes vorhandenen reduzierenden Zucker ausgefällt wird, I die Polarisation des Ablaufs nach der Inversion; F_1 und F_2 sind die Reduktionsfaktoren des invertirten Rohrzuckers und der invertirten Raffinose. Da diese beiden Faktoren, die man erhält, wenn man den Quotienten aus der reduzierten Kupfer- und der entsprechenden Zuckermenge bildet, sich nur sehr langsam ändern, genügt es, dieselben für die von 10 zu 10 mg steigenden Kupfermengen zu berechnen. Dadurch wird es möglich, für Z vereinfachte Formeln aufzustellen, wie dies von Baumann für die Werthe von 150 bis 200 mg Kupfer auch geschehen ist. Um die Methode noch in weiterem Umfange

¹⁾ Zeitschrift des Vereins d. deutschen Zuckerindustrie. Bd. 48 S. 779.

verwendbar zu machen, ist die Tabelle nach beiden Seiten hin noch etwas weiter berechnet worden, so dass dieselbe jetzt lautet:

Für Cu = 120 mg ist Z = 247,0	Cu — 0,608 I.
„ „ = 130 „ „ „ = 247,4	„ — 0,607 „
„ „ = 140 „ „ „ = 247,7	„ — 0,606 „
„ „ = 150 „ „ „ = 248,1	„ — 0,605 „
„ „ = 160 „ „ „ = 248,4	„ — 0,604 „
„ „ = 170 „ „ „ = 248,7	„ — 0,604 „
„ „ = 180 „ „ „ = 249,2	„ — 0,604 „
„ „ = 190 „ „ „ = 249,7	„ — 0,604 „
„ „ = 200 „ „ „ = 250,0	„ — 0,604 „
„ „ = 210 „ „ „ = 250,4	„ — 0,605 „
„ „ = 220 „ „ „ = 251,2	„ — 0,606 „
„ „ = 230 „ „ „ = 251,7	„ — 0,607 „

An der Hand dieses Verfahrens sind vier künstlich hergestellte, Raffinose und mehr als 2 % Invertzucker enthaltende Abläufe untersucht worden.

Ablauf 1.	15,0000 g Rohrucker	= 30,00 % Rohrucker.
	2,5000 g Raffinose	
	30,1402 g Invertzuckerlösung	= 19,83 % Invertzucker = 18,84 „ „
	2,3598 g Wasser	
	50,0000 g Ablauf	= 48,84 „ „

0,1628 g Ablauf reduzieren nach der Inversion 0,1703 g Kupfer.

Cu = 0,1703 g; I = — 12,4. Für Cu = 0,1703 g ist nach obenstehender Tabelle
Z = 248,7 Cu — 0,604 I.
Z = 49,77 % Rohrucker.

Dér Ablauf hatte ein spezifisches Gewicht = 54,6° Brix.

Zuckergehalt: berechnet = 48,84 %
gefunden = 49,77 „
Differenz = + 0,93 „
Quotient: berechnet = 89,4
gefunden = 91,1
Differenz = + 1,7

Ablauf 2.	25,0000 g Rohrucker	= 50,00 % Rohrucker.
	1,2500 g Raffinose	
	7,5715 g Invertzuckerlösung	= 4,98 % Invertzucker = 4,73 „ „
	16,1785 g Wasser	
	50,0000 g Ablauf	= 54,73 „ „
	Cu = 0,1824 g; I = — 15,6; Z = 249,2	Cu — 0,604 I. Z = 54,87 % Rohrucker.

Spezifisches Gewicht = 57,5° Brix.

Zuckergehalt: berechnet = 54,73 %
gefunden = 54,87 „
Differenz = + 0,14 „
Quotient: berechnet = 95,2
gefunden = 95,4
Differenz = + 0,2

Ablauf 3.	5,0000 g Rohrucker	= 10,00 % Rohrucker.
	1,5000 g Raffinose	
	40,0442 g Invertzuckerlösung	= 26,24 % Invertzucker = 24,93 „ „
	3,4558 g Wasser	
	50,0000 g Ablauf	= 34,93 „ „
	Cu = 0,1236 g; I = — 9,0; Z = 247,0	Cu — 0,608 I. Z = 36,00 % Rohrucker.

Spezifisches Gewicht = 39,5° Brix.

Zuckergehalt: berechnet = 34,93 %

gefunden = 36,00 „

Differenz = + 1,07 „

Quotient: berechnet = 88,4

gefunden = 91,2

Differenz = + 2,8

Ablauf 4. 25,000 g Rohrzucker = 50,00 % Rohrzucker.

2,000 g Raffinose

5,000 g Invertzuckerlösung = 2,92 % Invertzucker = 2,77 „ „

18,000 g Wasser

50,000 g Ablauf = 52,77 „ „

Cu = 0,1810 g; I = -14,6; Z = 249,2 Cu - 0,604 I

Z = 53,92 % Rohrzucker

Spezifisches Gewicht = 72,15° Brix.

Zuckergehalt: berechnet = 52,77 %

gefunden = 53,92 „

Differenz = + 1,15 „

Quotient: berechnet = 73,1

gefunden = 74,7

Differenz = + 1,6

Der Zuckergehalt wird somit nach diesem Verfahren auch wieder etwas zu hoch gefunden, ein Fehler, der sich bei der Quotientenberechnung noch in etwas stärkerem Grade bemerkbar macht, ohne indess die Anwendbarkeit der Methode zu beeinträchtigen. Dieselbe ist daher auch von hier aus für die steuerlichen Zwecke empfohlen worden. Dabei war jedoch zu berücksichtigen, dass Baumann bei seinen Versuchen eine Kochdauer von 3 Minuten zu Grunde gelegt hat, und es fragte sich, ob das Verfahren, um es mit der für die übrigen Zuckerbestimmungen empfohlenen Arbeitsweise in Einklang zu bringen, auch anwendbar sei, wenn nur 2 Minuten lang das Reduktionsgemisch gekocht wird. Die 4 vorstehend wiedergegebenen Beispiele sind unter Innehaltung der Baumann'schen Vorschrift ausgeführt worden; es ist aber ersichtlich, dass dieselben Ergebnisse, oder doch wenigstens sehr ähnliche, erhalten werden, wenn man die Kochzeit um 1 Minute verkürzt. Wie die früher beschriebenen Versuche zeigen, werden durch das verschieden lange Kochen Unterschiede in der Kupfermenge bedingt, die bei Verwendung von reinem Zucker etwa 3—4 mg betragen; bei der Untersuchung von Abläufen, die entsprechend weniger Zucker enthalten, wird sich diese Menge noch etwas verringern. Da nun aber überhaupt mit von 10 zu 10 mg abzurundenden Kupferwerthen gerechnet werden kann, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, wird diese Differenz nur in den wenigsten Fällen einen Einfluss auf die im Einzelfalle anzuwendende Formel ausüben und meistens nur dadurch zum Ausdruck gelangen, dass in der Gleichung für Z der Faktor 582,98 Cu verschieden hoch gefunden werden wird. Der Unterschied macht sich aber erst in den Dezimalstellen hinter dem Komma bemerkbar und auch da nur in der Weise, dass die Zahlen etwas niedriger, also in einer das Gesamtergebniss günstig beeinflussenden Weise, gefunden werden. Das Gleiche ist der Fall, wenn wirklich eine andere Formel zur Berechnung genommen werden muss. Auch für die Reduktionsfaktoren tritt eine Aenderung kaum ein, wenn man nur 2 Minuten lang kocht. Für 184 mg Kupfer

z. B., die bei 3 Minuten Kochdauer 93,1 mg Rohrzucker, bei 2 Minuten hingegen 92,4 mg entsprechen, stellt sich der Werth für den Faktor F_1 im ersten Falle auf 1,98, im zweiten auf 1,99, so dass der Unterschied nur 0,01 beträgt. Bei anderen Zuckerwerthen und auch bei der Raffinose dürften die Verhältnisse ganz ähnliche sein. Es erschien aus den angeführten Gründen als unbedenklich und das Ergebniss der Untersuchung kaum beeinflussend, die Baumann'sche Formel in unveränderter Form zu übernehmen.

Die zweite der angeführten Formeln dient zur Berechnung des Raffinosegehaltes. Die danach ermittelte Grösse R stellt die Menge des im Ablaufe enthaltenen Raffinoseanhydrids dar, will man dieselbe auf Raffinosehydrat umrechnen, so ist die Zahl mit dem Faktor 1,178 zu multiplizieren ($C_{18}H_{32}O_{16} : C_{18}H_{32}O_{16} + 5 H_2O = 1 : 1,178$)

Für die 4 Beispiele ergeben sich dann folgende Zahlen:

Der Ablauf enthielt		Gefunden wurden	Differenz
Ablauf 1.	5,00 %	4,78 %	— 0,22 %
„ 2.	2,50 „	2,86 „	+ 0,36 „
„ 3.	3,00 „	3,41 „	+ 0,41 „
„ 4.	4,00 „	3,72 „	— 0,28 „

Man erhält also auch hier Resultate, die noch als annehmbare bezeichnet werden können.

Bemerkt sei noch, dass auch für die Anwendung des Baumann'schen Verfahrens die Abwesenheit von Stärkezucker erforderlich ist.

Die Ermittlung des vergütungsfähigen Zuckers in den zur Ausfuhr gelangenden zuckerhaltigen Waaren.

Bedingung für die Gewährung der Steuervergütung ist, wie schon Anfangs erwähnt, dass die Waaren Stärkezucker nicht enthalten. Diese Massnahme ist erklärlich, wenn man berücksichtigt, dass eine Bestimmung des Invertzuckers neben Stärkezucker der Menge nach nicht möglich ist. Eine Ausnahme bilden nur die stärkezuckerhaltigen Karamellen, bei welchen eine Vergütung gezahlt wird, wenn sie mindestens 80 ° Rechtsdrehung zeigen und mindestens 50 % Rohrzucker enthalten, und ferner die unter Mitverwendung von Stärkezucker hergestellten gezuckerten Früchte, bei denen die Vergütung für den zur Zeit der Untersuchung noch nachweisbaren Rohrzucker gewährt wird. In allen anderen Fällen wird es daher zunächst die Aufgabe des Chemikers sein festzustellen, ob die Waaren stärkezuckerfrei sind. Die Abwesenheit dieser Zuckerart soll angenommen werden, wenn das Verhältniss der Polarisationen vor und nach der Inversion nicht kleiner ist, als + 100 : — 28. Diese Verhältnisszahl giebt in der That einen guten Massstab zur Entscheidung der Frage ab, da schon wenige Prozent Stärkezucker bezw. Stärkesirup genügen, um die Linksdrehung nach der Inversion erheblich zu vermindern. Des weiteren muss dann festgestellt werden, ob die Menge des in der Waare enthaltenen Invertzuckers weniger oder mehr als 2 % beträgt. Im ersteren Falle kann die Zucker-

bestimmung auf optischem Wege nach dem Clerget'schen Verfahren vorgenommen werden, während sie, wenn zwei oder mehr Prozent Invertzucker vorhanden sind, auf gewichtsanalytischem Wege zu erfolgen hat. In Uebereinstimmung mit dem Verfahren zur Untersuchung der Zuckerabläufe wird auch in diesem Falle die Bestimmung unter Innehaltung eine Kochdauer von 2 Minuten ausgeführt werden müssen.

Die Bestimmungsverfahren selbst bieten keine Schwierigkeiten und es wird daher eine Hauptaufgabe sein, den in den Waaren vorhandenen Zucker seiner ganzen Menge nach in Lösung zu bringen. Bei flüssigen und halbflüssigen Waaren, wie zuckerhaltige alkoholische Flüssigkeiten, Fruchtsäfte, flüssige Raffinadezucker und kondensirte Milch gelingt dies leicht. Bei festen Körpern, zumal wenn dieselben grössere Mengen anderer Substanzen enthalten, entstehen jedoch mitunter Schwierigkeiten. Die Anlage E giebt deshalb an, wie bei den einzelnen Waaren zu verfahren sei. Um diese Vorschriften auf ihre praktische Verwendbarkeit zu prüfen und gleichzeitig auch festzustellen, mit welcher Genauigkeit überhaupt der Zuckergehalt solcher Waaren bestimmt werden kann, sind Proben derselben unter Befolgung der üblichen Verfahren und mit bekanntem Zuckergehalt hergestellt und untersucht worden. Dabei hat sich nun gezeigt, dass die vorgeschriebenen Untersuchungsverfahren selbst recht gute Ergebnisse liefern, dass es aber bezüglich der Herstellung der Lösungen empfehlenswerth ist, in einigen Punkten von den jetzt gegebenen Vorschriften abzuweichen. Im Einzelnen ist darüber Folgendes zu sagen.

Chokolade.

Nach der Vorschrift sollen 26,048 g der feingeriebenen Chokolade mit etwas Alkohol befeuchtet, dann mit 30 ccm Wasser übergossen und 10—15 Minuten lang auf dem Wasserbade erwärmt werden. Alsdann soll heiss filtrirt und mit heissem Wasser nachgewaschen werden. Das trübe durchlaufende Filtrat ist dann mit 10 ccm Bleiessig und nach viertelstündigem Stehen mit Alaunlösung und etwas Thonerdehydrat zu versetzen, zu einem bestimmten Volumen aufzufüllen, nochmals zu filtriren und dann zu untersuchen. Diese Vorschrift ist wenig empfehlenswerth, da das ganze beim Erwärmen zu einem so dicken Brei geseht, dass das Filtriren und das Nachwaschen sehr schwierig, wenn nicht unmöglich wird. Enthält die Chokolade gar noch Mehl, so vermehren sich die Schwierigkeiten noch bedeutend. Unter diesen Umständen wird es kaum gelingen, allen Zucker in Lösung zu bringen. Die Erwärmung ist aber überhaupt nicht nöthig, um diesen Zweck zu erreichen. Vielmehr genügt es, die Chokolade mit kaltem Wasser auszuziehen. Man verfährt dabei in folgender Weise.

Das halbe Normalgewicht (13,024 g) der mit Hülfe eines Reibeisens zerkleinerten Probe wird in einem Kölbchen mit 10 ccm Alkohol befeuchtet und nach einigen Minuten mit ungefähr 50 ccm kaltem Wasser übergossen. Nach etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ stündigem Stehen und öfterem Umschwenken wird die über dem Bodensatze stehende Flüssigkeit vorsichtig auf ein Filter gebracht; der Rückstand wird noch 2—3 mal mit etwa 25 ccm Wasser 5—10 Minuten lang behandelt. Zum Schluss bringt man auch den Rückstand auf das Filter und wäscht nun aus, bis das Filtrat etwa 175 ccm beträgt. Alsdann werden 5 ccm Bleiessig und 10 ccm kalt gesättigte Alaunlösung zum Filtrat gegeben; nach kräftigem Umschütteln wird auf 200 ccm aufgefüllt und filtrirt.

Unter diesen Umständen bietet das Filtriren des wässrigen Auszuges gar keine Schwierigkeiten und es wird dabei sicher aller Zucker in Lösung gebracht. Untersucht wurden nach diesem Verfahren 5 aus Kakaomasse und Zucker im Laboratorium hergestellte Chokoladenproben, von denen 2 auch noch einen Mehlzusatz erhalten hatten. Der wässrige Auszug der Kakaomasse ist optisch inaktiv; der Zucker enthielt 99,4 % Rohrzucker. Da kein Invertzucker in der fertigen Waare vorhanden war, konnte der Zucker nach dem Clerget'schen Verfahren ermittelt werden.

Nr.	Zusammensetzung der Probe	Rohrzucker- gehalt %	Gefundener Zucker als Rohrzucker in %	Differenz %
1	125 g Zucker 93,75 g Kakao	56,8	56,5	— 0,3
2	125 g Zucker 125 g Kakao	49,7	48,3	— 1,4
3	125 g Zucker 62,5 g Kakao	33,13	33,19	+ 0,06
4	80 g Zucker 100 g Kakao 20 g Mehl	39,75	39,7	— 0,05
5	95 g Zucker 80 g Kakao 25 g Mehl	47,21	47,3	+ 0,09

Die Zahlen sind zum Theil sehr gute und zeigen, dass auch bei kaltem Ausziehen aller Zucker in Lösung geht. Bei einiger Geschicklichkeit wird es auch gelingen, mit weniger Wasser auszukommen, wodurch die Ablesungen bei der Polarisation genauer und die Berechnung richtiger wird. Bemerkt sei noch, dass das Digestionsverfahren, wie es bei der Rübenuntersuchung üblich ist und welches darin besteht, dass man die Substanz im Messkolben mit Wasser übergiesst und nach Zusatz der Klärungsmittel das Ganze bis zur Marke auffüllt, nicht anwendbar ist, auch wenn für die unlösliche Substanz ein Abzug gemacht wird. Selbst bei bekanntem Kakaogehalt der Chokolade sind die Resultate wenig genaue.

Karamellen und Bonbons.

Die Untersuchung dieser Waaren bereitet keine Schwierigkeiten. Sind dieselben stärkezuckerfrei, so wird die volle Vergütung für die ermittelte Zuckermenge gewährt; bei stärkezuckerhaltigen Karamellen findet eine Vergütung nur statt, wenn sie mindestens 80 ° Rechtsdrehung zeigen, und auch dann nur für 50 % des Gewichtes der Waare; enthalten sie weniger als 50 % Rohrzucker, so werden sie zur Vergütung nicht zugelassen. Die Feststellung, ob 50 oder mehr Prozent Rohrzucker vorhanden sind, geschieht nach dem Clerget'schen Verfahren, welches, wie die auf Seite 348—349 beschriebenen Versuche zeigen, auch bei Gegenwart grosser Mengen Stärkezucker

gute Resultate liefert. Drei dem Kleinhandel entnommene Proben von Bonbons, die gefärbt und mit ätherischen Oelen und Fruchtäthern versetzt waren, gaben folgende Zahlen:

$P = + 109,8; I = + 18,26; Z = 69,07 \%$
 $P = + 111,0; I = + 17,14; Z = 70,85 \%$
 $P = + 112,7; I = + 20,80; Z = 69,37 \%$

} sie waren also alle drei vergütungs-
berechtigt.

Es wurden ferner im Laboratorium aus Rohrzucker, Stärkezucker bezw. Stärkesirup und Wasser zwei Bonbonmassen hergestellt.

Probe 1 enthielt nach Berechnung 82,1 % Rohrzucker.

$P = + 85,86; I = - 20,4; Z = 80,3 \%$.

Probe 2 enthielt nach Berechnung 85,1 % Rohrzucker.

$P = + 103,06; I = - 9,66; Z = 84,9 \%$.

Der Zuckergehalt wird also mit ziemlicher Genauigkeit ermittelt.

Dragées wurden nicht untersucht. Die Herstellung der Zuckerlösung kann nach dem für Chokolade gegebenen Verfahren erfolgen.

Raffinadezeltchen.

Als Vertreter der Raffinadezeltchen können die Pfeffermünzplätzchen angesehen werden. Bei den hier ausgeführten Versuchen wurden die käuflichen Rohrzuckerplätzchen mit ätherischen Oelen und Lösungen von Anilinfarbstoffen getränkt. Die Zeltchen lösen sich ohne nennenswerthen Rückstand in Wasser; filtrirt man die Lösung, so bleibt ein Theil des ätherischen Oeles, mitunter auch des Farbstoffes, auf dem Filter zurück. Ist das Filtrat noch zu stark gefärbt, so muss man versuchen, dasselbe durch die bekannten Klärungsmittel zu entfärben. Bei einigen Farbstoffen, namentlich bei den sogenannten Anilinfarben, gelingt dies nur sehr schwer. Mitunter hilft in solchen Fällen der vorsichtige Zusatz einiger Tropfen Salzsäure, jedoch ist dann, um eine Inversion zu verhüten, jede Erwärmung zu vermeiden.

Die gekauften Zeltchen hatten einen Zuckergehalt von 99,5 % Rohrzucker; Invertzucker war in ihnen nicht vorhanden. Gefunden wurden in den mit ätherischem Oel und Farbstoff versetzten Zeltchen 97,9, 97,6, 99,6 % Zucker. Die Differenzen bei Beispiel 1 und 2 erklären sich durch die aussergewöhnlich grossen Mengen ätherischen Oeles, mit denen die Plätzchen versetzt worden waren.

Dessertbonbons, Fondants u. s. w.

Da es fast unmöglich ist, diese Waaren mit einem bestimmten Zuckergehalt herzustellen, wurde von einer Untersuchung derselben Abstand genommen. Sie werden in den meisten Fällen, namentlich wenn sie mit Früchten, Marmeladen u. ä. gefüllt sind, mehr als 2 % Invertzucker enthalten, also auf gewichtsanalytischen Wege zu untersuchen sein. Die Herstellung der Lösung geschieht zweckmässig nach der in der Anweisung zur Ermittlung des Rohrzuckers in stärkezuckerhaltigen gezuckerten Früchten (Centralbl. für das deutsche Reich 1901 S. 236) gegebenen Vorschrift.

Marzipanmasse und Marzipanfabrikate.

Unter Marzipan wird bekanntlich ein Gemisch von Mandeln und Rohrzucker verstanden, welches mit aromatischem Wasser versetzt und über freier Flamme bis zur Konsistenz eines steifen Teiges abgerührt wurde. Die fertige Waare enthält neben dem Rohrzucker auch noch den aus dem Amygdalin der bitteren Mandeln entstandenen Traubenzucker. Die Menge desselben ist jedoch so gering, dass wesentliche Fehler dadurch nicht herbeigeführt werden.

26,048 g eines Gemisches von süssen und bittren Mandeln in dem Verhältniss, wie es in der Praxis üblich ist, wurden in fein zerriebenem Zustande mit Wasser ausgezogen. Nach der Klärung wurde der Auszug zu 200 ccm aufgefüllt; $P = +1,84$. Berücksichtigt man, dass Marzipan zu etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ aus Mandelsubstanz besteht, so ergibt sich, dass die Polarisation des wässrigen Auszuges desselben um etwa 1° bis $1,25^{\circ}$ zu hoch gefunden werden wird. Bei der Bestimmung des Invertzuckers wird zwar meistens weniger als 2 Prozent gefunden werden, so dass nach der optischen Methode weiter untersucht werden wird. Da aber die Gesamtdrehung nicht wie bei Gegenwart geringer Mengen Invertzucker erniedrigt, sondern durch den Traubenzucker erhöht wird, liegt doch die Gefahr vor, dass zuviel vergütungsfähiger Zucker gefunden wird.

Ein selbst hergestelltes Marzipan enthielt nach Berechnung 50,0 % Rohrzucker. Der wässrige mit Bleiessig und Alaun geklärte Auszug drehte vor der Inversion $P = +51,00$, nach der Inversion $I = -15,6$.

Z wurde daraus gefunden = 50,4 %. Der Fehler beträgt demnach + 0,4 %. Da bei einer gewichtsanalytischen Bestimmung gleichfalls zu viel gefunden werden würde, und der Fehler schliesslich nicht sehr bedeutend ist, dürfte gegen die Verwendung der optischen Methode nichts einzuwenden sein.

Kakes und ähnliche Backwaaren.

Nach der Anweisung soll der Zucker mit 85—90 gradigem Alkohol ausgezogen, der Auszug durch Asbestfilter filtrirt, der Alkohol verjagt und der Rückstand dann weiter untersucht werden. Ein derartig hochprozentiger Alkohol ist, wie die Versuche gezeigt haben, wenig geeignet den Zucker zu lösen, es sei denn, dass man das Ausziehen sehr oft wiederhole. Bessere Ergebnisse erhält man bei Verwendung von 70—50 procentigem Alkohol, noch bessere, wenn man mit Wasser arbeitet. Ein wässriger Auszug filtrirt, wenn man etwas vorsichtig arbeitet, ziemlich schnell und liefert ein spiegelblankes Filtrat, das mitunter nicht einmal der Entfärbung bedarf. Invertzucker ist in den Backwaaren, selbst wenn dieselben organische Säuren enthalten (Citronensäure), nicht vorhanden; dieselben wären also nach dem optischen Verfahren zu untersuchen. Empfehlenswerther erscheint es aber, den Zucker stets auf gewichtsanalytischem Wege zu bestimmen, weil dabei richtigere Zahlen erhalten werden.

Die Kakes, welche in einer hiesigen Bäckerei nach Anweisung hergestellt waren, enthielten genau abgewogene Mengen Zucker; der Teig war ohne jeden Verlust verbacken worden. Durch Wägung des Teiges vor und nach dem Backen war der durch Verdampfung des Wassers herbeigeführte Gewichtsverlust festgestellt worden.

Die eine Hälfte des Teiges hatte ausserdem einen geringen Zusatz von Citronensäure erhalten. Nach der Berechnung waren in den säurefreien Kakes 22,2 %, in den mit Citronensäure versetzten 21,9 % Rohrzucker enthalten. Es wurden nun Versuche angestellt, den Zucker mit 80, 70, 50 prozentigem Alkohol und mit Wasser auszuziehen. Bei den alkoholischen Auszügen wurde der Alkohol verdampft und der Rückstand mit Wasser aufgenommen.

Lösungsmittel für den Zucker	Polarisation P	In- versions- Polarisation I	Verhältniss P : I	Rohrzucker gefunden nach der optischen Methode %	Rohrzucker gefunden nach der gewichts- analyti- schen Methode %	Rohr- zucker nach Berechnung %
Kakes ohne Citronensäure						
80prozentiger Alkohol	+ 15,2	— 4,8	100 : — 31,6	15,2	15,6	22,2
	+ 15,32	— 5,68	100 : — 37,1	15,9	15,1	"
50 " "	+ 21,3	— 7,68	100 : — 36,05	21,2	22,1	"
	+ 19,50	— 4,4	100 : — 22,5	18,1	21,5	"
Wasser	+ 20,96	— 6,4	100 : — 30,5	20,7	22,2	"
	+ 20,0	— 5,76	100 : — 28,8	19,5	22,3	"
Kakes mit Citronensäure.						
80prozentiger Alkohol .	+ 14,96	— 5,40	100 : — 36,1	15,4	15,4	21,9
70 " "	+ 18,92	— 6,92	100 : — 36,5	19,5	20,4	"
Wasser	+ 20,4	— 4,64	100 : — 22,7	19,0	21,2	"

Die Zahlen zeigen zunächst einmal, dass 80 prozentiger Alkohol den Zucker am schlechtesten, Wasser hingegen am besten auszieht; ferner ist ersichtlich, dass nach der gewichtsanalytischen Methode und bei Wasser als Lösungsmittel die richtigsten Resultate erhalten werden, während nach dem Clerget'schen Verfahren die Zahlen zu niedrig gefunden wurden. Bedenklich erscheint es, dass das Verhältniss von P : I ein so verschiedenes ist; mitunter liegt es unterhalb der Grenze, welche als ausschlaggebend für An- oder Abwesenheit von Stärkezucker angenommen worden ist; verschiedentlich ist es aber auch höher, als es für Zucker überhaupt möglich ist. Die erstere Erscheinung kann durch die Annahme erklärt werden, dass beim Backen entstandenes Dextrin mit in Lösung geht, welches die Rechtsdrehung erhöht, ohne nach der Inversion eine entsprechende Linksdrehung zu liefern; für das Uebersteigen des normalen Verhältnisses fehlt zunächst eine Erklärung.

Was nun die Herstellung des wässrigen Auszuges anlangt, so ist folgendermassen zu verfahren:

13,024 g der Backwaare werden möglichst fein zerrieben und in einem Kälbchen mit etwa 20 ccm kaltem Wasser übergossen; man lässt das Ganze unter wiederholtem Umschwenken etwa $\frac{1}{2}$ Stunde stehen und bringt dann die Flüssigkeit ohne den Bodensatz aufzuführen auf ein Saugfilter. Wenn man sich einer ganz schwach wirkenden Saugpumpe bedient, erhält man ein klares und nur wenig gefärbtes Filtrat. Der feste Rückstand

wird im Kölbchen noch einige Mal mit Wasser jedesmal 10 Minuten lang behandelt. Zum Schluss wird der Rückstand mit auf das Filter gebracht und mit Wasser ausgewaschen, bis das Filtrat etwa 90 ccm beträgt. Wenn erforderlich, wird mit Bleiessig und Alaun entfärbt, sonst unmittelbar zu 100 ccm aufgefüllt.

Schaumwaaren.

Nach der Anweisung sollen die Waaren in Wasser gelöst und die Lösungen mit Bleiessig und Thonerde geklärt werden. Enthalten dieselben nur geringe Mengen von Bindemitteln, wie Eiweiss, Gummi und Gelatine, so gelingt es, auf diesem Wege klare Lösungen zu erhalten. Sind die genannten Stoffe jedoch in grösserer Menge vorhanden, so kann man die wässrigen Lösungen nicht genügend klären. Es empfiehlt sich daher mit 70 prozentigem Alkohol den Zucker auszuziehen, die alkoholischen Lösungen einzudampfen, den Rückstand mit Wasser aufzunehmen und diese Lösung zu untersuchen, nachdem sie gegebenen Falles geklärt ist.

Eine selbst hergestellte Pasta gummosa, ein Zuckerwerk aus Rohrzucker, Eiweiss und arabischem Gummi, enthielt 47,7 % Rohrzucker. Gefunden wurden bei Befolgung des vorgeschlagenen Verfahrens 47,7 %.

Verzuckerte Früchte.

Bei den verzuckerten Früchten ist zwischen solchen zu unterscheiden, die ohne und solchen, die mit Stärkezuckerzusatz verzuckert worden sind. Auch die ersteren enthalten stets mehr als 2 % Invertzucker, so dass sie nach dem gewichtsanalytischen Verfahren untersucht werden müssen. Ein Ausziehen des Zuckers mit 85—90 prozentigem Alkohol, wie dies in der Anlage E vorgeschrieben ist, erscheint wenig empfehlenswerth; zweckmässiger ist es, die genügend zerkleinerten Konserven in der gleichen Weise zu behandeln, wie dies für die unter Mitverwendung von Stärkezucker hergestellten Früchte vorgeschrieben ist.

Bemerkt sei noch, das nach I § 15 der Anlage D zu den Ausführungsbestimmungen mit Rücksicht auf den natürlichen Zuckergehalt der Früchte nur 90 % der nachweisbaren Zuckermenge in Rechnung zu setzen sind.

Für solche gezuckerten Früchte, die auch Stärkezucker enthalten, wird Vergütung nur für den zur Zeit der Untersuchung nachweisbaren Rohrzucker gewährt (Bundesrathsbeschluss vom 29. Juni 1901, Centralbl. f. d. Deutsche Reich S. 236). Die näheren Vorschriften für die Ermittlung des Rohrzuckers sind ebendort gegeben worden¹⁾, während die Versuche, die als Unterlage für das vorgeschriebene Untersuchungsverfahren gedient haben, in der Eingangs erwähnten früheren Veröffentlichung beschrieben worden sind. Dasselbst ist auch des Näheren dargelegt worden, warum nicht für diesen Fall das Clerget'sche Verfahren zur Bestimmung des Rohrzuckers neben Stärkezucker, das, wie vorher gezeigt worden ist, recht gute Resultate giebt, Anwendung gefunden hat. Bezüglich aller dieser Punkte erübrigt sich daher eine nochmalige Besprechung, jedoch sollen hier einige Versuche noch mitgetheilt werden,

¹⁾ Vgl. auch Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Band XIX, S. 284.

die angestellt wurden, um zu prüfen, ob sich die verdünnten wässrigen Auszüge aus den Früchten beim längeren Stehen in ihrer Zusammensetzung sehr verändern.

Nach der erwähnten Anweisung werden 200 g des Fruchtbreies mit Wasser zu einem Liter aufgefüllt und diese Lösung bleibt dann 24 Stunden lang im Eisschrank stehen, um klar abzusetzen. Es war nun die Vermuthung ausgesprochen worden, dass während dieser Zeit ein grosser Theil des Rohrzuckers invertirt werde. Zur Prüfung dieses Einwandes wurden verdünnte Zuckerlösungen mit Weinsäure versetzt, und auf ihr Drehungsvermögen hin kurz nach der Herstellung und nach längerer Aufbewahrung untersucht. Dabei wurden folgende Beobachtungen gemacht.

Art der Aufbewahrung	Zeitdauer der Aufbewahrung Stunden	Drehung im 200 mm-Rohr	Temperatur bei der Ablesung	Art der Aufbewahrung	Zeitdauer der Aufbewahrung Stunden	Drehung im 200 mm-Rohr	Temperatur bei der Ablesung
1. Versuch. 12,5 g Rohrzucker und 2,5 g Weinsäure zu 250 ccm mit Wasser gelöst.				2. Versuch. 6 g Rohrzucker und 3 g Weinsäure zu 200 ccm mit Wasser gelöst.			
Frisch gemischt . . .	0	+ 19,75	21,0°	Frisch gemischt . . .	0	+ 13,05	21°
im Eisschrank	4	+ 19,75	20,0°	im Eisschrank	5	+ 13,0	21°
desgl.	21	+ 19,75	20,5°	dann 43 Stunden bei Zimmertemperatur . .	48	+ 11,9	21°
dann 6½ Stunde bei Zim- mertemperatur	27,5	+ 19,6	22,0°	dann 6 Stunden im Eis- schrank	54	+ 11,8	23°
weiter 42 Stunden bei Zimmertemperatur . .	69,5	+ 18,5	21,0°	weiter 17,5 Stunden im Eisschrank	71,5	+ 11,7	20°
dann 6 Stunden im Eis- schrank	75,5	+ 18,2	21,5°	weiter 24 Stunden im Eisschrank	95,5	+ 11,5	20°
weiter 17,5 Stunden im Eisschrank	93	+ 18,2	21,5°				
weiter 24 Stunden im Eisschrank	117	+ 18,05	20,0°				
Nach 117 Stunden Abnahme der Drehung um 1,7°				Nach 95,5 Stunden Abnahme der Drehung um 1,55°			

Nach diesem Befunde tritt eine Inversion bei der Aufbewahrung im Eisschrank garnicht oder in kaum nennenswerthem Grade ein; bei Zimmertemperatur nimmt die Rechtsdrehung etwas ab, aber dieser Vorgang, der sich überdies nur in sehr niedrigen Grenzen hält, wird durch Kaltstellen der Lösung wieder aufgehoben. Die Befürchtung, dass bei der 24stündigen Aufbewahrung des wässrigen Fruchtbrei-Auszuges grössere Mengen Rohrzucker invertirt werden, ist somit unbegründet.

Die Untersuchung zuckerhaltiger alkoholischer Flüssigkeiten, der flüssigen Raffinadezucker und der mit Zucker eingekochten Fruchtsäfte bereitet keine Schwierigkeiten.

Kondensirte Milch.

Die kondensirte Milch wird stets nach dem optischen Verfahren untersucht, jedoch ist die Clerget'sche Formel nicht ohne Weiteres verwendbar, da auch der optisch aktive Milchzucker eine Berücksichtigung erfordert. Die zur Ermittlung des Rohrzuckers in der Anlage E gegebene Anweisung liefert gute Resultate.

526,7 g Vollmilch wurden bei vermindertem Druck auf 165 g eingedampft. 64 g der eingedickten Milch wurden mit 36 g Rohrzucker (Gehalt = 99,5 %) versetzt, so dass sich der Gehalt des fertigen Präparates zu 35,82 % Rohrzucker berechnete. Gefunden wurden 35,66 %.

Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten¹⁾.

A. Ostafrika.

I. Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Ostafrika im Jahre 1899/1900.

Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet.

a. Medizinalbericht.

In sanitärer Hinsicht war das Berichtsjahr für die eingeborene Bevölkerung ein bei Weitem günstigeres als das vorhergegangene. Die über grosse Theile der Kolonie verbreitet gewesene Hungersnoth, welche durch anhaltende Dürre und das Auftreten grosser Heuschreckenschwärme hervorgerufen worden war und welcher eine grosse Anzahl von Eingeborenen zum Opfer fiel, hat ihr Ende gefunden, nachdem die beiden letzten Regenzeiten sehr ausgiebig gewesen und die Ernten in Folge dessen reichlich waren. Immerhin wird es noch lange dauern, bis die durch die Hungersnoth angerichteten Schäden sich wieder ausgeglichen haben.

Das häufige Vorkommen von Sandflöhen hat nachgelassen, doch ist die Plage jetzt über die ganze Kolonie verbreitet. Europäer und Eingeborene sind aber nun damit bekannt und wissen, dass, wenn rechtzeitig und auf zweckmässige Weise die in die Haut eingedrungenen Thiere entfernt werden, keine üblen Folgen nachbleiben; früher konnte man häufig ausge dehnte Geschwürbildungen und Vereiterungen von Fingern und Zehen, die nicht wenig Leute zu Krüppeln machten, zu Gesicht bekommen. Die vielen prophylaktischen Mittel, die gegen die Plage empfohlen wurden, haben sich nicht bewährt; peinliche Sauberkeit und Reinlichkeit an Händen und Füssen ist der beste Schutz.

Die in vielen Gegenden im vorigen Jahre aufgetretenen Pockenepidemien, denen während der Hungersnoth zahlreiche Eingeborene zum Opfer fielen, haben aufgehört. Pocken herrschen in Ostafrika endemisch und kommen vereinzelt überall und zu jeder Zeit vor, grössere Epidemien wurden aber in diesem Jahre nirgends beobachtet. Den Neger ist die grosse Ansteckungsfähigkeit der Pocken bekannt und suchen sie selbst schon, auch ohne behördlichen Zwang, Pockenranke durch Unterbringung in entlegene Hütten von den Gesunden abzusondern. Sie wissen auch, dass Leute, die einmal Pocken überstanden haben, nur höchst selten zum zweiten Male erkranken, und nur solche Personen dürfen mit den Kranken zusammenkommen. Verbreitung finden die Pocken hauptsächlich durch den regen Karawanenverkehr. Die an den Karawanenstrassen gelegenen Stationen richten daher auch ihr besonderes Augenmerk auf etwaige Pockenranke; sie haben es sich sämmtlich angelegen sein lassen, Isolirhütten zu errichten, in denen Erkrankte sofort untergebracht und durch besonders geeignetes Personal gepflegt werden. Schutzpockenimpfungen zur Bekämpfung der Seuche wurden in noch grösserem Umfange wie in den Vorjahren vorgenommen. In der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 31. März 1900 sind nach den bisher eingegangenen Meldungen über 70000 Menschen geimpft worden. Von einzelnen Stationen stehen noch Meldungen aus, auch einzelne Missionsstationen haben es sich in dankenswerther Weise angelegen sein lassen, in ihrem Bereiche Massenerimpfungen vorzunehmen, leider sind aber über die Zahl der Impfinge genauere Nachrichten nicht hierher gelangt. Die wirkliche Anzahl der in diesem Jahre Geimpften ist also wohl bedeutend grösser, als oben angegeben.

Die überwiegende Menge der Impfungen wurde durch das Sanitätspersonal (Aerzte und Sanitätsunteroffiziere der Schutztruppe) ausgeführt, doch haben sich auch Laien, die in der Impftechnik unterwiesen wurden (Pflanzer, Offiziere und Missionare), in reger Weise am Impfgeschäft betheiligt. Im Allgemeinen zeigen die Eingeborenen ein grosses Zutrauen zu

¹⁾ Vergl. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Band XVII S. 508.

der Schutzpockenimpfung, besonders die auf etwas höherer Bildungsstufe stehenden Küstenbewohner, doch kommen sie bei ihrer Indolenz in pockenfreier Zeit meist nur in geringer Zahl zu den öffentlichen Impfterminen, treten aber frische Pockenfälle in der Nähe auf, dann wird der Andrang oft so stark, dass der Impfstoff nicht ausreicht. Es ist schon zu verschiedenen Malen der Vorschlag gemacht worden, wie in der Heimath auch hier den Impfwang einzuführen, man hat aber bislang immer noch davon Abstand genommen; eine strikte Durchführung würde schon an dem Mangel an geeignetem Personal, das die Impfungen vornehmen könnte, scheitern, oft auch erlangt man beim Neger durch gütliches Zureden mehr als durch direkten Zwang. Der Impfstoff wird seit längerer Zeit aus Deutschland bezogen, und zwar aus dem Königlichen Impfinstitut zu Dresden. Jeder Postdampfer bringt regelmässig Sendungen dieser animalen Lymphe nach Tanga und Dar-es-Salaam, die jetzt stets frisch und unverdorben hier ankommt und gute Resultate giebt, nachdem man die Einrichtung getroffen hat, die Lymphe in den Kühlräumen der Schiffe zu befördern. In früherer Zeit, als dies noch nicht der Fall war, gelang es nur höchst selten, wirksamen Impfstoff hierher zu bekommen. Nach der Ankunft wird die Lymphe hier im Eisschrank der Lazarethe aufbewahrt, bis Gelegenheit zur Verimpfung bezw. zur Versendung per Dampfer nach den übrigen Küstenstationen gegeben ist. Die Versendung nach den Innenstationen machte grosse Schwierigkeiten, und es wollte anfänglich nicht gelingen, bei längerem Landtransport den Impfstoff wirksam zu erhalten. Durch ein Kühlverfahren, wie es jetzt stets in Anwendung gebracht wird, konnte aber Lymphe selbst bis nach den Seen hin versandt werden, ohne unterwegs zu verderben. Der in Capillarröhren, die an beiden Enden durch Siegelack verschlossen sind, befindliche Impfstoff lagert in Holzlöhren, die ihrerseits wieder in grösseren Holzklötzen untergebracht werden. Diese erhalten eine Hülle von Wachstuch, worüber eine dicke Schicht entfetteter Watte gelegt wird, und werden dann in eine Tasche aus Leinwand mit Tragband eingenäht. Der Bote wird instruiert, an jedem Bache oder Wasserloche, an welchem er vorbeikommt, die Tasche einzutauchen, die durch Verdunstung erzeugte Kühle genügt dann, um die Lymphe vor dem Verderben zu schützen. Eine weitere Möglichkeit, Impfstoffe, wenn auch nur humanisirte, nach dem Innern zu bringen, sucht man darin, dass bei grösseren, von einer Sanitätsperson begleiteten Karawanen eine Anzahl Leute hier geimpft wird, von denen unterwegs wieder weiter von Arm zu Arm abgeimpft wird. Dies Verfahren lässt aber häufig im Stich, da die Träger bei dem Transport ihrer Lasten und dem Marsch durch Gebüsch die Pusteln aufreissen und dadurch weiteres Abimpfen unmöglich machen.

Dass Impfungen von Arm zu Arm hier viel in Anwendung gebracht werden müssen, ist wohl von vornherein selbstverständlich, denn für die grosse Menge der Impflinge würde aus Europa bezogene animale Lymphe zu kostspielig kommen; ebenso selbstverständlich ist auch, dass dabei mit allen Vorsichtsmassregeln verfahren wird. Noch mag erwähnt werden, dass ausser der Dresdener Lymphe auch vereinzelte Versuche mit andern Impfstoffen, die probeweise aus Europa, der Kapkolonie, Madagaskar u. s. w. hierher gesandt wurden, gemacht worden sind. Die Resultate waren fast durchweg mangelhafte, da die Proben durch langen und unweckmässigen Transport unwirksam geworden waren.

Die gegen die Einschleppung der Pest getroffenen Abwehrmassregeln mussten auch weiter noch aufrecht erhalten werden, da aus den meisten Nachbarländern Pestfälle gemeldet wurden. Ostafrika ist bislang davon verschont geblieben; es wurde auch niemals nöthig, ein Schiff in Quarantäne zu legen, oder gar Kranke von einem verseuchten Schiffe zu übernehmen, immerhin bleibt aber die Gefahr noch weiter bestehen und man muss mit ihr rechnen. Die beiden Quarantäne-Stationen (auf der Todteninsel in Tanga und auf der Insel Makatumba bei Dar-es-Salaam) sind fertig gestellt. Wenn dieselben auch recht primitiv ausgefallen sind, da nur verhältnissmässig geringe Mittel zu ihrer Aufführung zu Gebote standen, so können sie doch fürs Erste genügen.

Aber nicht nur von der Seeseite her, auch über Land ist eine Einschleppung der Seuche möglich. Ostafrika besitzt in seiner nordwestlichen Ecke im Sultanat Kisiba einen endemischen Pestherd. Ein Weiterumsichgreifen der Seuche fand in diesem Jahre zwar nicht statt, und auch in Kisiba selbst hat die Krankheit Opfer in grösserer Zahl nicht gefordert, trotzdem aber werden die getroffenen Vorsichtsmassregeln ununterbrochen sorgfältig und strenge weiter durchgeführt.

Ueber die Lepra ist etwas Besonderes nicht zu erwähnen; dieselbe kommt allerorten an der Küste vor, aber doch nur in vereinzelten Fällen. Die Kranken werden möglichst nach den Leprosorien in Bagamoyo bezw. Kilwa gebracht, welche durchschnittlich je 20 bis 25 Personen beherbergen.

Der Gesundheitszustand der Europäer im Allgemeinen weist gegen das Vorjahr keine wesentlichen Unterschiede auf; Wechselfieber war auch in diesem Jahre weitaus die am

häufigsten vorkommende Krankheit. In dem Gouvernementslazareth zu Dar-es-Salaam fanden in der Zeit vom 1. Juli 1899 bis zum 30. Juni 1900 277 Personen mit 4845 Verpflegungstagen Aufnahme. Von den Kranken waren 130 Beamte und Angestellte des Gouvernements, 70 gehörten der Schutztruppe, 30 der Kaiserlichen Marine an, 47 waren Privatpersonen. An Malaria litten 158, an Schwarzwasserfieber 24 und an Ruhr 6, also $\frac{2}{3}$ aller Patienten an Tropenkrankheiten. Gestorben sind von den 270 Kranken 7, und zwar 2 an Schwarzwasserfieber, 1 an Gehirnentzündung, 1 an Gehirnerschütterung und 1 an Wechselfieber und Hirnhautentzündung.

Von den Nebengebäuden des Lazareths ist im vorigen Jahre das Stationshaus mit Laboratorium fertiggestellt worden; mit dem Bau der dringend nothwendigen Seuchen- und Isolirlazarethe wird demnächst begonnen.

Im Sewa-Hadji-Hospital (Lazareth für Farbige) fanden 890 Kranke mit 11 575 Behandlungstagen Aufnahme.

Die europäischen Lazarethkranken in Tanga werden einstweilen noch in einem von der Eisenbahnverwaltung zur Verfügung gestellten Gebäude untergebracht. Mit dem Neubau eines Krankenhauses ist begonnen worden.

In Tanga wurden in diesem Berichtsjahre im Lazareth verpflegt 128 Kranke mit 1009 Behandlungstagen. Es gehörten der Schutztruppe an 12, der Kaiserlichen Marine 3, 22 waren Angestellte des Gouvernements, 40 der Usambara-Eisenbahn und 51 Privatpersonen. Davon litten an Wechselfieber 87, an Schwarzwasserfieber 8, an Ruhr 2. Es starben 8, und zwar je 2 an Schwarzwasserfieber bzw. Lungenentzündung und je 1 an Blinddarm-entzündung, Brustfellentzündung, Bauchfellentzündung und Entkräftung nach Malaria. Im Farbigen-Lazareth wurden 290 Kranke mit 5674 Behandlungstagen verpflegt.

Mit der Pflege der europäischen Kranken waren sowohl im Lazareth zu Dar-es-Salaam als auch in dem zu Tanga je 3 Schwestern des Deutschen Frauenvereins für Krankenpflege in den Kolonien betraut. Bei besonders starker Belegung der Lazarethe wurden ausserdem nach Bedürfniss noch je 1 bis 2 Sanitätsunteroffiziere der Truppe zum Lazarethdienst abkommandirt. Im vorigen Bericht fanden bereits die beiden im Bezirk Tanga errichteten Erholungsstationen Erwähnung. Das in den Usambarabergen in prachtvoller Gegend gelegene Amani wurde verschiedentlich von Rekonvaleszenten und Erholungsbedürftigen aufgesucht. 4 bis 6 Personen können dort gleichzeitig Aufnahme finden. Leider ist aber das Klima während einer langen Zeit des Jahres für Rekonvaleszenten etwas zu rauh und die Verpflegung mit Schwierigkeiten verbunden.

Die zweite auf der Insel Ulenge gelegene Erholungsstation konnte noch nicht in regelmässigen Betrieb genommen werden, da an dem Gebäude noch umfassende Reparaturen sich als dringend nothwendig erwiesen haben. Beide Erholungsstationen kommen leider nur den Bewohnern des nördlichen Küstenbezirks zu Gute; für die übrigen Theile der Kolonie kommen sie bei den weiten Entfernungen und der oft schlechten Verbindung weniger in Frage.

b. Veterinär-Bericht.

1. Surra.

Die seit einem Jahre angestellten Untersuchungen über das Vorkommen der Tsetsefliege haben ergeben, dass auf allen bisher untersuchten Karawanenwegen vom Innern bis zur Küste Stellen passirt werden müssen, an denen die Tsetsefliege sich das ganze Jahr über aufhält. Die Verluste, die durch den Stich der Tsetsefliege verursacht werden, schwanken in weiten Grenzen. Eine Heilung erkrankter Rinder ist nie beobachtet. Es ist versucht worden, Rindvieh, Kamele, Maulthiere und Esel durch Impfung immun zu machen, doch lässt sich über den Werth der Impfung noch kein abschliessendes Urtheil fällen.

2. Texasfieber.

Texasfieber ist an der Küste endemisch und verursacht grosse Verluste. Die Texasfieberzone ist eng begrenzt und reicht über einen wenige Kilometer breiten Küstenstrich nicht hinaus. Einmaliges Ueberstehen der Krankheit sichert dauernde Immunität. Serum-Impfungen sind vorgenommen. Ein abschliessendes Resultat ist noch nicht erzielt.

3. Rinderpest.

Die Rinderpest, deren Schreckgespenst vom englischen Gebiete droht, ist auch in diesem Jahre von den Grenzen abgewehrt worden. Die Untersuchungen des Thierarztes am Seuchenherde auf englischem Gebiete haben ergeben, dass das Kilimandjaro-Gebiet ausser Gefahr ist, dass aber die Gebiete Schirati-Muanza und Bukoba gefährdet sind, sofern es den englischen Behörden nicht gelingt, die Seuche auf ihrem Gebiete zu dämpfen.

4. Sonstige Thierkrankheiten.

Unter den Wanyamwesi-Eseln ist häufig eine mit tödtlichem Ausgange endende Wurmkrankheit beobachtet worden. Da die Parasiten mit dem Trinkwasser aufgenommen wurden, so ist eine Beseitigung dieser Krankheit erst denkbar, wenn das Tränken nicht aus Wasserlöchern, sondern aus Brunnen geschehen wird. Verabreichung von Wurmmitteln haben zu keinem Erfolge geführt.

Unter den Schafen und Ziegen tritt seuchenartig eine der Schleuderkrankheit in Deutschland analoge Krankheit auf. Bremsen spritzen ihre Eier in die Naseneingänge der Schafe und Ziegen. Die aus den Eiern sich entwickelnden Larven kriechen in die Nebenhöhlen der Nase und bedingen daselbst Endzündungsprozesse. Vorbeugungsmassregeln sind auf einem so ausgedehnten Gebiete wie Deutsch-Ostafrika nicht durchführbar.

Die seit mehr als einem Jahre bestehende Fleischschau in Dar-es-Salaam hat sich bewährt, so dass sie durch Ausbildung neuer Laien-Fleischbeschauer auch auf andere Küstenstädte ausgedehnt werden soll.

II. Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Ostafrika im Jahre 1900/1901.

Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet.

a. Medizinal-Bericht.

Der Gesundheitszustand der eingeborenen Bevölkerung war im Berichtsjahr im Allgemeinen günstig. Die in den vorhergehenden Jahren ausgeführten Impfungen haben in Verbindung mit der grossen Pocken-Epidemie, welche vor zwei Jahren das Land verheerte, den Erfolg gezeitigt, dass zwar noch an einzelnen Stellen des Schutzgebietes kleinere Epidemien entstehen konnten, dass aber eine über das ganze Land ausgedehnte Verbreitung der Seuche als so gut wie ausgeschlossen betrachtet werden kann. Solche kleinere Epidemien suchten die Bezirke Moschi, Bukoba und Lindi heim.

Die Lymphe wurde in der bewährten kühlenden Verpackung nach dem Innern geschickt und erwies sich in den meisten Fällen als leistungsfähig.

Lepra wurde in vereinzelten Fällen beobachtet; besonders stark scheint die Seuche in den Nyassa-Ländern zu herrschen, die dortige Bevölkerung liefert dementsprechend auch eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Kranken für die Leprosorien in Bagamoyo und Kilwa.

Die Pestgefahr ist im Berichtsjahr insofern noch grösser geworden, als zu den beiden Herden, von denen bisher eine Einschleppung befürchtet werden musste, Britisch-Indien und Bezirk Bukoba, noch ein dritter, das Kapland, hinzugekommen ist. Die Nachrichten aus Kisiba am Victoria-See besagen, dass die Seuche dort in Abnahme begriffen ist und an Bösartigkeit verliert. Der Zeitpunkt, in dem dieser Herd für die ostafrikanische Küste in erhöhtem Maasse gefährlich zu werden droht, rückt mit dem Vordringen der englischen Uganda-Bahn in immer greifbarere Nähe. Seit dem Bekanntwerden des Ausbruches der Pest im Kaplande werden die von Süden kommenden Dampfer einer verschärften Kontrolle unterzogen. Auf sämtlichen in Betracht kommenden Küstenstationen sind Senking'sche Desinfektionsapparate aufgestellt worden; ferner wurden die Bezirksämter angewiesen, über die in den Bezirken vorkommenden Todesfälle, soweit angängig, Listen zu führen und bei auffallenden Steigerungen der Mortalitätsziffer sofort Anzeige zu erstatten; ausserdem wurde durch eine im amtlichen Anzeiger der „Deutsch-Ostafrikanischen Zeitung“ veröffentlichte Belehrung über das Wesen der Pest der Bevölkerung ermöglicht, sich über die wichtigsten Symptome und die Verbreitungsweise zu informiren. Die Quarantänestation von Dar-es-Salaam, die dem Hafen vorgelagerte Insel Makatumba, wurde bis auf wenige grosse Bäume abgeholzt und damit der seit langem auf derselben herrschenden Rattenplage Einhalt gethan.

Für die eintretenden Falles nöthige baldige Sicherstellung der Diagnose sind im Laboratorium zu Dar-es-Salaam alle Vorkehrungen getroffen.

Im Berichtsjahre mussten verschiedene Dhaus, welche, von Indien kommend, gegen die Quarantänenvorschriften verstossen hatten, vor dem Dar-es-Salaamer Hafen in zehntägige Quarantäne gelegt werden.

Von sonstigen tropischen Krankheiten unter der Eingeborenenbevölkerung sind folgende zu erwähnen.

Beriberi kam in Dar-es-Salaam in mehreren Fällen in Zugang.

Die Framboesia tropica, ein der Syphilis nicht unähnlicher Hautausschlag, ist an der ganzen deutsch-ostafrikanischen Küste endemisch.

Das Gleiche gilt von der Bilharzia-Krankheit, welche im Berichtsjahre in Dar-es-Salaam in drei Fällen durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt wurde.

Die Medinawurm-Krankheit wurde ebenfalls in Dar-es-Salaam in einem Falle gefunden, doch war der Erkrankte nicht Einheimischer, sondern stammte aus dem Sudan.

Die Filaria-Krankheit ist im ganzen Schutzgebiete verbreitet und wurde auch im Berichtsjahre in einer ganzen Reihe von Fällen beobachtet; einige derselben wurden durch die chirurgische Abtragung der Geschwülste zu einer wenigstens vorläufigen Heilung geführt.

Die Sandfloh-Plage scheint in, wenn auch langsamer, Abnahme begriffen zu sein.

Die tropische Dysenterie, welche unter den Europäern im Laufe der letzten Jahre in ganz auffallender Weise zurückgegangen ist, wird unter den Eingeborenen noch recht häufig beobachtet.

Die als Folgezustand der Dysenterie anzusehende Leberentzündung machte im Berichtsjahre in mehreren Fällen die operative Eröffnung des Eiterherdes in der Leber erforderlich.

Das häufige Vorkommen venerischer Krankheiten, besonders unter den Askaris der Küstenstädte, führte im Berichtsjahre zu einer Verschärfung der Kontrolle der Prostitution in Dar-es-Salaam und Tanga, in welchen beiden Plätzen dieselbe bereits bestand, und zu einer Ausdehnung dieser Kontrolle auf sämtliche Küstenstationen, auf denen Sanitätspersonal stationiert ist; die günstige Wirkung dieser Massnahmen beginnt sich bereits jetzt in der Abnahme der Erkrankungshäufigkeit unter den Askaris zu zeigen.

Der Gesundheitszustand der Europäer war im Berichtsjahre befriedigend; naturgemäss war auch in diesem Jahre das Malariafieber die weitaus häufigste Erkrankung, während das Schwarzwasserfieber die häufigste Todesursache bildet.

Mit dem von italienischen Forschern empfohlenen Moskito-Drahtschutz gegen Malaria wurden praktische Versuche an einzelnen Wohnungen ausgeführt, ein sicheres Ergebniss steht noch aus.

Im Gouvernements-Krankenhaus zu Dar-es-Salaam fanden im Berichtsjahre 287 Kranke mit 3773 Behandlungstagen Aufnahme. Davon waren Schutztruppen-Angehörige 70, Beamte 141, Marineangehörige 22, Postangestellte 8 und Privatpersonen 46. An Malaria litten 185, an Schwarzwasserfieber 26 Personen.

Todesfälle waren zu verzeichnen bei 4 Schutztruppen-Angehörigen, 2 Beamten, 1 Matrosen, 1 Angestellten der Post und 1 Privatmann.

Der Erweiterungsbau des Krankenhauses Dar-es-Salaam, welcher mit Moskito-Drahtschutz versehen werden soll, ist im Berichtsjahre begonnen und so weit gefördert worden, dass in wenigen Monaten die Räume in Gebrauch genommen werden können.

Im Lazareth für Farbige in Dar-es-Salaam — Sewa-Hadji-Hospital — fanden im Berichtsjahre 865 Kranke mit 11687 Behandlungstagen Aufnahme.

Von denselben waren Schutztruppen-Angehörige 376 mit 4247 Behandlungstagen, farbige Beamte 52 mit 555 Behandlungstagen, Privatpersonen 437 mit 6885 Behandlungstagen.

In der Poliklinik für Farbige, die sowohl in wissenschaftlicher wie kultureller Beziehung ein sehr werthvolles Mittel ist, wurden 10687 Personen behandelt.

Der Neubau des Gouvernements-Krankenhauses in Tanga schreitet vorwärts und wird zu Anfang 1902 voraussichtlich zu Ende geführt sein. Auch hier werden Vorbereitungen getroffen, um später Moskito-Drahtschutz einrichten zu können.

Das Krankenhaus in Tanga hatte im Berichtsjahr an Europäern 242 Zugänge, welche insgesamt eine Behandlungsdauer von 2161 Tagen erforderlich machten. Von den Kranken waren 5 Angehörige der Schutztruppe, 1 der Kaiserlichen Marine, 81 Angestellte der Eisenbahnverwaltung, 2 Postbeamte, 25 Gouvernementsangestellte und 134 Privatpersonen.

An Malaria litten 154 Personen mit einem Todesfall, an Schwarzwasserfieber 20 Personen mit 2 Todesfällen.

Im Farbigen-Lazareth in Tanga wurden 209 Kranke mit 4353 Verpflegungstagen behandelt.

Unter den 209 Kranken waren Angehörige der Truppe 56, des Gouvernements 24, der Eisenbahn 20, Kettengefangene 19, Privatpersonen 34.

In der Poliklinik wurden behandelt 8768 Kranke gegen 4853 im Vorjahre.

b. Veterinär-Bericht.

Auch in diesem Berichtsjahre wurden von dem Gouvernementssthierarzt die Studien über Texasfieber und Surra-Krankheit in Form von praktischen Beobachtungen und Immunisierungsversuchen fortgesetzt.

Texasfieber.

Während bisher die Annahme gerechtfertigt erschien, dass die Krankheit nur im Bereich eines verhältnissmässig schmalen Streifens längs der ostafrikanischen Küste vorkäme,

scheint es jetzt nach den hier eingelaufenen Berichten des Thierarztes nicht ausgeschlossen, dass in denjenigen Grenzgebieten Ugandas, welche deutsches Gebiet berühren, gleichfalls Texasfieber in erheblichem Umfange vorkommt. Sollte sich diese Annahme bestätigen, würde sich für das deutsche Gouvernement die Nothwendigkeit ergeben, auch nach dieser Richtung einem Verschleppen der Seuche in deutsches Gebiet mit allen Mitteln vorzubeugen. Die hierfür in Betracht kommenden Stationen Bukoba, Muanza und Schirati haben durch den Thierarzt entsprechende Weisungen erhalten.

Surra.

Das Auftreten der Krankheit an einzelnen inselförmig sich abgrenzenden Gebieten längs der grossen Karawanenstrassen gab Veranlassung, auch Laien, welche jene Stellen mit Vieh passiren, auf die Gefahr aufmerksam zu machen und Nachforschungen über das Auftreten und die Lebensgewohnheiten der Tsetsefliege anzustellen.

Das Gouvernement ist zur Zeit damit beschäftigt, für alle Innenstationen eine Instruktion auszuarbeiten, welche eine Beschreibung und Abbildung der Tsetsefliege enthält und zu weiteren Beobachtungen in dieser Richtung anregen wird.

Rinderpest.

Das deutsch-ostafrikanische Schutzgebiet blieb im Berichtsjahr von dieser Seuche verschont. Umsomehr musste die im Februar über Sansibar hierher gelangte Mittheilung, dass in Uganda die Rinderpest ausgebrochen sei, das Gouvernement zu energischen Vorbeugungsmassregeln nach dieser Richtung hin veranlassen.

Aus diesem Grunde wurde der Gouvernementsthierarzt Schmidt auf dem Wege Mpapua—Tabora—Muanza nach der den Victoria-See schneidenden deutsch-englischen Grenze geschickt, um hier an Ort und Stelle die Sachlage zu untersuchen und, wenn nöthig, umfangreiche Schutzimpfungen vorzunehmen. Leider war das Ergebniss dieser Reise nur unvollständig, da die Untersuchungen wegen schwerer Erkrankung des Thierarztes an Schwarzwasserfieber und seine hierdurch bedingte beschleunigte Heimkehr eine vorzeitige unliebsame Unterbrechung erfuhren. Immerhin konnte als sicher nachgewiesen werden, dass in Uganda thatsächlich die Rinderpest herrscht, dass aber eine unmittelbare Gefahr der Seucheneinschleppung auf deutsches Gebiet vorläufig noch nicht besteht. Die Stationen Schirati, Muanza und Bukoba sind vom Thierarzt unterrichtet, um gegebenenfalls die nothwendigen Absperr- und Impfschutzmassregeln unverzüglich vornehmen zu können.

Pferdesterbe.

Ende Juni dieses Jahres brach plötzlich unter den Pferden und Maulthieren Dar-es-Salaams eine akut verlaufende Seuche aus, welche einen grossen Theil dieser Thiere binnen wenigen Tagen dahinraffte.

Die Krankheit verlief unter Fieber mit eitrigem Ausfluss aus der Nase, Anschwellung der Oberaugengegend und Unterlippe. Beschleunigte Athmung wies auf eine Miterkrankung der Lungen, schneller Kräfteverfall auf eine schwere allgemeine Infektion hin. Die Sektion ergab eine schwere Entzündung des Lungengewebes und sonstige krankhafte Veränderungen, wie sie als Begleiterscheinungen einer allgemeinen schweren Infektion bekannt sind. Der mikroskopische Blutbefund fiel stets negativ aus. Es handelte sich höchstwahrscheinlich um die sogenannte „Pferdesterbe“, wie sie zu derselben Zeit auch in Mombassa auftrat, und woher sie auch höchstwahrscheinlich nach Dar-es-Salaam eingeschleppt ist.

Die gegen die Seuche getroffenen Massregeln erstreckten sich auf Isolirung der erkrankten Thiere und Desinfektion der Stallungen und Geschirre.

Die Seuche ist nach dreiwöchiger Dauer erloschen.

Die Durchführung veterinär-sanitärer Massnahmen innerhalb des Schutzgebiets wird sehr erschwert, zum Theil unmöglich gemacht durch den Mangel an thierärztlichem Personal, der im Berichtsjahr noch fühlbarer wurde durch die mehrfachen schweren Erkrankungen und vorzeitige Heimsendung des einzigen zur Verfügung stehenden Thierarztes.

Soll der Veterinärdienst nur einigermaßen so durchgeführt werden, wie die wirtschaftliche Weiterentwicklung der Kolonie es unbedingt verlangt, so müssten mindestens zwei Thierärzte dem Gouvernement zur Verwendung bereit stehen, von denen der eine, in Dar-es-Salaam stationirt, die Verwaltungsangelegenheiten leiten und rein fachwissenschaftliche Studien auszuführen, der andere aber die einzelnen Stationen im Innern in wechselnder Reihe besuchen müsste, um an Ort und Stelle diejenigen praktischen Massnahmen zu treffen, welche nothwendig sind, um für eine gedeihliche Viehzucht im wirtschaftlichen Betrieb eine feste Grundlage zu schaffen.

III. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ost-Afrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900,

erstattet von

Oberstabsarzt Dr. Steuber,
Chefarzt der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika.

a) Krankenzugang.

Die folgende Tabelle giebt Aufschluss über die absoluten Zahlen des Krankenzugangs, sowie über den Krankenzugang auf je 1000 Mann der Iststärke berechnet. Des Vergleichs halber sind die entsprechenden Verhältnisziffern der 5 vorausgegangenen Jahre neben die des letzten gesetzt worden.

Stationen	Iststärke a) deutsch. Militär- personen b) Farbige	Absolute Zahl der Er- krankten	% der Ist- stärke 1899/1900	Zum Vergleich				
				% der Iststärke 1898/99	% der Iststärke 1897/98	% der Iststärke 1896/97	% der Iststärke 1895/96	% der Iststärke 1894/95
Tanga . . {	a) 3	17	5666,7	2500,0	7000,0	5500,0	4000,0	2903,2
	b) 59	101	1711,9	1301,9	1580,0	2544,4	2312,5	1887,4
Pangani . . {	a) 2	8	4000,0	2000,0	4333,3	5833,3	3250,0	3448,3
	b) 44	45	1022,7	1307,7	2023,8	3379,6	1494,1	2007,5
Bagamoyo . {	a) 3	17	5666,7	4000,0	5666,7	4666,7	3333,3	2916,6
	b) 45	82	1822,2	1139,5	1365,8	1853,6	1146,3	2981,3
Dar-es-Salaam {	a) 45	130	1888,9	3454,4	3263,2	3111,1	4243,2	4040,6
	b) 396	702	1772,7	1008,4	1212,5	1693,5	2205,1	3085,1
Mohorro . . {	a) 1	4	4000,0	—	—	—	—	—
	b) 8	15	1875,0	—	—	—	—	—
Kilwa . . . {	a) 1	3	3000,0	3250,0	2250,0	4285,7	3857,1	4313,7
	b) 8	10	1250,0	1985,3	1758,9	1198,3	2305,0	3690,7
Lindi . . . {	a) 6	33	5500,0	6000,0	1500,0	4500,0	4833,3	4057,9
	b) 129	172	1333,3	629,6	1125,0	2304,8	2508,8	3003,4
Mikindani . {	a) 1	1	1000,0	4000,0	1000,0	8000,0	1000,0	—
	b) 6	12	2000,0	1029,1	2200,0	2517,2	153,0	—
Songea . . . {	a) 5	18	3600,0	2600,0	—	—	—	—
	b) 81	77	950,6	1428,6	—	—	—	—
Mahenge . . {	a) 2	19	9500,0	—	—	—	—	—
	b) 25	80	3200,0	—	—	—	—	—
Iringa . . . {	a) 6	24	4000,0	3133,3	4200,0	8600,0	—	—
	b) 119	288	2420,0	1980,0	3543,5	3045,4	—	—
Kisaki . . . {	a) 2	9	4500,0	11000,0	—	—	6333,3	7708,3
	b) 17	6	352,9	1214,3	—	—	3846,2	2340,1
Kilossa . . {	a) 4	33	8250,0	8600,0	6000,0	7333,3	7166,7	9531,3
	b) 32	87	2718,7	1560,9	1948,3	2181,8	2366,7	2190,0
Mpapua . . {	a) 5	11	2200,0	4750,0	3600,0	4000,0	5000,0	4489,3
	b) 45	61	1355,5	1714,3	1666,6	890,9	1904,8	2329,1
Mkondoa . . {	a) 3	5	1666,7	—	—	—	—	—
	b) 18	33	1833,3	—	—	—	—	—
Kilimatinde {	a) 4	27	6750,0	5000,0	4400,0	6833,3	7714,3	6666,6
	b) 47	137	2914,9	1622,2	1950,8	3382,8	2598,4	2806,0
Tabora . . . {	a) 5	32	6400,0	6833,3	4666,7	4500,0	6000,0	6417,9
	b) 65	97	1492,3	1257,7	1198,4	896,2	1239,1	2203,2
Ujiji {	a) 2	4	2000,0	5600,0	7500,0	9333,3	—	—
	b) 30	40	1333,3	2656,7	3171,2	3263,1	—	—
Usumbura . {	a) 1	2	2000,0	—	—	—	—	—
	b) 19	15	789,5	—	—	—	—	—
Schirati . . {	a) 2	14	7000,0	8000,0	—	—	—	—
	b) 33	20	606,0	636,4	—	—	—	—

Stationen	Iststärke a) deutsch. Militär- personen b) Farbige	Absolute Zahl der Er- krankten	‰ der Ist- stärke 1899/1900	Zum Vergleich				
				‰ der Iststärke 1898/99	‰ der Iststärke 1897/98	‰ der Iststärke 1896/97	‰ der Iststärke 1895/96	‰ der Iststärke 1894/95
Muanza	a) 5 b) 66	48 178	9600,0 2697,0	7600,0 1291,7	9800,0 1117,4	10500,0 1031,2	11333,3 1265,3	10000,0 1638,4
Bukoba	a) 4 b) 81	26 156	6500,0 1925,9	3750,0 1528,7	6750,0 1402,8	4750,0 1619,6	7000,0 876,4	1666,6 1588,8
Bismarekbrg.	a) 5 b) 63	23 196	4600,0 3111,1	— —	— —	— —	— —	— —
Langenburg	a) 3 b) 38	5 65	1666,7 1710,5	6500,0 3900,0	8500,0 2284,0	6000,0 1941,2	— —	— —
Wilhelmsthal	a) 2 b) 19	7 2	3500,0 105,3	1000,0 1142,9	— —	— —	— —	— —
Moschi	a) 6 b) 93	12 189	2000,0 2032,9	3400,0 2030,0	2500,0 3063,2	2200,0 3540,2	2500,0 2627,8	1730,8 3011,9
Rusissi-Ex- pedition	a) 1 b) 23	3 45	3000,0 1956,5	— —	— —	— —	— —	— —
Gesamnte Schutztruppe	a) 129 b) 1509	535 2911	4147,3 1929,1	4495,2 1525,9	4267,9 1788,4	4855,8 2137,7	5369,4 2118,8	4942,9 2746,7

Hiernach ist im verflossenen Berichtsjahre hinsichtlich der Gesamt-Morbidität eine weitere langsame Abnahme der Krankheitszugänge zu erkennen, und zwar gilt dies sowohl für Europäer als Farbige. Bestimmte Ursachen für diese Erscheinung lassen sich in diesem Jahre nicht erkennen, massgebend waren wohl die überall angebahnten und weiter durchgeführten hygienischen Massregeln, sowie das Ausbleiben schwerer Epidemien.

Ein Einfluss der verschiedenen Jahreszeiten auf die Höhe der Morbidität liess sich nicht nachweisen, da erhebliche Zahlenunterschiede in dieser Hinsicht nicht bemerkbar waren.

Die im vergangenen Berichtsjahr noch in einem sehr grossen Theil des Schutzgebietes bestehende Hungersnoth hat nunmehr wieder normaleren Nahrungsverhältnissen Platz gemacht. Pocken herrschten zwar fast überall, doch war ihr Auftreten diesmal bedeutend milder und wurde durch die Impfmassregeln mit Erfolg bekämpft, sodass im Ganzen nur 21 Pockenfälle bei den farbigen Angehörigen der Schutztruppe vorkamen.

Auch in diesem Jahre richteten die Geschlechtskrankheiten unter der farbigen Truppe viel Schaden an. Besonders gilt dies für die Küstenstationen. Wenn auch wie in Dar-es-Salaam, um der Seuche zu steuern, eine geordnete Kontrolle der Prostituirten eingeführt ist und regelmässige Körper-Untersuchungen der Askari stattfinden, so ist hierdurch doch vorerst nur wenig Abhilfe geschaffen. Dies liegt daran, dass die Ansteckungsquelle in den breitesten Schichten der eingeborenen Bevölkerung, die unmöglich in einer Sicherheit gewährenden Weise kontrollirt werden kann, steckt und dass ganz besonders die eingeborenen Frauen der Soldaten, unbekannt mit jeder Spur eines ehelichen Sitten-Kodex, ihr lockeres Gewerbe betreiben und nur zu häufig ihren Ehegatten anstecken.

Von verschiedenen Seiten wird der Einführung von Bordells das Wort geredet, und es unterliegt keinem Zweifel, dass hierdurch eine ganz wesentliche Abhilfe geschaffen werden könnte. Jedenfalls sind energischere Abwehr-Massregeln für die allernächste Zeit dringend nothwendig.

Grössere militärische Unternehmungen kamen in diesem Jahre nicht vor. Zu erwähnen sind hier jedoch die beiden Strafexpeditionen, welche von der Station Moschi vom 18. November bis 2. Dezember 1899 bzw. 4. Februar 1900 unternommen wurden, um eine aufständische Bewegung am Kilima-Ndjaru zu unterdrücken. Hierbei fanden 2 Askari ihren Tod durch Speerstiche, sonst aber kamen weder bei Europäern noch Farbigen Verwundungen oder Krankheiten vor.

b) Die im Rapportjahre zur Ausführung gelangten sanitären Massregeln.

1. Unterkunft.

In Tanga wurde das bisher in einem Privathaus untergebrachte Europäer-Lazareth Ende August nach dem neuen Verwaltungsgebäude der Usambara-Eisenbahn verlegt. Letzteres

muss bis zur Fertigstellung des Umbaues als Nothbehelf dienen. Ein neues Krankenhaus für Farbige wurde im November eröffnet und genügt den zu stellenden Ansprüchen.

In Pangani wurden an der Askari-Kaserne einige kleinere Reparaturen vorgenommen. Im Unteroffizier-Wohnhaus wurde eine neue Bade- und Kloset-Einrichtung angelegt. Ausserdem wurde eine Pockenstation errichtet.

In Dar-es-Salaam ist an der Durchführung weiterer hygienischer Massregeln rüstig gearbeitet worden. So wurden Abzugskanäle hergestellt, sodass nunmehr alle Gouvernements-Gebäude einen gesicherten Abfluss der Gewässer haben. Ferner ist der zweite Flügel des Sewa-Hadji-Hospitals fertiggestellt worden. Er entspricht dem bereits vorhandenen Theile und enthält Platz für 50 und mehr Lagerstellen, hat gute Bade- und Aborteinrichtung und einen Dampf-Desinfektionsapparat nach Senking. Ein Röhrenbrunnen liefert gutes Wasser.

In Lindi ist das bisherige Krankenzimmer für Europäer im Stockwerke des für die Askari-Wohnungen bestimmten Hauses der Boma jetzt nach Haus III verlegt. Ausserhalb der Stadt wurde eine Baracke für Pockenranke hergestellt, auf einer Insel in der Nähe wird eine Art Isolirlazareth für Aussätzige eingerichtet.

In Songea war eine wesentliche Besserung der Wohnungsverhältnisse bisher wegen der nur knapp fliessenden Geldmittel nicht möglich. Die Lehmhütten stehen zum grössten Theil bereits 3 Jahre und waren trotz fortwährender Ausbesserungen bei den starken Regengüssen kaum in bewohnbarem Zustand zu halten.

Die Station Mahenge lag bis zum Februar am Luaha-Fluss auf einem Bergrücken, musste aber zu diesem Zeitpunkt wegen des sehr schlechten allgemeinen Gesundheitszustandes verlegt werden. Die Station liegt jetzt 3 Stunden nördlich von der früheren Missionsstation Issongo. Die Häuser der Europäer und Farbigen konnten zunächst nur aus Gras gebaut werden, um die Unterbringung der Leute bei dem anhaltenden Regen zu beschleunigen. Mit dem Bau der Steinhäuser wird nach der Regenzeit angefangen.

In Iringa wurde die Wohnung für Offiziere fertiggestellt und bezogen. Das Lazareth erforderte einige Ausbesserungsarbeiten in Folge Regenschadens. Für die Farbigen wurde mit dem Umbau von Wohnungen begonnen.

Auf den Stationen Kisaki und Kilossa wurden keine Veränderungen vorgenommen.

In Mpapua wurde für die Unteroffiziere ein altes Steinhaus umgebaut. Die Wohnungen sind hell, geräumig und gesund; das Wellblechdach wurde durch ein darüber liegendes Strohdach gegen die direkten Sonnenstrahlen geschützt. Im Lazareth wurden verschiedene nicht wesentliche Aenderungen und Vervollkommnungen ausgeführt.

In Mkondoa befanden sich die Europäerwohnungen bisher in tembenartig gebauten Räumen, gaben jedoch besonders wegen des Ungeziefers dazu Veranlassung, einen zum Theil steinernen Wohnungs-Neubau in Arbeit zu nehmen, der noch vor Beginn der nächsten Regenzeit vollendet sein dürfte. Auch für die Unterbringung Kranker sowie die Ausübung des Krankendienstes ist vorläufig nothdürftig Sorge getragen.

In Kilimatinde waren die Wohnungsverhältnisse wegen verschiedener baulicher Einstürze sehr mangelhaft; dasselbe galt für die Kranken-Unterkunft, welche wegen Baufälligkeit geräumt werden musste. Der Neubau soll im laufenden Jahre fertiggestellt werden.

In Tabora haben die mangelhaften Europäer-Wohnungsverhältnisse noch immer keine wesentliche Besserung erfahren; ihnen wird eine Hauptschuld der zahlreichen Malaria-Erkrankungen beigemessen. Zur Isolirung verdächtiger Kranker wurde im Oktober in der Nähe des Hospitals ein kleines Haus gebaut.

In Ujiji konnte wegen mangelnder Geldmittel nur die Neudeckung sämtlicher Häuser ausgeführt werden. Von dem Umbau des Lazareths ist mit Rücksicht darauf, dass Usumbura als Standort der Kompagnie in Aussicht genommen, abgesehen.

In Usumbura ist, wenn auch ein drittes Ziegelhaus gebaut ist, die Wohnungsfrage immer brennender geworden. Als Revierzimmer und Lazareth dienen 4 grosse Rundhütten, die mit einem durch eine Wolfsmilchhecke eingefassten Hof umgeben sind. Nach Beendigung der Regenzeit sollte mit der Errichtung einer grossen Lazareth-Neuanlage begonnen werden. Es erscheint angezeigt, mit der näheren Beschreibung dieses sicher doch noch vielfach abzuändernden Planes bis zum nächsten Jahresbericht zu warten.

In Schirati erfuhren die bereits im vergangenen Jahre errichteten Europäer-Häuser im Inneren einen weiteren Ausbau.

In Muanza wurde ein auf grossem Steinsockel aufgerichtetes, für den Stationschef bestimmtes Haus fertiggestellt. Hier wie auch bei den sonstigen Bauten griff man bei der Bedachung auf die alte Strohbdeckung zurück, nachdem vergeblich versucht war, den wasser- und feuersicheren Dachbedeckungsstoff zu befestigen. Neu gebaut wurde ein kleines Lazareth für Farbige, welches von den letzteren gern und häufig benutzt wurde.

In Bukoba wurden die bisherigen, mehr oder weniger baufälligen Wohnungs-Unter-

künfte nothdürftig ausgebessert. Für das nicht mehr bewohnbare Lazareth wurde ein vorläufiger Bau aufgeführt, gleichzeitig ist aber ein Neubau geplant, bei welchem gebrannte Ziegel in Anwendung kommen sollen. Alle diese baulichen Arbeiten wurden nur langsam gefördert, da kleinere aber sehr häufige Expeditionen die Europäer lange Zeit von der Station fern hielten. So war z. B. der Stationsarzt 218 Tage während des Berichtsjahres abwesend.

In Bismarckburg ist die Unterkunft den Verhältnissen entsprechend einfach aber leidlich. Die Häuser sind aus Holz und Lehm gebaut, mit Stroh gedeckt und mit breiter Veranda versehen.

In Langenburg haben die erst im vergangenen Jahre erbauten Europäer-Wohnhäuser sich besonders hinsichtlich der Erdgeschosse garnicht bewährt. In den letzteren entwickelte sich eine derartige gesundheitsschädliche Stickluft, dass sogar das Bewohnen des oberen Stockwerks mit Unbehagen verknüpft war, so kam es, dass z. B. der Arzt mehrere Wochen im Zelt oder Magazin wohnen musste. Da das bisherige Lazareth baufällig wurde, mussten die Kranken in einen Nothraum übersiedeln.

In Wilhelmsthal wohnten die Europäer in einer Döcker'schen Baracke und 2 Lehmhäusern, die farbigen Soldaten in je für 2 Familien bestimmten Lehmhäusern. Das neue zweistöckige, aus gebrannten Ziegeln und Wellblech gebaute Haus der Bezirksverwaltung ist augenscheinlich zu nahe an einem 2 km langen Sumpf angelegt, dessen gesundheitsschädlicher Einfluss sich in Malaria und Erkältungskrankheiten bemerkbar machte.

In Moschi wurde, abgesehen von kleineren baulichen Veränderungen, das Unteroffizierhaus vollendet und bezogen. Dasselbe ist zweistöckig, im unteren Stockwerk ganz massiv, im oberen in Fachwerk gebaut, das durch eine massive, etwa 30 cm dicke Steinschicht verstärkt ist. Die Wohnräume befinden sich oben und sind an der westlichen Seite mit breiter Veranda versehen. Küche, Kloset und Bade-Einrichtung befinden sich in kleinen, nebenan gelegenen Häuschen.

2. Verpflegung.

Abgesehen von der Station Wilhelmsthal, wo auch in diesem Jahre noch die Hungersnoth das Herausfinden von Lebensmitteln von der Küste nöthig machte, gab die Verpflegung der Schutztruppe zu keinen besonderen Massregeln Veranlassung. Durchweg hat sich der Viehstand vermehrt, sodass ein eigentlicher Mangel an frischem Fleisch von keiner einzigen Station berichtet wurde. War die amtliche Fleischbeschau auch noch nicht vollständig geregelt, so ist dies doch für das kommende Jahr mit Bestimmtheit zu erwarten. Fast auf allen Stationen wurden europäisches Gemüse, Kohl, Salat, Spinat, Kohlrabi, Radieschen, Gurken, hier und da auch Kartoffeln u. s. w. mit solchem Erfolg angebaut, dass hierdurch der theure und auf die Dauer lästige Gebrauch von Konserven mehr und mehr eingeschränkt wurde, die Ernährung durch frisches Gemüse aber eine ganz wesentliche Bereicherung erfuhr.

Es muss wiederholt darauf hingewiesen werden, dass die Ernährung und Verpflegung der weissen Unterofficiere dauernd der strengsten Ueberwachung unterliegen muss. Denn einerseits wird hier und da durch unzweckmässige Zusammenstellung des Essens und durch Einseitigkeit (z. B. Massengenuss von Eiern) das Falsche getroffen, andererseits findet man bei sehr vielen jener Leute das Bestreben, möglichst zu sparen, um baares Geld zurücklegen zu können. Dass durch diese an und für sich lobenswerthe Sparsamkeit leicht die Selbstverpflegung und damit die körperliche Leistungsfähigkeit leiden muss, ist einleuchtend.

Auch auf den meisten Innenstationen wurde angestrebt und zum Theil erreicht die Einführung einer geregelten Markt- bzw. Markthallenzufuhr.

3. Trinkwasser.

Durch Anlage zahlreicher Räder-Ziehbäume, bei welchen auf eine sichere Bedeckung der oberen Oeffnung grosser Werth gelegt wurde, haben die Trinkwasserverhältnisse eine weitere wesentliche Besserung erfahren. An der Küste, besonders in Dar-es-Salaam, hat sich der Sodawasserverbrauch ganz gewaltig nach Einrichtung einer eigenen Fabrikanlage durch einen Indier gesteigert. Das Wasser stammt aus einem Brunnen in Dar-es-Salaam, läuft durch einen regelmässig auszuwechselnden Filter und hat bisher zu keinen Ausstellungen Veranlassung gegeben. Im Inneren und auf Expeditionen wurden weitere Erfahrungen mit Berkefeld-Filtern gemacht. Die Ergebnisse waren verschieden, doch erscheint es nicht hinlänglich erwiesen, dass die Filter auch stets in sachgemässer Weise behandelt worden sind.

4. Bekleidung und Ausrüstung.

Auch in diesem Berichtsjahre mehrten sich die Mittheilungen, dass für die farbigen, an Kälte ungewohnten Soldaten bei hoher örtlicher Lage wärmere Bekleidungsstücke nothwendig

sind. Die bereits früher eingeführten Litewken haben daher eine weitere praktische Verwendung gefunden. Es ist ein alter Erfahrungssatz, dass der Farbige in demselben Masse, wie er gegen Hitze und Sonnenstrahlung unempfindlich ist, in seiner Leistungsfähigkeit gewaltig nachlässt und bald ganz versagt, wenn er längere Zeit der Kälte und Nässe zugleich ausgesetzt ist. „Erkältungskrankheiten“, Katarrhe der Luft- und Verdauungswege pflegen die Folgen zu sein.

5. Latrinen.

Das Latrinen- und Abfuhrwesen für Fäkalien u. s. w. in den grossen Küstenstädten harret auch jetzt noch, da die nothwendigen erheblichen Geldmittel noch nicht verfügbar waren, seiner Lösung. Die Frage wird besonders in Dar-es-Salaam eine immer brennendere, die in dringendster Weise der Lösung bedarf, ein Umstand, der auch durchweg von den leitenden Stellen anerkannt ist. Ein Hafen wie Dar-es-Salaam, der nach seiner ganzen natürlichen Lage als vorzüglich bezeichnet werden muss, ist eben dadurch, dass der Eingang nur schmal ist, wenig geeignet, eine in gesundheitlicher Beziehung genügende Unschädlichmachung der hineingeleiteten Fäkalien zu bewirken. Ebbe und Fluth spülen zwar die letzteren weg, die in dem Hafen vorwiegend im Kreise laufenden Strömungen veranlassen aber ein Umhertreiben der Abfallmassen, ohne bei dem engen Hafen-Eingang für genügenden Abfluss in das Meer zu sorgen.

Die umfangreichen in Arbeit begriffenen Bauten haben einen gewaltigen Zusammenfluss von farbigen Arbeitern in Dar-es-Salaam zur Folge gehabt, für welche das jetzige Abfuhrwesen in keiner Weise genügt. Zudem sind die in den Hafen mündenden Abfuhrkanäle nicht lang genug, sodass bei jedem Niedrigwasser die unteren Mündungen frei liegen. Hierdurch ist nicht nur eine mit erheblichem Gestank verbundene Fäulniss des Kanalinhalt verbunden, es hat auch die sehr üble Folge, dass durch den aufsteigenden Luftstrom — wie z. B. im Sewa-Hadji-Hospital — die verdorbene, aashaft stinkende Luft direkt in die bewohnten Räume getrieben wird. Deckelverschlüsse haben bisher hier noch gar keinen Erfolg gehabt; ein solcher ist auch nur zu erwarten, wenn alle diese Abfuhrkanäle etwa 10 bis 15 m nach der See zu verlängert werden und dauernd gegen den Eintritt von Luft geschützt sind.

Auf den Innenstationen sind die Latrinen-Einrichtungen naturgemäss primitiv, haben aber überall bei regelmässiger Reinigung und Desinfektion den Ansprüchen genügt.

6. Grund und Boden.

Die Assanirung von Grund und Boden durch Entwässerung und Entsumpfung machte durchweg weitere Fortschritte. Durch Eindämmung der Flüsse, Aufführung einer dauerhaften Quaimauer, z. B. in Pangani, wurde das Erdreich befestigt und dadurch gesunder gemacht. Auch die Anlage und Beschotterung der Strassen wurde weiter durchgeführt; es wäre vielleicht angezeigt, hierbei etwas mehr Werth darauf zu legen, dass der Schottermasse weniger helle, zum Theil blendendweisse Erdmaterialien zugesetzt werden, da diese helle Farbe des Weges bei hochstehender Sonne das Licht in einer den Augen des Europäers schädlichen Weise zurückwirft. Durch dunkle Angengläser sucht man allerdings sich zu schützen. In den Küstenstädten stösst man immer noch auf ausgedehnte Trümmerhaufen früherer, nicht vollendeter Bauten der Eingeborenen. Dieselben sind als Schlupfwinkel und Brutstätten für Mosquitos und daher als dauernde Fieberquellen erkannt. Eine baldige Entfernung dieser Trümmer erscheint dringend geboten.

In dem durchaus berechtigten Streben, die Strassen der Städte schattig zu machen und zu verschönern, hat man an zahlreichen Punkten Zierbusch-Anlagen und Alleen von Laubbäumen angelegt. So anerkennenswerth diese Anlagen sind, erscheint es doch dringend geboten, hier ein gewisses Maass zu halten, da die Bäume bei dem üppigen Tropen-Wachsthum sehr bald einen solchen Umfang annehmen, dass durch sie Luft, Licht und Trockenheit in den angrenzenden Europäer-Wohnungen beschränkt werden.

Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass solche dichten Baum- und Buschanlagen Lieblingsstätten von Mosquitos sind, aus denen sie bei Untergang der Sonne hervorbrechen und in die offenen Wohnungen eindringen. Dass hierdurch unmittelbar dem Auftreten der Malaria Thür und Thor geöffnet werden, unterliegt nach dem hientigen Stand der Wissenschaft keinem Zweifel.

7. Sonstige die Gesundheitsverhältnisse der Schutztruppe betreffende Verhältnisse.

Wenn auch das Schutzgebiet im verflossenen Berichtsjahre von dem Einbruch der Pest verschont geblieben ist, so ist doch mit Anspannung aller Kräfte an den nöthigen Vor-

beugungsmassregeln weiter gearbeitet worden. Da die Gefahr nahe lag, dass die die Deutsch-Ostafrika-Häfen sowohl von Norden als auch von Süden her anlaufenden Seeschiffe Vermittler der Seuche sein konnten, zumal in Aegypten wie in Madagaskar immer wieder neue Pestfälle vorgekommen sind, wurden die angeordneten Vorsichtsmassregeln, ärztliche Kontrolle der Schiffe und Untersuchung der Reisenden, auf das Peinlichste durchgeführt. Gleichen Schritt hiermit hielt der weitere Ausbau der Quarantäne-Inseln im Hafen von Tanga und Dar-es-Salaam. Dieselben befinden sich jetzt in einem Zustande, dass eine geregelte Unterbringung Pestkranker oder Pestverdächtiger gewährleistet erscheint. Auch die gegen den Pestherd in dem Hinterlande des Schutzgebietes, dem Sultanat Kisiba, hauptsächlich durch Station Bukoba auf Anordnung des Kaiserlichen Gouvernements aufrecht erhaltenen und streng durchgeführten Absperrmassregeln haben bis jetzt vollen Erfolg gehabt. Die von der Station Bukoba an Ort und Stelle angestellten Erhebungen haben ergeben, dass die Seuche stark im Rückgang begriffen ist. Als erfolgreiche politische Massregel gegen das Umsichgreifen der Pest in jenem Gebiet erwies sich die Absetzung des unruhigen und widerspenstigen Sultans Loissabula.

Die Behandlung der aus der Pestgegend kommenden Karawanen in der Quarantänestation erfolgte in der gleichen Weise wie bisher. In der Zeit vom 1. Januar bis 1. Juli kamen daselbst 1457 Personen zur Beobachtung.

Eine andere Seuche, die Pocken, verlangte, da sie auch in diesem Berichtsjahre noch fast an allen Punkten des Schutzgebietes, wenn auch nicht mehr in so verheerender Weise auftrat, eine thatkräftige Bekämpfung seitens des deutschen Sanitätspersonals, welches durch Ausführung von Massenimpfungen hierbei in dankenswerther Weise von Offizieren, Unteroffizieren und Beamten unterstützt wurde. Es wurden zahlreiche Impfreisen ausgeführt, die nur selten auf den Widerstand der Eingeborenen stiessen und als wirksamste Mittel gegen die Pocken anzusehen sind. Die näheren Angaben in dieser Beziehung finden sich an einer anderen Stelle des Berichtes.

c) Besprechung der einzelnen Krankheitsgruppen.

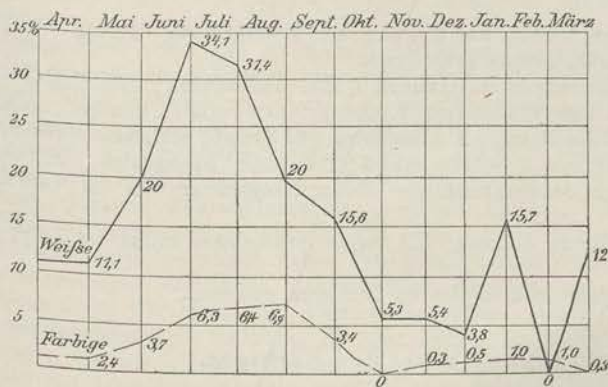
Gruppe I. Allgemeine Erkrankungen.

A. Bei deutschen Militärpersonen.

Trotz zahlreicher Pockenerkrankungen unter den Eingeborenen des Schutzgebietes im Berichtsjahr sind Erkrankungen deutscher Militärpersonen nicht vorgekommen.

Gastrisches Fieber wurde in einem Falle beobachtet; es handelte sich um einen Zahlmeisteraspiranten, der nach einmonatlichem Aufenthalt in Dar-es-Salaam unter schweren gastrischen Erscheinungen erkrankte. Malaria Parasiten wurden trotz wiederholter Blutuntersuchung nicht gefunden. Der Verdacht, dass es sich um einen Abdominaltyphus handelte, erscheint besonders nach der Temperaturkurve nicht ausgeschlossen, doch konnte dieser Verdacht durch bakterielle oder serodiagnostische Untersuchung nicht begründet werden.

Wechselfieber. Bei Beginn des Berichtsjahres waren im Bestand 4 Fieberkranke.



Im Laufe des Jahres kamen in Zugang 386 Fälle, annähernd dieselbe Zahl wie im Vorjahre. In diese 386 Fälle sind einbezogen 11, welche mit anderen Krankheiten kompliziert waren. Im Ganzen wurden demnach 390 Wechselfieberfälle beobachtet, unter denen es sich bei 153 um Rückfälle handelte. Von den Erkrankten kamen 367 zur Heilung, 8 starben, 6 kamen anderweitig in Abgang.

Sämtliche Todesfälle der Wechselfiebergruppe waren bedingt durch Schwarzwasserfieber. Das letztere kam im Ganzen 19mal zur Beobachtung.

Was die Vertheilung des Zugangs auf die Jahreszeiten anbelangt, so ist die Kurve der Erkrankungshäufigkeiten in Dar-es-Salaam von Interesse. Dar-es-Salaam eignet sich für eine solche Häufigkeitsberechnung um so besser, als hier die Anzahl der deutschen Militärpersonen der Schutztruppe weit grösser ist, als in jeder anderen Station des Schutzgebietes. Die Erkrankungen an Wechselfieber vertheilten sich in Dar-es-Salaam über die einzelnen Monate wie auf vorstehender Kurve angegeben ist.

Aus dieser Kurve geht wiederum mit Klarheit die erhebliche Vermehrung der Malariaerkrankungen in der der grossen Regenzeit folgenden Auftrocknungszeit hervor. Rund die Hälfte sämtlicher Zugänge an Malaria bei Europäern fiel auf die Monate Mai, Juni und Juli. Eine geringe Steigerung der Erkrankungsfrequenz trat in dem der kleinen Regenzeit folgenden Monat Dezember ein. Uebrigens zeigte sich das gleiche Verhältniss bei der Erkrankungshäufigkeit der Farbigen, wenngleich hier die Zahlen, welche das Verhältniss der Erkrankungen zur Iststärke darstellen, naturgemäss weit geringer sind.

Auffallend ist im Berichtsjahre die ausserordentlich hohe Mortalitätsziffer an Schwarzwasserfieber. Ausser den erwähnten 8 Todesfällen waren anscheinend noch 3 weitere, welche sich nicht in militärärztlicher Behandlung befanden, auf Schwarzwasserfieber zurückzuführen. Von den im Ganzen beobachteten 19 Schwarzwasserfieberfällen haben 11 tödtlich geendet = $57,89\%$.

Von allen bei dem deutschen Personal der Schutztruppe im Berichtsjahre vorgekommenen Todesfällen war nur ein einziger nicht auf Schwarzwasserfieber zurückzuführen, und auch in diesem Falle trat Schwarzwasserfieber als Komplikation zur Grundkrankheit. Dieses Verhältniss zeigt auffällig die Bedeutung dieser in ihrem Wesen noch so unklaren Krankheit für das Schutzgebiet.

Von den beobachteten 19 Fällen betraf einer einen Arzt, die übrigen Unteroffiziere; 3 von den 19 Schwarzwasserfieberfällen im Berichtsjahre kamen auf dieselbe Person, sodass im Ganzen 17 Personen an Schwarzwasserfieber behandelt wurden. Bei einer Iststärke von 129 Personen betrug also die Erkrankungsziffer $13,18\%$ gegen $14,02\%$ im Vorjahre. Bei 3 Personen handelte es sich um die zweite und bei einer Person um die dritte Erkrankung.

Was die Aetiologie des Schwarzwasserfiebers anlangt, so ist es von Interesse, dass nur bei 3 Fällen der Einfluss des Chinins auf die Entstehung der Krankheit mit Bestimmtheit auszuschliessen war. In dem einen dieser Fälle war das Medikament 12 Tage, im zweiten 6 Monate vorher genommen worden, und im dritten Fall hatte der Erkrankte nach seiner Angabe überhaupt nie Chinin gebraucht. In 7 Fällen war Chinin am Tage vorher genommen worden und in allen übrigen Fällen hatten die Erkrankten theils aus eigenem Antriebe, theils auf ärztliche Anordnung das Medikament wenige Stunden (3—7) vor dem Auftreten des Blutharnens eingenommen. Die Dosis betrug in 4 Fällen 0,5, in einem 0,8 und in den übrigen 1,0. In den meisten Fällen ist ausdrücklich vermerkt, dass die Temperatur beim Einnehmen des Medikaments nicht fieberhaft war.

Ruhr kam bei den Europäern in diesem Jahre in 5 Fällen zur Beobachtung; 3 von den Erkrankten wurden geheilt, einer starb an einer Komplikation der Grundkrankheit mit Schwarzwasserfieber; der letztere Fall wurde von einem Sanitätsunteroffizier behandelt, weshalb ein genauerer Bericht über den Verlauf der Erkrankung nicht möglich ist. Ein Fall war kompliziert mit einer Geisteskrankheit, der Erkrankte wurde als tropen- und felddienstunfähig in das Garnison-Lazareth Altona übergeführt. Bei Beginn des Berichtsjahres war ein Kranker im Bestand, während am Schlusse desselben kein deutscher Schutztruppenangehöriger an Ruhr krank war. Auffallend ist der erhebliche Rückgang der Erkrankungsziffer gegen die Vorjahre: im Berichtsjahre 1898—99 kamen 17 und im Jahre 1897—98 13 Fälle in Zugang.

Von katarrhalischem Fieber kamen nur 2 Fälle zur Beobachtung, welche leicht verliefen und zusammen nur 19 Behandlungstage erforderten.

Akuter Gelenkrheumatismus wurde im Ganzen 7 mal beobachtet. Ein Fall betraf einen Arzt, bei dem nacheinander fast sämtliche Körpergelenke befallen wurden, doch konnte der Erkrankte nach 6 wöchiger Behandlung als dienstfähig zur Truppe entlassen werden.

Chronischer Gelenkrheumatismus wurde an 4 Personen beobachtet, welche sämmtlich zur Heilung kamen und eine durchschnittliche Behandlungsdauer von 14 Tagen beanspruchten.

Von Blutarmuth kamen 2 Fälle in Zugang, die ohne besonderes klinisches Interesse sind.

An Hitzschlag ist im Berichtsjahre kein Opfer zu beklagen gewesen.

B. Allgemeine Erkrankungen bei den Farbigen.

871 Zugänge = $576,5\%$ der Iststärke.

Bei Beginn des Berichtsjahres war ein Pockenkranker im Bestand; in Zugang kamen 21, von denen 14 geheilt wurden, während 5 der Seuche erlagen. Im Bestand blieben am Schlusse des Berichtsjahres 2. Von den Zugängen entfielen auf Tanga 5, Pangani 1, Dar-es-Salaam 4, Mpapua 2, Kilimatinde 3, Tabora 1, Ujiji 1, Muanza 3 und auf Moschi 1. Unter der farbigen Civilbevölkerung wurden in fast allen Theilen des Schutzgebietes Pocken

beobachtet. In dem Sanitätsbericht von Mpapua heisst es: „Die günstige Wirkung der im Laufe des letzten Jahres in allen Theilen des Schutzgebietes vorgenommenen Impfungen zeigt sich besonders in der Nähe der Station, wo trotz des Durchzuges von vielen Tausenden während des Jahres nur einige wenige Menschen an Pocken erkrankten. Ungünstiger lagen die Verhältnisse in den weiter entfernten Gebieten des Bezirks, wo eine Impfung der Eingeborenen im grösseren Massstabe noch nicht stattfinden konnte. Wie gross die Zahl der der Seuche zum Opfer Gefallenen ist, lässt sich natürlich nicht angeben, dass sie aber beträchtlich gewesen sein muss, erhellt aus den Angaben der Eingeborenen, dass ganze Dörfer ausgestorben, andere von den wenigen Ueberlebenden verlassen seien.“ Die Eingeborenen kennen den Werth der Impfung ganz genau und drängen sich dazu.

Im August, September und Oktober kamen in Bagamoyo 6 Erkrankungen an Windpocken vor, welche insgesamt 30 Behandlungstage hatten.

Ein Fall von Wundrose wurde in Tanga beobachtet, derselbe ging nach 10 Tagen in Heilung über. Ein Fall von Kopfrosee kam in Songea in Zugang, nach Verlauf von 8 Tagen trat unter Ichthyolbehandlung Heilung ein.

Von Erkrankungen an Wechselfieber waren bei Beginn des Berichtsjahres 6 Personen im Bestand. In Zugang kamen 726, davon 50 Rückfälle. Geheilt wurden 725, während 3 Personen starben und 1 anderweitig zur Entlassung kam. Im Bestand verblieben am Jahresschlusse 5. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 5,6 Tage. Was die Vertheilung der Zugänge über die Jahreszeiten anlangt, so war auch bei den Farbigen eine Steigerung in den den Regenzeiten folgenden Monaten festzustellen. Schwarzwasserfieber wurde im Berichtsjahre bei Farbigen nicht beobachtet. Auf welche Einflüsse die nicht unerhebliche Steigerung der Wechselfiebererkrankungen im Berichtsjahre gegenüber den beiden vorhergehenden zurückzuführen ist, war nicht ersichtlich.

Ruhr kam 75 mal in Zugang. 4 Fälle waren im Bestand, 68 wurden geheilt, 8 starben. Im Bestand blieben 5. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 16,8 Tage. Von den 75 Zugängen war einer mit echten Pocken, 1 mit Windpocken, 2 mit Brustfellentzündung und einer mit Erkrankung durch Eingeweidewürmer kompliziert. Auf die Iststärke berechnet betrug der Zugang $49,7\frac{0}{100}$ gegen $36,1\frac{0}{100}$ im Jahre 1898/99, $35,1\frac{0}{100}$ im Jahre 1897/98, $37,8\frac{0}{100}$ im Jahre 1896/97 und $43,8\frac{0}{100}$ im Jahre 1895/96.

In Pangani wurde eine Vergiftung, entstanden durch Insektenstich, beobachtet. Der Fall nahm einen günstigen Ablauf.

In Dar-es-Salaam kam 1 Fall von katarrhalischem Fieber zur Beobachtung, der nach 7 tägiger Behandlung zur Heilung kam.

Das Berichtsjahr begann mit einem Bestande von 3 akuten Gelenkrheumatismen, zu denen 29 Fälle von akutem und 5 von chronischem Gelenkrheumatismus hinzutraten. Sämmtliche Fälle kamen zur Heilung bis auf 2, die noch im Bestande verblieben. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 16,2 Tage.

Ein Fall von Blutarmuth wurde in Dar-es-Salaam beobachtet.

Skorbut ist unter den Schutztruppenangehörigen nicht vorgekommen, dagegen herrschte unter den Trägern und Boys des Kivuexpeditionskorps eine skorbutähnliche Krankheit endemisch. Nach dem Bericht des Stationsarztes von Ujiji kam es bei den erwähnten Personen zu einer sehr heftigen Mundfäule. Der Bericht fährt fort: „Auch in Usumbura kamen einige Fälle vor. Die Erscheinungen waren folgende: Die Schleimhaut des Mundes, besonders an den Zahnrändern, aber auch an der Innenseite der Lippen und Wangen schwillt an und bildet weissfarbige, leicht blutende Geschwüre mit bläulichen Rändern. Die Zähne sind gelockert, es besteht starker Speichelfluss und sehr penetranter stinkender Geruch aus dem Munde. In der allergrössten Mehrzahl der Fälle waren das die einzigen Erscheinungen, die aber sehr hartnäckig waren. Nach wochenlanger Behandlung war oft kein Erfolg bemerkbar. Manche Erkrankungsfälle dauerten Monate. Nur einige Fälle konnten sicher als Skorbut angesprochen werden. In diesen ca. 4 Fällen, die zur Beobachtung kamen und alle tödtlich verliefen, waren neben den geschilderten örtlichen Erscheinungen schwere Allgemeinerscheinungen vorhanden, hohes Fieber, Abmagerung, punktförmige Hautblutungen, starke Schwellung der Hals- und Unterkieferdrüsen. Als Ursache der Erkrankung könnte die Unzulänglichkeit der Nahrung, die den Leuten am Kivu zur Verfügung stand, in Betracht gezogen werden. Neben Bohnen assen die Leute hauptsächlich die kleinen getrockneten Fische, die von Usumbura bezogen wurden und oft genug in halb faulem Zustande ankamen. Bei Behandlung der Mundfäule haben sich Spülungen mit Sublimat 1:2000 und Höllensteinpinselungen am besten bewährt.“ Eine andere gefährliche Volksseuche ähnlicher Art wurde unter der farbigen Civilbevölkerung beobachtet.

Ueber Lepra liegt eine Nachricht aus Bismarckburg vor. In dem Bericht heisst es: „Die Lepra ist genauer in der Umgegend der Missionsstation Kirando untersucht worden.

Es fanden sich dort ungefähr 30 Fälle dieser Krankheit. Nach Angabe der Missionare soll die Lepra auch in der Rukwa-Ebene verbreitet sein, jedoch hat Sanitätssergeant Offenwanger bei Gelegenheit einer Dienstreise nur einen nicht ganz sicher diagnostizierten Fall zu Gesicht bekommen. Jedenfalls ist jetzt noch eine Beschränkung der Seuche auf den oder die Herde ihres Vorkommens möglich.“ Auf ärztlichen Rath wurde von dem Stationschef von Bismarckburg eine strenge Absonderung aller Leprakranken angeordnet, deren Erfolg sich noch nicht beurtheilen lässt.

Ein Fall von Guineawurm kam zur Beobachtung. Er zeigte eine vernachlässigte, schmierige Wunde am rechten äusseren Knöchel, die durch Wundlaufen entstanden zu sein schien, jedoch einen Guineawurm beherbergte. Nach Entfernung des Parasiten trat unter antiseptischer Wundbehandlung und Ruhe sehr bald Heilung ein.

Gruppe II. Krankheiten des Nervensystems.

A. Bei den deutschen Militärpersonen:

9 Zugänge, 70⁰/₀₀ der Iststärke.

Ein mit Ruhr komplizierter Fall von Melancholie wurde oben bereits besprochen.

Erkrankungen im Gebiete einzelner Nervenbahnen kamen im Ganzen 3 zur Beobachtung. In dem aus Tanga gemeldeten Falle handelte es sich um eine rechtsseitige Trigemineuralgie, die unter elektrischer Behandlung in 39 Tagen in Heilung überging. Den 2. und 3. Fall betrafen leichte Erkrankungen auf den Stationen Dar-es-Salaam und Langenburg; beide kamen nach kurzer Revierbehandlung zur Heilung.

Von anderen Erkrankungen des Nervensystems sind in Dar-es-Salaam zwei leichte Erkrankungen an Migräne in Zugang gekommen. Das gleiche Leiden lag dem von Songea berichteten Fall zu Grunde.

Ein dritter Fall kam in Zugang in Iringa. Es handelte sich um eine Neurasthenie, welche sich in allgemeiner körperlicher und geistiger Schläffheit, Schlaflosigkeit und Unregelmässigkeit des Stuhls und Appetits äusserte. Objektiv nachweisbar war eine belegte Zunge, Zittern der Hände und Lippen, allgemeines Aufgeregtheit. Der Fall war zweifellos zurückzuführen auf grosse körperliche Strapazen und geistige Ueberanstrengung. Der Kranke trat den ihm zustehenden Heimathsurlaub an. Die Behandlung war symptomatisch. Ueber den Fall in Bismarckburg liegt eine nähere Aeusserung nicht vor.

B. Krankheiten des Nervensystems bei den Farbigen.

Zu einem Bestande von einem Kranken traten im Berichtsjahre 10 Zugänge = 6,6⁰/₀₀ der Iststärke.

Ueber einen in Dar-es-Salaam vorgekommenen Fall von Geisteskrankheit, sowie über einen von einem Sanitätsunteroffizier diagnostizierten Fall von Starrkrampf in Tabora liegen nähere Aeusserungen nicht vor.

An Erkrankungen im Gebiet einzelner Nervenbahnen kamen 5 Fälle in Zugang, welche eine durchschnittliche Behandlungsdauer von 21 Tagen erforderlich machten.

Aus Dar-es-Salaam wurden 2 Fälle von Hirnhautentzündung gemeldet, die beide tödtlich verliefen. Der eine der beiden Kranken wurde bereits besinnungslos im Lazareth eingeliefert, wo er noch zwei Tage lebte, ohne zum Bewusstsein zu kommen. Der andere erkrankte unter allgemeinen Beschwerden und Fieber und wurde erst, als nach 4 Tagen die Symptome bedrohlicher wurden, ins Lazareth aufgenommen. Auch hier erfolgte 3 Tage danach der Tod.

Gruppe III. Krankheiten der Athmungsorgane.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

6 Zugänge = 46,5⁰/₀₀ der Iststärke.

Akuter Kehlkopfkatarrh kam in 2 Fällen zur Beobachtung. Beide verliefen leicht und erforderten eine Behandlungsdauer von je 14 Tagen.

Akuter Bronchialkatarrh wurde auf den Stationen Dar-es-Salaam und Langenburg in je einem Falle beobachtet. Beide Fälle sind ohne besonderes Interesse.

Der im Zahlenrapport unter der Station Dar-es-Salaam verzeichnete Fall von chronischer Lungenschwindsucht bezieht sich auf einen nach Deutschland beurlaubten und im Garnisonlazareth Altona behandelten Kranken, der nach 44tägiger Behandlungszeit wegen körperlicher Unbrauchbarkeit in seine Heimath beurlaubt wurde.

Brustfellentzündung wurde in einem Fall der Station Dar-es-Salaam beobachtet. Der Erkrankte wurde nach einer Behandlungsdauer von 124 Tagen als tropendienstunfähig nach Europa beurlaubt.

B. Krankheiten der Athmungsorgane bei den Farbigen.

361 Zugänge = $245\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Die 21 in Zugang gekommenen Fälle von akutem Kehlkopfkatarrh boten nichts Besonderes dar und wurden nach kurzer Behandlungsdauer als geheilt entlassen.

An akutem Bronchialkatarrh waren im Beginn des Berichtsjahres 4 Kranke im Bestand, in Zugang kamen 256; 257 wurden als geheilt entlassen, gestorben oder entlassen ist keiner, so dass am Jahresschlusse 3 Kranke den Bestand bildeten. Die Fälle verliefen sämtlich leicht. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 7,6 Tage.

Chronischer Katarrh der Luftwege. Zu einem Bestande von 1 Kranken kamen im Laufe des Jahres 5 Zugänge; von den Behandelten wurden 4 geheilt; 2 kamen in Abgang, davon wurde der eine wegen körperlicher Unbrauchbarkeit heimgesandt, über den anderen fehlen nähere Nachrichten.

Lungenentzündung wurde 48 mal beobachtet. Von diesen 48 Fällen war 1 mit Brustfellentzündung und ein zweiter mit Venenentzündung kompliziert. Zur Heilung kamen 40 Fälle. 3 der Erkrankten starben. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 13,6 Tage.

Lungenblutung wurde in einem Fall in Bagamoyo diagnostiziert.

Chronische Lungenschwindsucht wurde angeblich in 2 Fällen beobachtet. Beide Fälle endeten durch den Tod.

Brustfellentzündung. Im Beginn war kein Fall im Bestande, in Zugang kamen 28 Fälle, von denen 25 geheilt wurden; 1 Kranker starb, 1 wurde wegen körperlicher Unbrauchbarkeit heimgesandt und 1 verblieb am Jahresschluss im Bestande.

Gruppe IV. Krankheiten der Zirkulationsorgane.

A. Bei deutschen Militärpersonen.

3 Zugänge = $23,2\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Ein Fall von Arythmie des Herzens auf Grund früherer Malariaanfalle wurde an einem Feldwebel der Station Dar-es-Salaam beobachtet. Der Erkrankte, der unter Wechselstieber geführt ist, musste als ungeheilt nach Deutschland entlassen werden. Bei einem anderen Feldwebel derselben Station handelte es sich um einen vorübergehenden Fall von Herzklopfen, der bald in Heilung überging. Ein Fall von Entzündung der Lymphgefäße auf der Station Dar-es-Salaam und ein zweiter von Lymphdrüsenentzündung auf der Station Lindi kamen nach leichtem Verlaufe zur Heilung.

B. Krankheiten der Zirkulationsorgane bei den Farbigen.

In Zugang kamen 54 Fälle zu einem Bestande von 1 Kranken. Die Anzahl der Zugänge betrug $35,1\frac{0}{100}$ der Iststärke. 51 wurden als geheilt entlassen, 3 starben; 1 verblieb am Jahresschlusse im Bestande. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 15 Tage. Zwei Erkrankungsfälle betrafen Fettherz.

Gruppe V. Krankheiten der Ernährungsorgane.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

Die Summe der Zugänge betrug 56 = $43,4\frac{0}{100}$ der Iststärke. Die zur Behandlung gelangten Fälle von Krankheiten der Kiefer und Zähne, ferner von Zahngeschwüren bieten in ihrem Verlauf nichts Besonderes. Das Gleiche gilt von den 4 Fällen von Mandelentzündung, welche sämtlich rasch zur Heilung kamen.

Akuter Magenkatarrh kam 13 mal in Zugang. Sämtliche Erkrankten kamen schnell zur Heilung. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 8 Tage. Akuter Darmkatarrh wurde in 20 Fällen beobachtet. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 7,3 Tage. Sämtliche Erkrankten wurden bald wieder hergestellt. Ein Fall von Blinddarmentzündung, kompliziert mit Muskelrheumatismus und Leberentzündung, wurde in Moschi bei einem Feldwebel beobachtet. Unter Behandlung mit Opium und Morphinum trat nach 5wöchiger Behandlung Heilung ein.

Eingeweidewürmer wurden in 3 Fällen beobachtet. Die Erkrankten wurden durch extract. filicis maris von den Parasiten befreit.

Leberentzündung kam in 4 Fällen zur Beobachtung. Alle 4 Fälle kamen zur Heilung; die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 21,7 Tage. In 3 von den berichteten Fällen war der Erkrankung ein Magendarmkatarrh vorausgegangen.

Ein Fall von Milzanschwellung, verbunden mit Blutarmuth, kam in Bismarckburg in Zugang. Der Erkrankte wurde dem Lazareth in Dar-es-Salaam überwiesen.

B. Krankheiten der Ernährungsorgane bei den Farbigen.

Zu einem Bestande von 2 Kranken kamen im Berichtsjahre 284 Zugänge = $188,2\frac{0}{100}$ der Iststärke. Zur Heilung kamen 280; 3 starben, 2 kamen anderweitig zur Entlassung, sodass am Jahresschlusse ein Kranker im Bestande verblieb. Es handelte sich 11 mal um Erkrankungen der Kiefer und Zähne, 29 mal um Mandelentzündung, 2 mal um Mundfäule, 4 mal um Ohrspeicheldrüsenentzündung, 36 mal um akuten, 1 mal um chronischen Magenkatarrh, 171 mal um akuten, 3 mal um chronischen Darmkatarrh, 1 mal um habituelle Verstopfung, 14 mal um Erkrankung durch Eingeweidewürmer, 2 mal um katarrhalische Gelbsucht, 7 mal um Leberentzündung, 1 mal um Milzschwellung und 1 mal um eine Mastdarmentzündung. Der Fall von chronischem Magenkatarrh, welcher mit chronischem Darmkatarrh komplizirt war, führte zum Tode. Desgleichen endeten tödtlich 2 Fälle von akutem Darmkatarrh, von denen der eine mit Bauchfellentzündung, der andere mit einer Nierenentzündung komplizirt war.

Gruppe VI. Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

3 Zugänge = $23,2\frac{0}{100}$ der Iststärke.

2 Fälle an Blasenkatarrh heilten nach einer nur wenige Tage währenden Behandlung.

Verengerung der Harnröhre kam in einem Falle der Station Dar-es-Salaam in Zugang. Das Leiden führte zu Tenesmus, Strangurie und Hämaturie und es kam zu einem Uebertritt von Harn und Blut in das Gewebe des Penis. Es wurde eine Operation in Chloroformnarkose nöthig, durch welche der Kranke der Genesung zugeführt wurde.

B. Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane bei den Farbigen.

6 Zugänge = $3,9\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Ein Fall von parenchymatöser Nierenentzündung der Station Muanza führte nach 63tägiger Behandlungsdauer zur Heilung. In Dar-es-Salaam kamen 3 Fälle von Blasenkatarrh in Zugang, welche leicht verliefen.

Von den beiden unter den anderen Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane geführten Fällen betraf der eine eine Zerreißung der Harnröhre, welcher tödtlich endete, der andere eine nicht venerische Hodenentzündung, welche zur Heilung kam.

Gruppe VII. Venerische Krankheiten.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

8 Zugänge = $62,0\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Von den Zugängen betrafen 3 Tripper, 1 Nebenhodenentzündung, 1 weichen Schanker und 3 Bubonen. Die Erkrankten wurden nach theilweise recht lang dauernder ärztlicher Behandlung theils als geheilt, theils als gebessert zum Dienst entlassen; ein an Bubo erkrankter Feldwebel musste als ungeheilt in das Lazareth Altona übergeführt werden.

B. Venerische Erkrankungen bei den Farbigen.

461 Zugänge = $312,2\frac{0}{100}$ der Iststärke. Die Zugänge vertheilten sich auf die einzelnen Krankheiten in folgender Weise: Tripper 256, Hoden- oder Nebenhodenentzündung 35, spitze Feigwarzen 2, weiches Schankergeschwür 83, Bubo 31, konstitutionelle Syphilis 54. Im Bestande waren bei Beginn des Berichtsjahres 3 Fälle von Tripper, 1 von Nebenhodenentzündung, 5 von weichem, 3 von hartem Schanker und 2 von Bubo.

Von den Erkrankten wurden 433 geheilt, 2 starben an Komplikationen mit Lungenkrankungen. Durch die venerischen Erkrankungen hatte die Truppe einen Ausfall von nicht weniger als 11392 Dienstoffizieren zu beklagen. Ueber die Hälfte aller Erkrankungen entfielen auf die Station Dar-es-Salaam, deren sanitäre Verhältnisse bezüglich der venerischen Erkrankungen besonders viel zu wünschen übrig lassen, da die farbige Civilbevölkerung in einem hohen Prozentsatze an Geschlechtskrankheiten leidet.

Gruppe VIII. Augenkrankheiten.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

1 Fall von Hornhautgeschwür wurde aus dem Vorjahre übernommen. Auf der Station Wilhelmsthal kamen 2 Fälle von Bindehautkatarrh in Zugang, welche nach kurzer Behandlung heilten.

B. Augenerkrankungen bei den Farbigen.

Zu einem Bestande von 2 an Bindehautkatarrh leidenden Kranken kamen im Laufe des Jahres 113 Fälle in Zugang, die sich in folgender Weise auf die einzelnen Krankheiten vertheilten: 5 Fälle von Liderkrankungen, 89 von Bindehautkatarrh, 2 von Thränensack-erkrankungen, 8 von Hornhautleiden, 8 von Krankheiten der Regenbogenhaut und 1 von Erkrankung der Aderhaut. 1 Fall der Bindehautkatarrhgruppe wurde wegen körperlicher Unbrauchbarkeit heimgesandt. 111 Personen kamen zur Heilung, 3 verblieben am Jahres-
schlusse im Bestand. Die beobachteten Regenbogenhautentzündungen waren fast ausschliess-
lich Folge vernachlässigter Bindehautentzündungen. Die angeführte Aderhautrekrankung wurde in Langenburg beobachtet, es bestand auf dem einen Auge theilweiser, auf dem anderen Auge vollkommener Aderhautvorfall.

Gruppe IX. Ohrenkrankheiten.

A. Bei deutschen Militärpersonen.

5 Zugänge = $38,7\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Erkrankungen des äusseren Gehörgangs wurden in 3 Fällen beobachtet, welche sämt-
lich zur Heilung kamen.

1 Trommelfellentzündung kam in Bismarckburg und 1 Fall von Schwerhörigkeit in Dar-es-Salaam zur Beobachtung.

B. Ohrenerkrankungen bei den Farbigen.

16 Zugänge = $10,6\frac{0}{100}$ der Iststärke. 3 mal handelte es sich um Krankheiten des äusseren Gehörgangs, 5 mal um Trommelfellentzündungen und 8 mal um Mittelohreiterungen. Im Bestande blieb am Jahresschlusse ein Kranker mit Mittelohreiterung, alle übrigen wurden geheilt.

Gruppe X. Krankheiten der äusseren Bedeckungen.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

9 Zugänge = $69,7\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Die Zugänge betrafen 4 mal Zellgewebsentzündungen, 2 mal Furunkel, 2 mal Pana-
ritium, 1 mal eine Balggeschwulst am Kopfe. Sämmtliche Erkrankten wurden hergestellt.

B. Krankheiten der äusseren Bedeckungen bei den Farbigen.

296 Zugänge = $196,1\frac{0}{100}$ der Iststärke. Dieselben vertheilten sich auf die Einzel-
krankheiten wie folgt: Krätze 6 Fälle, akute Hautkrankheiten 34, Hautödem 11, chronisches
Hautgeschwür 20, Zellgewebsentzündung 171 Framboësia 1 Fall, Furunkel 44, Panaritium
5, gutartige Geschwülste 3 und 1 Fall von Filaria sanguinis. 9 Fälle waren bei Beginn
des Berichtsjahres im Bestand, während am Schlusse desselben 5 im Bestand verblieben,
ein Fall wurde wegen Fehlens weiterer Nachrichten anderweitig abgeführt. Für die zahl-
reichen Zellgewebsentzündungen bilden Infektionen durch Sandflohunden wohl die häufigste
Ursache. Die Sandflöhe sind gegenwärtig ausserordentlich häufig und verschonen auch die
mit guter Fussbekleidung versehenen Europäer und Askaris nicht. Ueber die Fälle von
Framboësia und Filaria sanguinis fehlen leider nähere Nachrichten.

Gruppe XI. Krankheiten der Bewegungsorgane.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

12 Zugänge = $93\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Akute Gelenkentzündung wurde in 3 Fällen beobachtet. Einer dieser Fälle be-
traf einen Sanitätsunteroffizier, der sich auf einer Expedition beim Hinknien einen Dorn in
das linke Kniegelenk stiess. Der Verletzte, der sich den Dorn sofort selbst entfernt hatte
musste wegen heftiger Schmerzen im Kniegelenk 4 Tage lang bis zur nächsten Station ge-
hen.

tragen werden, woselbst unter ärztlicher Behandlung Heilung eintrat. Chronische Gelenkentzündung wurde in einem Falle der Station Dar-es-Salaam und akuter Muskelrheumatismus in 7 Fällen beobachtet. Alle Erkrankten wurden geheilt. Ein Fall von Sehnenscheidenentzündung auf dem linken Handrücken wurde nach 8tägiger Ichthyolbehandlung geheilt.

B. Krankheiten der Bewegungsorgane bei den Farbigen.

135 Zugänge = $89,4\frac{0}{00}$ der Iststärke. Es handelte sich 8 mal um Knochenhautentzündung, 15 mal um akute Gelenkentzündung, 1 mal um chronische Gelenkentzündung, 95 mal um lokalen Muskelrheumatismus, 5 mal um Schleimbeutelentzündungen und 11 mal um Sehnenscheidenentzündungen. Im Bestand waren bei Beginn des Berichtsjahres 2 Kranke, ebensoviele blieben am Jahresschlusse im Bestand. 132 Kranke wurden geheilt. 1 Kranker mit akuter Gelenkentzündung musste wegen körperlicher Unbrauchbarkeit heimgesandt werden; ein Askari mit lokalem Muskelrheumatismus wurde wegen Fehlens weiterer Nachrichten anderweitig abgeführt und ein dritter mit Sehnenscheidenentzündung als gebessert zum Dienst entlassen.

Gruppe XII. Mechanische Verletzungen.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

12 Zugänge = $93,0\frac{0}{00}$ der Iststärke.

Um leichtere Quetschungen handelte es sich in 4 Fällen, welche nach einer Behandlungsdauer von insgesamt 46 Tagen geheilt waren. Ein Fall von Verstauchung des linken Fussgelenks bei einem Sanitätsunteroffizier der Station Dar-es-Salaam, entstanden durch Umknicken beim Treppensteigen, machte eine 10tägige Lazarethbehandlung erforderlich. Eine Verstauchung des rechten Fusses, die sich der Erkrankte, ein Unteroffizier in Tanga, in einem Boot zugezogen hatte, erforderte 14tägige Lazarethbehandlung. Eine Pfeilschussverwundung, welche 27 Tage Lazarethbehandlung in Anspruch nahm, betraf einen Sanitätssergeanten bei der Einnahme der Sultansboma von Wende. Eine leichte Hiebverletzung und eine ebenfalls unbedeutende Quetschung kamen in Dar-es-Salaam zur Behandlung.

B. Mechanische Verletzungen bei den Farbigen.

296 Zugänge = $196,1\frac{0}{00}$ der Iststärke. Die 31 Fälle von Wundlaufen und 50 Fälle von Quetschung boten nichts Besonderes dar bis auf einen tödtlich verlaufenen Fall der Station Songea. Es handelte sich um eine Quetschung des Unterleibes durch einen fallenden Baumstamm, innere Verletzungen führten innerhalb zweier Tage zum Tode. Eine Bänderzerreissung am Knie bei einem Askari der Station Dar-es-Salaam wurde nach 36tägiger Lazarethbehandlung geheilt. 2 Knochenbrüche, je ein isolirter Bruch des Radius und der Fibula, beide in gleicher Weise durch direkte Gewalt (Knüppelschlag bei einer Schlägerei an demselben Tage) entstanden, kamen in Songea in Zugang, der erstere erforderte 49, der letztere 27 Behandlungstage. In Bukoba kamen 2 Speichenbrüche vor, welche beide gut heilten. Ein Schlüsselbeinbruch wurde in Dar-es-Salaam beobachtet. Verstauchungen wurden in 39 Fällen festgestellt; alle Erkrankten kamen zur Heilung.

Von den Schusswunden, welche in 13 Fällen zur Beobachtung kamen, entfiel auf die Station Dar-es-Salaam ein Schuss in das rechte Kniegelenk. Die Verletzung führte zu einer fast völligen Ankylose und verblieb am Jahresschluss noch im Bestande. Aus einer Fistelöffnung entleerte sich noch reichlicher Eiter, und es erscheint dem behandelnden Arzt eine Operation (Resektion) nöthig, die bisher jedoch wegen Weigerung des Kranken unterbleiben musste. Die übrigen Schussverletzungen sind ohne besonderes Interesse.

Hieb- und Schnittverletzungen kamen in 43 Fällen in Zugang; sämtliche Verletzten wurden hergestellt, die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 10,3 Tage. Stichverletzungen wurden in 12 Fällen beobachtet. Ein Fall der Station Songea betraf eine Verletzung des Unterleibes, welche der Verletzte in selbstmörderischer Absicht sich mit einer Speerklinge beigebracht hatte. Der 2 cm breite Wundkanal reichte bis auf das Peritoneum. Nach anfänglicher Temperatursteigerung wurde die Körperwärme wieder regelrecht, und es trat unter reaktionslosem Wundverlauf Heilung ein. Eine Stichverletzung der Station Moschi betraf einen Ombascha, der von einem Eingeborenen an der rechten Brustseite verletzt wurde. Es kam zu einem Bluterguss in die entsprechende Thoraxhälfte. Der Verletzte war beim Jahresschlusse noch Gegenstand der Lazarethbehandlung.

Bisswunden wurden in 4 Fällen beobachtet, davon 2 auf der Station Songea, von denen berichtet ist, dass es sich in dem einen um Schlangen-, im zweiten um Menschenbiss gehandelt habe. Alle Verletzten wurden hergestellt.

Quetschwunden wurden in 63 Fällen behandelt. Ein Fall von Zerquetschung des Nagelgliedes des rechten Zeigefingers durch die Schrotmühle kam in Iringa in Zugang. Das verletzte Glied musste exartikuliert werden, doch konnte der Verletzte als dienstfähig zur Truppe entlassen werden. 82 von den im Ganzen behandelten 84 Quetschwunden wurden geheilt, 2 verblieben am Jahresschlusse im Bestand. Unter den sonstigen Wunden und Verletzungen wurden 6 Fälle von Risswunden verzeichnet, deren Zustandekommen und Verlauf kein besonderes Interesse bieten. Das Gleiche gilt von 8 Verbrennungen, welche sämtlich geheilt wurden.

Gruppe XIII. Sonstige Krankheiten.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

In dieser Gruppe wurden von den Kranken der Station Dar-es-Salaam Rekonvaleszenten nach Wechselfiebererkrankung, von der Station Kilossa ein Rekonvaleszent nach akutem Magenkatarrh aufgeführt. Alle 3 Fälle kamen zur vollständigen Heilung.

B. Bei den Farbigen

wurden keine Krankheiten dieser Gruppe beobachtet.

Gruppe XIV. Zur Beobachtung.

A. Bei den deutschen Militärpersonen

wurden Kranke unter dieser Gruppe nicht geführt.

B. Bei den Farbigen.

Zugang 8 Fälle = 53,0‰ der Iststärke. Auf Station Songea wurde ein Fall zur Beobachtung auf Brustschmerzen geführt und nach 2tägiger Behandlung als geheilt entlassen. In Iringa kamen 5 Fälle in Zugang, davon 3 zur Beobachtung auf Schwachsichtigkeit, 1 auf Gelenkrheumatismus und 1 auf Leistenbruch, sämtlich ohne objektiv krankhaften Befund. Der Fall der Station Bismarckburg wurde auf eine Herzkrankheit in Beobachtung genommen. Sämtliche zur Beobachtung in Zugang gekommenen Fälle wurden als dienstfähig zur Truppe entlassen, nach einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 4,25 Tagen.

d) Krankenabgang.

A. Bei den deutschen Militärpersonen.

Von den 543 deutschen Militärpersonen, welche im Berichtsjahre militärärztlich in Behandlung genommen worden sind, wurden 505 geheilt, 9 starben und 19 gingen anderweitig ab. Im Bestande blieben am Jahresschlusse 10. In 8 von den 9 Todesfällen war der ungünstige Ausgang bedingt durch Schwarzwasserfieber und auch im 9. Falle war Schwarzwasserfieber als Komplikation zu der Grundkrankheit (Ruhr) getreten. Ausser diesen 9 Fällen hatte die Schutztruppe im Berichtsjahre 3 weitere Verluste zu beklagen, welche nicht in militärärztliche Behandlung kamen: ein Sergeant starb an Schwarzwasserfieber auf Urlaub in Fürstenwalde, ein Unteroffizier an derselben Krankheit am Kivu-See, und endlich ein Sanitätssergeant ebenfalls an Schwarzwasserfieber in der Lazarethstube zu Schirati. Wie schon im Bericht erwähnt, sind somit sämtliche Todesfälle deutscher Militärpersonen im Berichtsjahre durch Schwarzwasserfieber herbeigeführt worden. Von den 19 anderweitig in Abgang gekommenen Kranken wurden 10 anderen Stationen bezw. Lazarethen überwiesen, um ihnen ärztliche Behandlung bezw. bessere Pflege angedeihen zu lassen.

Wegen Krankheit nach Europa beurlaubt wurden 4, davon 2 als tropendienstunfähig; von den letzteren beiden litt der eine an den Folgen einer schweren Affektion des Magens und Darms, der andere an den Resten einer überstandenen Brustfellentzündung, verbunden mit Herzklappenfehler. Ein an chronischer Lungenschwindsucht Leidender musste aus dem Garnison-Lazareth Altona in seine Heimath beurlaubt werden. Wegen Fehlens weiterer Nachrichten wurde ein Fall von akutem Gelenkrheumatismus „anderweitig“ abgeführt; ein an akuter Melancholie, welche als Komplikation zu einer Ruhr getreten war, erkrankter Feldwebel musste in die Irrenanstalt Schleswig abgeführt werden; 2 Kranke nahmen, noch bevor sie gänzlich von ihrem Leiden befreit waren, ihren Dienst wieder auf.

B. Krankenabgang bei den Farbigen.

Die Gesamtsumme der Erkrankungen betrug 2911. Zur Heilung kamen 2824 Kranke, 37 starben, 45 kamen „anderweitig“ in Abgang und 62 blieben am Jahresschlusse im Bestand.

Die Todesursachen der in ärztliche Behandlung Gekommenen waren folgende: An Ruhr starben 8, an chronischem Magendarmkatarrh 1, an Lungenschwindsucht 4, an den Folgen einer Harnröhrenzerreissung 1, an der Verletzung von Brust- und Bauchhöhle durch Speerstiche 1, an Pocken 5, an Hirnhautentzündung 2, an Herzentzündung 1, an Herzklappenfehler 2, in Folge eines Schusses in den Bauch 1, an einem mit Nierenentzündung komplizierten Darmkatarrh 1, an Wechselfieber 1, an einer Komplikation dieser Krankheit mit Ruhr 1, an Rippenfellentzündung verbunden mit einer Erkrankung an Ruhr 1, an einer im Gefolge eines Darmkatarrhs entstandenen Bauchfellentzündung 1, endlich an einer Quetschung des Unterleibes mit inneren Verletzungen 1. Ohne in ärztliche Behandlung gekommen zu sein starben: 1 an einer unbekannt gebliebenen Krankheit, 1 an Ruhr, 1 an Lungenentzündung und 1 an einer hochfieberhaften Lungenaffektion.

Durch Selbstmord endeten 2; einer durch einen Schuss in die Brust, wahrscheinlich aus Furcht vor Strafe, und einer durch einen Gewehrschuss in das Herz, den er sich in einem Anfall von geistiger Störung beigebracht hatte. Im Gefecht gefallen sind 6, von den Eingeborenen wurden ermordet 2, durch Unglücksfall büssten ihr Leben ein 2.

Von den 45 anderweitig in Abgang gekommenen wurden 6 anderen Garnisonen oder Lazarethen überwiesen, 1 desertirte, 12 mussten wegen körperlicher Unbrauchbarkeit entlassen werden, einer wurde auf einer Expedition in einem Dorfe zurückgelassen, da er nicht transportfähig war, 1 konnte vor seiner völligen Wiederherstellung seinen Dienst wieder aufnehmen. 16 Kranke wurden wegen Fehlens weiterer Nachrichten anderweitig abgeführt und 8 konnten nach abgeschlossener Beobachtung als dienstfähig zur Truppe entlassen werden.

**Uebersicht über die im Berichtsjahr 1899/1900 vorgenommenen Impfungen.
Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika.**

	Zahl der Ge- impf- ten	Die Impfung war		Die erfolg- lose Impfung wurde wiederholt bei	und war jetzt		Im Ganzen mit Erfolg geimpft ⁰ / ₀₀	Bemer- kungen
		von	ohne Erfolg bei		von	ohne Erfolg bei		
A. Deutsche Militär- personen.								
1. Animale Lymphe aus dem Kgl. Impfinstitut zu Dresden	8	—	8	—	—	—	0,0	
2. Humanisirte Lymphe von Arm zu Arm . .	1	—	1	—	—	—	0,0	
Summa A.	9	—	9	—	—	—	0,0	
B. Farbige.								
1. Animale Lymphe aus dem Kgl. Impfinstitut zu Dresden	375	198	175 ¹⁾	17	2	8	533,3	
2. Humanisirte Lymphe von Arm zu Arm . .	63	16	45	2	—	2	254,0	
Summa B.	438	214	220	19	2	10	493,2	
Summa A. u. B.	447	214	229	19	2	10	483,2	

¹⁾ Die Differenzen sind entstanden durch Nichterscheinen bei der Nachschau.

IV. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Halbjahr vom 1. April bis 30. September 1900,

erstattet von

Oberstabsarzt Dr. Steuber,

Chefarzt der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika.

a) Krankenzugang.

Die folgende Tabelle giebt Aufschluss über die absoluten Zahlen des Krankenzugangs auf den einzelnen Stationen, sowie über den Krankenzugang auf je 1000 Mann der Iststärke berechnet. Des Vergleichs halber sind die entsprechenden Verhältnissziffern der 5 vorausgegangenen Jahre neben diejenigen des Berichtszeitraumes gesetzt worden.

Stationen	Iststärke a) deutsch. Militär- personen b) Farbige	Absolute Zahl der Er- krankten	% der Iststärke April bis Septemb. 1900	Zum Vergleich				
				% der Iststärke 1899/1900	% der Iststärke 1898/99	% der Iststärke 1897/98	% der Iststärke 1896/97	% der Iststärke 1895/96
Tanga . .	a) 4 b) 60	13 79	3250 1316,6	5666,7 1711,9	2500,0 1301,9	7000 1580	5500 2544,4	4000 2312,5
Pangani . .	a) 2 b) 46	4 29	2000 630,4	4000 1022,7	2000 1307,7	4333,3 2023,8	5833,3 3379,6	3250 1494,1
Bagamoyo .	a) 2 b) 50	5 44	2500 880	5666,7 1822,2	4000 1139,5	5666,7 1365,8	4666,7 1853,6	3333,3 1146,3
Dar-es-Salaam	a) 42 b) 406	84 206	2000 507,4	1888,9 1772,7	3454,4 1008,4	3263,2 1212,5	3111,1 1693,5	4243,2 2205,1
Mohorro . .	a) 2 b) 17	— 7	— 411,8	4000 1875	— —	— —	— —	— —
Kilwa . .	a) 2 b) 51	11 50	5500 983,9	3000 1250	3250 1985,3	2250 1758,9	4285,7 1198,3	3857,1 2305
Lindi . .	a) 4 b) 97	11 23	2750 237,1	5500 1333,3	6000 629,6	1500 1125	4500 2304,8	4833,3 2508,8
Songea . .	a) 4 b) 76	3 39	750 513,1	3600 950,6	2600 1428,6	— —	— —	— —
Mahenge . .	a) 3 b) 56	12 63	4000 1125	9500 3200	— —	— —	— —	— —
Iringa . .	a) 6 b) 107	2 68	333,3 635,5	4000 2420	3133,3 1980	4200 3543,5	8600 3045,4	— —
Kisaki . .	a) 3 b) —	12 —	4000 —	4500 352,9	1100 1214,3	— —	— —	6333,3 3846,2
Kilossa . .	a) 2 b) 12	8 14	4000 1166,6	8250 2718,7	8600 1560,9	6000 1948,3	7333,3 2181,8	7166,7 2366,7
Mpapua . .	a) 4 b) 41	9 39	2250 951,2	2200 1355,5	4750 1714,3	3600 1666,6	4000 810,9	5000 1904,8
Mkondoa . .	a) 3 b) 24	5 9	1666,6 375	1666,7 1833,3	— —	— —	— —	— —
Kilimatinde	a) 4 b) 42	14 35	3500 833,3	6750 2914,9	5000 1622,2	4400 1950,8	6833,3 3382,8	7714,3 2598,4
Tabora . .	a) 6 b) 85	17 101	2833,3 1188,2	6400 1492,3	6833,3 1257,7	4666,7 1198,4	4500 896,2	6000 1239,1
Ujiji . .	a) 1 b) 7	1 1	1000 142,9	2000 1333,3	5600 2656,7	7500 3171,2	9333,3 3263,1	— —
Usumbura .	a) 2 b) 28	8 34	4000 1214,3	2000 789,5	— —	— —	— —	— —
Schirati . .	a) 2 b) 29	5 6	2500 206,9	606 606	8000 636,4	— —	— —	— —
Muanza . .	a) 3 b) 56	27 69	9000 1232	9600 2697	7600 1291,7	9800 1117,4	10500 1031,2	11333,3 1265,3

Stationen	Iststärke a) deutsch. Militär- personen b) Farbige	Absolute Zahl der Er- krankten	% der Iststärke April bis Septemb. 1900	Zum Vergleich				
				% der Iststärke 1899/1900	% der Iststärke 1898/99	% der Iststärke 1897/98	% der Iststärke 1896/97	% der Iststärke 1895/96
Bukoba	a) 5 b) 67	16 64	3200 955,2	6500 1925,9	3750 1528,7	6750 1402,8	4750 1619,9	7000 876,4
Bismarck- burg	a) 4 b) 56	6 131	1500 2339,3	4600 3111,1	— —	— —	— —	— —
Langenburg	a) 3 b) 33	8 9	2666,6 272,7	1666,7 1710,5	6500,0 3900	8500 2284	6000 1941,2	— —
Wilhelmsthal	a) 3 b) 34	6 16	2000 470,6	3500 105,3	1000 1142,9	— —	— —	— —
Moschi	a) 5 b) 92	8 82	1600 891,3	2000 2032,9	3400 2030	2500 3063,2	2200 3540	2500 2627,8
Rusissi-Ex- pedition	a) 5 b) 109	11 83	2200 761,4	3000 1956,5	— —	— —	— —	— —
Gesamnte Schutztruppe	a) 126 b) 1681	306 1301	2428,6 773,9	4147,3 1929,1	4495,2 1525,9	4267,9 1788,4	4855,8 2137,7	5369,4 2118,8

Aus der vorstehenden Zahlen-Uebersicht lässt sich kein bestimmtes Urtheil nach irgend einer Seite hin abgeben, da die Berichterstattung sich nur auf 6 Monate bezieht, die letzteren aber erfahrungsgemäss zu den gesundheitlich ungünstigsten gerechnet werden müssen.

Von grösseren schwereren Epidemien blieb die Schutztruppe in dem Berichtshalbjahr verschont, wie auch von der Zivil- und Eingeborenen-Bevölkerung dasselbe gesagt werden darf. Im Vordergrund stand trotzdem noch die Pockengefahr, indessen wurden nur im Bezirk Mahenge und Moschi eingreifende Massregeln nothwendig. Massen-Impfungen und Einrichtung kleiner Pockenstationen brachten an beiden Orten die Epidemie zum Verschwinden.

An der Küste veranlassten die Geschlechtskrankheiten nach wie vor einen erheblichen Krankenzugang. Doch machte sich besonders in Dar-es-Salaam, wo eine geordnete ärztliche Kontrolle der Prostituirten eingeführt wurde, zum Schluss des Berichtshalbjahres eine wesentliche Wendung zum Besseren bemerkbar.

Auch mit Bezug auf die infektiösen Augenkrankheiten und Zellgewebsentzündungen an den Händen und Füssen zeigte sich ein Rückgang der Fälle. Es scheint dies eine Folge der schärfer durchgeführten periodischen Untersuchungen der Soldaten und der Erziehung derselben zur Reinlichkeit und Hautpflege zu sein.

Malariafieber bei den farbigen Soldaten wurde immer seltener festgestellt, eine Folge der durch die mikroskopische Untersuchung bedingten präciseren Diagnosenstellung.

Erwähnung verdienen noch die Lepra und die Bubonenpest. Von beiden Seuchen blieb die Schutztruppe verschont, wenngleich die Lepra unter den Eingeborenen in allen ihren Formen wohl in allen Theilen des Schutzgebietes vorkommt. Die Bubonenpest herrschte noch in dem bereits in früheren Berichten erwähnten Bezirk Kisiba, doch wird übereinstimmend festgestellt, dass die Seuche an Heftigkeit und Umfang weiter abnimmt. Die Absperrmassregeln gegen dieselbe werden aber von der Station Bukoba nach wie vor streng durchgeführt.

Als wichtigere militärische Expeditionen sind zu nennen:

Die Rusissi-Expedition, an welcher sich Theile der in Tabora und Bukoba stationirten Kompagnien beteiligten. In gesundheitlicher Beziehung war diese Expedition deshalb nicht günstig, weil bei den Theilnehmern erheblich viele Erkrankungen der Athmungsorgane wohl in Folge der herrschenden niederen Temperatur und des staubigen Geländes auftraten. Der Nutzen einer wärmeren Bekleidung (Litewka) für die Soldaten trat hier besonders wieder deutlich hervor.

Eine zweite Expedition ging von Usumbura aus zum Zweck der Besetzung zweier Posten am Kivu-See (Vehenuza und Ishangi).

Eine dritte kleinere Expedition erfolgte von Moschi aus nach Arusha. Etwas Besonderes bieten diese beiden Expeditionen in gesundheitlicher Beziehung nicht zu bemerken.

b) Die im Berichtshalbjahr zur Ausführung gelangten sanitären Massregeln.

1. Unterkunft.

In Tanga wurden keine Aenderungen vorgenommen. Der Krankenhausbau schreitet vorwärts.

Pangani: Keine Aenderungen.

Bagamoyo: desgleichen.

In Dar-es-Salaam ist für Unterkunft der Europäer seitens des Gouvernements so viel als möglich gethan; leider reichten die verfügbaren Mittel nicht aus, den Unteroffizieren bessere Wohnungen zu geben. Ihre Unterbringung liess in vielen Fällen sehr zu wünschen übrig, jedoch ist das Kommando bestrebt, den Bau eines Unteroffizierhauses zu erreichen.

Für weitere Ableitung der Abwässer und Latrinen konnte, ohne erhebliche Mittel dazu flüssig zu machen, Nichts weiter gethan werden; bedauerlich ist nur, dass die Abwässer auch der meisten Latrinen dem Hafen zugeführt werden müssen; doch lässt sich daran jetzt schwerlich ohne vollständige Neukanalisation etwas ändern.

Mohorro: Keine wesentliche Aenderungen.

Kilwa: desgleichen.

In Lindi wurde gegenüber dem Fort im April 1900 ein Gebäude hergerichtet und mit Europäer-Wohnungen versehen. Die für die Kranken zur Verfügung stehenden Räume lassen wegen ihrer engen Bauart noch viel zu wünschen übrig.

Songea. In die Berichtszeit fiel der Beginn des Stationsbaues; im Juli traf ein europäischer Handwerker mit einer grösseren Anzahl indischer und schwarzer Arbeiter ein. Beabsichtigt wird die Herstellung von 5 theils ein-, theils zweistöckigen Ziegelhäusern für Europäer-Wohnungen, Geschäftszimmer u. s. w., ausserdem der nothwendigen Askari-Kaserne. Bis zum 30. September 1900 war nur ein Haus im Rohbau annähernd fertig; die Europäer wohnen daher noch alle wie früher in Lehmhütten. Vor Ende 1901 wird der Bau kaum beendet sein.

Mahenge. Die Station liegt etwa 1000 m über dem Meeresspiegel in herrlicher, gebirgiger und wasserreicher, gesunder Gegend. Für die Mannschaften wurde an Stelle der Strohhütten mit dem Bau von Lehmhäusern begonnen, der jetzt beendet ist; es wurde für jeden Askari ein 4 qm grosses Lehmhaus mit Strohdach hergestellt. Die Europäer bewohnen noch Strohhütten, doch schreiten die massiven Steinbauten rüstig vorwärts.

Iringa. Die Herstellung von Askari-Kasernen nahm fast den ganzen Sommer in Anspruch; sie werden massiv mit Tembedach hergestellt, jeder Askari hat 1 Raum, die Chargen 2 Räume als Wohngelasse.

Kisaki. Zwei Europäer wohnten in einem aus Ziegelsteinen erbauten Hause; ein jeder hat ein grosses luftiges Zimmer. An der Nordseite liegt eine 2 m breite Veranda. Der dritte Europäer wohnte vorläufig im Zelt; es ist aber ein neues Haus für den Stationschef im Bau und bekommt dann der jetzt im Zelt lebende Europäer das Zimmer des Stationschefs.

In Kilossa erstreckten sich die Aenderungen vorläufig nur auf weitgehende Ausbesserungsarbeiten.

Mpapua. Keine Veränderungen.

Mkondoa. Der Neubau des Unteroffizierhauses ist fertig gestellt und bezogen. Eine Offizier-Wohnung ist gleichfalls neu gebaut mit recht günstigen Grössenverhältnissen.

Kilimatinde. Die Unterkunftsverhältnisse der Askari haben eine wesentliche Besserung erfahren. Auf dem Höhenrücken südlich der Boma, abgesondert vom übrigen Dorf, sind geräumige Wohnhäuser gebaut; jedem einzelnen Askari stehen 1 bis 2 Wohnräume zur Verfügung. Auch das Unteroffizierhaus bietet jetzt bessere hygienische Verhältnisse infolge der Ueberführung der Kettengefangenen in einen neu errichteten Gefängnisraum.

Ein Krankenhaus für Farbige ist im Bau begriffen.

In Tabora wird die neue Boma kaum vor April 1902 bezogen werden können. Bis dahin müssen die Europäer sich mit den bisherigen äusserst mangelhaften Wohnungsverhältnissen begnügen. Zwar wurden in den Monaten Juni bis August an den Europäer-Wohnungen umfassende Ausbesserungen vorgenommen, so wurden alle Dächer neu gedeckt, die Wände zum Theil eingerissen und in Stein neu aufgeführt, aber trotz dieser Verbesserungen entsprechen die Wohnräume auch heute noch nicht den bescheidensten Anforderungen der Hygiene. Auch das Askaridorf befindet sich in baufälligem Zustande, man beschränkte sich hier auf die nothwendigsten Ausbesserungen, da bereits im Sommer 1900 ein neues Askaridorf in der Nähe der neuen Boma gebaut werden sollte.

Usumbura. Von Bauten ist zu erwähnen, dass die Wohnung des Arztes, ein Magazin-

gebäude mit 3 Räumen für Europäer und die Küche unter Dach sind. Das vorläufige Lazareth, bestehend aus 6 Rundhütten, ist noch in gleicher Weise geblieben.

Schirati. Die in der Boma wohnenden Askari mussten wegen Magazin-Vergrößerung in ausserhalb gelegene Lehmhütten mit gestampften Böden ziehen; ferner wurde, um einen lebhafteren Marktverkehr zu erzielen, eine Markthalle in der Nähe der Boma mitten im Askaridorf erbaut.

In Muanza und Bukoba wurden bis auf Ausbesserungsarbeiten keine eingreifenden Aenderungen vorgenommen. Auf beiden Stationen erfordern die Wohnungsverhältnisse in hygienischer Beziehung eine gründliche Abhilfe durch Neubau.

In Bismarckburg gelangten zur Ausführung ein vollständiger Umbau des Askaridorfes und Neuanlage von Badehäusern und Aborten für Europäer.

In Wilhelmsthal wurden durch Trockenlegung des in der Nähe der Station gelegenen Sumpfes gesundheitlich bessere Wohnungsverhältnisse geschaffen.

Moschi: Keine Aenderungen.

2. Verpflegung.

Eingreifende Massregeln wurden während des Berichtshalbjahres nicht notwendig. Die Verpflegung wurde für den farbigen Theil der Schutztruppe nach den durch Jahre bewährten Grundsätzen (Selbstverpflegung) durchgeführt. Da nach Bericht aller Stationen des Schutzgebietes durchweg gute Ernten und eine Mehrung des Viehstandes zu verzeichnen waren, machten sich nirgends Schwierigkeiten bemerkbar. Die Europäer der Schutztruppe lernen mehr und mehr die landwirthschaftlichen Erzeugnisse des Landes für sich nutzbar zu machen, so dass der theuere und auf die Dauer ungesunde Konservenverbrauch eine weitere Einschränkung erfahren konnte.

3. Trinkwasser.

Die Trinkwasser-Versorgung hat für die Schutztruppe gleichfalls keine wesentliche Abänderung erlitten.

Die centrale Wasserversorgungsfrage von Dar-es-Salaam wartet noch auf Lösung. Es scheint, als ob es sehr schwer sein wird, ein nach Qualität und Quantität einwandfreies Wasser in der Nähe der Stadt zu erbohren.

Auf den Innenstationen wird wegen der Ruhrgefahr durchweg das Wasser in abgekochtem Zustand genossen; nur auf einigen wenigen hochgelegenen Stationen kann anscheinend ohne Gefahr von dieser Vorsichtsmassregel abgesehen werden.

Die in das Innere abmarschirenden Europäer erhalten grundsätzlich ein Berkefeld'sches Taschenfilter für den persönlichen Gebrauch.

4. Bekleidung.

Es wurden keine wesentlichen Aenderungen eingeführt.

5. Latrinen.

Die bisherigen Einrichtungen haben sich bewährt.

6. Grund und Boden.

Alle Stationen liessen es sich angelegen sein, durch Trockenlegung von Sümpfen (Wilhelmsthal), Anlage von Wegen, Regulirung von Flussbetten u. s. w. Assanirung von Grund und Boden anzustreben. Die Einführung einer sicher funktionirenden Kanalisation von Dar-es-Salaam muss ebenso wie die centrale Wasserversorgung noch der Zukunft vorbehalten bleiben.

7. Sonstige, die Gesundheitsverhältnisse der Schutztruppe betreffende Verhältnisse.

Die Schutztruppe blieb in dem Berichtshalbjahr von ernsteren Seuchen verschont. Im Vordergrund stand nach wie vor für das Schutzgebiet die Gefahr der Pesteinschleppung von der See aus. Wenn auch bisher kein einziger Pestfall in das Schutzgebiet von der See aus eingedrungen ist, so wurden doch die bestehenden Quarantäne-Massregeln gegenüber dem Schiffsverkehr mit grosser Schärfe durchgeführt. Schwierigkeiten boten sich in dieser Beziehung nicht.

Grössere Pocken-Epidemien kamen im Schutzgebiet zwar noch an einzelnen Stellen

vor, dieselben vermochten jedoch nicht, einen nennenswerthen Eingang in die Schutztruppe zu finden. Systematisch durchgeführte Massen-Impfungen, überall immer wieder vorgenommen, gelten nach wie vor als der einzig wirksame Schutz gegen die Pockenseuche.

c) Besprechung der einzelnen Krankheitsgruppen.

Im Berichtshalbjahr sind bei deutschen Militärpersonen trotz zahlreicher Erkrankungen unter der Farbigen-Bevölkerung Pockenfälle nicht vorgekommen.

Wechselfieber wurde in nicht weniger als 213 Fällen beobachtet = 170,4% der Iststärke. In der grossen Mehrzahl der Fälle handelte es sich um das durch die kleinen ringförmigen Parasiten bedingte Tropenfieber; doch kamen auch zweifelloose Fälle der malaria tertiana benigna in Zugang, wie aus den Krankengeschichten der Stationen Dar-es-Salaam und Tabora zu ersehen ist. Was die Vertheilung der Zugänge nach den Jahreszeiten anlangt, so bestätigen die Häufigkeitszahlen der Wechselfieber-Erkrankungen im Berichtshalbjahre wieder die alte Erfahrung, dass in der Auftrocknungszeit nach der grossen Regenzeit, in den Monaten Mai und Juni eine erhebliche Steigerung der Häufigkeit der Wechselfieber-Erkrankungen eintritt.

Der einzige Todesfall unter den Europäern der Schutztruppe, der in der Berichtszeit zu beklagen war, wurde durch Schwarzwasserfieber herbeigeführt.

Es liegen für die Berichtszeit 10 ärztliche Berichte über Schwarzwasserfieberfälle vor. Es waren also 4,7% der beobachteten Wechselfieberfälle kompliziert mit Schwarzwasserfieber. Die Mortalität des Schwarzwasserfiebers war eine auffallend geringe im Gegensatz zu der ausserordentlich hohen des vorhergehenden Berichtsjahres. Nur einer von den 10 Erkrankungsfällen endete tödtlich, also 10,0%.

Was die Aetiologie des Schwarzwasserfiebers anlangt, so ist es bezeichnend, dass in keinem der 10 in Zugang gekommenen Fälle die Wirkung des Chinins ausgeschlossen werden kann. Siebenmal betrug die Chinindosis, welche zum Schwarzwasserfieberanfall führte, 1,0, einmal 0,5, einmal 1,5 in zwei Portionen genommen, und einmal ist in dem anliegenden Bericht nicht erwähnt, ob vor dem Anfall Chinin genommen wurde oder nicht. In allen Fällen, in denen Chinin vor dem Anfall genommen wurde, ist das Medikament, wie ausdrücklich in den Krankengeschichten hervorgehoben ist, bei fieberlosem Zustande verabreicht, bezw. ohne ärztliche Verordnung genommen worden.

Von allgemeinen Erkrankungen bei den Farbigen der Schutztruppe interessieren in erster Linie die Pocken, über welche aus verschiedenen Theilen der Kolonie Berichte vorliegen.

In Dar-es-Salaam ist es im Berichtszeitraum zu einer grösseren Epidemie unter den Angehörigen der Schutztruppe nicht gekommen, doch war die Pockenabtheilung des Lazareths für Farbige fast ununterbrochen mit Kranken aus der Zivilbevölkerung, besonders Kettengefangenen, belegt. Von den 6 Askaris, welche erkrankten, wurden 4 geheilt, 1 starb und 1 blieb im Bestand.

Der in Dar-es-Salaam im Lazareth für Farbige aufgestellte Senking'sche Desinfektionsapparat that sehr gute Dienste.

Im Bezirk Mahenge wütheten im Berichtshalbjahr die Pocken in hohem Maasse. Nach dem Bericht des dort stationirten Sanitätsunteroffiziers starben in der Lohombero-Ebene ganze Ortschaften durch die Pockenseuche aus. Auch auf die Station Mahenge wurde die Epidemie verschleppt, wo sie zuerst, wie so häufig, unter den Kettengefangenen auftrat.

Durch Isolirung der sämtlichen Kettengefangenen — ungefähr 1200 m von der Station entfernt wurde eine Pockenstation errichtet — wurde einer Weiterverbreitung Einhalt gethan.

Mitte Juli 1900 erhielt die Station Lymphhe, und es wurden zunächst 250 gesunde Personen geimpft; bei 70% der Geimpften war die Impfung erfolgreich. Es wurde dann in Abständen von 7 Tagen mit der Impfung von Arm zu Arm fortgefahren, und auf diese Weise wurden in kurzer Zeit etwa 3800 Personen zum grössten Theil mit Erfolg geimpft.

Die Pockenstation wurde nach Erlöschen der Epidemie verbrannt.

Aus Mpapua wird berichtet: „Während des Halbjahres wurden zusammen 1056 Personen geimpft, darunter 1032 Erstimpflinge. Eine Nachschau war leider nicht in allen Fällen möglich, doch besagten die Nachrichten der Jumben, dass die Impfungen durchweg Erfolg gehabt haben. Der Ausbruch einer grösseren Epidemie im hiesigen Bezirk scheint in absehbarer Zeit nicht wieder zu befürchten zu sein.“

Wechselfieber kam im Berichtszeitraum 293 mal in Zugang. In wie weit es sich in diesen Fällen wirklich um Wechselfieber gehandelt hat, sei dahingestellt.

In Dar-es-Salaam, wo das Wechselfieber die verhältnissmässig sehr geringe Höhe von 18 Fällen aufweist, konnten in keinem Falle Malaria plasmodien nachgewiesen werden. In

wie weit der Mangel an Disposition zur Malariainfektion auch für die Stämme im Innern Gültigkeit hat, bedarf noch der Aufklärung. Bei Somalis wurden auch in Dar-es-Salaam wiederholt Parasiten der *malaria tropica* gefunden. Schwarzwasserfieber wurde bei Farbigen in keinem einzigen Falle beobachtet.

Die Ruhr forderte im Berichtshalbjahr unter den Farbigen wieder vier Opfer, die übrigen von den 22 insgesamt an Ruhr Erkrankten genasen.

Es steht zu hoffen, dass bei weiterer Hebung der allgemeinen Lebensverhältnisse der farbigen Schutztruppen-Angehörigen, insbesondere der Trinkwasserverhältnisse auf den Stationen, die Ruhrerkrankungen bei den Farbigen eine erhebliche Abnahme erfahren werden, wie es bei den deutschen Schutztruppen-Angehörigen bereits geschehen ist.

Ein schwerer Fall von Lungenentzündung betraf einen Offizier in Dar-es-Salaam; eine 30 tägige Behandlung war nöthig, um die einen lytischen Ablauf nehmende Entzündung zur Heilung zu bringen.

Unter den Erkrankungen der Athmungsorgane bei den Farbigen nahm der akute Bronchialkatarrh mit 131 Zugängen eine hervorragende Stelle ein. Die farbigen Soldaten, insbesondere die Sudanesen neigen in hohem Maasse zu Bronchialkatarrhen, welche gewöhnlich mit Fieber verbunden sind und einen schwereren Verlauf zu nehmen scheinen als die heimischen.

Auch Lungenentzündung war bei den Farbigen ziemlich häufig und hatte nicht weniger als drei Todesfälle zur Folge.

Von Erkrankungen der Ernährungsorgane bei deutschen Militärpersonen seien zwei Fälle von Leberentzündung erwähnt, von denen der eine in Iringa, der andere in Schirati beobachtet wurde. Im ersten Falle handelte es sich um die schon mehrfache Wiederholung derselben Krankheit bei einem Patienten, bei dem sich früher im Anschluss an Malaria Leberentzündung eingestellt hatte. Spontane Schmerzhaftigkeit und Druckempfindlichkeit in der Lebergegend waren neben gastrischen Erscheinungen die Hauptkrankheitszeichen; der Fall kam zur Genesung.

Im zweiten Fall war die Leberentzündung entstanden durch Ruhr, an welcher der Kranke vorher bereits mehrfach gelitten hatte. Die Krankheitszeichen bestanden in Mattigkeit, schnellem Ermüden beim Gehen, Schmerzen unter dem rechten Rippenbogen bei tiefem Athmen und Hustenstößen. Dabei bestand eine erhebliche Verbreiterung der Leberdämpfung. Ein Abscess konnte nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen werden, doch machte die allgemeine Entkräftung des Patienten durch das Leiden solche Fortschritte, dass derselbe zur Küste geschickt werden musste. Hier wurde er, noch ehe er von seinem Leberleiden genesen war, von Schwarzwasserfieber befallen, das zum Tode führte.

Ein den beiden erwähnten ähnlicher Fall von Leberentzündung bei einem Farbigen betraf einen Askari der Station Mpapua, der früher verschiedentlich an Wechselfieber gelitten hatte, und bei dem sich jedesmal eine bedeutende Vergrößerung der Leber nachweisen liess. Bei der letzten Erkrankung war Wechselfieber nicht festzustellen, dagegen wies der Verlauf des Fiebers und die starke Schmerzhaftigkeit der Leber auf das Vorhandensein eines Abscesses in diesem Organ. Es trat plötzlich Resorption des Eiterherdes ein, der Kranke wurde wieder vollkommen dienstfähig.

Von sonstigen Erkrankungen der Ernährungsorgane bei Farbigen ist eine Beobachtung aus Tabora von Interesse; der dortige Stationsarzt berichtet: „Im Juli wurde ein Fall von *Aphthae tropicae* beobachtet. Die Krankheit trat als akuter Darmkatarrh mit zahlreichen wässerigen, sauerriechenden Entleerungen auf, dem sich eine sehr heftige Entzündung der Mundschleimhaut und Zunge zugesellte. Der Kranke genas bei Milchdiät.“

Die venerischen Krankheiten zeigten im Berichtshalbjahre trotz der sorgfältigen regelmässigen ärztlichen Untersuchungen der Soldaten und vor Allem der Prostituirten auf einigen Küstenstationen noch immer eine unerfreuliche Höhe.

Inzwischen ist die Prostituirtenkontrolle auf sämtliche Küstenstationen, in denen Sanitätsoffiziere bzw. -Unteroffiziere stationirt sind, ausgedehnt und die Kontrolle in Dar-es-Salaam, das stets besonders hoch an den venerischen Erkrankungen theilhaftig war, mit grösserem Erfolge durchgeführt worden. Durch diese Massnahmen ist wenigstens in Dar-es-Salaam ein wesentlicher Rückgang in der Anzahl der Zugänge an venerischen Erkrankungen bei Europäern und Farbigen erzielt worden. Was die einzelnen Erkrankungen anlangt, so ist die auffallende Häufigkeit des weichen Schankergeschwürs gegenüber der Syphilis von Interesse.

Ein Fall von Regenbogenhautentzündung kam bei einem Offizier in Tabora in Zugang. Das Leiden nahm von vornherein einen schweren Verlauf; am Schlusse des Berichtszeitraumes war Patient noch schwer leidend.

Ein Fall von phlyktänalösem Bindehautkatarrh kam bei einem Askari in Iringa zur Beobachtung. Derselbe nahm unter Behandlung mit ungt. hydrarg. rubr. schnell einen

günstigen Ablauf, während ein mit lebhaftem Stirn- und Schläfenschmerz, Lichtscheu, hochgradiger Herabsetzung der Sehschärfe und starker Röthung des ganzen Augapfels einhergehender Fall von Regenbogenhautentzündung zur völligen Ausheilung nahezu einen Monat in Anspruch nahm; die Behandlung war die übliche.

Von Krankheiten der Bewegungsorgane bei Farbigen ist ein Fall der Station Songea bemerkenswerth. Die Krankheit entwickelte sich schleichend unter dem Bilde einer subakuten rheumatischen Affektion des einen Kniegelenks. Es zeigte sich aber bald, dass das Gelenk selbst frei war, und dass es sich um eine Knochenhautentzündung am oberen Ende des Schienbeins handelte. Dabei bestand wochenlang typhöses Fieber verbunden mit Abscessentwicklung im Ober- und Unterschenkel. Zu Metastasen in entfernteren Körpergegenden kam es nicht, und endete der Fall in Genesung.

Ein Fall von Bruch der Schulterhöhe durch Sturz vom Pferde heilte schnell.

Beim Einschiessen eines neuen Geschützes prallte eine Kugel zurück und traf einen Oberfeuerwerker in die grosse Zehe des rechten Fusses, welche durchschlagen wurde. Die Kugel drang noch etwa 2 cm tief in den Mittelfuss ein und konnte in Narkose leicht entfernt werden. Der Verletzte blieb am Schluss des Berichtshalbjahres im Bestand; der Heilungsverlauf war ein guter.

Durch Sturz von einem Wagen zog sich ein Offizier eine Gehirnerschütterung zu, zu der noch Wechselfieber hinzutrat. Nach zweitägiger Lazarethbehandlung trat der Tod ein. Die Sektion ergab einen faustgrossen Bluterguss in der linken Hirnhälfte.

Von Verletzungen bei Farbigen ist eine Stichwunde mit Verletzung der Lunge bei einem Askari von Iringa erwähnenswerth; es handelte sich um eine Stichwunde im fünften linken Zwischenrippenraum zwei Finger breit nach aussen von der Brustwarze; der Stich rührte von einem Seitengewehr her. Dass dabei die Lunge mitverletzt war, ging daraus hervor, dass am nächsten Tage absolute Dämpfung des Klopfschalles über der ganzen linken Lunge bestand. Trotzdem verlief der Fall unter antiseptischer Behandlung günstig.

Eine Schussverletzung durch eigene Unvorsichtigkeit führte den Tod eines Ombaschas der Station Tanga herbei. Das an einen Baum gehängte Gewehr entlud sich auf unaufgeklärte Weise; die Kugel durchbohrte den Schädel.

Uebersicht über die im Berichtshalbjahr vom 1. April bis 30. September 1900 vorgenommenen Impfungen.

Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika.

	Zahl der Geimpften	Die Impfung war		Die erfolgslose Impfung wurde wiederholt bei	und war jetzt		Im Ganzen mit Erfolg geimpft %	Bemerkungen.
		von Erfolg bei	ohne Erfolg bei		von Erfolg bei	ohne Erfolg bei		
A. Deutsche Militärpersonen.								
Animale Lymphe aus dem Kgl. Impfinstitut zu Dresden	2	1	1	—	—	—	50,0	
Summa A.	2	1	1	—	—	—	50,0	
B. Farbige.								
1. Animale Lymphe aus dem Kgl. Impfinstitut zu Dresden	351	81	111 ¹⁾	46	17	29	230,7	
2. Humanisirte Lymphe von Arm zu Arm . . .	37	34	3	—	—	—	918,9	
Summa B.	388	115	114	46	17	29	322,2	

¹⁾ Die Differenz ist entstanden durch Nichterscheinen bei der Nachschau.

B. Kamerun.

I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in dem Berichtsjahre 1898/99.

Der stellvertretende Regierungsarzt berichtet:

In Bezug auf die klimatischen Verhältnisse Kameruns für die Zeit vom 1. Juli 1898 bis Anfang Februar 1899 ist auf die meteorologischen Notizen zu verweisen, die vom Regierungsarzt Dr. A. Plehn Herrn Freiherrn von Dankelmann übermittelt sind. Von Anfang Februar bis zum 22. März 1899 fanden Mangels eines Arztes und Reparaturbedürftigkeit einzelner meteorologischer Instrumente ausser den Messungen der Niederschläge keine meteorologischen Beobachtungen statt. Seit der Zeit wurden die Beobachtungen durch den Referenten angestellt. Die Resultate gehen aus den direkt übersandten Notizen hervor. Ein abschliessendes Urtheil über die bei Schluss des Berichtsjahres noch herrschende Regenzeit lässt sich noch nicht geben. Jedenfalls zeichnete sich die bis jetzt beobachtete Regenzeit durch relativ häufigen Wechsel zwischen trockeneren und niederschlagsreicheren Perioden aus. Trotzdem das meist als Malaria begünstigendes Moment angesehen wird, waren die allgemeinen gesundheitlichen Verhältnisse für einen Ort, wie den Bezirk Kamerun nicht ungünstig, ebenso nicht in den anderen Bezirken der Kolonie, mit Ausnahme der Pflanzung in Kriegsschiffshafen, wo die Malaria stärker als sonst grassirte. Es starben im Berichtsjahre 22 Europäer in der Kolonie, was bei einer Gesamtzahl von 419 Weissen 5,5 % entspricht. Im Bezirk Kamerun allein starben im Berichtsjahre von 163 Weissen 16, was 9,8 % ausmacht.

Von jenen 16 Todesfällen entfallen 2 auf die Schutztruppe, 4 auf Gouvernementsbeamte, 6 auf Angehörige der Missionen, der Rest auf Kaufleute. Die Todesursache war, abgesehen von 2 Fällen von akut verlaufender Beri-beri, und einigen Fällen von Leberabscess bez. Leberentzündung mit Dysenterie, die Malaria meist kompliziert mit Schwarzwasserfieber.

Sonstige Erkrankungen an Beri-beri sind bei den Weissen nicht bekannt geworden. Bei den Negern, namentlich den von Ober-Guinea eingeführten, war sie nicht ganz selten, nahm aber, soweit es selbst beobachtete Fälle anbetrifft, einen chronischen Verlauf. Bei den eingeborenen Duallas, die eine andere Ernährung haben, als die meist von Reis und Salzfleisch lebenden importirten Neger, wurden keine Fälle beobachtet. Ueber die Aetiologie wurden umfassende Untersuchungen angestellt, bis jetzt wie überall ohne Resultat. Die Dysenterie herrscht in der Kolonie auch im Hinterlande und in den höher gelegenen Theilen des Kamerungebirges nach wie vor, trotzdem dort als Trinkwasser gutes Gebirgsquellwasser benutzt wird. Entsprechend den früheren Erfahrungen hat sie im Bezirk Kamerun während der Regenzeit bedeutend nachgelassen. Sie ist hier in erster Linie Krankheit der schlecht genährten und der Körperpflege wenig holden Buschneger. Bei frühzeitigem Eintritt in die Behandlung trat meist schnelle Heilung ein. Bei Idiosynkrasie gegen Calomel-Behandlung wurde bei Weissen einige Male mit sehr gutem Erfolge die Sinarubra mit Granatwurzelnrinde, macerirt in Rothwein gegeben. Typhus wurde nur einmal beobachtet bei einem Neger des Hospitals für Schwarze, der sich an der Pflege eines darmlranken Negers betheiligte. Die Sektion war von den Landsleuten, wie leider meist in diesen Fällen, verweigert worden. Durch geeignete Desinfektion gelang es weitere Erkrankungen zu verhüten.

Pocken herrschten in der ersten Hälfte des Berichtsjahres sowohl unter den importirten Negern Ober-Guinea's wie unter der eingeborenen Bevölkerung. Durch umfangreiche Impfungen der schwarzen Umgebung des Patienten, durch Desinfektion und Isolation gelang es die Seuche einzudämmen. In der zweiten Hälfte des Berichtsjahres kam unter der einheimischen Bevölkerung nur ein sporadischer Fall von Pocken vor. Die Infektionskeime stammten in diesem Falle wahrscheinlich vom oberen Mungo, wo wie im Bali-Lande und anderen höher gelegenen Theilen des Hinterlandes die Krankheit endemisch herrscht. Die Isolierstation entspricht nicht mehr den Ansprüchen und bedarf dringend des Ersatzes durch einen zweckentsprechenden Bau, der vor Allem auch leichtere Desinfektion ermöglicht. — Das in Gran Bassam in Oberguinea im Mai 1899 aufgetretene Gelbfieber forderte zu strengeren Quarantänemassregeln auf. Die Seuche erlosch, ohne dass die getroffenen Massnahmen hätten praktisch ausgeführt werden brauchen. Gonorrhoe ist bei den Schwarzen sehr verbreitet, leider auch bei den Weissen nicht selten, Syphilis dagegen noch wenig verbreitet. Die klinischen Symptome unterschieden sich nicht von den in der Heimath beobachteten.

Die Malaria. Es ist nicht leicht, wenn nicht gar unmöglich, eine genaue Statistik über die Krankheitsziffern zu geben, da Erkrankungen bei den nicht dem Gouvernement

angehörigen Kreisen öfter gar nicht zur Kenntniss des Arztes gelangen, bez. manchmal von Patienten ganz übersehen werden. Referent konnte bei den von Chinin nicht beeinflussten Malaria-Neuerkrankungen im Allgemeinen den Typus der sogenannten Tertiana maligna feststellen, d. h. einen um den anderen Tag erreicht die Fiebersteigerung ihren Höhepunkt, um am folgenden Tage für kurze Zeit ganz oder ungefähr zur Norm herabzusinken. Während in Ostafrika Geheimrath Koch in 10 % der Fieber die gewöhnlichen Tertian-Parasiten fand, wie sie auch in Deutschland vorkommen, fand Referent diese in der Kameruner Niederung bis jetzt erst einmal, sonst immer nur die gefährlicheren, sogenannten kleinen Parasiten der Tropenfieber, die Referent denen des Sommerherbstfiebers Italiens schon früher an die Seite gestellt.

Das Auftreten von Parasitenformen, die sich nicht mehr im Körper weiter vermehren können, also für den Körper des Patienten steril sind, gehört hier zu den Ausnahmen. In milderen Malariaherden sind sie oft zu beobachten. In allen vom Referenten beobachteten Fällen von Schwarzwasserfieber war dasselbe aufgetreten im Verlaufe von mikroskopisch festgestellter Malaria nach Verabreichung von Chinin einmal im Verlaufe einer gewöhnlichen Tertiana. Wie sein Vorgänger Dr. A. Plehn beobachtete auch Referent bei rationaler symptomatischer Behandlung recht günstige Resultate. Verantwortungsvoll gestaltet sich die Sachlage, wenn, wie Referent beobachtete, bei bestehender starker Idiosynkrasie gegen Chinin die Parasiten trotz des Schwarzwasserfiebers nicht verschwinden. Alle Ersatzmittel des Chinins bezw. neuerdings hergestellten Euchinins bei den Malariafiebern wie z. B. Methylenblau und Phenocoll hydrochl. erwiesen sich hierbei als unwirksam.

Prophylaxe: Um die Gouvernementsangehörigen nach Möglichkeit vor den Tropenkrankheiten zu schützen, gab Referent den Neuangekommenen stets eine kurze Belehrung über das Wesen der hauptsächlichsten Krankheiten der Tropen, der Dysenterie und Malaria, über das allgemeine hygienische Verhalten in Bezug auf Geschlechtskrankheiten, Kleidung, Wohnung, Essen und Trinken und die so nothwendige körperliche Bewegung.

Durch häufigere Blutuntersuchungen etc. wurde eine fortlaufende Kontrolle des Gesundheitszustandes der Einzelnen erstrebt. Da ich an Bord in Kamerun die Prophylaxe als solche bereits 1894/95 mit allerbestem Erfolge durchgeführt, wurde dieselbe, wie sie von Dr. A. Plehn an Land auch schon durchgeführt wurde, weiter ausgeübt. Jeden fünften Tag wurde 0,5 g Chinin gegeben. Durch häufige Hinweise auf die grossen Vorzüge der Chininprophylaxe gelang es auch in kaufmännischen Kreisen Anhänger zu gewinnen. Nach Ueberstehen von Fieber wurde für eine Zeit verschärfte Prophylaxis verordnet, je nachdem es sich um mehr oder weniger disponirte Fieberkandidaten handelte, ebenso bei vermehrter Infektionsgefahr. Ich gab dann einen um den anderen Tag 0,5 g Chinin. Namentlich den älteren Kamerunern wurde dabei zur Pflicht gemacht, auf etwaige dunklere Färbungen des Urins nach Chiningenuss zu achten und davon sofort Mittheilung zu machen.

Es besteht immerhin die Möglichkeit, die Zahl der Schwarzwasserfieber dadurch eventuell zu vermindern. Einen ganz unbedingten Schutz gegen Erkrankung gewährt 0,5 Chinin, jeden 5. Tag genommen, den zu Malaria Disponirten nicht. Sicherlich aber sind die Anfälle dann leichter. Ein grosser Theil etwaiger Misserfolge der Prophylaxe ist darauf zurückzuführen, wenn Chinin dicht vor oder nach der Mahlzeit genommen wird, wenn mit zu wenig Wasser oder mit Cigaretten-Papier etc. bez. zur Zeit einer gerade bestehenden Diarrhoe oder Magenverstimmung. Das wird bei Beurtheilung der Prophylaxe leider immer noch oft vergessen. Die Prophylaxe wird die beste sein, die das Eindringen der Malaria-parasiten in den Körper verhindert. Der modernen Wissenschaft eröffnet sich hier die Möglichkeit wahrhaft segensreicher praktischer Bethätigung. Da nach neueren Untersuchungen die Moskitos ev. als Wirthe einer Entwicklungsform der Malaria-Erreger zu betrachten sind, wurden ausgedehnte Untersuchungen über dieselben angestellt und Fragebogen bez. Malaria- und Moskito-Beobachtungen an alle einzelnen Stationen versandt. Letztere erhielten auch die Anweisung Moskitos zu sammeln. Bis jetzt gelang es mir, 12 verschiedene Moskitosarten in Kamerun festzustellen, von denen 8 für die Wissenschaft neu sein dürften. Die für die Malaria wichtige vergleichende Pathologie des Blutes wurde durch zahlreiche Untersuchungen bei den Kaltblütern, Vögeln, Affen und fliegenden Hunden studirt, Thierseuchen kamen nicht zu meiner Kenntniss. Der Arzt der Schutztruppe ist angewiesen worden über das eventuelle Vorkommen der Tse-tse-Krankheit im Hinterlande Beobachtungen anzustellen. Zur allgemeinen und hier erreichbaren Prophylaxe gehört auch, dass auf der Jossplatte um das Stagniren von Wasserlachen und die Bildung von Sümpfen zu vermeiden, nach sorgfältiger Nivellirung durch einen Fachmann offene Gräben, die unten und an der Seite zu cementiren wären, gezogen würden. Diese müssen das Wasser sofort in Form mehrerer Kanalsysteme dem Kamerun-Strome zuführen. Eine besondere Arbeiterkolonne hätte für das Offenbleiben und das Ausfegen der Kanäle zu sorgen. Sonst würden die Uebelstände ärger werden als zuvor. Die Schaffung dieses Kanalsystems ist bereits ange-

regt. Ausserdem sollen allmählich mit der Schaffung neuer besserer Beamtenhäuser die offenen Wasserräder an den Häusern durch geschlossene eiserne Tanks ersetzt werden.

Sanatorium: Den Worten des Regierungsarztes im vorigen Jahresbericht ist nichts hinzuzufügen. Das Sanatorium auf der Landzunge Suellaba an der Mündung des Kamerun-Flusses wird voraussichtlich im Monat November eröffnet werden können. Es ist für Rekonvaleszenten, nicht für Kranke bestimmt, deren Konstitution sich in der frischen Seeluft stärken soll.

II. Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 30. Juni 1900.

Von

Regierungsarzt Dr. A. Plehn.

Während der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 4. April 1900 befand ich mich noch auf Urlaub; doch gestatten die Monatsberichte meines Stellvertreters, Marinestabsarzt Dr. Ziemann, auch diese Zeit mit ins Bereich der Betrachtung zu ziehen.

In meteorologischer Beziehung ist bemerkenswerth, dass noch im Dezember 1899 Trockenheit und Feuchtigkeit vielfach wechselten, und dass später, besonders im Januar bis März, eine ausserordentliche Dürre und Hitze herrschte. Auch im April und Mai trug das Wetter noch ähnlichen Charakter.

Im Eingeborenenhospital wurden im Berichtsjahr im Ganzen 286 Kranke während zusammen 3266 Tagen behandelt. Die Aufnahmen vertheilen sich auf die einzelnen Monate wie folgt: Juli 1899 14, August 10, September 15, Oktober 23, November 20, Dezember 27, Januar 1900 16, Februar 19, März 28, April 35, Mai 45, Juni 30. Im Juli 1899 wurde eine Pockenerkrankung in Hickory-Dorf konstatiert, die in Folge geeigneter Massnahmen vereinzelt blieb. Im Oktober kamen zwei Pockenfälle bei Malimbass vor, welche auf Verkehr mit den Jaunde-Gebieten zurückgeführt werden konnten; im November wurden verschiedene weitere Fälle von Soldaten aus derselben Gegend eingeschleppt, und einige Soldatenweiber am Ort infiziert; auch dieses Mal liess sich die weitere Verbreitung noch verhüten. Im Dezember gingen 8 Pockenranke zu, im Januar und Februar 1900 je 6. Immer scheint die Krankheit auffallend leicht und günstig verlaufen zu sein — ganz im Gegensatz zu ihrem Auftreten vor 3 Jahren und ganz neuerlich. — Sehr bemerkenswerth ist, dass zwei erst vor 9 Tagen erfolgreich geimpfte Soldaten erkrankten.

Nach einer kurzen Pause von vier Monaten traten dann Ende Juni die Pocken aufs Neue in schwererer Form auf; dieses Mal eingeschleppt über Nyanga aus Bankeng, einer Landschaft am Südfuss der Manengubaberge, also vom Norden her. Doch gehört die Schilderung des weiteren Verlaufs der Seuche bereits ins nächste Berichtsjahr.

Vom 26. bis 30. Juni gingen 5 Kranke zu, einer starb schon nach zwei Tagen.

Im August und September 1899 kamen einige Fälle von Masern in Behandlung.

Sehr interessant ist die Beobachtung eines Falles von Schlafkrankheit der Neger, deren Vorkommen im Schutzgebiet zwar längst bekannt ist, die aber ausserordentlich selten zu sein scheint und hier jedenfalls noch nicht ärztlich untersucht wurde, während man sie z. B. in Gabun beständig in den Hospitälern vertreten findet.

Auch Ainhum, das der Oktoberbericht erwähnt, ist nicht ganz selten. Ich hatte im Juni 1900 ebenfalls eine fünfte Zehe deshalb zu amputiren, nachdem die entsprechende des anderen Fusses sich schon vor längerer Zeit spontan abgeschnürt hatte.

In Bezug auf die mehrfach von meinem Vertreter erwähnte lokale Tuberkulose bei Eingeborenen lagen noch keine abschliessenden Beobachtungen vor. Bis es gelingt, in verdächtigen Fällen die spezifischen Bazillen zu demonstrieren, wird man gut thun, an der bisherigen, durch jahrelange Beobachtung gewonnenen Erfahrung festzuhalten, dass es in Kamerun keine Tuberkulose bei der eingeborenen Negerbevölkerung giebt.

Manches schwer verdächtige lokale Leiden wird man dem Jodkali und der grauen Salbe rascher weichen sehen, als dem scharfen Löffel und dem Jodoform.

Im Uebrigen scheint die Pathologie der Farbigen im Berichtsjahr keine Abweichungen gegen früher geboten zu haben.

Die bei Eingeborenen verzeichneten Todesfälle betreffen (nach den Monatsberichten) lediglich im Kameruner Hospital Verstorbene.

Es erlagen der:

1. Dysenterie	4
2. akutem Darmkatarrh	1
3. Lungenentzündung	1
4. Schlaganfall	1
5. Hieb- und Stichwunden	1
6. kompl. Unterschenkelbruch	1
7. Brandwunden	1
8. Blattern	1
<hr/>	
Sa. 11	

Was die Europäer anlangt, so muss das Berichtsjahr in sanitärer Beziehung als ein nach jeder Richtung ungewöhnlich günstiges bezeichnet werden, wie schon in den Monatsberichten von Dr. Ziemann hervorgehoben ist. Zweifellos beruht das bezüglich der Malaria mit darauf, dass auch von meinem Vertreter die methodische Chininprophylaxe mit anerkennenswerther Energie fortgeführt worden ist. Leider lassen die Monatsberichte zuweilen vermuthen, dass Erkrankungsfälle ausserhalb des Regierungssitzes ohne besonderen Vermerk mit berücksichtigt worden sind, so dass die Statistik zum Vergleich nur mit Reserve zu verwenden ist.

Es wurden behandelt:

A. Von der Beamtschaft:

1. an Malaria	66, davon kompliziert
2. mit Schwarzwasser	3
3. Dysenterie	4
4. Gelenkrheumatismus	3
5. Anämie	1
6. Neurosen	4
7. Bandwurm	1
8. Sonnenstich	1
9. Blasen- und Nierenbeckenkatarrh	1
10. Fussgeschwüren	1
11. Verletzungen	3

B. Von der Schutztruppe:

1. an Malaria	27, davon kompliziert
2. mit Schwarzwasser	5
3. Dysenterie	1
4. Ringwurm	1
5. Nebenhodenentzündung	1

C. Von Missionaren und Kaufmannschaft:

1. an Malaria	56, davon kompliziert
2. mit Schwarzwasser	4
3. Dysenterie	11
4. Enteritis	1
5. Anämie	1
6. Verletzungen	2

Wie schon in früheren Berichten hervorgehoben, sind die bei Truppe und Privatpersonen gefundenen Erkrankungsziffern aus äusseren Gründen statistisch kaum zu verwerthen.

Nur scheint hier wieder hervortreten, dass bei der Schutztruppe eine verhältnissmässig grössere Anzahl von Malariafiebern sich mit Hämoglobinurie kompliziert, sobald das Quartier erreicht ist und eine ruhigere Lebensweise der körperlichen und geistigen Anspannung folgt, welche kriegerische Unternehmungen und strapaziöse Märsche bei theilweise ungenügender Verpflegung und unregelmässigem Schlaf mit sich bringen.

Die angegebenen Zahlen müssten z. Th. dem Aufnahmejournal des Regierungshospitals entnommen werden, dürften aber dennoch die Gesamtzahl, wenigstens der ernsteren Erkrankungen, ziemlich genau wiedergeben, da die akuten Krankheitsfälle nach wie vor fast durchgehend im Hospital behandelt wurden.

Es wurden im Hospital insgesamt verpflegt:

1. Nichtzahlende Patienten (Beamte und Truppenangehörige): 92 mit 1167 Behandlungstagen.

2. Zahlende, oder theilweise zahlende Patienten (Kaufleute, Missionare) 66 mit 879 Behandlungstagen = Summa 158 Kranke während 2046 Tagen.
Es starben:

A. Von Beamten:

1. an Schwarzwasserfieber	3
2. an Dysenterie und ihren Folgen	2
3. an Tuberkulose (stammte aus Deutschland)	1
4. an Hitzschlag	1
5. gewaltsam, im Innern	3
	<hr/> 10

Von den Schwarzwasserfiebern kommen zwei auf Viktoria, einer führte während der Rückreise in Hamburg zum Tode; er stammte von der Jossplatte selbst. Ein Dysenterie-Kranker wurde ebenfalls von Viktoria ins Hospital nach Kamerun übergeführt; der zweite endete in Togo tödtlich. Der Fall von Hitzschlag fiel im Innern, während einer kleinen Expedition vor. Auf der Jossplatte selbst ereignete sich unter der Beamtschaft kein Todesfall.

Die durchschnittliche Dienstzeit der sieben verstorbenen Beamten, bei welchen sich dieselbe feststellen liess, betrug 11,3 Monate; zwei von den zehn im Ganzen Verstorbenen waren zum zweiten Male, einer schon öfters (wenn auch nicht im Reichsdienst) in den Kolonien.

Aus Gesundheitsrücksichten mussten von den Angestellten 12 ausscheiden, nach einer durchschnittlichen Dienstzeit von 12 Monaten.

Auf eigenen Wunsch oder entlassen schieden 17 aus, nach einer durchschnittlichen Dienstzeit von 15,1 Monat.

Von der Gesamtheit der Ausgeschiedenen (39) waren drei zum zweiten Male, einer schon öfters in der Kamerunkolonie; drei waren vorher schon einmal in anderen deutschen Kolonien, einer mehrmals, thätig gewesen. Einer stand früher in fremdländischen Diensten; 31 sahen die Tropen zum ersten Male. Den Hauptgrund zum vorzeitigen Austritt aus Gesundheitsrücksichten bildeten, neben den unmittelbaren Folgen der Malariainfektion, mehr oder weniger schwere nervöse Störungen im Anschluss an dieselben.

B. Von der Schutztruppe starben:

Ein Offizier an den Folgen von Dysenterie nach seiner Rückkehr in Hamburg.

Zwei Unteroffiziere an Schwarzwasserfieber.

Ein Arzt an den Folgen einer Schusswunde.

C. Von Privatpersonen starben:

1. an Malaria	4
2. kompl. mit Schwarzwasser	7
3. Dysenterie	2
4. Hydropericard	1
5. Lebensschwäche (Kind)	1
6. Selbstmord	1
7. ?	2
	<hr/> 18

Von vier Malariatodesfällen erfolgten die drei, über welche genaue Information zu erhalten war, in Folge von Ablehnung der Chininbehandlung mit Temperaturerhebung über 42° C. Zwei der Fälle betrafen junge Kaufleute auf der Hickory-Niederlassung, der Jossplatte gegenüber; der dritte erfolgte zwischen Kamerun und Viktoria auf See. — Im Uebrigen waren nähere Angaben über die Umstände, unter welchen der Tod eintrat, ausserhalb von Kamerun selbst nicht zu erhalten.

Die durchschnittliche Iststärke der Europäerschaft im Berichtsjahr, berechnet aus dem Mittel der Einwohnerzahlen am 1. Juli 1899 und 1. Juli 1900, betrug 476.

Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass im Jahre 1899 auf einer Missionsstation am Abo der Kaiserschnitt mit bestem Erfolg für Mutter und Kind von einer als Hebamme ausgebildeten Missionsangehörigen an einer europäischen Missionsfrau ausgeführt wurde. Es dürfte die erste derartige Operation im äquatorialen Afrika gewesen sein.

Schwer beklagenswerth war es, dass während des zweiten Theils des Berichtsjahres ein geeigneter Aufenthaltsort für Erholungsbedürftige in der Kolonie selbst vollkommen fehlte: Buea war in Folge Beurlaubung des Stationsleiters als Erholungsstation ausser Betrieb gesetzt, und Suellaba, das neue Seesatorium, zu eröffnen, bot sich leider bei Abschluss dieses Berichts noch kaum einige Aussicht.

Was die rein wissenschaftliche Thätigkeit anlangt, so habe ich bald nach meiner Rückkehr vom Urlaub nach hier eine grössere Arbeit abschliessen können, welche mich schon seit längerer Zeit beschäftigte. — Es handelt sich um die Immunisirung gegen Malaria durch systematischen Chiningerbrauch und ihre Erfolge, sowie um das Verhalten der Infektionsträger während der Latenzperiode der Krankheit. — Die Arbeit wird der Kolonialabtheilung inzwischen zugegangen sein.

III. Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse des Kamerun- und Sanagaflussgebiets (Duala-Edea) in der Zeit vom 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901.

Von

Regierungsarzt Dr. A. Plehn.

Die meteorologischen Beobachtungen wurden auch in diesem Berichtszeitraum regelmässig fortgesetzt. Ausserdem führte Pater Max Harpainter, zeitweise vertreten durch Pater Halbing, auf meine Anregung Untersuchungen und besonders Regenmessungen in Koibi aus, so dass wir endlich durch ein ganzes Kalenderjahr fortlaufende gewissenhafte Temperatur- und Regenmessungen aus dem südlichen Theil des Schutzgebietes erhalten, dessen klimatische Verhältnisse, besonders was die Vertheilung der Niederschläge über das Jahr angeht, ja völlig von den im Norden herrschenden abweichen, weil jene Gegenden schon jenseits des meteorologischen Aequators liegen.

Die Beobachtungsergebnisse wurden an Professor Freiherrn von Danckelmann zur weiteren Verwerthung eingesandt.

Bezüglich der Witterung in Duala (Kamerun-Jossplatte) ist im Allgemeinen zu sagen, dass die Regenzeit von 1900 sich durch relativ geringe Mengen der Niederschläge auszeichnete; doch waren die häufigen Tagesregen lästig, und einzelne starke Regenfälle, begleitet von elektrischen Entladungen, dauerten noch den ganzen Oktober hindurch. Erst mit Anfang Dezember setzte unvermittelt die Trockenzeit ein. Der Januar war fast regenfrei. Im Februar fielen schon wieder einige schwere Regen, und im März begann die eigentliche Tornadozeit, welche im Mai ihre Höhe erreichte. Gegen Mitte Juni hörten die Tornados auf, und die starken Nachtregen ohne viel Luftbewegung und öfters aus Westen kommend, zeigten an, dass die eigentliche Regenzeit begonnen hatte. Gewitter kamen aber noch vereinzelt vor.

Die höchste während sieben Jahren in Kamerun überhaupt beobachtete Temperatur war $34,1^{\circ}$ C. am 27. Januar. Auffallend niedrige Wärmegrade wurden mehrmals in der diesjährigen Tornadozeit abgelesen; so sank die Temperatur viermal unter $20,0^{\circ}$ C.; zweimal unter $19,0^{\circ}$ C. Ersteres wurde während der letzten 6 Jahre nur zweimal, letzteres überhaupt noch nicht beobachtet. Auch während der ganzen diesjährigen Trockenzeit zeichneten sich die Nächte durch relativ niedrige Wärmegrade von $21,0$ — $24,0^{\circ}$ C. aus, während tags $31,0^{\circ}$ häufig überschritten wurde.

Im Einzelnen werden die Beobachtungsergebnisse durch Professor v. Danckelmann mitgetheilt werden.

Die gesundheitlichen Verhältnisse der Kolonisten waren bis zum Beginn der Trockenzeit im November 1900, besonders in Folge öfterer Dysenterieerkrankungen, weniger günstig. Später gestalteten sie sich ganz besonders gut, namentlich nachdem die systematische Chininprophylaxe wieder in grosser Ausdehnung durchgeführt war. Auch ist die neuerdings durchgeführte grundsätzliche Beurlaubung der Beamten nach $1\frac{1}{2}$ jähriger Dienstzeit vom segensreichsten Einfluss, speziell auf die Sterblichkeit. Da das Beispiel der Regierung und der ärztliche Einfluss auch auf die Handels- und Plantagengesellschaften im Sinne einer Abkürzung der Verpflichtungszeiten einzuwirken beginnt, so ist weitere Besserung zu erwarten.

Dass die beiden Todesfälle von Gouvernementsangestellten auf die Höhe der Trockenzeit fielen, ist als Zufall zu bezeichnen. Der Tod erfolgte beide Male durch Schwarzwasserfieber; die Erkrankungen standen mit den schweren Arbeiten an dem halbaufgeslippten Kanonenboot „Habicht“, die in Schlamm und Wasser, oft bei Nacht, ausgeführt werden mussten, zweifellos in Zusammenhang und verliefen wohl deshalb so ungünstig, weil bei beiden Erkrankten von wirklich systematischem Chiningerbrauch nie die Rede gewesen war. Von den gewissenhaften Prophylaktikern ist auch in diesem Jahr Niemand gestorben.

Nichtgouvernementsangehörige starben (ein Fall von Selbstentleibung bei der Schutztruppe nicht mit eingerechnet) 14.

Die Todesursache war:

Schwarzwasser	6 mal,
Beri-beri	3 mal,
Sepsis, ausgehend von Beckenabscessen in Folge von Dysenterie	1 mal,
„Herzschlag“ (?)	1 mal,
Niederkunft	1 mal,
Ertrinken	1 mal,
Unbekannt	1 mal.

Dieser letztere Fall, welcher sich an Bord eines durchfahrenden englischen Dampfers ereignete, kann für die Statistik nicht verworthen werden.

Auf spezifische klimatische Einflüsse sind demnach — direkt und indirekt von zusammen 16 Todesfällen — 14 zurückzuführen. Vier von den tödtlichen Erkrankungen wurden auf der Jossplatte selbst erworben. Die übrigen Kranken starben theils auf den umliegenden Stationen des Berichtsgebiets, theils wurden sie von dort schwer krank ins Regierungshospital gebracht.

Die Zahl der im Berichtsgebiet durchschnittlich anwesenden Europäer (berechnet aus der Iststärke vom 1. Juli 1900 und 30. Juni 1901) betrug 174; davon waren 36 Gouvernementsangestellte, 138 Private¹⁾.

Es kamen demnach bei ersteren zwei Todesfälle auf 36 Anwesende; bei letzteren 14 auf 138. — Das wären 5,5 und 10,1 Prozent, im Ganzen 9,2 Prozent.

Vorzeitig wegen Gesundheitsrücksichten aus dem Duala- und Edeabezirk brauchten nur drei Angestellte nach durchschnittlich 12,3 Monaten heimzukehren. Drei Angestellte schieden aus abliegenden Gründen aus, nach durchschnittlich 16 Monaten.

Behandelt wurden bei europäischen Angestellten des Gouvernements:

1. Malaria	94 mal,
2. Schwarzwasserkomplikation derselben	7 mal,
3. Typhoid	1 mal,
4. Dysenterie	9 mal,
5. Folgezustände tropischer Erkrankungen	6 mal,
6. Nicht spezifische Tropenleiden	4 mal.

Sa. 121 Erkrankungen.

Es wurden hier die Kranken mitgezählt, welche aus den anderen Bezirken, Koibi, Viktoria etc., im Regierungshospital Aufnahme fanden. Da mit ganz vereinzelt Ausnahmen sämtliche Angestellte in nicht ganz leichten Krankheitsfällen stets das Hospital aufsuchen, so giebt dessen Frequenz zugleich die beste Vorstellung von der allgemeinen Morbidität. Mitgezählt wurden auch die im Seesankatorium Snellaba vorgekommenen Malariae recidive.

Von der Schutztruppe wurden im Regierungshospital aufgenommen wegen:

1. Malaria	47
2. Schwarzwasserkomplikation derselben	6
3. Typhoid	1
4. Dysenterie	1
5. Nicht spezifischer Tropenkrankheiten	2

Sa. 57

Privatpatienten wurden, theils im Hospital, theils im Sanatorium, verpflegt wegen:

1. Malaria	45
2. Schwarzwasserkomplikation derselben	15
3. Dysenterie	19
4. Beri-beri	3
5. Folgezuständen tropischer Erkrankungen	11
6. Nicht spezifischer Tropenkrankheiten	2

Sa. 95

Die Gesamtzahl der im Hospital und in Snellaba behandelten Europäer betrug demnach 273, mit 915; 495; 1332 — zusammen 2742 Verpflegungstagen. Also genau, wie früher, durchschnittlich 10 Behandlungstage pro Kopf. In der That ist die Behandlungsdauer, wie die Aufstellung zeigt, nicht dieselbe für Angestellte und Private, denn während erstere zu ihrer rascheren Wiederherstellung auch bei leichteren Erkrankungen grundsätzlich dem Hospital überwiesen werden, suchen letztere es nur in schweren Krankheitsfällen, besonders bei Schwarzwasserkomplikation und Dysenterie auf, und bedürfen dann einer längeren Behandlungszeit.

¹⁾ Die Schutztruppe konnte in den Bereich der Betrachtung nicht gezogen werden.

Die Zugänge wegen spezifischer Tropenkrankheiten vertheilen sich auf die einzelnen Monate, wie folgt:

	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1. Malaria	21	27	39	21	20	11	15	6	8	8	5	4
2. Schwarzwasserfieber	1	4	—	2	5	1	3	3	3	3	1	2
3. Typhoid	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
4. Dysenterie	6	3	2	2	—	3	2	1	5	3	1	1
5. Beri-beri	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	—

Im Ganzen: Malaria 185, Schwarzwasserfieber 28, Typhoid 2, Beri-beri 3, Dysenterie 29 = Summa 247.

Die Erkrankungen der Eingeborenen und der importirten Schwarzen waren die gewöhnlichen, von den besonders zu behandelnden Blatternerkrankungen abgesehen. Bei Gelegenheit der Impfungen, welche Tausende von Eingeborenen auch aus entlegeneren Distrikten mir zuführten, konnte ich feststellen, dass Yaws eine unter den Negerkindern weit verbreitete Krankheit ist, die aber, ohne stark zu belästigen, in einigen Monaten stets günstig verläuft. Bei Erwachsenen scheint sie — im Gegensatz zu Westindien — selten zu sein.

Es wurden im Ganzen 2031 Farbige behandelt; davon 417 mit 5049 Verpflegungstagen im Hospital, die übrigen poliklinisch. Die Zugänge vertheilten sich auf die einzelnen Monate wie folgt:

VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Summa
117	126	100	133	188	176	193	207	189	206	212	184	2031

Es starben im Regierungshospital für Farbige 36 Kranke, und zwar an:

Dysenterie	24
Lungenentzündung	9
Zellgewebsentzündung	1
Malaria	1
Sterbend eingeliefert	1
Sa.	36

Ausserdem erlagen 19 Blatternkranke ihrem Leiden in der Isolirstation. Das giebt im Ganzen 55 Todte.

Die Blattern beanspruchen besonderes Interesse.

Nachdem, wie im vorigen Jahresbericht gemeldet, ein im Juni aus Koibi über See eingeschleppter Pockenfall und ein sich an diesen anschliessender zweiter isolirt blieben, wurde die Seuche noch in demselben Monat über Land von Bonkeng (Landschaft am Südabhang der Manenguba-Berge) über Nyanga am oberen Dibombe durch Duallahändler von Neuem eingeschleppt. Die Erkrankten wurden in eiligst für diesen Zweck errichteten Negerhütten, 500 m von den nächsten Wohnungen, untergebracht und dort durch das Gouvernement gepflegt. Die Verdächtigen, resp. die Angehörigen der Kranken, wurden in einem ähnlichen, abgesondert liegenden Hüttenkomplex unter polizeilicher Aufsicht beobachtet. Ausserdem liess ich die Duallahändler in Nyanga mit ihrem Anhang — etwa 300 Menschen — sofort impfen, und nach Eintreffen der telegraphisch requirirten grösseren Lymphemengen noch etwa 15000 Einwohner der um den Gouvernementssitz liegenden Dualladörfer; sowie die auf dem rechten Flussufer angesiedelten Dualla in Hikory-town, Bonaberi, Bonandale, Dibombari etc. Ein Widerstand der Bevölkerung war nirgends zu überwinden.

Neben der sofortigen Absonderung der Kranken und Verdächtigen ist es wohl im Wesentlichen diesen rasch ausgeführten Massenimpfungen zu verdanken, wenn die Seuche epidemische Ausbreitung im Gouvernementsbereich nicht gewonnen hat.

Im Ganzen wurden, von Juni bis Dezember 1900, 69 Blatternkranke auf der Isolirstation behandelt; davon starben 19, also 27%. Die Krankheitsdauer schwankte zwischen wenigen Tagen (sofern der Tod dann eintrat) und vielen Wochen. Die Zugänge vertheilten sich auf die einzelnen Monate wie folgt:

Juni 6, Juli 26, August 7, September 9, Oktober 6, November 12, Dezember 3. Seit Januar 1901 kamen keine Neuerkrankungen mehr vor, und im Februar konnte die Krankenstation, wie bei ihrem Bau in Aussicht genommen, verbrannt werden.

Aber in der näheren Umgebung, am Wuri, Dibombe, Abo, Mungo dauerte die Seuche fort und forderte noch viele Opfer. Die Leute schützten sich hier theilweise mit Erfolg durch Inoculation des Blatterngiftes aus den Pusteln Blatternkranker. Es wurde darauf eine grössere Anzahl von Einwohnern in den verschiedenen Bezirken mit Kälberlymphe geimpft und die Eingeborenen dahin belehrt, dass sie von dem Pustelinhalt dieser Leute auf die Gesunden übertragen sollten, was dann vielfach geschah.

In Mangamba am Abo erkrankte auch ein europäischer Missionar leicht an den Blattern.

In der Regenzeit 1900 (Juni bis August) herrschte eine blatternartige Seuche im Sanaga-Gebiet und ergriff den grössten Theil der dortigen Einwohnerschaft, namentlich fast alle Kinder und Halberwachsenen. Der Umstand, dass die Krankheit ausnahmslos günstig verlief, sowie ihr klinisches Verhalten, scheidet sie scharf von den echten Pocken, obgleich die Hautaffektion der bei leichten Blatternerkrankungen zum Verwechseln gleicht.

Der exakte Beweis, dass es sich um eine leichte Form echter Pocken nicht handelte, wurde im Januar durch Probeimpfung erbracht:

Einige vierzig Schulkinder der beiden Missionen am Sanaga, welche vor etwa $\frac{1}{2}$ Jahr die Sanaga-Pocken durchgemacht hatten, wurden mit etwa 90% Erfolg vaccinirt.

Am 12. Dezember 1900 konnte endlich das Seesatorium in Suellaba eröffnet werden. Seit der Sanitätsfeldwebel Nicoling die Verwaltung desselben übernommen hat, geht Alles glatt und die Heilstätte scheint sich gut zu bewähren. Es wurden seither 20 Rekonvalescenten dort verpflegt, welche durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Pfund pro Woche an Körpergewicht zunahmen.

Mit Dank ist zu erwähnen, dass seitens der Abtheilung Leipzig des Frauenvereins zur Krankenpflege in den Kolonien die ganze Möbeleinrichtung für die Veranda des Hauptgebäudes, verschiedene Unterhaltungsspiele, und vor Allem ein schönes Segelboot dem Sanatorium gestiftet wurde, das den Namen „Leipzig“ erhalten hat und mit dem rothen Kreuz geschmückt ist.

Auf der Jossplatte wurde der Bau einer neuen Leichenhalle beendet und mit der Anlage einer dauernden Isolir- und Beobachtungsstation in der Nähe der Krankenanstalten begonnen. Der Betrieb eines Barackenlagers aus Eingeborenenhütten hat sich besonders wegen des unzulänglichen Sanitätspersonals auf die Dauer als kaum durchführbar erwiesen.

Das Sanitätspersonal des Zivildienstes ist durch Anstellung eines Regierungsarztes für Viktoria und eines Sanitätsfeldwebels für Suellaba vermehrt worden.

Den Sanitätsdienst im Kribi-Bezirk besorgt ein ständig dort stationirter Arzt der Schutztruppe. Damit sind die Bezirke Viktoria und Kribi aus dem Berichtsgebiet ausgeschieden. Auch die meisten Stationen im Innern wurden im Laufe des Jahres mit Sanitäts-offizieren besetzt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten wurden wie bisher fortgesetzt. Die Ergebnisse mehrjähriger Studien über „Immunität und Latenzperiode“ bei Malaria wurden durch den Gustav Fischer'schen Verlag (Jena) veröffentlicht. Die Arbeit bringt auch eine statistische Uebersicht über die ausgezeichneten Erfolge, welche mit der von mir seit 1895 erprobten systematischen Chininprophylaxe in Kamerun erreicht werden konnten.

Eine zweite Arbeit über Behandlung der tropischen Dysenterie ergänzt die 1898 im „Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene“ erschienene.

C. Togo.

I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in Togo im Jahre 1899/1900.

Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet.

Die grosse Regenzeit des Jahres 1899 war im Ganzen sehr ergiebig. Auch der Monat Juli 1899 und die erste Augushälfte brachten an der Küste noch sehr erhebliche Niederschläge. Im Hinterlande hielten diese noch länger an. Das Wasser stieg in Folge dessen noch höher als im Vorjahre und erreichte Mitte August in der Lagune einen derartigen Stand, dass mittelst eines Durchstichs der schmalen Nehrung östlich Klein-Popo die Verbindung mit dem Meere hergestellt werden musste, um eine Ueberschwemmung der Stadt zu verhüten.

Dagegen war die sogenannte kleine Regenzeit, welche im Jahre 1898 ganz besonders mächtig und nachhaltig aufgetreten war, im Jahre 1899 in dem Küstengebiet wenig ergiebig.

Die grossen Regenmengen, deren das Land sich zwei Jahre hintereinander zu erfreuen gehabt hat, haben sich in der Steigerung der Produktion auch gegenüber dem an sich recht günstigen Ergebniss des Vorjahres in erfreulichem Masse geltend gemacht.

Die Niederschläge, die in der ersten Hälfte des Jahres 1900 in der Küstengegend niedergingen, sind hinter den entsprechenden der beiden Vorjahre wesentlich zurückgeblieben.

Während der ganzen Dauer des Berichtsjahres waren zwei Regierungsärzte im Schutz-

gebiete thätig, von denen der eine als Leiter des Nachtigal-Krankenhauses in Klein-Popo, der andere in Lome seinen Wohnsitz hat.

Einem Bericht des Regierungsarztes in Lome sind die folgenden Mittheilungen über die gesundheitlichen Verhältnisse entnommen:

Von den 9 unter den Europäern des Schutzgebietes vorgekommenen Todesfällen kommen auf das Küstengebiet 4, d. h. 50% aller durchschnittlich hier anwesenden Europäer, auf das Hinterland 5 = 12,5% aller dortigen Weissen.

Dieses für die Küste günstigere Verhältniss dürfte wohl weniger darauf zurückzuführen sein, dass die Küstenplätze etwa bedeutend gesünder seien als die Stationen im Hinterland, als vielmehr auf den Umstand, dass die Europäer hier bei Erkrankungen jederzeit ärztlichen Rath und Hülfe sowie die Pflege des Krankenhauses haben können, die im Hinterland dagegen in weitaus den meisten Fällen ganz auf sich angewiesen sind.

Die Todesursache war in 5 Fällen Schwarzwasserfieber; 4 Personen starben daran im Hinterlande, 1 in Klein-Popo im Krankenhause; Malaria in 2 Fällen, Dysenterie in 1 Fall, Tuberkulose in 1 Fall.

Von den 108 im Berichtsjahre dauernd oder vorübergehend in Lome anwesenden Personen nahmen 83 die Hülfe des Arztes in 190 Erkrankungsfällen in Anspruch, und zwar 74 Männer und 9 Frauen.

Im Einzelnen vertheilen sich die beobachteten 190 Erkrankungsfälle auf folgende Krankheiten:

Malaria	72	Erkrankungen,
Schwarzwasserfieber (Haemoglobinurie)	4	"
Dysenterie	8	"
Tuberkulose	2	"
Geschlechts-Krankheiten	26	"
Haut- "	13	"
Chirurgische "	19	"
Augen- "	5	"
Ohr- "	4	"
Herz- "	3	"
Magen- und Darm-Krankheiten	25	"
Neurasthenie	2	"
Verschiedene Krankheiten	7	"
Summe	190	Erkrankungen.

Ferner kam eine Entbindung vor, bei welcher ein gesunder Knabe zur Welt kam.

Die Erkrankungen an Malaria nehmen, wie auch früher, noch immer bei weitem den ersten Platz ein.

Die überwiegende Mehrzahl der Malariaerkrankungen wurde während der Regenmonate (Juni bis September) beobachtet, während welcher die Moskitos überall erheblich zahlreicher auftreten, als in der trockenen Periode.

Mit der prophylaktischen Darreichung des Chinins, das in der Dosis von 1,0 g anfänglich jeden 5. Tag, später nach der Empfehlung R. Kochs jeden 8. und 9. Tag in dieser gleichen Dosis verordnet wurde, wurden nur gute Erfahrungen gemacht.

Die Zahl der farbigen Patienten, welche im Laufe des Berichtsjahres die Hülfe des Arztes in Lome in Anspruch nahmen, betrug — ausser den farbigen Angestellten, den Zollaufsehern, Dollmetschern, den Soldaten, Arbeitern und Gefangenen des Kaiserlichen Gouvernements, von denen in Summa täglich durchschnittlich etwa 24 Morgens zum Revierdienst kamen, — etwa 509.

Von grösseren Epidemien blieb Lome verschont.

Die Pocken, welche besonders im Bezirk Misahöhe monatelang herrschten und sich dort langsam aber sicher von Ort zu Ort verbreiteten, kamen hier nur in sehr milder Form bei einigen Gefangenen vor. Durch sofortige Isolirung der Erkrankten, Desinfektionsmassregeln und Impfen aller Gefangenen wurde einer weiteren Verbreitung vorgebeugt. Dem Stationsleiter von Misahöhe wurde, um ihn bei der Bekämpfung der Ausbreitung der Seuche zu unterstützen, ein farbiger im Impfen ausgebildeter Lazarathgehilfe zur Verfügung gestellt, auch wurden gelegentlich einer Dienstreise von dem Arzte selbst in einer Reihe von Dörfern, in denen Pockenfälle vorgekommen waren oder noch waren, zahlreiche Impfungen vorgenommen. Zur Zeit ist die Epidemie im Bezirk Misahöhe im Erlöschen, aber im Bezirk Kete-Kratschi von Neuem aufgetreten. In Lome wurden die Pockenimpfungen unter der Bevölkerung, soweit Lymphe zur Verfügung stand, fortgesetzt.

Die allgemeinen hygienischen Verhältnisse haben insofern einen weiteren Fortschritt

erfahren, als im Laufe des Jahres eine Isolirbaracke für ansteckende Krankheiten aus zwei Zimmern und einem dritten für den überwachenden farbigen Heilgehülfen errichtet ist, und der Bau einer Krankenbaracke für Farbige, an welche sich auch ein Leichenhaus zu Obduktionszwecken anschliessen soll, in Angriff genommen ist.

II. Gesundheitsverhältnisse in Togo im Jahre 1900/1901.

Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet.

Sowohl Lome als Klein-Popo war dauernd mit je einem Regierungsarzt besetzt. Von den 7 Todesfällen erfolgten zwei an der Küste, die übrigen 5 im Hinterlande. Es verstarben demnach

von der Küstenbevölkerung 2,17%,
von der Hinterlandsbevölkerung 11,11%,
von der Gesamtbevölkerung 5,10%.

Die Todesursache war in 4 Fällen tropische Malaria, kompliziert mit Schwarzwasserfieber nach Chiningebrauch, in 2 Fällen Leberabscess nach Dysenterie.

Das Nachtigal-Krankenhaus, dessen Personal mit Rücksicht auf die unter den Pflegswestern häufig auftretenden Malariaerkrankungen und zeitweise sehr anstrengenden Nachtwachen um eine dritte Schwester vermehrt wurde, nahm im Berichtsjahre 50 Europäer mit zusammen 854 Verpflegungstagen auf, von denen 4 aus den benachbarten französischen oder englischen Gebieten, die übrigen aus Togo stammten. Hiervon waren 39 malariakrank. Die neuerdings erfolgte Herabsetzung der Dienstzeit von 2 Jahren auf 1½ Jahre wird zur Erhaltung eines gesundheitlich leistungsfähigen Beamtenstandes von besonderer Bedeutung sein.

Von Eingeborenen wurden im Nachtigal-Krankenhaus 59 verpflegt und behandelt. In Klein-Popo wurde mit Rücksicht darauf, dass das Krankenhaus 20 Minuten vom Zentrum der Stadt entfernt liegt, eine Poliklinik eingerichtet, in welcher Verbände angelegt und Medikamente abgegeben wurden, auch einige Kranke verpflegt werden konnten. Der steigende Zuspruch derselben ebenso wie der stets sehr rege Besuch der Poliklinik in Lome beweist, dass die Eingeborenen zur Heilkunst des Weissen allmählich Vertrauen gewinnen. Unter den Eingeborenen, namentlich unter den Kindern und den Zöglingen der Regierungs- und Missionsschulen wurden ausgedehnte Untersuchungen über Malaria von den Regierungsärzten vorgenommen. Daraus ergab sich, dass nicht weniger als 60% der letzteren aktive Parasiten beherbergten und dass auch in einem Alter von über 20 Jahren noch ziemlich viele Personen mit Malaria infiziert sind. Bei den Kindern bis zu 4 Jahren ist nach den bisherigen Untersuchungen der Prozentsatz der mit Malaria infizierten noch ein wesentlich höherer. Versuche, eine Chininbehandlung bei den Schwarzen einzuführen, konnten nur theilweise unternommen werden.

Um dem bei den epochemachenden neuen Forschungen auf dem Gebiete der Malaria erklärlichen Bedürfniss nach Aufklärung über diese Frage entgegen zu kommen, wurden seitens der Regierungsärzte in Lome und Klein-Popo Vorträge über das Wesen dieser wichtigsten Krankheit des Schutzgebietes vor den fast vollzählig anwesenden Beamten, Kaufleuten und Missionaren gehalten. Es wurde das Koch'sche Verfahren, jeden 8. und 9. Tag je 1 g Chinin zu nehmen, aufs Wärmste empfohlen.

An tropischer Dysenterie wurden im Nachtigal-Krankenhaus 3 Europäer behandelt. Die Krankheit trat auch in Lome unter den Weissen sporadisch auf, in mehreren Fällen unter den Eingeborenen, die daran besonders zu leiden haben. Eine kleine Epidemie im Gefängniss in Lome konnte durch Isolirung und Desinfektionsmassnahmen unterdrückt werden. Ein mit einiger Sicherheit wirkendes und längere Zeit zu nehmendes Mittel ist leider gegen diese Krankheit noch nicht bekannt, es mag daher nicht unerwähnt bleiben, dass mit gutem Erfolge Kpomirinde, die Rinde einer Apocynaceae, als Abkochung verwendet wird. Das Mittel ist schon lange im Gebrauch der Bremer Mission, und es wäre wünschenswerth, wenn Tropenärzte in geeigneten Fällen das Mittel nachprüfen und darüber berichten wollten.

Gelenkrheumatismus trat an der Küste nicht auf; aus dem Innern wurden einige auf Erkältungen zurückgeführte Fälle berichtet.

Echte Pocken kamen epidemisch besonders in einigen Orten der Bezirke Misahöhe und Atakpame, sporadisch auch in Lome und Klein-Popo vor. Den beiden Bezirken wurde

zeitweise ein farbiger Lazarethgehülfe zum Impfen zur Verfügung gestellt. Hierdurch, sowie durch Isolirung und geeignete Absperrungsmassregeln gelang es, ein weiteres Umsichgreifen der Pocken zu verhüten. Die über die Dauer der Schutzimpfungen angestellten Beobachtungen ergaben, dass für die hiesige Negerrasse, bei der schon seit Menschengedenken direkte Impfungen mit Blatterngift in ausgedehntem Umfang stattgefunden haben, die Immunität jedenfalls länger als 2 Jahre anhält. Im Ganzen wurden in Klein-Popo und Togo circa 2000 Personen geimpft.

Der Verbreitung der Lepra wurde dauernde Aufmerksamkeit gewidmet. Nach Berichten der Missionare und Stationsbeamten hat dieselbe im Innern eine grosse Ausdehnung gewonnen. Die Eingeborenen kennen sie als infektiös, und angeblich werden die Kranken in vielen Fällen auf der Farm isolirt. Allgemeine sanitäre Massregeln werden sich erst auf Grund der Berichte, die ein im Innern angestellter Arzt zu erstatten hätte, treffen lassen; z. Zt. scheint zu einer Isolirung sämtlicher Leprösen des Schutzgebiets noch keine Veranlassung vorzuliegen. Ein Fall von weit vorgeschrittener Lepra, welcher mit dem Tode endete, wurde im Krankenhaus in Klein-Popo beobachtet.

Ferner kamen vier Fälle von tetanus traumaticus zur Beobachtung. Sie wurden mit Antitoxin behandelt, bei sämtlichen z. Zt. der Anwendung des Mittels bereits weit vorgeschrittenen Fällen ohne Erfolg.

Ausserdem wurden von Infektionskrankheiten Masern beobachtet.

In den Polikliniken in Lome und Klein-Popo wurde eine Anzahl chirurgischer Fälle, meistens vernachlässigte Wunden und Geschwüre, behandelt. Bemerkenswerth waren eine Laparatomie zur Eröffnung eines Leberabscesses, eine Exartikulation des Oberarms, eine Unterschenkelamputation und eine Exartikulation im Kniegelenk nach Gritti, eine Oberschenkelamputation und eine Totalexstirpation der Leistendrüsen, ausserdem zwei Fälle von nicht komplizirten Knochenbrüchen und zwei Rippenresektionen. Geburtshülftlich und gynäkologisch wurde ebenfalls in einigen Fällen eingegriffen.

Ferner wurden auffallend häufig Fälle von Guineawurm, die sämtlich auf Infektion durch Trinkwasser im Innern zurückzuführen waren, beobachtet.

Framboesie ist an der Küste wenig verbreitet, eine Anzahl Fälle wurde in Gross-Be, einem Dorf in der Nähe Lomes, beobachtet.

Ferner kamen Augenkrankheiten, Ringwurm und Psoriasis, sowie Geschlechtskrankheiten, die einen von heimischen nicht abweichenden Verlauf nahmen, in ziemlich starker Verbreitung vor.

Grössere Epidemien traten im Berichtsjahre nirgends auf.

Im Allgemeinen waren die Gesundheitsverhältnisse als günstig zu bezeichnen.

D. Deutsch-Südwestafrika.

I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1899/1900.

Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet.

Der Regen setzte in diesem Jahre in einigen Theilen des Schutzgebietes später als gewöhnlich ein und fiel spärlicher, als in dem regenreichen Vorjahre. Klagen wegen Trockenheit wurden indessen nur aus einzelnen Gegenden des Nordbezirkes und aus dem Süden des Distrikts Bethanien laut. Dagegen traten während einiger Tage des April in der östlichen Hälfte des Gibeon- und des Keetmanshooper Bezirkes so heftige Niederschläge auf, dass vereinzelt den Kulturanlagen Schaden zugefügt wurde. Im Ganzen können die Witterungsverhältnisse als befriedigend bezeichnet werden. Die Zahl der meteorologischen Stationen ist im Berichtsjahre von 21 auf 39 gestiegen. Davon sind 35 nur mit Regenmessern versehen, während Hohewarte und Hatsamas ausserdem mit je einem Thermometer, Windhoek und Gibeon auch mit sämtlichen meteorologischen Instrumenten ausgestattet sind. Ueber die beobachteten Regenmengen giebt die nachstehende Tabelle (S. 402 u. 403) Aufschluss.

Es mag hier einer eigenartigen Naturerscheinung Erwähnung gethan werden, die sich Ende Mai in unmittelbarer Nähe der Küste bei Walfischbay zutrug. Zur Zeit des Vollmondes tauchte hier plötzlich etwa 200 m südöstlich der zum englischen Gebiete gehörenden Pelikanspitze aus einer Tiefe von 20 m eine Insel, etwa 20 m lang, 2 bis 3 m breit, 7 bis 8 m hoch, steil und zerklüftet aus dem Meere empor. Ein Betreten derselben war unmöglich, da die schlammige Erdmasse am Rande der Insel den Fuss tief einsinken liess. Ein durchdringender Geruch von Schwefelkohlenstoff verbreitete sich weithin, sodass ein längerer

Zusammenstellung der von den meteorologischen Stationen in Deutsch-

Laufende Nummer.	Namen der Regenmess-Stationen.	Städliche Breite	Oestliche Länge	M o n a t e									
				1899									
				Mai		Juni		Juli		August		September	
				Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage
1	Franzfontein	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	1	0,0	3
2	Otavi	—	—	34,3	3	0,0	1	3,7	4	5,5	3	12,0	2
3	Grootfontein	—	—	34,9	19	1,4	6	0,0	3	0,0	2	—	—
4	Outjo	—	—	—	—	—	—	—	—	10,0	2	0,0	1
5	Otjozondjupa	—	—	18,7	4	—	—	—	—	4,0	1	—	—
6	Omaruru	—	—	Die Beobachtungen sind erst im Oktober begonnen.									
7	Okahandya	—	—	37,5	7	—	—	8,5	2	16,0	1	—	—
8	Otjimbingwe	—	—	Beobachtungen im Oktober begonnen									
9	Jakalswater	—	—	Desgleichen									
10	Gobabis	22° 21'	19° 1'	23,7	9	—	—	11,0	8	8,1	3	6,1	7
11	Oas	—	—	28,6	4	—	—	10,5	4	5,6	2	—	—
12	Aminuis	—	—	76,0	6	—	—	17,2	3	1,5	2	—	—
13	Windhoek	22° 30'	17° 6'	43,0	8	—	—	29,6	6	0,0	1	0,0	6
14	Neudamm	—	—	Mit September begonnen								0,0	8
15	Schaaprivier	22° 42'	17° 22'	29,4	6	0,0	1	27,2	5	0,0	1	—	—
16	Hohewarte	—	—	45,7	7	0,0	1	26,5	6	0,0	2	0,0	6
17	Hatsamas	—	—	32,4	7	—	—	27,8	5	0,5	1	—	—
18	Rehoboth	—	—	39,7	6	—	—	—	—	—	—	—	—
19	Hoachanas	23° 57'	17° 58'	15,0	3	—	—	2,8	2	—	—	0,0	2
20	Nomtsas	—	—	8,6	1	—	—	—	—	—	—	—	—
21	Gibeon	25° 15'	17° 47'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	Bethanien	—	—	Im Oktober begonnen									
23	Keetmanshoop	26° 32'	18° 2'	2,5	2	—	—	19,5	9	—	—	0,0	2
24	Inachab	Höhe	833	13,3	5	—	—	5,8	6	—	—	0,0	2
25	Ukamas	—	—	11,5	2	—	—	21,5	4	—	—	7,2	2
26	Udabis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	Warmbad	28° 27'	18° 40'	0,0	3	7,0	1	16,0	3	—	—	3,0	2

Aufenthalt in der Nähe der Insel überhaupt ausgeschlossen war. Der Strand der benachbarten Küste war auf weite Strecken mit toten Fischen bedeckt. Ein von der Insel entnommenes Stück Erde erwies sich als sehr feiner Sand. Die mikroskopische Untersuchung ergab das Fehlen von Infusorien. Nach sechs Tagen war die Insel wieder spurlos verschwunden.

Der Gesundheitszustand der weissen wie der eingeborenen Bevölkerung war im Allgemeinen gut. Nur der Distrikt Gobabis war von Fieber vorübergehend heimgesucht, und zwar hatten Weisse wie Eingeborene gleichmässig zu leiden. Auch mehrere Fälle von Schwarzwasserfieber traten auf. Dank dem Umstande, dass die Sanitätsunteroffiziere in der Bekämpfung des Fiebers unterrichtet und auf allen Stationen Stärkungsmittel und Arzneien vorhanden sind, waren unter den Weissen nur wenige Todesfälle zu beklagen, dagegen erlagen von den Eingeborenen, denen in vielen Fällen wegen der weiten Entfernungen ihrer Wohnsitze von den Stationen Medikamente weniger zugänglich sind, eine grössere Anzahl. Im Uebrigen ist das Schutzgebiet von Epidemien verschont geblieben. Auch im Süden traten besonders am Großen Fischfluss unter den mit Gartenanlagen beschäftigten Arbeitern einzelne Fieberanfälle auf, die aber meist gutartig verliefen. In Bethanien, das sonst als fieberfrei

Südwestafrika dem Gouvernement eingereichten Regenmesstabellen.

Monate						Monate										Summa	
1899						1900											
Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April					
Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage	Höhe in mm	Tage		
0,0	2	0,2	3	16,5	5	31,6	10	6,4	5	51,2	11	59,9	11	168,2	51		
20,6	5	54,1	11	53,6	10	189,9	21	24,0	6	101,4	18	33,8	9	532,9	93		
78,4	7	84,8	10	76,6	20	161,0	21	32,0	7	56,3	25	52,9	10	578,3	130		
13,1	3	4,7	5	54,6	12	73,2	16	10,2	8	89,2	20	65,0	14	320,0	81		
27,4	7	37,2	5	69,1	9	167,3	12	20,3	4	125,9	8	87,7	13	557,6	63		
29,7	4	1,7	5	16,5	7	81,2	10	14,2	7	72,8	12	23,4	6	—	—		
23,0	6	15,0	7	113,5	11	90,0	10	10,0	3	85,0	13	37,5	10	436,0	70		
29,7	4	1,7	5	16,5	7	81,2	10	14,2	7	72,8	12	23,4	6	—	—		
0,0	2	0,0	1	4,3	2	0,0	3	0,0	3	15,8	3	8,9	10	—	—		
52,4	10	29,0	16	39,4	13	128,0	17	8,1	7	57,8	13	48,2	21	411,8	124		
48,8	6	35,7	7	21,5	4	119,6	9	9,1	5	67,8	6	18,7	10	365,9	57		
19,2	4	—	—	57,0	8	49,0	9	—	—	63,5	9	43,2	7	326,6	48		
23,1	8	41,1	6	27,4	13	64,6	12	45,8	9	36,2	19	90,4	14	401,2	102		
31,3	6	24,3	7	43,4	8	120,0	12	3,5	2	36,7	11	31,3	9	—	—		
96,6	6	24,4	9	69,0	10	85,0	13	24,1	3	66,5	13	40,7	9	462,9	76		
11,2	7	12,3	8	33,0	6	96,6	10	14,4	4	66,1	10	42,0	9	347,8	76		
23,2	5	12,3	4	31,6	11	82,2	11	6,4	4	107,7	11	35,8	7	359,9	66		
16,9	3	20,7	7	17,3	4	49,4	10	14,1	2	38,5	7	32,0	7	228,6	46		
6,0	6	0,6	5	0,2	2	4,0	2	6,6	4	61,9	10	125,2	7	222,3	43		
11,7	2	9,6	4	1,4	6	19,7	3	7,0	3	23,4	6	48,4	7	129,8	32		
22,1	5	9,0	1	0,2	3	19,4	9	0,2	3	35,3	13	21,8	12	108,0	46		
29,2	3	0,4	1	1,3	3	8,1	3	15,0	7	2,0	6	70,2	10	—	—		
29,5	7	5,5	6	11,0	8	24,5	7	15,5	4	57,0	9	62,5	12	227,5	66		
16,1	8	—	—	3,1	8	9,1	6	0,0	7	1,4	1	35,0	12	83,8	55		
7,5	3	19,5	2	31,0	3	9,5	4	14,5	3	163,5	5	—	—	—	—		
19,5	1	2,0	1	—	—	—	—	5,0	1	194,3	5	—	—	—	—		
7,0	4	0,0	1	0,0	1	5,5	3	2,5	3	29,0	4	56,0	8	126,0	33		

gelten kann, erkrankten einige Mannschaften vorübergehend an Malaria, die von ihrem Aufenthalt im Norden den Krankheitsstoff noch in sich trugen. Während des oben erwähnten Aufenthalts der 3. Feldkompagnie an der Ostgrenze wurden öfter Darmkrankheiten beobachtet, die von dem Genuß schlechten Wassers herrührten. In Swakopmund kamen auch Magen-, Darm-, Kehlkopf- und Luftröhrenkatarrhe als Folge der rauhen südwestlichen Winde und der kalten nebligen Witterung vor. Besonders hatten unter dem ihnen ungewohnten Klima die zur Theilnahme an dem Molenbau in Swakopmund aus dem Norden eingewanderten Hereros und Ovambos zu leiden.

Im Allgemeinen ist indessen im Berichtsjahr die Zahl der Krankheitsfälle beträchtlich — in der Schutztruppe auf 174 Prozent der Iststärke gegen 192 im Vorjahre — gesunken. Den bedeutendsten Antheil an diesem Rückgange hat die Abnahme der Malaria. Auch die Sterblichkeit hat sich etwas verringert. Unter den Weissen sind im Ganzen 12 Todesfälle vorgekommen, davon sieben in Folge von Malaria. An mehr als der Hälfte der Erkrankungen ist der Norden: Bezirk Outjo und Distrikt Grootfontein theilhaftig. Der Rest der Krankheitsfälle vertheilt sich im Verhältniss von 17 zu 12 auf die Mitte des Schutzgebietes:

Swakopmund, Omaruru, Windhoek, Gobabis und den Süden: Bezirk Gibeon und Keetmanshoop. Diese Besserung der Gesundheitsverhältnisse ist nicht zum Mindesten dem Umstande zu danken, dass der Ansiedler auf die Herstellung seiner Wohnung grössere Sorgfalt verwendet und sich die Beschaffung guten Trinkwassers angelegen sein lässt. In diesem Bestreben wird derselbe seitens der Regierung durch Erbauung von Brunnen und Wasserleitungen, sowie mittelst Trockenlegung sumpfiger Stellen in der Nähe der Wohnplätze unterstützt. So wurden in Windhoek die bestehenden Wasserleitungs-Anlagen erweitert, in Swakopmund und in Outjo neue Leitungen angelegt, in Windhoek, Otavi und Grootfontein die Entwässerung der Plätze weiter durchgeführt. Ferner zeigt aber auch — wie bereits kurz erwähnt — die im vorigen Jahre vorgenommene Neuorganisation des Sanitätswesens ihre günstigen Wirkungen. Die über das ganze Schutzgebiet hin vertheilten kleinen Sanitätsstationen wurden von der Bevölkerung als eine Wohlthat empfunden, und wird ihre Hilfe vielfach in Anspruch genommen. Eine rechtzeitige Ergänzung der Medikamente aus den großen Lazarethen (Depots), die in Outjo, Omaruru, Swakopmund, Windhoek und Keetmanshoop angelegt sind, oder direkt aus dem Arzneimitteldepot in Swakopmund war jederzeit möglich. — Die neben den Lazarethen eingerichteten Polikliniken erfreuen sich eines von Jahr zu Jahr zunehmenden Besuches seitens der Eingeborenen, ein Beweis dafür, dass letztere zu der Heilkunst der Weissen allmählich Vertrauen gewinnen. Bemerkenswerth in dieser Beziehung ist, dass im Februar zu den angesetzten öffentlichen Impfterminen sich in Keetmanshoop 250, in Outjo 100 Eingeborene zur Impfung gestellt haben.

II. Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1900/1901.

Von

Oberstabsarzt Dr. Lübbert,

Chefarzt in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika.

Die Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes stehen in ausgesprochener Weise auch weiterhin im Zeichen der Hygiene.

Die für Verbesserung des Schutzgebietes aufgewandten Mittel zeigen ihre segensbringende Wirkung vor Allem in einem abermaligen Sinken der Gesamtzahl der Krankenzugänge.

Hatten wir im Jahre 1898/99 192% der Iststärke Zugänge, so sank diese Zahl im folgenden Jahre auf 174%, um im vorliegenden Berichtsjahre abermals um 27% herabzugehen.

Wenn wir demnach mit den Zugängen an Kranken im Berichtsjahre auf 147% der Iststärke angelangt sind, so ist damit gesagt, dass sich seit Einführung der Sanitätsorganisation die Gesundheitsverhältnisse um 45% gebessert haben.

Ganz besonders muss hervorgehoben werden, dass die Zugänge an Malaria abermals eine Abnahme erfahren haben, indem sie von 38% der Iststärke im Vorjahre auf 29% in diesem, d. h. um 9%, gefallen sind. Diese Abnahme ist nicht zum Mindesten der Thatsache zu verdanken, dass das Kaiserliche Gouvernement den Schwerpunkt auf die vorbeugende Hygiene legt, um durch Erbauung geeigneter Unterkünfte die schädlichen Einflüsse des Klimas wirksam abzuschwächen.

Die Statistik zeigt demnach auch, dass der Krankheitskeim der Malaria jetzt kaum noch auf den Militärstationen selbst die Ansteckung zu Wege bringt, sondern dass die meisten Malariakranken sich auf Patrouillenritten und Reisen infiziert haben. Hier werden die transportablen Moskitonetze, welche die Truppe einzuführen im Begriff ist, einen wirksamen Riegel vorschieben, und ich bin überzeugt, dass der Zugang an Malaria im nächsten Berichtsjahre nicht viel über die erste Dezimale an Prozenten herausgehen wird.

Ob sich die vom Herrn Geheimrath Koch angegebene Ausrottungsart der Malariaherde durch Chininverabreichung überall wird durchführen lassen, erscheint mir bei den hiesigen eigenthümlichen Verhältnissen fraglich. Durchgeführt wird diese Methode werden, und der Erfolg wird davon abhängen, inwieweit die Schnelligkeit der Ausführungen die Wanderlust der Eingeborenen unwirksam machen kann.

Hier in Deutsch-Südwestafrika haben wir andere Verhältnisse als in Neu-Guinea. Während im australischen Archipel die Eingeborenendörfer sich von ihrer Umgebung mög-

lichst abschliessen und demnach ein leicht zu handhabendes Ganzes bilden, ist hier in unserer Kolonie gerade das Gegentheil der Fall. Werften mit feststehender Bevölkerung haben wir eigentlich garnicht, sondern es findet ein fortwährendes Hin- und Herwandern und ein Austausch der Bevölkerungselemente statt.

Die Chininbekämpfung der Malaria stösst demnach auf annähernd dieselben Schwierigkeiten, wie die Heuschreckenvertilgung, letztere wird zu keinem Resultat führen, wenn nicht der Vernichtungskrieg zu ein- und derselben Zeit an allen in Frage kommenden Orten des Landes eröffnet und durchgeführt wird.

Dass im Uebrigen die Ansichten des Herrn Geheimrath Koch bezüglich der Immunisirung der Eingeborenen gegen Malaria auch für unsere Kolonie Geltung haben, dürfte feststehen.

In erster Linie beherbergen die Kinder die Parasiten, und mit zunehmendem Alter verschwinden dieselben mehr und mehr aus dem menschlichen Organismus, bis der Erwachsene volle Immunität zeigt.

Wie sich die nutzbringende Wirkung aller sanitärer Massnahmen in dem Herabgehen der Zugangsziffer ausspricht, so thut sie dies auch in der Anzahl der Behandlungstage.

Während im Vorjahre noch 18541 Behandlungstage gezählt wurden, haben wir im laufenden Berichtsjahre nur noch 15430, d. h. 3111 Behandlungstage weniger als im Vorjahre.

An dieser Abnahme hat einen unverkennbaren Antheil der Ausbau der Lazarethe und die Verstärkung der Hilfsmittel derselben.

Jede der vier Kompagnien hat nunmehr ihr wohl eingerichtetes Lazareth, sodass die Erkrankten sofort in sachgemässe Pflege genommen werden können.

Vor Allem hat der Ausbau des Windhoek Lazarethes sehr wesentlich zur Ordnung der Verhältnisse beigetragen. In den vier neu errichteten Krankenzimmern, welche ausschliesslich den Schwestern vom Rothen Kreuz unterstehen, können 20 Schwerkranke sachgemäss untergebracht werden. Der Luftkubus ist derart bemessen, dass er auch für stark ansteckende Kranke ausreicht, zumal die Ventilationseinrichtungen mit grosser Sorgfalt berechnet und durchgeführt sind.

So nimmt auch die Bauleitung an den sanitären Erfolgen ihren Antheil, zumal sie nicht nur bei der Anlage der Krankenhäuser, sondern auch beim Bau sonstiger Unterkunfts-räume die Gesichtspunkte der Hygiene zum Ausdruck bringt.

Als dankenswerthe Neuerung muss das Schutzgebiet die in Swakopmund errichtete Quarantänestation begrüessen.

Drei Kilometer von der Stadt entfernt sind die von einer massiven Mauer umschlossenen Gebäude aufgeführt. Mit Hülfe eines Schienenstranges können Kranke und Verdächtige, welche die Schiffe an Land setzen, in gesonderten Wagen nach dem Seuchenlazareth geführt werden.

Hier sind die Baulichkeiten derart getrennt aufgeführt, dass sich einmal das Lazareth der Weissen von dem der Eingeborenen trennt, und dass jede dieser Einrichtungen wiederum in zwei Unterabtheilungen zerfällt, wodurch eine strenge Trennung der Erkrankten und der Verdächtigen möglich wird.

Neben einer Dampf-Desinfektions-Einrichtung verfügt die Station über ein bakterio-logisches Laboratorium, sodass unser Schutzgebiet über eine Einrichtung verfügt, um die uns so manche fremdländische alte Kolonie beneiden kann.

Die aufgewandten Mittel aber werden sich für das ganze Schutzgebiet nutzbringend zeigen, wenn die Eingangspforte zum Lande in der Lage ist, durch den Verkehr eingeschleppte Infektionskrankheiten in wirksamster Weise an der Ausbreitung zu verhindern.

III. Bericht über die Vorkehrungen gegen die Pestgefahr an der Landgrenze.

Von

Schöpwinkel,

Stabsarzt in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika.

Der Verfasser erhielt den Auftrag, die Süd- und Ostgrenze zu bereisen und daselbst je nach Bedarf Quarantänestationen einzurichten, während die Grenzen an den übrigen Stellen vollständig zu sperren seien. Die Pest hatte zur Zeit in der Kapkolonie zwar keine sehr grossen Fortschritte gemacht, die Zahl der Erkrankten schwankte in Kapstadt

wöchentlich zwischen drei und zehn. Es kamen dann Gerüchte dem Verfasser zu Ohren, dass sowohl in Port Elizabeth, Mafeking, als auch zwischen Kimberley und Vryburg Pest aufgetaucht sein sollte. Immerhin erschien es in Anbetracht der jetzigen kriegerischen Verhältnisse in der Kapkolonie, Oranjefreistaat und Transvaal dringend geboten, unsererseits Vorsichtsmassregeln zu ergreifen, damit die Pest nicht durch irgend welche Ueberläufer auf unser Gebiet verschleppt werde. Diese Vorsichtsmassregeln hatten darin zu bestehen, den Verkehr von drüben in unser Gebiet auf das Nothwendigste zu beschränken, indem die Grenzübergänge möglichst gesperrt blieben und nur an den wichtigeren Stellen Quarantänestationen eingerichtet wurden. Der Verfasser unternahm daher seine Reise vom Ende Mai bis Anfang Juli über Warmbad nach Ramansdrift am Oranje, von dort über Warmbad zurück und über Velloor-Udabis-Jerusalem nach Skuitdrift am Oranje und von dort über Jerusalem-Ukamas-Dawignab nach Hasuur, indem er sich überall eingehend über die Verhältnisse orientirte und dementsprechend seine Vorkehrungen traf und Vorschläge zur Absperrung der Grenze machte. Es wurden nunmehr die Grenzübergänge bei Ramansdrift, bei Skuitdrift und bei Hasuur offen gelassen und dort Quarantänestationen eingerichtet, zu welchem Zweck für die erstere ein Sanitätssergeant und für die beiden übrigen je ein Sanitätsgefreiter zur Verfügung gestellt werden konnten. Die Quarantäne ist auf 10 Tage festgesetzt und wird bis auf Weiteres durchgeführt werden.

IV. Bericht über die Thätigkeit des Chefarztes in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1898/99.

Von

Oberstabsarzt Dr. Lübbert.

Das erste Jahr meiner dienstlichen Thätigkeit als Chefarzt des Schutzgebietes habe ich im Wesentlichen dazu ausgenützt, um nach Möglichkeit aus eigener Anschauung die bestehenden Verhältnisse kennen zu lernen, um auf Grund eines selbständigen Urtheils die Forderungen der Hygiene nach Möglichkeit für unser Schutzgebiet verwirklichen zu können. Die Sorge für die Erhaltung der Gesundheit fand ich nach verschiedenen Richtungen hin vom Kaiserlichen Gouvernement bereits in die Wege geleitet. Es galt dies besonders bezüglich der Wohnungsverhältnisse, der sachgemässen Beseitigung der Abfallstoffe und der Regelung der Trinkwasserfrage. Die ganze Meteorologie ist von der Gesundheitspflege abgezweigt worden und einer besonderen Berichterstattung übergeben, sodass dieses Gebiet meiner Thätigkeit ferngestellt ist. Meine Hauptthätigkeit beschränkte sich demnach auf die Neueinrichtung des Krankendienstes, wie er im nächsten Berichtsjahre als durchgeführt geschildert werden wird, um zugleich darüber ein Urtheil abzugeben, in wieweit sich die Dezentralisation des Sanitätsdienstes bewährt. Die 4 grossen Lazarethe Swakopmund, Windhoek, Outjo und Keetmanshoop sind erst zu Ende des Rechnungsjahres 1898/99 in Angriff genommen worden. Ebenso waren die Hilfsmittel zu ihrer Ausstattung und zur Einrichtung der Sanitäts-Anstalten 2. und 3. Klasse ihres Wirkungskreises erst dann eingetroffen, als das Rechnungsjahr 1898/99 zu Ende gegangen war. Der nächste Bericht wird sich daher erst über alle diese Einrichtungen auszusprechen haben. Diesem Garnisondienst gegenüber hat die Einrichtung des Feldsanitätswesens bessere Fortschritte gemacht, da dieses unabhängig war von Sendungen der Hilfsmittel aus der Heimath und das Nöthige hier zu Lande beschafft werden konnte. Einen sehr wesentlichen Umstand bedeutete für diesen Dienstzweig die Zusammenziehung der Feldkompagnien, weil hiermit Stützpunkte geschaffen wurden, an die sich naturgemäss die Feld-Sanitätsausrüstung angliedern musste. Jede Kompagnie erhielt, um selbständig wirken zu können, ein Sanitäts-Fahrzeug. Dieses ist als Sanitäts-Detachement gedacht. Es kann 2 liegende und mehrere sitzende Verwundete befördern. Mitgeführt wird das nöthige Verbandzeug sowie Stärkungsmittel und Mundvorrath. Eine Zelteinrichtung, welche beigegeben ist, ermöglicht eine sachgemässe Etablierung im Felde und gewährleistet den Verwundeten eine geschützte Unterkunft. Der grosse Sanitätswagen soll dann die Verbindung der Feldtruppe mit den ständigen Sanitäts-Einrichtungen vermitteln. Hierzu hat jede Kompagnie ein Feldlazareth mit Einrichtung für 12 Betten in einem Tortoise-Zelt erhalten. Diese Einrichtung kann in der Garnison als

Absonderungslazareth benutzt werden und die Beweglichkeit gestattet einen Nachschub nach dem Stützpunkt für die Bewegungen der fechtenden Truppe. Es wäre wünschenswerth, wenn schon zu Friedenszeiten ein Ochsenwagen bezeichnet wäre, welcher für die Fortschaffung dieser Sanitäts-Einrichtung dienen kann. Dieser Wagen hätte auch dann den Mundvorrath für die Kranken zu befördern, welcher für jede Feldkompagnie an ihrem Standort für einen 3 monatlichen Feldzug eisern festgelegt ist. Die Auffrischung der eisernen Feldverpflegung soll derart geschehen, dass sich die Kompagnielazarethe unter sofortigem Ersatz aus diesen Beständen versorgen. Jede Ergänzung erfolgt, wie für alle anderen Fälle, ausschliesslich aus der Sanitäts-Niederlage Swakopmund. Obwohl die Swakopmunder Sanitäts-Niederlage in diesem Berichtsjahre noch nicht in geeigneten Räumen untergebracht war, so hat sie doch schon unter der Leitung des Stabsarztes d. L. Dr. Richter erspriessliche Thätigkeit entfaltet. Es ist dies mir ganz besonders auf meinen Dienstreisen zum Ausdruck gebracht worden, wenn ich sah, dass auch die kleinsten Truppenstandorte nicht nur mit Verbandstoffen und Heilmitteln stets versorgt waren, sondern auch Mundvorrath und Stärkungsmittel für Kranke in genügender Menge vorrätig hatten. Der Befehl, den dritten Theil dieser Bestände als eisern anzusehen, hat sich trefflich bewährt. Selbst wenn ungünstige Verhältnisse den rechtzeitig beantragten Ersatz nicht eintreffen lassen sollten, so wird doch niemals ein Mangel eintreten, weil im Nothfalle die Sanitäts-Einrichtungen 2. Klasse in erreichbarer Nähe aufgestellt sind und diese letzteren wiederum eine Stütze haben in den grossen Lazarethen, in denen sich der Sanitätsdienst des gesammten Bezirkes zuspitzt. Hier lagert die im Nothfall heranzuziehende Feldsanitätsreserve. So plötzlich und heftig umsichgreifende Seuchen, dass auch diese Anstalten unzulänglich werden, sind hier zu Lande niemals zu erwarten. Es wird dies umso unwahrscheinlicher, je mehr sich die eingeborene Bevölkerung an zeitgemässe Heilverfahren gewöhnt, und mein Bestreben geht dahin, dieses Vertrauen nach Möglichkeit zu stärken. Die Bereitstellung von schwarzem Lazarethunterpersonal wird hierbei gute Dienste leisten.

Auf diesem Wege hoffe ich auch die erstaunlich hohe Zahl der Geschlechtskrankheiten herabzudrücken. Eine zwangsweise Behandlung hat sich nicht bewährt, da die kranken eingeborenen Frauen sich mit seltener Gewandtheit der Polizei zu entziehen verstehen. Werden sie verfolgt, so wandern sie an einen anderen Ort. Ehe der Wechsel, der auf diese Weise z. B. zwischen Windhoek, Okahandya, Omaruru und Otjimbingwe besteht, von der Polizei übersehen wird, ist viel Unheil geschehen. Hierzu kommt, dass die Bezeichnung der Frauenzimmer stets eine sehr mangelhafte war, da z. B. unter der Bezeichnung „Kaffernweib Anna“ eine ganze Reihe von Personen aufgegriffen werden kann. Die strengen Strafbestimmungen des Gouvernements werden vielleicht hierin eine sorgfältigere Angabe herbeiführen. Es ist zu bedauern, dass für grössere Plätze die Einführung von Bordellen mit Untersuchung der männlichen Besucher nach ausländischem Muster nicht durchgeführt werden kann. In Swakopmund wird die Thätigkeit des dortigen Arztes durch die vielen Arbeiter auf Grund der Unzulänglichkeit der bestehenden Ueberwachung wesentlich erschwert.

Die Verhütung anderer ansteckender Krankheiten beschränkt sich im Wesentlichen auf den Hafenort Swakopmund. Im übrigen Lande handelt es sich nur um Verbesserungsarbeiten, um die Malaria einzuschränken. Das Kaiserliche Gouvernement trägt dieser Forderung eingehend Rechnung. Nicht unerwähnt soll schliesslich bleiben die Einführung regelmässiger Pockenimpfung.

Von wissenschaftlichen Arbeiten wurden von mir die Untersuchungen über die Aufbewahrung und Erhaltung von Gummigegenständen zu Ende geführt. Das Ergebniss ist dahin zusammen zu fassen, dass die Zerstörung dieser Gegenstände durch das Freiwerden von Schwefelsäure veranlasst wird. Am längsten halten die Gegenstände, wenn man sie, so weit wie möglich, in leicht alkalisch gemachtem Wasser aufbewahrt, sie im Dunkeln und möglichst kühl hält. Einen unbedingten Schutz giebt es bisher nicht, und selbst die vorzüglich vulkanisirten Stücke verderben. Am längsten hält sich der Stoff Durit.

Eine zweite Arbeit betraf die Formalin-Desinfektion unter den hiesigen Verhältnissen. Es wurde gezeigt, dass diese nur wirksam ist, wenn die Luft einen bestimmten Prozentsatz Wasserdampf enthält. Diese Ansicht ist späterhin durch eine grosse Anzahl anderer Hygieniker bestätigt worden. Des Weiteren wurde über die Reinigung des Trinkwassers nach dem Verfahren von Schumburg gearbeitet. Diese Methode erwies sich als durchaus zuverlässig bezüglich der kleinsten Lebewesen, die Eier von Eingeweidewürmern jedoch, namentlich Bandwurmeier werden nicht vernichtet. Diese Einschränkung des günstigen Urtheils ist für heimische Verhältnisse freilich ziemlich bedeutungslos.

Der übrige wissenschaftliche Arbeitsplan wurde weiterhin derart festgelegt, dass den Aerzten des Schutzgebietes aufgetragen wurde, eine hygienische Ortsbeschreibung ihres Bezirkes zu liefern. Diese Arbeiten sollen die Beobachtungen enthalten, welche der Einzelne

während seiner hiesigen Dienstzeit macht, und sollen jedes Mal vor Antritt des Urlaubs abgegeben werden. Hierzu soll der Einzelne nach Möglichkeit anthropologische und ethnographische sowie zoologische Sammlungen anlegen. Malaria-Studien wurden im Berichtsjahre an allen Stellen gemacht und Sammlungen von Präparaten nach Berlin gesandt.

V. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 31. März 1899.

Von

Oberstabsarzt Dr. Lübbert,

Chefarzt in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika.

I. Krankenzugang.

Die absoluten Zahlen des Krankenzuganges an den einzelnen Stationen sowie die Verhältnisszahlen, auf je 1000 Mann der Iststärke berechnet, sind aus folgenden Uebersichten¹⁾ zu entnehmen:

A. Deutsche Militärpersonen.

Station	Iststärke	Wirkliche Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
Aminuis	7,25	16	2206,8
Bethanien	1,25	—	—
Epukiro	12,25	9	734,7
Franzfontein	15,5	65	4193,5
* Gibeon	16,75	14	835,8
Gobabis	25,58	70	2736,5
* Grootfontein	21,25	106	4988,2
* Keetmanshoop	56,58	43	760,0
Naidans	3,41	24	7038,1
Okahandya	16,58	31	1869,7
Omaruru	24,41	66	2703,8
Otjimbingwe	22,41	91	4606,9
* Outjo	53,83	254	4718,6
* Swakopmund	50,33	76	1510,0
Warmbad	8,5	2	235,3
* Windhoek	251,75	536	2129,1
Summe	587,63	1403	2387,5
[Ganze Truppe]	707	—	1984,4]

B. Eingeborene Soldaten.

Im Berichtsjahr gab es 74 eingeborene Soldaten. Dieselben sind zu verschiedenen Zeiten eingetreten und auf einzelne Stationen vertheilt. Bei ihnen macht sich noch mehr als bei der weissen Truppe der Umstand geltend, dass sie nicht ständig unter gesundheitlicher Ueberwachung gehalten werden können. Die hieraus sich ergebende Unmöglichkeit, die Gesamtiststärke zu verrechnen, macht bei der geringen Anzahl der überhaupt zur Behandlung gelangenden Erkrankungen eine Berichterstattung werthlos. Eine brauchbare Zahlenangabe wird erst dann zu erzielen sein, wenn bei vermehrter Zahl die Eingeborenen zu Truppenkörpern nach dem Muster anderer Schutzgebiete unter ärztlicher Ueberwachung zusammengeschlossen werden.

¹⁾ Die dem Bericht zu Grunde liegenden Nachweisungen u. s. w. beziehen sich nur auf die 16 mit einem Arzt (durch einen Stern * bezeichnet) oder einem Sanitäts-Unteroftizier besetzten Standorte. Bei den Berechnungen der Verhältnisszahlen auf je 1000 Mann ist die Summe der Iststärke dieser 16 Standorte zunächst in Rechnung gestellt und die Gesamtiststärke der Schutztruppe erst daneben in den in eckigen Klammern stehenden Ziffern in Betracht gezogen, z. B. ‰ der Gesamtzugänge: 2387,5 [1984,4].

Nach der ersten Uebersicht ist die Reihe der Stationen, von der günstigsten anfangend bis zur ungünstigsten: Bethanien, Warmbad, Epukiro, Keetmanshoop, Gibeon, Swakopmund, Okahandya, Windhoek, Aminuis, Omaruru, Gobabis, Franzfontein, Otjimbingwe, Outjo, Grootfontein, Naidans, dass heisst: der Süden des Schutzgebietes, das Namaland, ist bedeutend gesünder als der Norden, das Damaraland, während die Grenzgebiete dazwischen, vor Allem die grösste Garnison Windhoek, dem Durchschnitt für die ganze Truppe entsprechen. Dabei bildet das im Norden des Ostbezirkes gelegene Epukiro nur eine scheinbare Ausnahme, indem von dort nur über einen Theil aller Erkrankungen berichtet ist, weil die Besatzung sammt dem Sanitäts-Unteroftizier einen sehr grossen Theil des Jahres auf Streifzügen zur Grenzüberwachung unterwegs war. Hervorzuheben ist noch der ungünstigste Platz in der Reihenfolge Otjimbingwe, das von jeher als eine Niederlassung bekannt ist, in der auch in den gesündesten Jahren Fieber vorkam.

Der Krankenzugang der ganzen Schutztruppe, nach den einzelnen Monaten geordnet, ist für die deutschen Militärpersonen aus der nächsten Uebersicht ersichtlich.

Monat	Iststärke	Absolute Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
April 1898	577 [737]	147	254,8 [199,4]
Mai	589 [744]	179	303,9 [240,6]
Juni	588 [742]	149	253,4 [200,8]
Juli	584 [728]	108	184,9 [148,3]
August	583 [728]	121	207,5 [166,3]
September	582 [697]	94	161,3 [134,8]
Oktober	588 [695]	95	161,6 [136,7]
November	588 [689]	99	168,4 [143,7]
Dezember	588 [679]	102	173,5 [150,2]
Januar 1899	565 [665]	97	171,7 [145,9]
Februar	569 [656]	98	172,2 [149,4]
März	651 [727]	114	175,1 [156,8]

Aus dieser Uebersicht geht hervor, dass die drei ersten Monate des Berichtsjahres die höchsten absoluten und relativen Zugangsziffern aufweisen. Es ist dies vornehmlich den Nachwirkungen des beschwerlichen Feldzuges gegen die Zwartbois im Nordbezirk zuzuschreiben, der in den vier vorhergegangenen Monaten, Dezember 1897 bis März 1898, stattgefunden hatte und an dem, ausser der 4. Feldkompagnie in Outjo, auch der grösste Theil der Windhoeker Besatzung theilgenommen hatte. Somit ist diese zeitliche Vermehrung der Zugänge im Wesentlichen auf die dargelegten örtlichen Verhältnisse des ungesünderen Nordens zurückgeführt. Im Berichtsjahre hat zum ersten Mal seit dem Bestehen der Schutztruppe kein Feldzug stattgefunden. Ein militärisches Unternehmen des grössten Theiles der Windhoeker Besatzung nach dem Süden im September bis Dezember 1898 ist ohne merklichen Einfluss auf den Krankenzugang gewesen. Auch sonst sind innerhalb der Schutztruppe keine Ereignisse aufgetreten, die auf die Krankenvermehrung Einfluss gehabt hätten. Von aussen her, durch den Geschlechtsverkehr und zwar ausschliesslich mit farbigen Weibern, sind die Zugänge der Geschlechtskranken hervorgerufen, und zwar auffallender Weise bei den Europäern in ganz erheblichem Umfang, wenn auch weit weniger als früher. Wenn im Berichtsjahr 1896/97 noch 45 % Geschlechtskrankheiten waren und diese Zahl nunmehr auf 20 % gesunken ist, so bedeutet dies einen Erfolg, der die Massnahmen der Regierung als wirksam erkennen lässt.

II. Die im Berichtsjahr zur Ausführung gelangten sanitären Massregeln in Bezug auf Unterkunft, Verpflegung, Trinkwasser, Bekleidung, Aborte, Grund und Boden, und sonstige die Gesundheit der Schutztruppe betreffenden Verhältnisse.

Die Wohnungshygiene hat Berücksichtigung gefunden in einer Baupolizeiordnung, welche den Abstand der einzelnen Gebäude regelt und denselben entsprechend ihrer Bestimmung ihren Platz anweist. Die Ausführung selbst berücksichtigt in erster Linie die Auswahl des Platzes und Herrichtung des Untergrundes. Unser Schutzgebiet befindet sich bezüglich des letzteren Punktes in einer ausserordentlich günstigen Lage. Der Untergrund ist in den meisten Fällen trocken und rein. Sumpfbildungen werden verhältnissmässig wenig

beobachtet, und selbst diese sind kein Hinderniss mehr für die Anlage von Wohnungen. Als besonders wichtige Beweise sind hier Grootfontein und Otavi anzuführen. An beiden Plätzen ist man jeder weiteren Sumpfbildung dadurch entgegengetreten, dass das Grundwasser an dem Zutagetreten und der Sumpfbildung durch die Anlage von geeigneten Entwässerungsgräben verhindert wird. Das Wasser, welches früher übelriechende Sümpfe speiste und zahlreiche Burenfamilien zum Verlassen des Platzes zwang, ist durch theilweise grosse Entwässerungsarbeiten wirthschaftlichen Zwecken dienlich gemacht. Die Wassermassen, welche bisher die Ansiedler vertrieben haben, sind in den Dienst des Ackerbaues gestellt. Ein Netz von Bewässerungsläufen breitet sich über einen Flächenraum von bereits 13,5 Hektar aus, und das bisher unfruchtbare Gebiet am Fusse des Grootfonteiner Stationshügels ist in einen blühenden Garten verwandelt. Er liefert Gemüse, Obst, Kartoffeln, Mais, Weizen und Gerste. Ein Weinberg ist in Anlage begriffen, ebenso ein Forstgarten, in dem bisher 10 einheimische Nutzholzarten in grösseren Beständen angepflanzt sind. Diese Massnahmen waren nicht nur die Veranlassung, dass Buren wieder sesshaft wurden, sondern dass auch eine Reihe von der Schutztruppe entlassener Reiter die Absicht kund gegeben hat, sich im Norden niederzulassen.

Mit der Sumpfbildung sind aus Grootfontein und Otavi die Stechmücken verschwunden, und mit den Stechmücken ist die Malaria ferngeblieben.

Der Widerspruch, den diese Thatsache scheinbar ergibt, wenn Grootfontein als der zweitungünstigste Standort bezeichnet wird, ist nur ein scheinbarer. Die in Grootfontein zur Behandlung gekommenen Fieber sind nicht in Grootfontein erworben, sondern auf Streifzügen in der weiten Umgebung, welche Verbesserungsarbeiten noch nicht zugänglich gewesen ist.

Wenn die zeitliche Vermehrung der Zugänge nur auf die örtlichen Verhältnisse des ungesunderen Nordens zurückzuführen ist, so bedeutet dies eine ausserordentlich günstige Aussicht für den Gesundheitszustand in dem Schutzgebiet. Der Norden, der die Zahlen bisher ungünstig beeinflusste, ist der Verbesserung zugänglich. Hierfür ist der Beweis geliefert und es muss dahin kommen, dass der einzige Feind unserer Kolonie, die Malaria, im Norden nicht mehr als im Süden gefürchtet zu werden braucht. Der Gesundheitszustand des Schutzgebietes wird dann ein sehr guter werden, wenn es die öffentliche Gesundheitspflege versteht, das jungfräuliche Land vor der Einschleppung aller derjenigen Krankheiten zu bewahren, welche dasselbe bisher nicht kennt.

Was die Ausführung der Unterkunftsräume im Besonderen betrifft, so muss es als ein günstig wirkender Umstand aufgefasst werden, dass durch die Zusammenziehung der Kompagnien eine wesentliche Vereinfachung der Verhältnisse eingetreten ist. Es liegt in der Natur der Sache, dass es unmöglich ist, an allen Punkten Unterkunftsräume nach den Anforderungen der heutigen Gesundheitspflege zu schaffen, wenn die Schutztruppe, in Körper von 2—3 Mann aufgelöst, über das weite Land zerstreut ist. Bei einer Zusammenziehung der verfügbaren Mittel muss nothwendig Besseres geleistet werden können, und die Pläne der derzeitigen Bauleitung beweisen, dass man der Eigenart des Landes Rechnung trägt. Anzuerkennen ist es auch, dass man auf die gärtnerische Umgebung der Kasernen Werth legt, eine Thatsache, die zum Wohlbehagen des Einzelnen ebensoviel beitragen muss, als eine geschmackvolle Anrichtung der Speisen, wie sie die Gesundheit zu fordern hat.

Die Beseitigung der Abfallstoffe ist in genügender Weise durch polizeiliche Verordnungen berücksichtigt worden. Für die Sammlung des Mülls sind gemauerte Behälter vorgeschrieben, welche an einen ausserhalb des Ortes bezeichneten Platz entleert werden müssen. Die Auswurfstoffe werden mit Hülfe des Tonnensystems beseitigt, und ist durch das strenge Verbot von Senkgruben der Verunreinigung des Untergrundes von vorn herein vorgebeugt. Von Wichtigkeit ist ferner eine sorgfältige Ueberwachung der Ausspannplätze, an welchen durch das Zusammenkommen von Menschen und Vieh die Verbreitung von ansteckenden Krankheiten leicht erfolgen kann. Peinlichste Sauberkeit wird auch hier dadurch erzielt, dass eine öffentliche Müllgrube alle Abfälle der rastenden Frachtfahrer aufnehmen hat.

Die Verpflegung ist günstig beeinflusst worden durch das Bestreben, möglichst viel Gemüse und Kartoffeln der Küche zuzuführen. Geeignete Verträge mit den Unternehmern haben nach dieser Richtung eine Sicherstellung bewirkt, während in Okahandya, Omaruru, Otavi und Grootfontein die grosse auf die Truppengärten verwendete Mühe einen Lohn darin gefunden hat, dass die Truppengärten nicht nur eine abwechslungsreiche Nahrung gewährleisten, sondern auch Genussmittel schaffen, welche vom gesundheitlichen Standpunkte aus nur empfohlen werden können. So ist hervorzuheben, dass in Grootfontein und Otavi der selbst gebaute Tabak dem schweren Plattentabak vorgezogen wird, und dass die abwechslungsreiche Kost das viele Kaffeetrinken immer mehr einschränkt. Den vielfach geklagten nervösen Herzbeschwerden ist hiermit wenigstens eine Entstehungsursache entzogen.

Was die Beschaffenheit der eingeführten Nahrungsmittel betrifft, so sind chemische Untersuchungen nicht ausgeführt worden, bis auf einen Fall, in welchem es sich um verdorbenes Mehl handelte.

Anschliessend an die Nahrungsmittelfrage sei die Anlage eines Zentralschlachthauses in Windhoek erwähnt, ebenso wie die an grösseren Plätzen eingerichtete Fleischbeschau, welche der bisher häufig beobachteten Bandwurmkrankheit eine Einschränkung zu Theil werden lassen wird. Auch die oft vorkommenden Darmkatarrhe werden mehr und mehr schwinden, je ausgedehntere Regelung die Trinkwasserversorgung erfährt. Die Anlage guter Brunnen längs der grossen Strassen hat einen bereits bemerkenswerthen Fortschritt gemacht, und in Swakopmund versorgt eine Zentralwasserleitung den stetig wachsenden Ort.

Bezüglich der Bekleidung kann nur erwähnt werden, dass die im Jahre 1897 ohne Wollfutter gelieferten Mäntel von vielen als zu leicht beanstandet werden. Sie sollen namentlich im Süden bei Streifzügen nicht genügenden Schutz gewähren. Besondere Aufmerksamkeit hat das Truppenkommando der Körperpflege gewidmet durch die Anlage von Badebassins, wie solche in Windhoek, Grootfontein und Otavi ausgeführt sind. Anderwärts sind sie in Einrichtung begriffen, wo die Wasserverhältnisse es einigermaßen gestatten.

III. Klinische Beobachtungen und kasuistische Mittheilungen, besprochen nach den einzelnen Krankheitsgruppen.

Gruppe I. Allgemeine Krankheiten.

879 Zugänge = 1495,8 [1243,2] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Von den 4 Zugängen an Darmtyphus sind 3 in Gubub erkrankt, einem schon im Gebiet des Seeklimas gelegenen Standorte, wo die 3. Feldkompagnie mehrere Monate im Felde lagerte, während der 4. Fall in Gobabis vier Tage nach einem längeren Streifzug ausbrach, so dass der Ort der Ansteckung unbekannt geblieben ist. Alle 4 Erkrankungen sind nur nach klinischen Erscheinungen erkannt, auch nicht zur Leichenöffnung gekommen, da beide Male kein Arzt am Platze war. Da Typhus in der Zivilbevölkerung nicht beobachtet ist und von selbst nicht entstehen kann, so erscheint es wahrscheinlich, dass diese vier Erkrankungen und der zugerechnete Todesfall ausserhalb militärärztlicher Behandlung zur gleichen Gruppe gehören, wie eine Reihe noch nicht völlig aufgeklärter Fälle in der Schutztruppe und in der Zivilbevölkerung, die besonders in Swakopmund und in Windhoek vorgekommen sind und dort von den Aerzten zu den Malariakrankheiten gerechnet wurden. Es konnten nämlich, obwohl die Erscheinungen die Bilder beider Krankheiten durcheinander boten, niemals, auch in der Milz nicht, die Erreger des Darmtyphus gefunden werden, dagegen gelang der Nachweis von Malariaparasiten im Blut wenigstens in einem Falle in der Zivilbevölkerung zu Swakopmund.

Unter der Diagnose Wechselfieber waren 6 im Bestande vom letzten Jahre. 843 Mann kamen in Zugang, und weitere 14mal sind Anfälle dieser Krankheit als Nebenkrankheit aufgeführt. Hierzu kommen noch Erkrankungen auf Standorten ohne Arzt oder Sanitätsunteroffizier, über die nicht berichtet ist, sowie die leichteren Anfälle älterer Soldaten, welche diese häufig selbst zu behandeln pflegten, ohne sich krank zu melden. Mit weit mehr als der Hälfte aller Zugänge (843 von 1403) und fast der Hälfte der Behandlungstage (9452 von 19762) ist Wechselfieber die wichtigste Krankheit in der Schutztruppe. Freilich kommen auf die 843 Zugänge 66 Rückfälle.

Die Betheiligung der einzelnen Standorte und der Monate an dieser Erkrankungsziffer ist aus den beiden nächsten Uebersichten S. 412 ersichtlich.

Aus beiden Uebersichten ergibt sich für die Hauptkrankheit im Schutzgebiet, für das Wechselfieber, dieselbe Erfahrung, wie sie oben für die allgemeine Erkrankungsziffer gefunden ist, dass diese Krankheit von Süden nach Norden zunimmt, wobei Epukiro nur eine scheinbare Ausnahme bildet, und dass die höheren Ziffern im Anfang des Berichtsjahres auf grössere Truppensammlungen an diesen örtlich ungünstigen Gebieten hauptsächlich zurückzuführen sind. Für die Erkennung und Behandlung des Wechselfiebers sind die im Berichtsjahre beginnenden Veröffentlichungen der Malariaforschungen des Geheimen Medizinalrathes Prof. Dr. Koch von hervorragendem Einfluss gewesen.

Auf Grund der Annahme, dass die Malaria durch Stechmücken übertragen wird, ist zunächst im fieberreichen Nordbezirk jeder Mann mit einem Moskitonetz versorgt worden. Der erfolgreichen Bekämpfung der Moskitobrut durch Entwässerung von Sümpfen ist bereits gedacht worden. Für die genaue Erkennung und theilweise auch für den Zeitpunkt der Chininbehandlung wird von den Aerzten allgemein der mikroskopische Befund als ausschlag-

Station	Iststärke	Absolute Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
Aminuis	7	15	2142,9
Bethanien	1	—	—
Epukiro	12	—	—
Franzfontein	16	49	3062,5
Gibeon	17	2	117,6
Gobabis	26	36	1384,6
Grootfontein	21	82	3904,8
Keetmanshoop	57	3	52,6
Naidans	3	23	7666,6
Okahandja	17	27	1588,2
Omaruru	24	47	1958,3
Otjimbingwe	22	79	3590,9
Outjo	54	146	2703,7
Swakopmund	50	32	640,0
Warmbad	9	—	—
Windhoek	252	302	1198,4
Summa	588	843	1433,7
[Gesamttiststärke der Schutztruppe]	707	—	1192,4]

Monat	Iststärke	Zugänge	‰ der Iststärke
April 1898	577 [737]	108	187,1 [146,5]
Mai	589 [744]	139	235,9 [186,8]
Juni	588 [742]	94	159,8 [126,7]
Juli	584 [728]	74	126,7 [101,6]
August	583 [728]	82	140,6 [112,6]
September	582 [697]	55	94,5 [78,9]
Oktober	588 [695]	57	97,0 [82,0]
November	588 [689]	55	93,4 [79,8]
Dezember	588 [679]	52	88,4 [76,6]
Januar 1899	565 [665]	39	69,0 [57,9]
Februar	569 [656]	45	79,1 [68,6]
März	651 [727]	43	66,0 [59,1]

gebend anerkannt. Dabei fand sich die tropische Malaria, deren Wesen durch Geheime Koch zum ersten Mal in Ostafrika klar gelegt war, auch in unserem Schutzgebiet, jedoch gegenüber der Malaria tertiana communis nur im Verhältniss von etwa 3 : 97. Für diese 3 % war mit Sicherheit nachzuweisen, dass die Ansteckung nur im Nordbezirk stattgefunden haben konnte. Malaria quartana wurde bisher nicht beobachtet, auch die Dauerformen (Halbmonde) der tropica noch nicht gefunden.

Unter den klinischen Erscheinungen ragen als besonders häufig Blutarmuth und nervöse Herzschwäche hervor. Beide erhielten sich auch oft nach Ausheilung der eigentlichen Fieberanfälle als selbständige Leiden, oder traten bei Rückfällen als Nebenkrankheiten auf. Mehr zufällig war ein gleichzeitiges Auftreten von Erkältungskrankheiten und Verdauungsstörungen, Bandwurm, Syphilis, Hautgeschwür, Muskelrheumatismus und Schleimbeutelentzündung. Ein schweres Netzhautleiden, das die Dienstunfähigkeit des Betreffenden herbeiführte, ist mit Wechselfieber in ursächlichen Zusammenhang gebracht. Sogenannte Malariakachexie kam nicht vor.

In der Behandlung sind die früher bei einzelnen Aerzten beliebten hohen Chininmengen von 2 bis 3 und mehr Gramm als Einzelgabe oder auch nur für den Tag gänzlich aufgegeben worden. Meistens wurden auf Grund des mikroskopischen Blutbefundes sechs Stunden vor dem zu erwartenden Anfall $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Gramm verabreicht, meist auf einmal (gewöhnlich um 3 Uhr Nachts), oder in 2stündigen Zwischenräumen ein Bruchtheil der Gabe, um die Chininwirkung milder zu gestalten und auf längere Zeit hinzuziehen. Eine Abart dieser vorsichtigen Chininbehandlung hat ein Arzt (Dr. Kuhn) besonders für Sanitätsunteroffiziere und Laien, die ohne Mikroskop und oft ohne Thermometer arbeiten, erdacht: er lässt nach abgelaufenem Fieberanfall und vorbeugend nach leichtem Unwohlsein Chinin in mehrstündigen

Pausen viertelgrammweise bis höchstens 1 Gramm in 24 Stunden verabfolgen, wobei den Zeitpunkt die Pulsbeschaffenheit (ein langsamer, voller, sogenannter bedächtiger Puls) angeben soll. Das Chinin wird nur ausnahmsweise in besonders dringlichen Fällen unter die Haut eingespritzt, sonst überall durch den Mund gegeben. Dabei hat sich das salzsaure Chinin in Tabletten zu 0,5, nöthigenfalls diese in Oblaten gewickelt, am Besten bewährt. Es ist leicht in Wasser löslich, während eine noch in ziemlicher Menge in den Vorräthen vorhandene Form des Chinins in harten Gelatine kapseln, die freilich sehr bequem zu schlucken sind, in einer Salzsäurepeptonlösung von 40° C. erst nach $\frac{1}{2}$ —1 Stunde verdaut wird, also einen fiebergeschwächten Magen uneröffnet durchlaufen kann.

Bei Leuten, die noch nie oder seit Monaten nicht mehr Fieber gehabt haben, wird Chinin nicht mehr vorbeugend verabreicht (leider aber selbständig von Einzelnen in nicht festzustellender Menge und Häufigkeit gebraucht), vielmehr bildet die Verordnung von $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ oder 1 Gramm Chinin jeden 4., 5. oder 6. Tag einige Wochen lang einen Theil der Behandlung nur nach sicher erkannten Anfällen.

Andere Mittel wie Phenokoll sind nirgends versucht worden. Neben der medikamentösen ist eine ausgiebige Diätbehandlung, wozu auch die halbarzneilichen Mittel wie Salzsäure, Haemol, Tropon u. s. w. gehören, und eine vielseitige Wasserbehandlung überall angewandt, soweit ärztlicher Einfluss reichte. Die Erfolge waren unter den berichteten Fällen 94,1 % Heilungen und 3,6 % anderweitige Abgänge. 0,6 % (5 Mann) starben, und zwar 3 unter den Erscheinungen des Malaria typhoids, 2 an Herzschwäche, 1,7 % blieben im Bestand.

Obwohl gesondert vom Wechselfieber unter der Bezeichnung Vergiftungen zu besprechen, steht das Schwarzwasserfieber doch in engerem Zusammenhang mit jenem. Denn in allen beobachteten Fällen betraf diese Blutzersetzung Leute, die höchstens einige Wochen vorher Wechselfieber überstanden hatten. Von den drei mikroskopisch genau untersuchten Fällen waren zweimal im Blut die Parasiten — einmal der Malaria tropica, einmal der tertiana, übrigens in beiden Anfällen bei demselben Mann¹⁾ — gefunden worden. Jedoch war in den berichteten vier Fällen (zwei Neuerkrankungen und zwei Komplikationen) sowie in den ausser militärärztlicher Behandlung gestorbenen zwei Fällen von Schwarzwasserfieber jedesmal kurz vorher erfolgter Chiningenuss sicher nachzuweisen. Nur einmal — die betreffende Komplikation betraf zwei Anfälle bei demselben Mann — wurde Chiningenuss in Abrede gestellt. Die Behandlung der vier genesenen Fälle bestand in arzneiloser Diät und sorgfältigster Pflege.

Ausser diesen Chininvergiftungen kam eine solche durch Quecksilber vor. Ein Mann der Garnison Windhoek wurde im Januar 1899 mit Fieber (40,5°), Schmerzen im Unterleib und heftigen Durchfällen mit dünnem, Eiterflocken enthaltendem Koth in Lazarethbehandlung genommen. Er gab an, wegen eines Geschwürs am Gliede Calomel messerspitzenweise genommen zu haben. Die chemische Untersuchung des übrig gebliebenen Calomels ergab starken Gehalt an reinem Sublimat. Auf die eingeleitete Behandlung gingen die Beschwerden rasch zurück. Nach einem Lazarethaufenthalt von 36 Tagen konnte der Mann als dienstfähig zur Truppe entlassen werden.

An akutem Gelenkrheumatismus sind 7 Mann in Zugang gekommen, doch hat es sich nur um auffallend leichte Erkrankungen gehandelt, die ohne Nebenkrankheiten heilten und durchschnittlich nur 11 $\frac{1}{2}$ Behandlungstage erforderten.

Blutarmuth ist 22 mal in Zugang gekommen. Sie war in allen Fällen auf vorausgegangenes Wechselfieber zurückzuführen und nie besonders hochgradig. Die in Windhoek in jedem Fall wiederholt vorgenommenen Messungen mit dem Apparat von Fleischl ergaben selten Zahlen unter 80 %, nie unter 60 % des Gewöhnlichen. Dagegen war die Krankheit um so hartnäckiger. Im Durchschnitt bedurften die Kranken 27 Behandlungstage, und etwa die Hälfte (52,4 %) derselben musste als tropendienstunfähig entlassen werden. Es ist dies in erster Linie den Mängeln der Ernährungsbehandlung zuzuschreiben, die hierzulande Dauerspeisen nicht entbehren kann und auf frisches Obst ganz, auf frische Gemüse an den meisten Plätzen und überall während der Trockenzeit verzichten muss. Mit Eisenmitteln allein hat sich nur durch Haemol und Haemogallol ein Erfolg erzielen lassen, sodass ich diese Mittel für hervorragend werthvoll für die Behandlung der Malariablutarmuth halte.

Dem vereinzelt und schnell zur Genesung geführten Fall von Skorbut in Outjo steht eine Reihe ähnlicher Fälle in Swakopmund unter den weissen Bahnarbeitern zur Seite.

¹⁾ Der Fall ist von R. Koch veröffentlicht worden. (Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten XXX, 1899, S. 312.)

Gruppe II. Krankheiten des Nervensystems.

9 Zugänge = 15,3 [12,7] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Die beiden Zugänge unter Geisteskrankheiten betrafen denselben Mann, dessen Leiden als chronische Verrücktheit bezeichnet ist. Die Krankheit brach aus, während der Mann auf einer kleinen Station — Ururas — seit 10 Monaten mit nur noch 2 anderen Reitern in fast gänzlicher Einsamkeit der Strandwüste sass. Er wurde in das Lazareth Swakopmund gebracht, und von hier aus, als Beruhigungszustände eingetreten waren, nach Deutschland geschickt. Hier ist er zum zweiten Mal seitens des Altonaer Garnisonlazareths in Zugang geführt und war beim Schluss des Berichtsjahres noch dort in Behandlung. Es haben sich weder erbliche Belastung noch veranlagende Leiden aufführen lassen.

Zwei Fälle von Erkrankungen im Gebiet einzelner Nervenbahnen betrafen Entzündungserscheinungen im Gebiet des Zwerchfellsnerven, die sich in Zwerchfellkrämpfen äusserten. Dieselben wurden in dem einen Falle durch Allgemeinbehandlung und Suggestion unter Zuhilfenahme des faradischen Stromes völlig beseitigt, doch musste der Mann als tropendienstunfähig heimgesandt werden.

Zwei andere Anfälle von Nervenschwäche bei einem und demselben Mann in Outjo und eine als Herzneurose hierher gerechnete Erkrankung, auch in Outjo, gingen in Heilung über.

Gruppe III. Krankheiten der Athmungsorgane.

20 Zugänge = 34,0 [28,3] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

4 Erkrankungen an Luftröhren- und 13 an Bronchialkatarrh, ausserdem jede dieser Krankheiten noch einmal als Nebenkrankheit, endlich ein Nasenkatarrh als Nebenkrankheit waren sämtlich unbedeutende Erkältungserscheinungen. Sie gingen nach durchschnittlich 11 bzw. 6tägiger Behandlungsdauer in Heilung über.

An Lungenblutung starb nach achtzehntägigem Krankenlager ein zur Windhoek Besatzung gehöriger Mann, der vom Zwartboi-Feldzug zurückkehrend in Outjo war. Eine Leichenöffnung ist damals nicht gemacht und die tuberkulöse Natur der Krankheit nicht nachgewiesen, aber angenommen. Sonst ist Tuberkulose, auch bei den Eingeborenen, nicht zu finden, vielmehr erweist sich das Klima hierzulande im Gegensatz zu Ostafrika für Lungenleidende günstig. Ein Beispiel dafür ist ein Offizier, der, aus einer erblich mit Tuberkulose belasteten Familie stammend, eine physikalisch sicher nachweisbare Schrumpfung der linken Lungenspitze hat, aber trotz anstrengenden Dienstes auf einer Grenzstation keine frischen Lungenerscheinungen während des jetzt dreijährigen Aufenthaltes im Schutzgebiet bekommen hat. Ähnlich günstige Fälle sind in der Zivilbevölkerung beobachtet.

Brustfellwassersucht hatte ein Mann in Otjimbingwe, der 3 Monate nach seiner ersten Erkrankung einen Rückfall erlitt, der zur Dienstuntauglichkeit führte.

Ein Mann in Outjo starb an Herzklappenfehler und plötzlichem Lungenödem nach mehrstündigem Krankenlager.

Gruppe IV. Krankheiten der Zirkulationsorgane.

21 Zugänge = 35,7 [29,7] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Zu den 3 vom Vorjahre im Bestand gebliebenen Herzleidenden kamen im Berichtsjahr 17 Zugänge und 2 mit Nebenkrankheiten. In 6 Fällen von diesen 20 handelte es sich um Klappenfehler, in einem um Herzmuskelerkrankung, in dem Rest von 13 um jene Art Herzschwäche, die als Tropenherz bezeichnet wird und in einer Verbindung von leichter Erweiterung, beschleunigter Thätigkeit und leichter Erregbarkeit eine Ueberanstrengung dieses Organs bedeutet.

In allen Fällen wird Wechselfieber als Hauptursache angegeben, daneben sind die eigenartigen Dienstverhältnisse und die Lebensweise in der Schutztruppe zur Erklärung heranzuziehen. Tagelange Streifzüge zu Pferd mit Durststrecken von 60—100 km, ermüdende Märsche in schattenlosem Sand- oder Felsengelände, das Trinken von starkem Kaffee, der dem schlechten Trinkwasser vorgezogen wird, das Rauchen von Plattentabak müssen als schwer zu verhindernde Schädlichkeiten angesehen werden.

Demgemäss ist auch eine Heilung nur in 6 Fällen erzielt, ein Mann starb an Herzmuskelerkrankung nach Wechselfieber, 12 Mann mussten heimgeschickt werden und ein Mann blieb im Bestande.

Drei Fälle von Hämorrhoiden boten nichts Besonderes.

Gruppe V. Krankheiten der Ernährungsorgane.

152 Zugänge = 258,6 [214,9] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Zahnkaries kam 5 mal, einfache Mandelentzündung 12 mal und gewöhnlicher Rachenkatarrh 6 mal in Behandlung. Alle Fälle gingen nach durchschnittlich 8 Behandlungstagen in Heilung über. Noch häufiger waren Magen-Darmerkrankungen aller Art, vom einfachen, schnell vorübergehenden Magenkatarrh bis zur habituellen Verstopfung. Der an letzterer erkrankte Mann wurde nach fünfmonatlicher Lazarethbehandlung, während welcher noch Malaria aufgetreten war, als Genesender nach Lüderitzbucht überwiesen.

Leistenbruch kam zweimal vor. Ein Mann wurde deshalb als dienstuntauglich nach Hause geschickt, der andere trat als geheilt bezw. als gebessert zum Dienst in die Truppe zurück.

Sehr häufig waren Bandwürmer. Die 52 behandelten Fälle bildeten 88,4 [73,5] $\frac{0}{100}$ der Iststärke, sodass während der dreijährigen Dienstzeit etwa ein Viertel aller Leute einen solchen Darmschmarotzer sich zugezogen hat. Schuld daran ist natürlich der Genuss rohen Rindfleisches, um so mehr, als eine regelrechte Fleischschau im Berichtsjahr noch nicht eingeführt war. Doch erwiesen sich die ungebetenen Gäste als ziemlich unschädlich, denn alle konnten durch das vorzüglich wirkende Farrnkrautpräparat (durchschnittlich 10 g Extr. filicis mar. in caps. gelat. 0,6) ohne Rückfall abgetrieben werden.

An Leberleiden kamen 6 Mann in Zugang. Fünf hatten leichte katarrhalische Gelbsucht und Gallensteinkolik, ein aus Okahandya in Windhoek Anwesender litt an schwerer Lebervereiterung. Das Leiden war schon zu Lebzeiten aus der Fieberkurve und dem physikalischen Befund erkannt. Eine Schwellung über der 9. und 10. Rippe in der hinteren Achsellinie gab eine bestimmte Anzeige zu Probeeinstichen, aber dieselben liessen keinen Eiter gewinnen. Der Tod trat an Erschöpfung ein, und die Leichenöffnung ergab ganz in der Tiefe des rechten Leberlappens, 14 cm von der Körperoberfläche, einen apfelgrossen Eiterherd.

Eine alte aus dem Vorjahr stammende und nur nothdürftig verheilte äussere Mastdarmfistel kam in Windhoek wiederum zur Operation. Trotz erneuter Spaltung der Fistel kam bei dem sehr heruntergekommenen Mann keine Vernarbung zu Stande, so dass er heimgesandt werden musste.

Gruppe VI. Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane.

7 Zugänge = 11,9 [9,9] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

An Nierenentzündung gingen 3 Fälle zu.

Wegen Blasenkatarrh, der die Folge verschleppten Trippers war, wurde ein Mann erst in Otjimbingwe, dann in Windhoek behandelt und hier durch innere Mittel ohne Blasenpülungen geheilt.

Eicheltripper kam einmal in Windhoek vor und wurde in 12 Tagen geheilt.

Ein in 11 Tagen geheilter Harnröhrenkatarrh (Keetmanshoop) ist ausdrücklich als nicht von Tripper herrührend bezeichnet.

Gruppe VII. Venerische Krankheiten.

147 Zugänge = 250,1 [207,9] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Zu je 5 Kranken im Bestand vom Vorjahr kam Tripper 86 mal, Syphilis 55 mal in Zugang.

Trotzdem zeigt sich, dass in der dreijährigen Dienstzeit etwa ein Drittel der Truppe an Tripper, ein Fünftel an Syphilis erkrankt. Die Behandlung dauerte im Berichtsjahr durchschnittlich für Tripper 28, für Syphilis 31 Tage. Die Ursachen der Häufigkeit sind bereits früher erörtert. Günstig ist immerhin der kurze und leichte Verlauf. Wohl war Tripper 6 mal mit Nebenhodenentzündung verbunden, aber weder durch diese Krankheit noch auch durch Syphilis wurde eine Heimsendung nothwendig, so dass — im Gegensatz zu den Erfahrungen in den anderen Schutzgebieten und bei der Kaiserlichen Marine — für Deutsch-Südwestafrika frisch überstandene Syphilis die Tropendienstfähigkeit nicht aufzuheben braucht.

Weicher Schanker ist ziemlich selten und in den zur Behandlung gekommenen 9 Fällen 8 mal in durchschnittlich 17 Tagen geheilt, ohne dass ein Bubo vorgekommen ist. Einmal folgten auf den weichen ein harter Schanker (Mischansteckung) und syphilitische Allgemeinerscheinungen.

Gruppe VIII. Augenkrankheiten.

17 Zugänge = 28,9 [24,0] ‰ der Iststärke.

Aus dem Vorjahr übernommen war ein Fall von Hornhautentzündung; ein zweiter kam in Otjimbingwe in Zugang, beide wurden geheilt.

Häufiger — 14 Zugänge — war Bindehautkatarrh. Die Ursache für die Entstehung derselben ist wohl häufig in den Schädlichkeiten zu sehen, denen das Auge auf langen Ritten unter Einwirkung des blendenden Sonnenlichts oder von Wind, Regen, Sandsturm und dergl. ausgesetzt ist. Diese Bindehautkatarrhe zeigten recht hartnäckigen Verlauf mit grosser Neigung zu Rückfällen, waren aber im Uebrigen von keinen schweren Folgen begleitet. Die vereinzelte Erkrankung an Regenbogenhautentzündung ist bereits als eine Folge von Wechselfieber oben erörtert.

Gruppe IX. Ohrenkrankheiten.

8 Zugänge = 13,6 [11,3] ‰ der Iststärke.

Zu einem Bestand aus dem Vorjahre kamen 8 Zugänge, sämmtlich an Entzündung oder Furunkelbildung im äusseren Gehörgang. Von diesen gelangten 7 als geheilt zur Entlassung, einer kam nach Einleitung des Invaliditätsverfahrens zur Truppe zurück und einer blieb im Bestand.

Gruppe X. Krankheiten der äusseren Bedeckungen.

25 Zugänge = 42,5 [35,3] ‰ der Iststärke.

Unter diesen befinden sich 4 Fälle von akuten Hautkrankheiten, 1 Hautödem, 9 Zellgewebsentzündungen, 5 Furunkel und 3 Panaritien.

Sämmtliche wurden geheilt entlassen bis auf 1 Panaritium, das im Bestand verblieb.

Gruppe XI. Krankheiten der Bewegungsorgane.

32 Zugänge = 54,4 [45,3] ‰ der Iststärke.

Eine umschriebene Knochenhautentzündung beider Schienbeine hatte sich bei einem Mann aus Rehoboth, welcher in Windhoek behandelt wurde, in Folge des Schlages eines Balkens gegen beide Unterschenkel gebildet. Es entwickelte sich trotz längerer Lazarethbehandlung eine chronische Knochenhautentzündung an der Vorderseite beider Schienbeine, die andauernd lebhaft Neigung zu akuten Steigerungen zeigte, sodass der Mann als dienstuntauglich eingegeben werden musste.

Örtlicher Muskelrheumatismus in der hohen Zahl von 24 Zugängen ist aus Witterungsverhältnissen leicht erklärlich. Auf Streifzügen zu Pferd ist man Tags glühender Bestrahlung, Nachts sehr starker Abkühlung und in der Regenzeit Durchnässungen so oft ausgesetzt, dass zwar meist Abhärtung erzielt wird, mitunter aber örtliche Muskelkühlungen unvermeidlich sind.

Ein Fall von Muskelzerrung führte zu ausgedehnter tiefer Eiterung, sodass schliesslich Dienstentlassung wegen Untauglichkeit erfolgen musste.

Ein Feldweibel in Gibeon war im September 1898 vom Pferde gestürzt und, mit dem linken Fuss im Steigbügel hängend, einige Meter geschleift worden. Es entwickelte sich im Laufe der nächsten Wochen in der Umgebung des linken Kniegelenks und dem angrenzenden Theil des linken Oberschenkels eine ausgebreitete Weichtheilsschwellung, die den Mann von Anfang Oktober ab zur Bettruhe nöthigte. Ende November brachen an der Aussenseite des linken Oberschenkels, ein wenig oberhalb des Kniegelenks, und in der Kniekehle 2 Fisteln auf, die reichlich Eiter entleerten. Anfangs Dezember wurden beide Fisteln blutig erweitert. Mitte Dezember wurde eine an der Innenseite des Oberschenkels aufgetretene Schwellung gespalten und aus dieser Eiter entleert. Da die Fisteln keine Neigung zu endgültiger Vernarbung zeigten, wurden sie Anfang Februar 1899 in Narkose breit gespalten, der Oberschenkelknochen und die Gelenkkapsel blossgelegt, eine Masse schlaffer Granulationen entfernt und von den Wunden an der Aussen- und Innenseite aus nach der Kniekehle drainirt. Eine Auskratzung der Fisteln in Narkose war in den folgenden Monaten noch mehrmals nöthig. In Folge der sehr umfangreichen Narbenbildungen am linken Oberschenkel musste der Mann schliesslich als dienstuntauglich nach Deutschland gesandt werden.

Beim Heben eines schweren Geldkastens zog sich ein Mann in Otjimbingwe eine Zerrung der Sehne des Streckmuskels am linken Oberarm zu. Die Beschwerden verschwanden nach dreiwöchentlicher Lazarethbehandlung. Zwei Fälle von Sehnenzerrung am Fussrücken in Windhoek benötigten nur eine kurze Revierbehandlung.

Gruppe XII. Mechanische Verletzungen.

59 Zugänge = 100,4 [83,4] ‰ der Iststärke.

Zu einem Bestand aus dem Vorjahre kamen 13 Zugänge an Quetschung. Einer in Outjo führte zu einer schliesslich geheilten Bauchfellentzündung, ein weiterer blieb im Bestand für das nächste Jahr, die übrigen 12 gingen nach durchschnittlich 10 Tagen in Heilung über.

Wundlaufen kam einmal, Zerreissung dreimal vor, alle Fälle wurden geheilt.

An Knochenbrüchen sind in Grootfontein ein Bruch der Hand und in Naidans ein Schlüsselbeinbruch gemeldet, beide heilten in 16 bzw. 20 Tagen.

Von je 6 zugegangenen Verstauchungen der oberen und unteren Gliedmassen gingen je 5 in Heilung über, je eine blieb im Bestand für das nächste Jahr.

Eine Schulterverrenkung in Franzfontein heilte in 21 Tagen. Eine Verrenkung des linken Unterarms im Ellenbogengelenk nach hinten, die, nachdem sie schon 15 Tage bestanden hatte, in Keetmanshoop in Lazarethbehandlung kam, konnte, trotzdem dreimal in tiefer Narkose der Versuch gemacht wurde, nicht wieder eingeordnet werden, da offenbar in der Tiefe schon Verwachsungen und Kapselschrumpfung eingetreten waren. Es wurde in tiefster Narkose eine grösstmögliche Beweglichkeit im Gelenk wieder hergestellt, dieselbe sodann durch gymnastische Uebungen, Massage, Bäder und Elektrisieren zu bessern gesucht, sodass der betreffende Mann bei seiner Entlassung als Invalide im linken Ellenbogengelenk Bewegungsvermögen im Winkel von 110 bis 165° hatte und mit dem linken Arm ein Gewicht von 40 Pfund bequem hochheben konnte.

Gruppe XIII. Sonstige Krankheiten.

17 Zugänge = 28,9 [24,0] ‰ der Iststärke.

Zur völligen Genesung von Krankheiten, die sie auf anderen Stationen überstanden, gingen 17 Mann zu.

Der Durchschnitt der Behandlungsdauer betrug nur 6 Tage.

Gruppe XIV. Zur Beobachtung.

10 Zugänge = 17,0 [14,1] ‰ der Iststärke.

Die Beobachtung bezog sich je einmal auf Syphilis und Wechselfieber, sowie auf Schmerzen im Knie, Fuss oder in den Lungen. Viermal lagen Herzbeschwerden vor.

Ein Mann wurde in Otjimbingwe und Windhoek auf Geistesgestörtheit beobachtet, nachdem er auf seiner Station Modderfontein, die er nur mit noch einem Mann zu besetzen hatte, einige Tage unklar gewesen und sich gewaltthätig benommen hatte. Da er später nie Spuren einer Seelenstörung zeigte, wohl aber noch häufige Wechselfieberanfälle durchmachte, so ist anzunehmen, dass es sich früher um Fieberdelirien bei ihm gehandelt hatte.

Sieben Mann konnten nach abgeschlossener Beobachtung, durchschnittlich nach 15 Tagen, dienstfähig zur Truppe entlassen werden, zwei kamen zur Erholung auf andere Stationen und bei einem wurde das Invaliditätsverfahren eingereicht.

IV. Krankenabgang.

Von den im Berichtsjahr im Ganzen Behandelten 1428 Mann = 2413,0 [2019,8] ‰ der Iststärke wurden 1290 geheilt = 2195,2 [1824,6] ‰ der Iststärke. 11 starben = 18,7 [15,6] ‰ der Iststärke, 80 gingen anderweitig ab = 136,1 [113,1] ‰ der Iststärke.

Von den 11 Sterbefällen erfolgten 1 an Typhus, 3 als Malariatyphoid bezeichnete wahrscheinlich an ebenderselben, früher erörterten Krankheit, 2 an Malaria mit Herzschwäche, 1 an einer von einem Sanitätssergeanten vermutheten Hirngeschwulst, 1 an Lungenblutung, 2 an Herzleiden und 1 an Leberabscess.

Auch von den ausser der militärärztlichen Behandlung Gestorbenen ist bei einem Malariatyphoid wahrscheinlich, dem er auf der Reise von Swakopmund nach Windhoek

in Quaiputz erlag. Die Krankheit eines Anderen in Gubub wird unmittelbar als Typhus bezeichnet, zwei Kranke in Otavi und Waterberg, Nordbezirk, erlagen Anfällen von Schwarzwasserfieber.

Der einzige vorgekommene Selbstmord wurde in Outjo von einem Feldwebel verübt, indem er sich mit einem Gewehr Modell 88 durchs Herz schoss. Für das Vorkommniß wurde Trunkenheit bei nervöser Belastung und vorausgegangenen melancholischen Depressionszuständen als Ursache bezeichnet.

Von den anderweitig abgegangenen 80 Mann war einer einem anderen Lazareth zur Behandlung überwiesen, 5 wurden auf andere Stationen zur Erholung geschickt, 1 unmittelbar aus der ärztlichen Behandlung nach Europa beurlaubt, 1 bis zu seiner Anerkennung als Invalide in die Heimath beurlaubt, 4 wegen körperlicher Unbrauchbarkeit heimgesandt. Als nicht mehr Gegenstand der Lazarethbehandlung wurde 1 Mann entlassen, 60 kamen nach Einleitung des Invaliditätsverfahrens dienstunfähig zur Truppe zurück. Diese waren theilweise zuletzt nicht an den Krankheiten behandelt, welche die Ursache ihrer Tropendienstunfähigkeit oder Invalidität bildeten, auch konnten sie bei den schwierigen Verkehrsverhältnissen nicht sofort nach Deutschland befördert werden, so dass die Zerlegung dieser Ziffer kein richtiges Bild geben würde. Dagegen setzt sich der Abgang der körperlich Dienstunfähigen auf Grund militärärztlicher Atteste und zwar aus den 4 oben aufgeführten unmittelbar von Swakopmund Heimgesandten, aus 60 ausserhalb der militärärztlichen Behandlung dienstunfähig Heimgesandten und aus 4 (davon 2 ausserhalb der militärärztlichen Behandlung) in die Heimath Beurlaubten zusammen. Unter diesen 68 Angehörigen der Schutztruppe [96,2 ‰ der Gesamtiststärke] war der Grund der Dienstentlassung nach Ausweis der Atteste oder der Zählkarten bei 4 Wechselfieber, 1 rückfälliges Wechselfieber, 21 Wechselfieber und Herzschwäche, 17 Wechselfieber, Blutarmuth und Herzschwäche, 1 Wechselfieber, Herzschwäche und Gelenkrheumatismus, 1 Wechselfieber, Herzschwäche und Verlust eines Daumens, 2 Wechselfieber und Nervenschwäche, 1 Wechselfieber, Blutarmuth, Herzfehler und Netzhautleiden, 1 Wechselfieber und Blutarmuth, 1 Wechselfieber und Hornhautentzündung, 2 Herzfehler, 1 Blutarmuth und chronischer Magen-Darmkatarrh, 1 Blutarmuth und Herzschwäche, 1 Wechselfieber und Gelbsucht, 1 Herzasthma, 1 allgemeine Körperschwäche, 1 Schwachsichtigkeit, 1 Hornhauttrübung, 1 Durchtrennung der Regenbogenhaut, 1 Nierenentzündung, 1 chronische Verrücktheit, 2 Leistenbruch, 1 äussere Mastdarmpfistel, 1 Verlust zweier Glieder des linken Mittelfingers durch Schuss, 1 Muskelschwund am rechten Daumen nach Verwundung, 1 Muskelschwund am linken Vorderarm nach Verwundung.

Zu den anderweitig Abgegangenen gehören noch 7 Mann, welche nach abgeschlossener Beobachtung dienstfähig zur Truppe zurück kamen.

47 Mann blieben im Bestande für das nächste Berichtsjahr.

VI. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900.

Von

Oberstabsarzt Dr. Lübbert,

Chefarzt in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika.

I. Krankenzugang.

Die absoluten Zahlen des Krankenzuganges an den einzelnen Standorten sowie die Verhältnisszahlen, auf je 1000 Mann der Iststärke berechnet, sind aus folgender Liste¹⁾ ersichtlich:

¹⁾ Die dem Bericht zu Grunde liegenden Nachweisungen u. s. w. beziehen sich nur auf die 17 mit einem Arzt (durch einen * bezeichnet) oder einem Sanitätsunteroffizier besetzten Standorte. Bei den Berechnungen der Verhältnisszahlen auf je 1000 Mann ist die Summe der Iststärke dieser 17 Stationen zunächst in Rechnung gestellt und die Gesamtiststärke der Schutztruppe erst daneben in den in eckigen Klammern stehenden Ziffern in Betracht gezogen, z. B. ‰ der Gesamtzugänge: 2020,5 [1738,6].

Deutsche Militärpersonen.

Standort	Iststärke	Wirkliche Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
Aminuis	12,25	7	571,4
Bethanien	7,50	4	533,3
Epukiro	5,16	10	1937,9
Franzfontein	8,58	24	2797,2
Gibeon *	16,16	8	495,0
Gobabis	33,16	84	2533,1
Grootfontein *	15,58	75	4813,8
Keetmanshoop *	55,16	75	1359,1
Okahandya	9,00	15	1666,6
Omaruru *	64,91	73	1124,6
Otjimbingwe	16,08	33	2052,2
Otavi	11,08	35	3158,8
Outjo *	78,41	307	3915,3
Rehoboth	7,20	2	277,7
Swakopmund *	57,58	50	868,3
Warmbad	14,00	22	1571,43
Windhoek *	215,25	443	2051,3
Summe	627,06	1267	2020,5
[Ganze Truppe]	728,75	—	1738,6]

Zieht man nach vorstehender Uebersicht einen Schluss auf die Gesundheitsverhältnisse der einzelnen Besatzungen, so ergibt sich als gesundester Platz Rehoboth, als ungesundester Grootfontein, dazwischen liegen: Gibeon, Bethanien, Aminuis, Swakopmund, Omaruru, Keetmanshoop, Warmbad, Okahandya, Epukiro, Windhoek, Otjimbingwe, Gobabis, Franzfontein, Otavi, Outjo. Hervorzuheben ist, dass Otjimbingwe, das gesundheitlich als besonders ungünstig angesehen wurde und noch im Jahrgang 1898/99 an letzter Stelle stand, diesmal unter den 17 Orten die 12. Stelle einnimmt, was mit den verschiedenen neuerlichen Massnahmen zur Hebung des dortigen Gesundheitszustandes (Anlegung neuer Brunnen, Regelung der Abortverhältnisse) zusammenhängen dürfte.

Der Krankenzugang der ganzen Schutztruppe, nach den einzelnen Monaten geordnet, ist für die deutschen Militärpersonen aus der nächsten Zusammenstellung ersichtlich:

Monat	Iststärke	Wirkliche Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
April 1899	610 [846]	137	224,5 [161,9]
Mai	617 [846]	129	209,1 [152,7]
Juni	594 [846]	107	180,0 [126,5]
Juli	702 [749]	148	210,8 [197,5]
August	530 [749]	121	228,3 [161,5]
September	560 [749]	100	178,5 [133,5]
Oktober	686 [689]	89	129,7 [129,1]
November	675 [689]	97	143,7 [140,7]
Dezember	619 [689]	82	132,4 [119,0]
Januar 1900	626 [631]	88	140,6 [139,4]
Februar	605 [631]	80	132,2 [126,8]
März	594 [631]	89	149,8 [141,0]

Aus dieser Uebersicht geht hervor, dass die sechs ersten Monate des Berichtsjahres die höchsten wirklichen und Verhältnissziffern des Zugangs aufwiesen, doch bestand auch in der 2. Hälfte des Jahres ein sehr wesentlicher und bleibender Rückgang nicht.

Im Berichtsjahre hat zum zweiten Male seit Bestehen der Schutztruppe kein Feldzug stattgefunden. Ein militärisches Unternehmen des grössten Theiles der Windhoek Besatzung nach dem Osten, das von Ende August bis Ende Oktober dauerte, ist ohne merklichen Einfluss auf den Krankenzugang gewesen.

Auch sonst sind innerhalb der Schutztruppe keine Ereignisse aufgetreten, die auf die Krankenvermehrung Einfluss gehabt hätten.

II. Die im Berichtsjahr zur Ausführung gelangten sanitären Massregeln in Bezug auf Unterkunft, Verpflegung, Trinkwasser, Bekleidung, Aborte, Grund und Boden, und sonstige die Gesundheit der Schutztruppe betreffenden Verhältnisse.

Die durchschnittliche Behandlungsdauer sämtlicher Zugänge betrug nur 14 Tage auf den Kopf berechnet, gegen 13 Tage Behandlungsdauer, welche das deutsche Heer im letzten Berichtsjahr verzeichnete. Dieser Wettbewerb mit heimischen Verhältnissen ist einzig und allein der Bereitwilligkeit zu danken, mit welcher die Mittel zur Neuordnung des Sanitätswesens bewilligt worden sind, wodurch eine geordnete Krankenpflege ermöglicht wurde.

In Outjo und Keetmanshoop sind die neuen Lazarethe vollendet, während an den übrigen grossen sanitären Stützpunkten, wie Windhoek, Swakopmund und Omaruru, die entsprechenden Baulichkeiten in diesem Jahre vollendet sein werden. Ganz besonders hat es sich bewährt, jedem dieser grossen Lazarethe seinen eigenen Wirkungskreis, entsprechend der betreffenden Bezirkshauptmannschaft, genau abzugrenzen und den kleineren Orten ihres Reiches Sanitätsausrüstungen 1. und 2. Klasse in Form Kohlstockscher Apotheken zu geben.

Wie auf diese Weise in allen Fällen den Erkrankten die schnellste Hülfe gewährleistet ist, bezeugen am Besten die Berichte einiger Bezirksleiter, welche anerkennend hervorheben, dass ein Mangel bezüglich der sanitären Versorgung niemals eingetreten ist.

Die in Swakopmund errichtete Sanitätsniederlage hat sich unter der Leitung des Stabsarztes Dr. Richter gut bewährt, weil der überall durchgeführte Grundsatz des eisernen Bestandes an Heil- und Verpflegungsmitteln auch an den entferntesten Posten des Schutzgebietes aufrecht erhalten werden konnte. Aber nicht nur die Krankenversorgung ist allen Anforderungen entsprechend gewährleistet worden, sondern auch die Krankheitsverhütung hatte Erfolge zu verzeichnen. Hierfür spricht am Deutlichsten die Abnahme der Gesamtzugänge, wie die der Malaria. Die Verbesserung bewohnter Plätze hat dies zu Wege gebracht, ebenso wie der Umstand, dass die Bauleitung den Anforderungen der modernen Gesundheitspflege Rechnung trägt. Noch bleiben an vielen Orten, namentlich bezüglich der Verbesserung des Bodens, grosse Aufgaben zu lösen, aber auch diese werden erledigt werden, nachdem das Schutzgebiet sich für die Anwendung gesundheitlicher Grundsätze in hervorragender Weise zugänglich gezeigt hat.

III. Klinische Beobachtungen und kasuistische Mittheilungen, besprochen nach den einzelnen Krankheitsgruppen.

Gruppe I. Allgemeine Krankheiten.

526 Zugänge = 838,8 [721,8]‰ der Iststärke.

Von den drei Zugängen an Darmtyphus sind 2 in Keetmanshoop, einer in Outjo beobachtet worden. Auch unter der Keetmanshooper Zivilbevölkerung traten einige Fälle von Darmtyphus auf, doch bestand eine richtige Typhusepidemie weder hier noch in Outjo. Auffallend ist es, dass fast sämtliche Fälle von Darmtyphus in die Zeit vom Januar bis April, Mai fielen, sowie dass auch jedesmal diese Krankheit in der erwähnten Jahreszeit häufiger auftrat, wenn bis dahin kein oder nur spärlicher Regen, wie im Berichtsjahre, gefallen war.

Unter der Bezeichnung Wechselfieber waren 5 Fälle im Bestande vom vorigen Jahre und kamen 488 in Zugang. Dazu kommen noch Erkrankungen an Standorten ohne Sanitäts-offizier oder Sanitätsunteroffizier, über die kein Bericht erstattet ist, desgleichen die Wechsel-fieberanfälle älterer Angehöriger der Schutztruppe, die sich oftmals selbst zu behandeln pflegen, ohne sich krank zu melden.

Mit 488 Zugängen (Gesamtzugänge 1267) und 3942 Behandlungstagen (Gesamtzahl aller Behandlungstage 18545) ist Wechselfieber die wichtigste Krankheit in der Schutztruppe.

Die Betheiligung der einzelnen Standorte und der Monate an dieser Erkrankung ist aus den beiden nächsten Listen ersichtlich:

Standort	Iststärke	Wirkliche Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
Aminuis	12,25	4	326,5
Bethanien	7,50	2	266,6
Epukiro	5,16	7	1356,6
Franzfontein	8,58	21	2447,5
Gibeon	16,16	1	61,9
Gobabis	33,16	61	1839,5
Grootfontein	15,58	59	3786,9
Keetmanshoop	55,16	2	36,3
Okahandya	9,00	9	1000,0
Omaruru	64,91	13	200,3
Otjimbingwe	16,08	20	1243,7
Otavi	11,08	27	2436,8
Outjo	78,41	187	2384,9
Rehoboth	7,20	1	138,8
Swakopmund	57,58	15	260,5
Warmbad	14,00	2	142,9
Windhoek	215,25	57	264,8
Summa	627,06	488	778,2
[Gesamttiststärke der Schutztruppe]	728,75	—	669,6]

Monat	Iststärke	Zugänge	‰ der Iststärke
April 1899	610 [846]	76	124,6 [89,8]
Mai	617 [846]	67	108,6 [79,2]
Juni	594 [846]	54	90,9 [63,8]
Juli	702 [749]	47	66,9 [62,7]
August	530 [749]	38	71,7 [50,7]
September	560 [749]	29	51,8 [38,7]
Oktober	686 [689]	22	32,1 [31,9]
November	675 [689]	28	41,5 [40,6]
Dezember	619 [689]	23	37,2 [33,4]
Januar 1900	626 [631]	22	35,1 [34,9]
Februar	605 [631]	35	57,9 [55,5]
März	594 [631]	47	79,1 [74,5]

Aus beiden Uebersichten ergibt sich, dass für die Hauptkrankheit im Schutzgebiet — das Wechselfieber — dasselbe Ergebniss vorliegt, welches oben für die allgemeine Krankheitsziffer gefunden wurde.

In Verfolgung der ursächlichen Auffassung der Uebertragung des Wechselfiebers durch Stechmücken wurde die bereits im vorigen Berichtsjahre begonnene erfolgreiche Bekämpfung der Stechmückenbrut durch Entwässerung bestehender Sümpfe fortgesetzt.

Von bemerkenswerthen Vergiftungen kamen vor:

Ein Selbstmord durch Morphinium bei einem Sanitätsunteroffizier, der angeblich bereits längere Zeit Morphinist war.

Eine Vergiftung durch Genuss von Ricinusbeeren. Der leichte Brechdurchfall wurde durch Darreichung von Cocain in 6 Tagen völlig geheilt, desgleichen eine Nikotinvergiftung, hervorgerufen durch längeren übermässigen Genuss starker Cigarren, in 3 Tagen. Die Behandlung bestand in Bettruhe und leichter Diät.

An akutem Gelenkrheumatismus sind 13 Mann, an chronischem 1 in Zugang gekommen. Sämmtliche Fälle heilten ohne Nebenkrankheiten.

Gruppe II. Krankheiten des Nervensystems.

2 Zugänge = 3,2 [2,7] ‰ der Iststärke.

Geisteskrankheiten sind nicht vorgekommen, doch war ein Mann in Swakopmund auf Geisteskrankheit vom 24. Mai bis 3. Juni 1899 zu beobachten. Der Kranke, der bisher nur einmal und zwar an Gelenkrheumatismus krank war, verspürte plötzlich bohrende

Schmerzen in der Stirngegend über dem linken inneren Augenwinkel. Die Schmerzen waren auf eine Ausdehnung von Fünfmärkstückgrösse beschränkt, wechselten zeitweilig in Bezug auf Heftigkeit, verschwanden aber nie ganz. Die Stimmung war bald sehr gedrückt, bald gleichgültig, das Gedächtniss anscheinend etwas schwächer als früher. Gleichzeitig bestand Schwerhörigkeit auf dem rechten Ohr, ohne dass eine krankhafte Veränderung daselbst wirklich nachzuweisen war. Nach 11tägiger Beobachtung und Behandlung — letztere vorzüglich in Bettruhe, flüssiger Diät, Antipyrin, Darreichung und Auflegen von spanischem Fliegenpflaster hinter dem rechten Ohr bestehend — fühlte sich der Kranke völlig wohl und konnte zur Truppe entlassen werden.

2 Fälle von Nervenschwäche (Neurasthenie) wurden nach 14 bzw. 2tägiger Behandlung geheilt.

Gruppe III. Krankheiten der Athmungsorgane.

45 Zugänge = 71,8 [61,7] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

4 dieser Fälle betrafen Erkrankungen der Nase oder der Highmorshöhle; sie wurden in 7, 6, 9 bzw. 20 Tagen geheilt.

An akutem Kehlkopfkatarrh, verbunden mit Luftröhrenkatarrh, litten 8 Leute, die sämtlich geheilt entlassen wurden.

An akutem Luftröhrenkatarrh allein erkrankten 21 Mann, die gleichfalls geheilt entlassen werden konnten. Von den letzteren ist ein Fall bemerkenswerth, bei dem Wechselieber mit ausgebreitetem Luftröhrenkatarrh vereinigt war.

Ein Kranker mit nervöser Athembeklemmung (Asthma nervosum) ist nach 47 Behandlungstagen anderweitig abgegangen. Von 7 Fällen von Lungenentzündung wurden 5 geheilt, 1 ging anderweitig ab und 1 starb.

Ein Kranker, der an Lungen- und Kehlkopftuberkulose litt, musste nach 77tägiger ergebnissloser Behandlung als dienstuntauglich nach Deutschland gesandt werden.

An Brustfellentzündung kamen 3 Mann in Zugang, welche nach 31tägiger Behandlung geheilt entlassen wurden.

Gruppe IV. Krankheiten der Zirkulationsorgane.

22 Zugänge = 35,1 [30,2] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Zu dem vom Vorjahre im Bestand gebliebenen einen Herzleidenden kamen im Berichtsjahr 22 neue Zugänge. In 2 Fällen von Herzkrankheiten handelte es sich um Klappenfehler, in 3 um Herzschwäche, in 1 um idiopathische Herzhypertrophie; ein Kranker litt an beschleunigter Herzthätigkeit und einer an Herzklopfen. Davon gingen 3 Leute anderweitig ab, 1 blieb im Bestande und die übrigen wurden, ebenso 3 Fälle von Hämorrhoiden, geheilt entlassen.

Ein Mann mit Krampfadern war nach 49 Behandlungstagen geheilt.

An Entzündung der Lymphgefässe litten 2 Mann, welche nach zusammen 107 Behandlungstagen geheilt entlassen wurden.

Erkrankungen der Lymphdrüsen (die im Anschluss an Tuberkulose, Krebs oder Syphilis entstandenen kommen hier nicht in Betracht) lagen 8 mal vor. Sämtliche Fälle wurden nach zusammen 90 Behandlungstagen geheilt.

Die verhältnissmässig hohe Zahl von Erkrankungen des Gefässsystems ist zum grossen Theile durch den eigenartigen Dienst und die Lebensverhältnisse im Schutzgebiete bedingt, namentlich durch grössere körperliche Anstrengungen, z. B. bei den Streifzügen zu Pferd mit beträchtlichen Durststrecken, durch das reichliche Trinken starken Kaffees, da das Wasser allein oft fast nicht geniessbar ist, sowie durch das andauernde Rauchen des sog. Plattentabaks.

Gruppe V. Krankheiten der Ernährungsorgane.

185 Zugänge = 296,4 [253,9] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Erkrankungen von Kiefer und Zähnen kamen in 15 Fällen vor, die alle in zusammen 38 Behandlungstagen geheilt wurden. 45 Fälle von Mandelentzündung (Diphtherie ausgeschlossen) wurden in zusammen 408 Behandlungstagen geheilt. Gewöhnlicher Rachenkatarrh kam 11 mal vor; 10 Mann wurden geheilt entlassen, einer blieb im Bestand. Gleichfalls sehr häufig waren Magen-Darmerkrankungen aller Art, vom einfachen, schnell

vorübergehenden Magenkatarrh bis zur habituellen Verstopfung. Von 21 Fällen akuten Magenkatarrhs wurden 20 geheilt und einer anderweitig entlassen, so dass eine Durchschnittszahl von je 15 Tagen auf den einzelnen Fall trifft. Chronischer Magenkatarrh kam 2 mal in Behandlung. Beide mal trat Heilung nach durchschnittlich je 19 tägiger Behandlungszeit ein. Magenkrampf wurde in 5 Fällen in zusammen 13 Behandlungstagen geheilt. An Eingeweidewürmern erkrankten 40 Mann, welche mit zusammen 70 tägiger Behandlungsdauer geheilt entlassen wurden. Die Hauptursache für die Erwerbung dieser Darmschmarotzer dürfte neben dem häufigen Genuss rohen oder nicht genügend gekochten Fleisches im Trinken von unreinem und weder filtrirtem, noch abgessottem Wasser, wie solches namentlich auf Märschen häufig genossen wird, zu suchen sein.

Von Leberleiden sind besonders hervorzuheben 2 Fälle von Leberentzündung; beide wurden nach zusammen 142 Behandlungstagen geheilt.

Gruppe VI. Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane.

16 Zugänge = 25,5 [21,9] ‰ der Iststärke.

Nierenentzündung kam nur einmal vor. Die Ursache der Erkrankung bestand in einer Erkältung, die sich der Kranke im Dienst zugezogen hatte. Nach der Heilung und Entlassung trat ein heftiger Rückfall ein, worauf der Kranke als invalide nach Deutschland geschickt werden musste.

5 Fälle von Blasenkatarrh wurden in insgesamt 202 Tagen geheilt. In 4 Fällen war Tripper vorausgegangen.

2 Fälle von Harnröhrenverengung wurden nach zusammen 20 Behandlungstagen geheilt entlassen.

Von Erkrankungen der Vorhaut kam zu dem vom Vorjahre im Bestand Gebliebenen 1 Zugang von angeborener Verengung (Phimose). Im Verlauf der Krankheit gesellte sich noch eine Entzündung der Eichel hinzu. Beide Kranke konnten nach insgesamt 15 tägiger Behandlung als dienstfähig zu ihrem Truppentheil entlassen werden, desgleichen 4 Eicheltripperkranke und ein Mann mit Krampfadernbruch. Zu erwähnen ist ferner ein Fall von Harnröhrenkatarrh, der nicht durch geschlechtlichen Verkehr erworben wurde. Nach siebentägiger Behandlung trat Heilung ein.

Gruppe VII. Venerische Krankheiten.

196 Zugänge = 312,6 [268,9] ‰ der Iststärke.

Ausser 11 Tripperkranken vom Vorjahre wurden 122 neue Tripperfälle aufgenommen. Es wurden davon 125 geheilt, 8 blieben im Bestand. Als Einspritzungsmittel wurde meist Zinc. sulfur. (1:200) benutzt, doch wurden in einzelnen Fällen auch neuere Mittel, wie namentlich Protargol, mit gutem Erfolge verwendet. Bei den oben erwähnten Tripperfällen traten als Nebenkrankheiten auf: 13 Anschwellungen des einen Nebenhodens, 1 Verengung der Harnröhre, 4 Blasenkatarrhe und 1 Wechselfieber.

Weicher Schanker ist im hiesigen Schutzgebiet ziemlich selten. Die im Berichtsjahre vorgekommenen 10 Fälle wurden in zusammen 167 Behandlungstagen geheilt. Einmal trat Bubo auf, doch war ein operativer Eingriff nicht nöthig.

Ausser 7 an Syphilis Erkrankten vom Vorjahre wurden 42 Mann aufgenommen; 41 wurden geheilt entlassen, 8 blieben im Bestand. Die Gesamtbehandlungsdauer betrug 1723 Tage.

Gruppe VIII. Augenkrankheiten.

23 Zugänge = 36,7 [31,6] ‰ der Iststärke.

Aus dem Vorjahre wurde übernommen ein Fall von Entzündung der Augenbindehaut; mit derselben Krankheit kamen neu hinzu 19 Mann, von denen 19 als geheilt entlassen wurden, während einer im Bestand verblieb. Das häufige Vorkommen von katarrhalischen und entzündlichen Erkrankungen der Augenbindehaut hier zu Lande ist hauptsächlich auf die Schädigungen zurückzuführen, denen das Auge bei langen Ritten bei grellem Sonnenlichte oder durch den heftigen Wind und die von diesem mitgeführten Sandkörner ausgesetzt ist. Diese Augenbindehautkatarrhe zeichnen sich oft durch grosse Hartnäckigkeit aus und trotzen aller Behandlung. Rückfälle sind häufig.

Von Erkrankungen der Hornhaut kam nur ein einziger Fall vor, und zwar handelte es sich um ein Hornhautgeschwür des linken Auges, über dessen Entstehungsursache der Kranke keinerlei Angaben zu machen vermochte. Das im unteren, inneren Viertel ausserhalb der Pupille sitzende, 2 mm lange und 1 mm breite Hornhautgeschwür heilte nach 63tägiger Behandlung erst mit rother Augensalbe, später mit Calomel unter Hinterlassung einer glatten, festen, glänzenden Narbe. Der Kranke konnte seinem Truppentheile als dienstfähig überwiesen werden.

Gruppe IX. Ohrenkrankheiten.

14 Zugänge = 22,3 [19,2] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Zu einem Bestand aus dem Vorjahre kamen 7 Zugänge, sämtlich mit Erkrankungen des äusseren Gehörganges. Alle wurden nach zusammen 90 Behandlungstagen als geheilt entlassen. An Mittelohrkatarrh wurden 7 Leute behandelt und gleichfalls alle mit zusammen 142 Behandlungstagen geheilt.

Gruppe X. Krankheiten der äusseren Bedeckungen.

51 Zugänge = 81,3 [69,9] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Unter diesen befand sich ein vom Vorjahre übernommener Fall von Panaritium. Hierzu kamen 6 weitere Fälle, welche mit insgesamt 90 Behandlungstagen geheilt entlassen wurden. Sonstige Zellgewebsentzündungen traten 17 auf, die alle in 163 Behandlungstagen geheilt wurden. Furunkelbildung kam 11 mal vor und wurde in zusammen 152 Tagen geheilt. Krätzkrankheit kam bloss einmal vor und war nach 2tägiger Perubalsambehandlung beseitigt.

Gruppe XI. Krankheiten der Bewegungsorgane.

33 Zugänge = 52,6 [45,3] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Von Knochenhautentzündung kamen 2 akute und ein chronischer Fall vor. Die beiden ersteren konnten geheilt entlassen werden, während der letztere als ganzinvalide abgehen musste.

Oertlicher Muskelrheumatismus in der verhältnissmässig hohen Zahl von 21 Zugängen, wozu noch ein Kranker aus dem Vorjahre kommt, ist aus den Witterungsverhältnissen wohl zu erklären. Zu bemerken ist übrigens, dass diese Krankheit auch in der hiesigen Zivilbevölkerung häufig und oft sehr hartnäckig auftritt. Von den 22 Kranken blieb einer im Bestand, die übrigen wurden geheilt entlassen mit durchschnittlich je 9 Behandlungstagen.

Gruppe XII. Mechanische Verletzungen.

100 Zugänge = 159,5 [137,2] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Mit Wundlaufen kamen 3 Mann in Zugang, welche nach einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 7 Tagen geheilt entlassen wurden. Zu einem Bestand aus dem Vorjahre kamen 37 Zugänge an Quetschung. Es wurden davon 37 als geheilt entlassen, einer blieb im Bestand. Im letzteren Falle handelte es sich um eine äussere Dienstbeschädigung, die durch Umschlagen eines Eselkarrens entstanden war und in einer Rippen- und Unterleibsquetschung bestand, wie die im Lazareth sofort vorgenommene Untersuchung ergab. Eine bedeutende Verschlimmerung des Allgemeinbefindens liess auf eine schwere Verletzung eines Bauchhöhlenorganes schliessen. Die somit nöthig gewordene Eröffnung der Bauchhöhle ergab eine Verletzung des Netzes und Blutung aus mehreren Gefässen daselbst. Die Blutung wurde durch Anlegung von Klemmzangen gestillt und die Bauchhöhle bis auf eine kleine Stelle, an welcher die Zangen lagen, geschlossen. Nach der an den nächsten Tagen erfolgten Abnahme der Zangen heilte die Bauchwunde ohne jede Störung zu. Die Operationswunde war am Ende des Berichtsjahres durchaus unempfindlich, dagegen klagte der Mann über einen dumpfen Schmerz in der linken Seite, namentlich bei Bewegung. Der Kranke musste in der Folgezeit als dauernd ganzinvalide erklärt werden.

An Knochenbrüchen kamen vor: 2 Unterschenkelbrüche, 2 Brüche des Schlüsselbeins und ein Bruch des Kleinfingermittelhandknochens. Derselbe kam durch einen Hufschlag zu Stande und erforderte eine 41tägige Behandlung, die gleich den übrigen eben er-

wählten Knochenbrüchen — nur ein Unterschenkelbruch blieb noch in Behandlung — mit Heilung endete.

Die zugegangenen 9 Verstauchungen der oberen und 7 der unteren Gliedmassen gingen sämmtlich in Heilung über.

2 Schulterverrenkungen heilten in zusammen 49 Tagen; desgleichen heilten eine Verrenkung des rechten Unterarms im Ellenbogengelenk sowie eine Verrenkung des rechten Fusses.

Schussverletzungen kamen 2 mal vor; das eine Mal handelte es sich um einen Revolverschuss, den sich ein Reiter in der Trunkenheit in den rechten Oberschenkel beigebracht hatte; nach 84tägiger Lazarethbehandlung trat Heilung ein. Der zweite Fall betraf einen Unteroffizier, der in Hatsamas eine Pfändung vornehmen sollte und dabei von seiner Waffe Gebrauch machen musste. Während er lud, traf ein Geschoss sein Gewehr am Schloss und zerriss seine Patrone, sodass Theile derselben oder des Geschosses seinen linken Unterarm streiften. Da eine völlige Heilung nicht eintreten wollte, wurde der Kranke als invalide erklärt.

6 Hieb- und Schnittwunden wurden nach zusammen 122 Tagen geheilt, desgleichen 3 Stichwunden mit zusammen 26, sowie 21 Quetschwunden mit zusammen 259 Behandlungstagen, endlich eine Verbrennung 2. Grades in 3 Tagen.

Gruppe XIII. Sonstige Krankheiten.

9 Zugänge = 14,4 [12,3] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Ein Mann wurde wegen allgemeiner Körperschwäche 17 Tage behandelt und geheilt entlassen. Zur Erholung von Krankheiten, die sie auf anderen Stationen überstanden hatten, waren 8 Mann in Behandlung, von denen 2 vorher an Schwarzwasserfieber, 4 an Wechselfieber, einer am sog. Tropenfieber und einer an Syphilis gelitten hatten.

Gruppe XIV. Zur Beobachtung.

45 Zugänge = 71,8 [61,7] $\frac{0}{100}$ der Iststärke.

Die Beobachtung bezog sich auf Tripper 2 mal, in einem Falle auf Folgen eines Sturzes vom Pferde, 6 mal auf Brustschmerzen, 1 mal auf eine alte Schusswunde im rechten Oberschenkel, 10 mal auf Wechselfieber, 2 mal auf Rheumatismus, 2 mal auf Körperschwäche, 1 mal auf Rückenschmerzen, 1 mal auf Gehirnkrankheit, 2 mal auf Nierenentzündung, 1 mal auf Nervenleiden, 5 mal auf Herzbeschwerden, 1 mal auf Schmerzen im rechten Bein, 1 mal auf chronischen Magenkatarrh, 1 mal auf Morphiumsucht, 1 mal auf Lungenerkrankung, 1 mal auf Schmerzen in der linken Seite, 1 mal auf Lungenspitzenkatarrh, 1 mal auf rheumatisches Fieber, 2 mal auf Magenschmerzen, 1 mal auf Schmerzen im linken Knie und 1 mal auf Krämpfe. Hiervon wurden 44 Mann anderweitig entlassen, während einer im Bestand blieb.

IV. Krankenabgang.

Von den im Berichtsjahr im Ganzen behandelten 1314 Mann wurden 1212 geheilt, 12 starben, 57 gingen anderweitig ab, 33 blieben im Bestand. Die Gesamtzahl der Behandlungstage war 18545. Von den 12 Sterbefällen erfolgten 7 an Malaria, 2 an Tropenfieber, 1 an Lungenentzündung und 2 an Vergiftung. Ueber den einen Fall von Morphiump Vergiftung ist bei „Vergiftungen“ genauer berichtet, der 2. Fall war eine Chininvergiftung. Von den anderweitig abgegangenen 57 waren 2 anderen Lazarethen zur Behandlung überwiesen. Nach abgeschlossener Beobachtung bei nicht festgestelltem Leiden wurden 44 zur Truppe zurückgesandt. In die Heimath beurlaubt wurden 3 Mann. Nach Einleitung des Invaliditätsverfahrens dienstunfähig zur Truppe entlassen wurden 7 Mann, 1 wurde nach Einleitung des Invaliditätsverfahrens nach Europa gesandt.

VII. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika für das Berichtshalbjahr vom 1. April bis 30. September 1900.

In Vertretung des Chefarztes erstattet von

Stabsarzt Dr. Hummel.

I. Krankenzugang.

Die absoluten Zahlen des Krankenzuganges auf den einzelnen Stationen sowie die Verhältnisszahlen, auf je 1000 Mann der Iststärke berechnet, sind aus folgenden Tabellen ersichtlich¹⁾:

A. Deutsche Militärpersonen.

Station	Iststärke	Absolute Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
Aminuis	5,67	11	1940,0
Bethanien	8,17	1	122,4
Epukiro	3,33	5	1501,5
Franzfontein	4,00	4	1000,0
Gibeon *	15,83	14	884,4
Gobabis	20,17	59	2925,1
Grootfontein	16,17	21	1298,7
Keetmanshoop *	61,00	42	688,5
Okahandya	9,17	2	218,1
Omaruru *	77,33	43	556,1
Otjimbingwe	12,50	4	320,0
Otavi	8,17	21	2570,4
Outjo *	73,66	98	1330,4
Rehoboth	9,83	5	508,6
Swakopmund *	60,17	17	282,5
Warmbad	9,33	7	750,3
Windhoek *	239,00	174	728,0
Summa	633,50	528	833,4
[Ganze Truppe]	708,50	—	745,2]

B. Eingeborene Soldaten.

Im Berichtshalbjahr waren bei der Truppe 166 eingeborene Soldaten, die zu verschiedenen Zeiten eingetreten und auf die einzelnen Stationen vertheilt waren. Bei ihnen macht sich noch mehr als bei der weissen Truppe der Umstand geltend, dass sie nicht ständig unter Kontrolle des Sanitätsdienstes gehalten werden können. Die hieraus sich ergebende Unmöglichkeit, die Gesamtiststärke zu verrechnen, macht bei der geringen Anzahl der überhaupt zur Behandlung gelangenden Erkrankungen eine Rapporterstattung werthlos. Eine brauchbare Statistik wird erst dann zu erzielen sein, wenn bei vermehrter Zahl die Eingeborenen zu Truppenkörpern nach dem Muster anderer Kolonien unter ärztlicher Kontrolle zusammengeschlossen werden.

Nach der vorstehend aufgeführten Tabelle ergibt sich für die einzelnen Garnisonen bezüglich des Gesundheitszustandes, mit der gesündesten beginnend, folgende Reihenfolge: Bethanien, Okahandya, Swakopmund, Otjimbingwe, Rehoboth, Omaruru, Keetmanshoop, Windhoek, Warmbad, Gibeon, Franzfontein, Grootfontein, Outjo, Epukiro, Aminuis, Otavi, Gobabis.

Hervorzuheben ist, dass Grootfontein, das als gesundheitlich besonders ungünstig angesehen wurde und noch im Jahrgang 1899/1900 an letzter Stelle stand, diesmal unter den 17 Stationen die 12. Stelle einnimmt, was mit der dort vorgenommenen Entwässerung des Geländes und der Verbesserung in der Unterkunft zusammenhängen dürfte.

¹⁾ Die dem Bericht zu Grunde liegenden Rapporte u. s. w. beziehen sich nur auf die 17 mit einem Arzt (durch einen Stern * bezeichnet) oder einem Sanitätsunteroffizier besetzten Stationen. Bei den Berechnungen der Verhältnisszahlen auf je 1000 Mann ist die Summe der Iststärke dieser 17 Stationen zunächst in Rechnung gestellt und die Gesamtiststärke der Schutztruppe erst daneben in den in eckigen Klammern stehenden Ziffern in Betracht gezogen, z. B. ‰ der Gesamtzugänge: 833,4 [745,2].

Der Krankenzugang der ganzen Schutztruppe, nach den einzelnen Monaten geordnet, ist für die deutschen Militärpersonen aus der nächsten Tabelle ersichtlich.

Monat	Iststärke	Absolute Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
April 1900	606 [722]	95	156,8 [131,6]
Mai	597 [722]	82	137,4 [113,6]
Juni	653 [722]	85	130,2 [117,7]
Juli	647 [695]	75	115,9 [107,9]
August	648 [695]	99	152,8 [142,4]
September	650 [695]	92	141,5 [132,4]

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die drei Monate April, August und September des Berichtshalbjahres die höchsten absoluten und relativen Zugangsziffern aufwiesen, doch bestand auch bei den drei anderen Monaten Mai, Juni und Juli ein sehr wesentlicher und bleibender Rückgang nicht.

Im Berichtshalbjahr 1900 hat kein Feldzug stattgefunden. Nach Rückkehr der 3. Feldkompagnie im Mai nach Keetmanshoop von der Südostgrenze, wo sie behufs Absperrung der Grenze vertheilt gewesen war, wurde von derselben noch ein grösserer Uebungsritt nach Berseba vorgenommen. Einen besonderen nachtheiligen Einfluss auf den Gesundheitszustand haben diese Unternehmungen nicht gehabt.

II. Die im Berichtshalbjahr 1900 zur Ausführung gelangten sanitären Massregeln in Bezug auf Unterkunft, Verpflegung, Trinkwasser, Bekleidung, Aborte, Grund und Boden, und sonstige die Gesundheit der Schutztruppe betreffenden Verhältnisse.

In der Kaserne in Windhoek wurden die Mannschaftszimmer höher gebaut, mit grösseren Fenstern versehen; auch wurde an der Vorderseite der Kaserne eine Veranda angebracht, auf welcher sich die Soldaten bei Tag aufhalten können.

Mit einem Erweiterungsbau des Lazareths mit 4 Krankenzimmern wurde begonnen.

In Omaruru wurde an dem Bau der 3 Kasernengebäude und des Lazareths gearbeitet. Dieselben wurden aus gebrannten Backsteinen aufgeführt; die Zimmer erhielten eine Höhe von 4,30 m, zum Theil Holz-, zum Theil Dachleinwandverschalung, cementirten Fussboden und Oelfarbenanstrich an den Wänden; an der Nord- und Südseite Veranden. Aus den beiden Stationsgärten wurden nach Möglichkeit frische Gemüse an die Mannschaft abgegeben. In der Nähe der Kasernen wurde ein neuer Brunnen geschaffen. Eine Badeanstalt für die Mannschaft wurde angelegt.

In Keetmanshoop wurde das neue Regierungslazareth bezogen, und dadurch die bisher als Lazareth in der Kaserne benutzten 4 Zimmer für die Mannschaften der 3. Feldkompagnie frei gemacht. Dadurch dass das Bureau der Bezirkshauptmannschaft, die Bezirkskasse und der Zahlmeister die Kaserne räumten, wurden der 3. Feldkompagnie noch weitere Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt, sodass jetzt Raum genug vorhanden ist, um die Truppe bequem und luftig unterzubringen.

Auf Khabus wurde mit dem Bau eines grösseren Stationshauses aus Bruchsteinen begonnen, in Hasuur ein neues Stationsgebäude errichtet. Der Bau des neuen Lazareths wurde fertig gestellt, die inneren Arbeiten jedoch nicht vollendet. Für den Sanitätsdienst wurden in Gebrauch genommen: ein Zimmer als Operationszimmer, ein Zimmer als Revierstube und Bureau, ein Zimmer als Offiziers- und Beamtenkrankenzimmer, ein Zimmer als Wohnzimmer für die Sanitätsgefreiten, zwei Zimmer als Apotheke, ein Zimmer als Wohnzimmer für den Sanitätssergeant, zwei Räume zum Unterbringen der gesammten Vorräthe, zwei Räume als Krankenzimmer für Weisse. Leider mussten 5 Räume vom Lazareth für anderweitige Zwecke abgegeben werden, und zwar: ein grosses Zimmer als Bureau der Bezirkshauptmannschaft, ein Zimmer für die Bezirkskasse, ein Zimmer als Wohnung für den Gerichtsschreiber, ein Zimmer als Wohnung für den Zahlmeisteraspiranten, ein Zimmer für einen Brunnenbohrer. Es fehlen dem Lazareth somit noch vollständig: eine Küche, ein Badezimmer, ein Zimmer für kranke eingeborene Soldaten, ein Zimmer als Isolirzimmer, ein Zimmer als drittes Krankenzimmer für Weisse, ein Raum zum Aufstellen des Destillir-

apparats. Es wäre entschieden wünschenswerth, wenn das Lazareth nur seinem eigentlichen Zweck dienen und nicht als ein Gebäude betrachtet würde, in welchem Bureaus und Beamte, die anderweitig nicht untergebracht werden können, Aufnahme finden.

Aehnlich verhält es sich mit dem ursprünglich für Lazarethzwecke vorgesehenen Gebäude in Gibeon, wo 2 Familien untergebracht sind.

Gegen Pocken wurden 72 Eingeborene erstmals geimpft, 89 nachgeimpft.

In Outjo wurde im Rohbau fertig gestellt die südliche Hälfte des Hauptgebäudes des Lazareths und das zu diesem gehörende Küchengebäude.

Ueber einem neu im Kalkboden gesprengten Wasserloch wurde ein Wasserturm gebaut und auf demselben ein Windmotor angebracht. Das Wasserloch liefert ein klares, wohlschmeckendes Wasser.

Gegen Pocken wurden 98 Eingeborene meist mit Erfolg geimpft.

Leider bestand immer noch der an einem Ort, wo notorisch viel Wechselfieber vorkommt, doppelt unhaltbare Zustand, dass die Kompagnie nicht genügend Matratzen und Bettstellen für die Mannschaften hatte, so dass das Lazareth fortwährend mit seinen Beständen aushelfen musste.

In Gobabis wurden umfangreiche Entwässerungsarbeiten in dem der Kaserne benachbarten Gelände vorgenommen.

III. Klinische Beobachtungen und kasuistische Mittheilungen, besprochen nach den einzelnen Krankheitsgruppen.

Gruppe I. Allgemeine Krankheiten.

209 Zugänge = 329,9 [295,0] ‰ der Iststärke.

Ein vereinzelt dastehender Fall von Wundrose kam in Omaruru in Zugang, welcher nach 9tägiger Behandlung geheilt entlassen wurde.

Schwarzwasserfieber kam nicht zur Beobachtung.

Unter der Diagnose „Wechselfieber“ waren 4, einer davon kompliziert mit Lungenentzündung, im Bestande vom vorigen Jahr; 189 neue Fälle kamen in Zugang, 3 mal ist Malaria als Komplikation aufgeführt. Kompliziert mit anderen Krankheiten waren 7 Fälle und zwar: 4 mit Blutarmuth und Herzschwäche, 2 mit Herzschwäche und 1 mit Magenblutung bzw. Magengeschwür. Dazu sind noch zu rechnen die Malariaerkrankungen auf Stationen ohne Sanitätspersonal, über die nicht rapportirt ist.

Mit 189 Zugängen (= 35,8 ‰ aller Zugänge) steht Malaria im Vordergrund aller Erkrankungen; darunter waren 29 Rückfälle.

Die Betheiligung der einzelnen Stationen und der Monate an dieser Erkrankung ist aus den beiden nächsten Tabellen ersichtlich.

Station	Iststärke	Absolute Zahl der Zugänge	‰ der Iststärke
Aminuis	5,67	7	1234,6
Bethanien	8,17	—	—
Epukiro	3,33	4	1201,2
Franzfontein	4,00	3	750,0
Gibeon	15,83	3	189,5
Gobabis	20,17	49	2429,4
Grootfontein	16,17	17	1051,3
Keetmanshoop	61,00	1	16,4
Okahandya	9,17	—	—
Omaruru	77,33	10	129,3
Otjimbingwe	12,50	—	—
Otavi	8,17	19	2325,7
Outjo	73,66	44	597,3
Rehoboth	9,83	1	101,7
Swakopmund	60,17	3	49,9
Warmbad	9,33	—	—
Windhoek	239,00	28	117,2
Summe	633,50	189	298,3
[Ganze Truppe]	708,50	—	266,8]

Monat	Iststärke	Zugänge	‰ der Iststärke
April 1900	606 [722]	46	75,9 [63,7]
Mai	597 [722]	42	70,4 [58,2]
Juni	653 [722]	35	53,6 [48,5]
Juli	647 [695]	20	30,9 [28,8]
August	648 [695]	23	35,5 [33,1]
September	650 [695]	23	35,4 [33,1]

Die Malaria tritt also in den Stationen des Ostens und Nordens noch immer in ziemlich erheblicher Stärke auf, wenn auch gegen die früheren Jahre in Folge der Verbesserungen in Unterkunft und Verpflegung und der in der Umgebung der Stationen vorgenommenen sanitären Massnahmen ein ganz bedeutender Rückgang der Wechselfiebererkrankungen festzustellen ist. Letztere treten durchaus nicht vorwiegend auf Patrouillenritten, sondern meist auf den Stationen selbst auf; Erkrankungen auf Patrouillenritten kommen sehr häufig überhaupt nicht zur Kenntniss des Sanitätspersonals.

Absolute Zahl der Wechselfiebererkrankungen im Berichtsjahr 1898/99: 843
1899/00: 488.

Die Behandlung bestand, abgesehen von Wicklungen, Packungen, schweisstreibenden und anregenden Mitteln, hauptsächlich in der Darreichung von Chinin. hydrochlor. in Tablettenform. Zeitlich wurde der Zeitpunkt etwa 5 Stunden vor dem zu erwartenden Anfall, meist die frühen Morgenstunden, festgehalten bei der Darreichung von Chinin per os, wobei meist 1,0 g auf einmal gegeben wurde, zuweilen $2 \times 0,5$ g in 1 bis 2ständiger Pause. Tagesdosis 0,5, selten 1,5 g, meist 1,0 g. Sehr bewährt hat sich in vielen Fällen, in denen die Darreichung von Chinin per os wegen Brechneigung oder wegen augenscheinlich ungenügender Resorption nicht angängig erschien, die subkutane Einverleibung von 0,5 g Chinin 1 bis 1½ Stunden vor dem zu erwartenden Anfall, ebenso hat sich diese Darreichung bei kontinuierlichem Fieber als nutzbringend erwiesen.

Von den im Berichtshalbjahr 1900 zugegangenen und als Bestand übernommenen 193 Fällen wurden 178 als geheilt entlassen; 10 gingen anderweitig ab und zwar:

2 Mann wurden zur weiteren bezw. ärztlichen Behandlung anderen Lazarethen des Schutzgebiets überwiesen;

4 Mann wurden wegen körperlicher Dienstunbrauchbarkeit heimgesandt;

4 Mann kamen nach Einleitung des Dienstunbrauchbarkeits- bezw. Invaliditätsverfahrens dienstunfähig zur Truppe zurück.

Für das nächste Rapportjahr blieben 4 im Bestand, 1 starb.

Dieser Fall von tropischem Wechselfieber betrifft einen Mann, der vom Dezember 1899 bis Mai 1900 auf dem Pferdeposten Soris-Soris und Kaukaisis gewesen war. Während dieser Zeit soll er an wiederholten Fieberanfällen gelitten haben. Am 26. Mai, sofort nach seiner Rückkehr nach Outjo, wurde er in das Lazareth Outjo aufgenommen. Es bestanden hochgradige Abmagerung und Körperschwäche, ausserdem Zeichen von Herzschwäche, Verbreiterung der Herzdämpfung und bei ziemlich hochgradiger Milzschwellung remittirendes Fieber; im Blut fanden sich die Erreger der tropischen Malaria. Unter Behandlung mit Chinin, Methylenblau und hydrotherapeutischen Massnahmen verschwand das Fieber Ende Juni vorübergehend, so dass der Kranke das Bett wieder täglich für einige Zeit verlassen konnte. Anfang Juli kehrte jedoch das Fieber wieder, wurde, ohne auf Chinin, Methylenblau und hydrotherapeutische Applikationen zu reagieren, kontinuierlich; es stellte sich ein rapider Kräfteverfall ein, und am 17. Juli trat unter den Zeichen von Herzlähmung der Tod ein. Die Sektion ergab Erweiterung des Herzens, hochgradigen Muskelschwund am Herzen in Folge fettigen Zerfalls der Muskelsubstanz, Atrophie des Leberparenchyms mit bindegewebiger Schrumpfung, ausgedehnte Blutfarbstoffablagerungen in der Leber, Milzschwellung.

Mit katarrhalischem Fieber (Grippe) kamen 10 Mann in Zugang; 9 davon wurden geheilt entlassen, 1 blieb im Bestand. Durchschnittlich betrug die Behandlungsdauer 6 Tage.

An akutem Gelenkrheumatismus kamen zu einem aus dem Vorjahr im Bestand gebliebenen 2 neue Fälle in Zugang, davon einer kompliziert mit Wechselfieber; ausserdem 2 Fälle von chronischem Gelenkrheumatismus, davon einer kompliziert mit Wechselfieber. Sämmtliche Fälle konnten nach zusammen 84 bezw. 28 Behandlungstagen geheilt entlassen werden.

Unter der Diagnose „Blutarmuth“ kamen 5 Mann, ausserdem 4 Komplikationen in Zugang. Zwei von den zugekommenen 5 Fällen waren mit Herzschwäche kompliziert. Von den in Zugang gekommenen 5 Mann wurden 3 als geheilt entlassen, 2 wegen körperlicher Dienstunbrauchbarkeit heimgesandt; bei dem einen hatten sich, nach mehrmaligen Wechselfiebertfällen, die Zeichen von Blutarmuth und Herzschwäche eingestellt, der andere hatte ein mehrwöchentliches Wechselfieber mit meist hohen Temperatursteigerungen und nur ganz vorübergehenden Remissionen überstanden, in dessen Gefolge sich hochgradige Körperschwäche und beginnende Herzschwäche einstellten.

Gruppe II. Krankheiten des Nervensystems.

1 Zugang = 1,6 [1,4] ‰ der Iststärke.

Ein Fall von Ischias, blieb im Bestande.

Gruppe III. Krankheiten der Athmungsorgane.

16 Zugänge = 25,3 [22,6] ‰ der Iststärke.

Ein Mann mit Entzündung des Nasenganges wurde nach 4 tägiger Behandlung geheilt entlassen.

An akutem Kehlkopfkatarrh, verbunden mit Luftröhrenkatarrh, von denen ein Fall mit Bronchialkatarrh kompliziert war, litten 3 Mann, die sämtlich geheilt entlassen wurden. 9 Zugänge unter der Diagnose Bronchialkatarrh kamen nach durchschnittlich 11 Behandlungstagen dienstfähig zur Truppe zurück. Die 2 Fälle von Lungenentzündung, welche von Omaruru und Windhoek in Zugang kamen, konnten mit zusammen 92 Behandlungstagen als geheilt zur Truppe entlassen werden.

Mit Lungentuberkulose kam ein Reiter im Garnisonlazareth Berlin in Zugang, welcher nach 58 tägiger Lazarethbehandlung ins Bad Lippspringe entlassen worden ist.

Gruppe IV. Krankheiten der Zirkulationsorgane.

6 Zugänge = 9,5 [8,5] ‰ der Iststärke.

Zu dem vom Vorjahre im Bestand gebliebenen einen Herzleidenden kam im Berichtshalbjahr 1900 ein neuer Zugang mit Herzklopfen und 8 Fälle von Herzschwäche (als Komplikation). Von den obigen 2 Fällen wurde der eine als geheilt, der andere nach Einleitung des Dienstunbrauchbarkeits- bzw. Invaliditätsverfahrens dienstunfähig zur Truppe entlassen.

Ein Zugang mit Hämorrhoiden, einer mit Entzündung der Lymphgefässe und 3 mit Erkrankung der Lymphdrüsen konnten nach 16, 10 und 18 Behandlungstagen als geheilt zur Truppe entlassen werden.

Gruppe V. Krankheiten der Ernährungsorgane.

75 Zugänge = 118,4 [105,9] ‰ der Iststärke.

Erkrankungen des Kiefers und der Zähne kamen 5 mal vor, die in zusammen 16 Behandlungstagen geheilt wurden. 23 Fälle von Mandelentzündung wurden in zusammen 137 Behandlungstagen geheilt. In der Rubrik „Andere Mund- und Rachenkrankheiten“ war aus dem Vorjahre 1 Mann als Bestand geblieben; neu hinzu kamen 3 Kranke; sämtliche wurden nach 27 Behandlungstagen geheilt. 2 Erkrankungen der Speicheldrüsen, eine davon kompliziert mit Blinddarmentzündung, wurden in 17 Tagen geheilt entlassen.

Sehr häufig waren Magen-Darmerkrankungen verschiedener Art, vom einfachen schnell vorübergehenden Magenkatarrh bis zum chronischen Darmkatarrh. 10 Fälle von akutem Magenkatarrh, davon einer kompliziert mit akutem Darmkatarrh, wurden sämtlich nach durchschnittlich 8 Behandlungstagen geheilt entlassen; ebenso ein Mann mit Magenkrampf nach 4 Tagen.

Die 9 Zugänge von akutem Darmkatarrh wurden nach zusammen 48 Behandlungstagen geheilt, während ein Zugang mit chronischem Darmkatarrh, welcher im Garnisonlazareth Berlin in Zugang kam, im Bestand verblieb. Ein Mann mit habitueller Verstopfung wurde nach eintägiger Behandlung zur Truppe entlassen.

An Eingeweidewürmern erkrankten 16 Mann, die nach zusammen 25 Behandlungstagen geheilt entlassen wurden.

Mit Leberleiden kamen 2 Mann in Zugang, davon 1 mit katarrhalischer Gelbsucht, der andere mit Leberentzündung, kompliziert mit Verstopfung; beide konnten nach 19 bzw. 12 Behandlungstagen geheilt zur Truppe entlassen werden.

2 Zugänge mit Mastdarmfistel, welche denselben Mann betrafen, konnten mit zusammen 105 Behandlungstagen geheilt zur Truppe entlassen werden.

Gruppe VI. Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane.

7 Zugänge = 11,0 [9,9] ‰ der Iststärke.

Mit Nierenentzündung war ein Mann im Bestand vom vorigen Jahre. Da später zu diesem Leiden eine Erkrankung des Herzens hinzutrat, musste derselbe nach Einleitung des Dienstunbrauchbarkeits- bzw. Invaliditätsverfahrens dienstunfähig zur Truppe entlassen werden.

1 Fall von Harnröhrenverengung wurde nach 3tägiger Behandlung geheilt entlassen.

Mit Erkrankungen der Vorhaut kamen 4 Mann in Zugang, welche, ebenso wie 2 Fälle mit Wasserbruch, nach zusammen 29 bzw. 38 Behandlungstagen geheilt entlassen werden konnten.

Gruppe VII. Venerische Krankheiten.

82 Zugänge = 129,4 [117,1] ‰ der Iststärke.

Ausser 8 Tripperkranken vom Vorjahr wurden 57 neue Tripper-Patienten aufgenommen. Es wurden davon 50 geheilt entlassen; 1 ging anderweitig ab und zwar wurde derselbe einem anderen Lazareth zur weiteren bzw. ärztlichen Behandlung überwiesen; 14 blieben im Bestand. Kompliziert mit anderen Krankheiten waren 6 Fälle und zwar: 4 mit Nebenhodenentzündung, 1 mit Blinddarmentzündung und 1 mit Hämorrhoiden. Als Einspritzungsmittel wurde meist Zinc. sulfur. 1:200 benutzt.

Mit Nebenhodenentzündungen kamen zu einem Bestand aus dem Vorjahre von 1 Mann 5 neue Zugänge, die sämtlich, ebenso wie ein Fall mit spitzen Feigwarzen, in zusammen 51 bzw. 5 Behandlungstagen geheilt entlassen wurden.

Weicher Schanker ist im hiesigen Schutzgebiet verhältnissmässig selten. Von den in Zugang gekommenen 7 Fällen wurden 5 geheilt, 2 blieben im Bestand. Als Komplikation trat zweimal Bubo auf, einmal Wechselfieber. Zu 8 aus dem Vorjahre im Bestand gebliebenen an Syphilis Erkrankten traten 12 neue Fälle; 16 gingen als geheilt zur Truppe zurück, während die übrigen 4 Mann im Bestand verblieben. Die Durchschnittsbehandlungsdauer betrug 21 Tage.

Gruppe VIII. Augenkrankheiten.

15 Zugänge = 23,7 [21,2] ‰ der Iststärke.

2 Fälle von Erkrankungen der Augenlider wurden nach zusammen 6 Behandlungstagen geheilt.

Aus dem Vorjahre wurde 1 Fall von Entzündung der Augenbindehaut übernommen; mit derselben Krankheit kamen neu hinzu 12 Mann, die sämtlich geheilt entlassen wurden.

Ein Fall von Hornhautgeschwür, entstanden durch Verletzung mit einem Stück Eisenblech, kam in Omaruru in Zugang und verblieb im Bestande für das nächste Rapportjahr.

Gruppe IX. Ohrenkrankheiten.

8 Zugänge = 12,6 [11,3] ‰ der Iststärke.

Mit Erkrankungen des äusseren Gehörganges kamen 7 Mann und mit Mittelohrkatarrh 1 Mann in Zugang. Sämtliche Zugänge wurden nach insgesamt 68 bzw. 11 Behandlungstagen geheilt zur Truppe entlassen.

Gruppe X. Krankheiten der äusseren Bedeckungen.

20 Zugänge = 31,6 [28,2] ‰ der Iststärke.

5 Mann, welche mit akuten Hautkrankheiten in Zugang kamen, wurden nach zusammen 27 Behandlungstagen geheilt entlassen.

Zellgewebsentzündungen kamen 7mal, Furunkel 2mal und Panaritien 6mal in Zugang. Sämtliche Kranke konnten nach durchschnittlich 10,5 bzw. 17 Behandlungstagen dienstfähig zur Truppe entlassen werden.

Gruppe XI. Krankheiten der Bewegungsorgane.

23 Zugänge = 36,3 [32,5] ‰ der Iststärke.

Mit Knochenentzündung kamen zu einem aus dem Vorjahr im Bestand Gebliebenen 2 Zugänge; von diesen 3 Mann wurde einer nach kurzer Lazarethbehandlung als geheilt entlassen, der zweite kam nach Einleitung des Dienstunbrauchbarkeits- bzw. Invaliditätsverfahrens anderweitig zur Truppe, der dritte, welcher im Garnisonlazareth Berlin war, verblieb im Bestand.

Lokaler Muskelrheumatismus gelangte in der verhältnissmässig hohen Zahl von 20 Zugängen, wozu noch ein Patient aus dem Vorjahr kam, in Behandlung. Kompliziert mit Muskelrheumatismus war ein Fall von Sehnenzerrung im linken Fuss. Von den 21 in Behandlung gewesen Kranken wurden 20 geheilt, 1 verblieb im Bestand.

Ein Mann mit Schleimbeutelentzündung am rechten Knie kam nach 21 tägiger Lazarethbehandlung wieder dienstfähig zur Truppe zurück.

Gruppe XII. Mechanische Verletzungen.

46 Zugänge = 72,6 [64,9] ‰ der Iststärke.

Mit Wundlaufen kam 1 Mann in Zugang, welcher nach 5 tägiger Behandlung dienstfähig entlassen wurde.

Zu einem Bestand aus dem Vorjahr von 1 Mann kamen 18 Zugänge mit Quetschung. Es wurden davon 17 als geheilt entlassen, einer blieb im Bestand und einer wurde nach Einleitung des Dienstunbrauchbarkeits- bzw. Invaliditätsverfahrens dienstunfähig zur Truppe entlassen. Im letzteren Falle handelte es sich um eine äussere Dienstbeschädigung, die durch Umschlagen eines Eselkarrens entstanden war und in einer Rippen- und Unterleibsquetschung bestand. Eine Erläuterung über den Verlauf dieser Krankheit ist bereits im Bericht des vorigen Rapportjahres enthalten.

Mit Knochenbruch kam 1 Mann aus Warmbad in Zugang, welchem beim Abladen von Zementfässern ein Fass auf den rechten Unterschenkel gefallen war. Er verblieb im Bestande für das nächste Rapportjahr. Der vom Vorjahr im Bestand gebliebene Fall von Unterschenkelbruch musste nach Einleitung des Dienstunbrauchbarkeits- bzw. Invaliditätsverfahrens dienstunfähig zur Truppe entlassen werden.

6 Verstauchungen der oberen und 1 der unteren Gliedmassen, wozu als Komplikation „noch eine Quetschwunde“ trat, gingen sämtlich in Heilung über.

Mit Schussverletzung kamen 4 Mann in Zugang, und zwar handelte es sich bei 2 Fällen um denselben Mann, welcher mit Schussverletzung am linken Mittelfinger zuerst in Windhoek, später in Keetmanshoop behandelt wurde; er konnte nach zusammen 18 Behandlungstagen dienstfähig zur Truppe entlassen werden. Die beiden anderen Fälle betrafen eine Schusswunde an der rechten Hand und eine Schusswunde im rechten Mittelfuss; beide blieben im Bestand für das nächste Rapportjahr.

5 Hieb- und Schnittwunden wurden nach durchschnittlich 7 Tagen geheilt entlassen.

Von 9 Fällen von Quetschwunden, von denen 1 mit Bruch der 4. linken Rippe und Verstauchung des rechten Hüftgelenks kompliziert war, kamen 7 Fälle zur Heilung, 2 blieben im Bestand.

Eine Verbrennung 2. Grades wurde geheilt in 11 Tagen.

Gruppe XIII. Sonstige Krankheiten.

3 Zugänge = 4,7 [4,2] ‰ der Iststärke.

Als Rekonvaleszenten nach auf anderen Stationen überstandenen Wechselfieber waren 3 Mann in Lazarethbehandlung, die nach einer Durchschnittsbehandlung von 6 Tagen dienstfähig zur Truppe entlassen wurden.

Gruppe XIV. Zur Beobachtung.

17 Zugänge = 26,8 [24,0] ‰ der Iststärke.

Zu einem Bestand aus dem Vorjahre kamen 17 neue Zugänge, und zwar:

1 Fall zur Beobachtung auf Muskelrheumatismus, 1 auf Wechselfieber und Magenbeschwerden, 1 auf Magenkatarrh, 1 auf Kopfschmerzen, 7 Fälle auf Malaria, 4 auf Herzbeschwerden, 2 auf Epilepsie.

Sämtliche 18 Fälle konnten nach zusammen 282 Verpflegungstagen nach abgeschlossener Beobachtung zur Truppe entlassen werden.

IV. Krankenabgang.

Von den im Berichtshalbjahr im Ganzen behandelten 561 Mann wurden 487 geheilt; 1 starb; 37 gingen anderweitig ab und 36 blieben im Bestand. Gesamtzahl der Behandlungstage 7580.

Der einzige Sterbefall erfolgte an Malaria und Herzschwäche und ist in Gruppe I näher erläutert worden.

Von den „anderweitig abgegangenen“ 37 Mann waren 3 anderen Lazarethen zur weiteren bzw. ärztlichen Behandlung überwiesen; einer, welcher in Deutschland behandelt wurde, wurde nach Bad Lippspringe gesandt. Wegen körperlicher Unbrauchbarkeit heimgesandt wurden 6 Mann; nach abgeschlossener Beobachtung zur Truppe entlassen wurden 18 Mann; nach Einleitung des Dienstunbrauchbarkeits- bzw. Invaliditätsverfahrens kamen dienstunfähig zur Truppe zurück 9 Mann, die Ursache war bei 2 Mann Malaria, bei 1 Malaria und Lungenentzündung, bei 1 Malaria und Herzfehler, bei 1 Herzfehler, bei 1 Nierenentzündung, bei 1 Knochenentzündung, bei 1 Quetschung der Rippen und des Unterleibs und bei 1 Unterschenkelbruch. 36 Mann blieben im Bestand für das nächste Berichtsjahr.

E. Marshall-Inseln.

Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marshall-Inseln in der Zeit vom 1. April 1900 bis 31. März 1901.¹⁾

Von

Dr. Schnee, Arzt.

Die Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes während des Etatsjahrs 1900—1901 können als günstige bezeichnet werden. Im Juli und August trat allerdings eine kleine Epidemie des „katarrhalischen“ Icterus auf, an welcher 6 Personen erkrankten; 5 davon gelangten in 2 bis 3 Wochen, die letzte erst in 2 Monaten zur Heilung. Im Januar kamen wiederum 2 derartige Fälle zur Beobachtung. Indessen nahm die Krankheit nach kurzer Zeit einen so bösartigen Charakter an, dass sie unter Erscheinungen, sehr ähnlich der akuten, gelben Leberatrophie, beide Male zum Tode führte. — Im Dezember begann eine Influenza-Epidemie, welche sich bis Ende Januar und Anfang Februar hinzog. Sie zeichnete sich im Gegensatz zu den beiden im vorhergehenden Jahre durch ihre Gutartigkeit aus; Lungenentzündung kam als Nachkrankheit nur einmal, und zwar Ende des vergangenen Kalenderjahres zur Beobachtung. Sehr zahlreich waren dagegen Bronchitiden, sowie eine eigenthümliche keuchhustenartige Krankheit, welche namentlich bei Kindern nach Influenza häufig auftrat. Während die Farbigen vielfach erkrankten, blieb die weisse Bevölkerung mehr verschont, obwohl letztere, insbesondere unter der erwähnten Form, gleichfalls zu leiden hatte. Im Februar trat eine kleine Epidemie von Mumps auf, welche durch vorwiegendes Befallenwerden der Submaxillaris sich auszeichnete.

Ueber die Anzahl der Behandelten giebt folgende Tabelle Aufschluss.

Zeit	Einheimische	Weisse Fremde	Insgesamt	Neu hinzugekommene Farbige	Summe	An Quartalanfang in Behandlung Befindliche	Gesamtsumme
1. April — 1. Juni 1900	10	8	18	177	195	201	396
²⁾ 3. August — 30. September 1900	13	6	19	127	146	2 ³⁾	2 ³⁾
1. Oktober — 31. Dez. 1900	10	7	17	124	141	131	272
1. Januar — 31. März 1901	16	4	20	137	157	89	246

¹⁾ Vergl. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 17. Band S. 558.

²⁾ Während der Monate Juni und Juli war der Arzt auf einer Dienstreise nach Nauru begriffen, weshalb für diese Zeit keine Angaben gemacht werden können.

Bei den Europäern wurden folgende Krankheiten behandelt: Angina (einmal sehr schwer), eitrige Brustdrüsen- und Nabelentzündung, Katarrhe der Blase, der Luftröhre, des Mittelohrs, sowie der Konjunktiva (19 mal infektiös), Fehlgeburt (Blasenmole), Gallen- und Nierensteine, Gesichtsnervalgie, Leistenbruch, Podagra, Schanker, Syphilis, Tinea imbricata, Tripper, ferner rother Hund, Bubonen, Furunkel, Fingerverletzungen etc.

Unter den Farbigen stellten wie immer Syphilis und Hautkrankheiten das grösste Kontigent, worüber folgende Tabelle Auskunft giebt. Nicht mit aufgeführt werden: Leisten- drüsen-Vereiterungen und Blennorrhoea neonatorum (je 3 mal beobachtet).

An Haut- und Geschlechtskrankheiten behandelte Eingeborene:

	Fram- boesie	Tinea	Syphilis				Schan- ker	Trip- per
			insge- samt	tertiär	heridi- tär	primär		
1. April — 1. Juni 1900	7	sehr häufig	32	27	5	—	5	17
3. August — 30. September 1900	5	do.	24	21	2	1	4	8
1. Oktober — 31. Dezember 1900	12	28	63	55	8	—	3	13
1. Januar — 31. März 1901 . . .	13	23	43	37	5	1	2	11
Summa	37	?	162	140	20	2	14	49

Von inneren Krankheiten kamen bei Eingeborenen zur Behandlung: Icterus, Ascites, Dysenterie, Endocarditis ulcerosa, Proctitis membranacea, Soor, Stomatitis, Angina (häufig), chronischer Stirnhöhlenkatarrh, Kehlkopfkatarrh, Keuchhusten, Bronchitis, Asthma, Anaemie, Magenerweiterung, Bauchfellentzündung, Fischvergiftung, auf welche letztere ich unten noch zurückkomme.

Ferner ist zum zweiten Male ein Fall von Tuberkulose unter den Farbigen festgestellt, er betraf ein etwa zwanzigjähriges Mädchen, welches ihre Tante, die im November 1899 hier an dieser Krankheit verstarb, bis an ihr Ende gepflegt und sich dabei wahrscheinlich infiziert hat. Jene hatte den Krankheitskeim wahrscheinlich von einem alten weissen Händler bezogen, mit dem sie 20 Jahre zusammenlebte. Das Mädchen zeigte Lungenerscheinungen, Rippencaries, tuberkulöse Mastitis und starb Mitte November. Seit einiger Zeit beobachte ich zwei Frauen mit habitus phthisicus, welche möglicherweise im Anfangsstadium dieser Krankheit stehen, indessen war etwas Positives bisher nicht festzustellen.

Bei Kindern war Soor häufig, vereinzelt sah ich Pemphigus, Intertrigo, Erythrasma („Djenn“ genannt), Impetigo, einige Fälle von Molloscum contagiosum. Zwei Kinder mit angeborener Syphilis (eins hatte ausserdem einen Nabelbruch) gingen zu Grunde. Ich habe indessen, seit ich hier bin, bereits zweimal Neugeborene gesehen, welche gesund schienen und bisher, soweit ich die Sache verfolgen konnte, auch keine Zeichen von Lues erkennen lassen.

Von äusseren Erkrankungen sind im Laufe des Jahres behandelt: Syphilitische Geschwüre, Narbenkontrakturen, Eierstocksgeschwülste (Laparatomie), Hygrome, Thränensackleiden, Circumcisio, fibromatöse Geschwülste der weiblichen Genitalien, Amputationen von Fingern, Haifischbiss, Nasenpolypen, Hornhautentzündungen und -Trübungen sowie eine Linsenluxation.

Von einem Leprösen ist zu berichten, dass die Krankheit Fortschritte macht, indem sich vielfach neue Knoten an den Extremitäten bilden.

Bereits einige Male hatte ich Gelegenheit, hieselbst Fischvergiftungen zu beobachten und möchte darüber an dieser Stelle zusammenhängend berichten. Die giftigen Fische Jaluits sind in zwei scharf auseinanderzuhaltende Klassen zu bringen. Die einen sind mit Giftstacheln ausgerüstet, welche sie zu ihrer Vertheidigung benutzen. Ein Stechrochen, sowie mehrere Arten mit scharfen Stacheln in der Rückenflosse sind hier zu erwähnen. Ersterer verwundet mit seinem langen Schwanz ähnlich einem Skorpion. Obwohl diese Thiere keine Giftdrüsen besitzen, auch ihre Stacheln nicht durchbohrt sind, so sind sie dennoch giftig; der zähe Schleim, welcher die Stacheln bedeckt, gelangt bei Verletzungen in das Blut des Menschen und entfaltet dort seine verderbliche Wirkung. Jedenfalls sind die gesetzten Erscheinungen derartig schwer, dass sie unmöglich durch die mechanische Verletzung allein bedingt sein können. — Viel gefährlicher und mit Giftschlangen auf eine Stufe zu stellen sind die hiesigen Linanceia-Arten (horrida und verrucosa sind die verbreitetsten). Jeder ihrer nadelscharfen Rückenstacheln zeigt vorn und hinten eine tiefe Furche, in der ein häutiger Schlauch liegt, der nach unten in die sackförmige Giftdrüse sich fortsetzt. Der Giftkanal öffnet sich nahe der Spitze jedes Stachels. Die Rückenflosse ist von einer Hautduplikatur

bekleidet, aus welcher die obere Partie dieser Stacheln eben hervorsieht. Wie ich an Exemplaren, die ich gefangen hielt, beobachtet habe, richtet der Fisch beunruhigt seine spitzen Waffen sogleich empor, die jetzt durch eine Art Charnirvorrichtung festgestellt und zugleich halb entblösst werden. Der plumpe Fisch, der einem mit Algen etc. bewachsenen Korallenblocke täuschend ähnlich sieht, liegt ruhig zwischen den Felsen oder unter dem Sande. Wenn jemand auf ihn tritt, so dringen die Stacheln mit grosser Gewalt in den Fuss ein, und das Gift ergiesst sich, umsomehr als der Giftsack dabei mechanisch ausgedrückt wird. Die Verwundung ist ungemein schmerzhaft. Ein derartig verletzter Mann krümmte sich, vor Schmerzen winselnd, was bei der hiesigen Bevölkerung, welche sich, ohne einen Laut auszustossen, langdauernden chirurgischen Operationen unterzieht, viel sagen will.

Andere Fische der hiesigen Lagune sind zwar an und für sich harmlos, jedoch ist ihr Fleisch giftig. Bei manchen Arten zieht der Genuss stets schwere Folgen nach sich, bei anderen nur bisweilen, sodass eine Spezies in der einen Gruppe gegessen werden kann, während sie in der nächsten tödtlich wirkt. Als Illustrirung hierzu diene folgender Fall: Ein erst kürzlich nach Jaluit übergesiedelter Eingeborener hatte gefischt und brachte seine Beute nach Hause. Obwohl ihn seine von hier gebürtige Frau, sowie mehrere Männer darauf aufmerksam machten, einer der gefangenen Fische sei giftig, so bereitete er ihn doch zu und verzehrte ihn, da er sich erinnerte, den Fisch in seiner Heimath Ebon oftmals ohne Schaden gegessen zu haben. Er starb am 3. Tage; die Frau hatte an dem Mahle keinen Antheil genommen.

Der Grund, warum bestimmte Arten manchmal giftig sind, liegt offenbar in der Nahrung. An Oertlichkeiten, wo die Thiere schädliche Substanzen fressen, wie giftige Quallen, Korallen oder sich zersetzende organische Stoffe, dürfte ihr Fleisch ungeniessbar sein, dort, wo sich ihnen gesunde Nahrung bietet, wird ihr Genuss keine üblen Folgen haben. Die Annahme, dass die Beschaffenheit des Futters die Beschaffenheit des Fleisches bedingt, erklärt auch, warum die Thiere zu einer Jahreszeit giftig sind, zu einer anderen aber nicht. Dann ist eben jener Stoff, welcher dem Fischfleiße die schädlichen Eigenschaften giebt, gerade in Menge vorhanden, so dass die Thiere ganz oder doch zum grössten Theile davon leben.

Ein Fall von Fischvergiftung, den ich selbst beobachtete, verlief folgendermassen: Ein kräftiger, jüngerer Eingeborener hatte am Abend einen frisch gefangenen, giftigen Fisch gegessen. Gegen 4 Uhr Morgens erwachte er und fühlte sich „wie betrunken“. Er versuchte aufzustehen, was ihm jedoch nicht gelang, da seine Beine gelähmt waren, während die Beweglichkeit der Arme nicht gelitten hatte. Dieser Zustand hielt unter starkem Krankheitsgefühle etwa 12 Stunden lang an, dann stellte sich die Gebrauchsfähigkeit der unteren Extremitäten wieder her. Am nächsten Tage, wo ich den Patienten zu sehen bekam, klagte er über Mattigkeit der Beine und Kopfschmerzen. Puls und Temperatur boten bei der Untersuchung nichts Besonderes. Ich werde den Fischvergiftungen weiter meine Aufmerksamkeit zuwenden und komme wohl gelegentlich späterer Berichte noch einmal auf den Gegenstand zurück.

F. Schutzgebiet von Neu-Guinea einschl. des Inselgebietes der Karolinen, Palau und Marianen.

I. Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes von Neu-Guinea im Jahre 1899/1900.

Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet.

Für Kaiser-Wilhelmsland wurden in Stephansort genaue Regenmesser-Beobachtungen gemacht. Dieselben ergaben für Juli 1898 bis Juni 1899 und von Juli 1899 bis Juni 1900 folgende Zahlen (S. 436) (mm):

Ein Vergleich dieser Zahlen lässt ersehen, dass man in Stephansort (und ziemlich ähnlich scheinen die Verhältnisse überhaupt im alten Schutzgebiete Deutsch-Neu-Guinea zu liegen) eine eigentliche Regen- und Trockenzeit kaum unterscheiden kann. Das wird jedenfalls auch damit zusammenhängen, dass das Einsetzen und Wiederabflauen der die Regenbildung beeinflussenden Monsune keine besondere Regelmässigkeit aufweist. Als die gewöhn-

Monat	1898	1899	1900
Januar	—	318,8	450,9
Februar	—	101,8	482,7
März	—	371,3	637,0
April	—	392,4	139,0
Mai	—	314,8	299,0
Juni	—	150,8	38,0
Juli	182,7	162,0	—
August	52,2	141,8	—
September	10,7	180,7	—
Oktober	199,4	113,5	—
November	427,0	171,5	—
Dezember	130,0	313,0	—

liche Zeit des Südost-Monsuns gelten die Monate von Mai bis September, welche gleichzeitig die trockene Jahreszeit darstellen sollen, als die gewöhnliche Zeit des Nordwest-Monsuns die Monate von November bis Februar, gleichzeitig die Regenzeit. Die dazwischen liegenden Zeiträume sind als Uebergangsperioden anzusehen. Die Regenbeobachtungen in Herbertshöhe hatten folgendes Resultat (in mm):

Monat	1898	1899	1900
Januar	—	145,6	76,5
Februar	—	109,9	158,5
März	—	103,0	462,6
April	—	163,1	190,8
Mai	—	174,5	177,5
Juni	—	73,1	61,1
Juli	30,3	521,3	—
August	125,7	139,7	—
September	54,1	88,9	—
Oktober	81,5	208,7	—
November	165,3	181,2	—
Dezember	278,2	424,6	—

Diese Zahlen geben denen von Stephansort an Unregelmässigkeit nichts nach. Gewitter wurden im Berichtsjahre sowohl in Stephansort wie in Herbertshöhe nur in geringer Zahl beobachtet. Die Schattentemperaturen sind an beiden Orten ziemlich gleich und schwanken zwischen 24° bis 33° Celsius. Die tiefste Temperatur zeigt die Zeit vor Sonnenaufgang, die höchste pflegt vor Mittag erreicht zu werden. Plötzliche Temperaturschwankungen treten nicht auf.

Erdbeben wurden in Kaiser-Wilhelmsland selten beobachtet, während dieselben im Archipel im Berichtsjahre, besonders in den Monaten Januar und Februar, ausserordentlich häufig waren.

Für Kaiser-Wilhelmsland und zwar den Sattelberg (Beobachter Missionar Flierl) und für Simbang (Beobachter Missionar Hanke) liegen ausserdem folgende meteorologische Beobachtungen für die Monate Februar, März, April, Mai 1900 vor:

Sattelberg:

Monat	Regenhöhe mm	Gewitter	Erdbeben
Februar	192,0	5	—
März	555,5	2	5
April	165,7	—	3
Mai	506,4	—	4

Simbang:

Monat	Regenhöhe mm	Gewitter	Erdbeben
Februar	117,9	11	1
März	346,7	10	1
April	201,5	—	2
Mai	769,7	4	6

Als das wichtigste Ereigniss in gesundheitlicher Beziehung für das alte Schutzgebiet Deutsch-Neu-Guinea im Berichtsjahre ist die Anwesenheit der Koch'schen Malaria-Expedition anzusehen. Bei einem halbjährigen Aufenthalte in dem als besonders ungesund verschrieenen Stephansort in Neu-Guinea hat Herr Geheimrath Koch den Beweis geliefert, dass bei einer vernünftigen Chininprophylaxe, welche in durchgreifender Weise nicht nur von den Europäern, sondern auch von den für Malaria in ihrer Kindheit nicht immunisirten Farbigen geübt wird, die Malaria als Schreckgespenst für die Tropen nicht mehr anzusehen ist. In Stephansort lagen die Hospitäler für Farbige und Europäer, ehe die Thätigkeit des Geheimraths Koch dort begann, voll von Malariakranken, während nach zweimonatlicher Arbeit desselben von Malariaerkrankungen kaum noch die Rede war. Der Nutzen, welcher durch sein Vorgehen der Compagnie erwachsen ist, ist ein ausserordentlicher und deshalb ist auch wohl zu hoffen, dass dieselbe mit allen Kräften für die weitere Durchführung der Chininprophylaxe sorgen und damit allmählich überhaupt durch Beseitigung der Malariakeime zur Sanirung ihres Plantagengebietes beitragen wird. Die umfassenden Blutuntersuchungen des Geheimrath Koch und seines Assistenten Stabsarzt Ollwig lieferten ferner ein reiches Material zur Feststellung der Punkte des Schutzgebietes, in denen die Malaria herrscht. Es ist dies von hervorragend praktischer Bedeutung, da in Gebieten, in welchen die Malaria endemisch ist, die Menschen sich in ihrer Kinderzeit gegen dieselbe immunisiren. Arbeiter, welche aus solchen Gegenden stammen, sind daher einer Chininprophylaxe nicht mehr zu unterziehen. Sie sind überhaupt als der Malaria nicht unterworfen ein besonders werthvolles Menschenmaterial. Als von Malaria verseucht konnte Geheimrath Koch feststellen einen grossen Theil der Küste von Kaiser-Wilhelmsland, der Gazellehalbinsel, der Nord- und Ostküste von Neu-Mecklenburg, der French-Inseln, einen Theil von Neu-Hannover. Die ostwärts von Neu-Mecklenburg liegenden kleineren Inseln wurden entweder ganz malariafrei, oder nur wenig von derselben beherrscht gefunden. Es scheint, als ob diese Inseln ursprünglich überhaupt malariafrei gewesen sind und die Malaria vielleicht erst in neuerer Zeit durch zurückgekehrte Arbeiter dort eingeschleppt wurde. Hierfür spricht insbesondere der Umstand, dass an einzelnen Stellen wohl Malaria tertiana und quartana, nicht aber Malaria tropica vorhanden ist.

Das allgemeine Krankheitsbild für das Plantagengebiet in Kaiser-Wilhelmsland ist nach den mir von Herrn Geheimrath Koch gemachten mündlichen Mittheilungen — ein ärztlicher Bericht hierüber liegt nicht vor — folgendes:

Einheimische Krankheiten sind: Malaria tropica, tertiana, quartana, Tinea imbricata und Herpes tonsurans, Yaws (Framboesia), Lungenentzündungen und Lungenkatarrhe, Bein- und Fussgeschwüre, Elephantiasis, aber sicher beobachtet nur in Constantinhafen.

Durch Europäer und Arbeiter eingeschleppte Krankheiten: Dysenterie, Beri-Beri, Anchylostomiasis (Rundwürmer im Zwölffingerdarm und Dünndarm, auch Gotthard-Tunnel-Krankheit genannt), welche bis jetzt nur bei Chinesen festgestellt ward, Syphilis und Gonorrhöe, aber nicht häufig, Typhus als seltene Erscheinung. Pocken werden von Zeit zu Zeit eingeschleppt. Auf Grund seiner Beobachtungen hält Herr Geheimrath Koch die von ihm gesehenen Theile von Kaiser-Wilhelmsland für nicht ungesunder als die Tropen im Allgemeinen.

Ueber die Gesundheitsverhältnisse in Herbertshöhe besagt ein spezieller Bericht Folgendes:

In der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 30. Juni 1900 starben im Archipel 9 Europäer. Die Todesursache war in einem Falle Malaria, in zwei Fällen Lungentuberkulose, in vier Fällen Ermordung durch die Eingeborenen, in einem Falle Malariakachexie und im letzten Schwarzwasserfieber.

Der Gesundheitszustand der Europäer war im Allgemeinen gut. In den Monaten November und Dezember kamen 4 Fälle von Dysenterie vor, die in durchschnittlich drei Wochen zur Genesung führten. In derselben Zeit wurden auch zahlreiche Fälle von Malaria beobachtet, die in den verschiedensten Formen auftrat und grösstentheils als Recidiv zu betrachten war. Alle Patienten gesundeten in kurzer Zeit. Im Monat Februar herrschte

die Influenza, welche bei den Europäern leicht verlief, während sie bei den farbigen Arbeitern vielfach mit Lungenentzündung kompliziert war und oft zum Tode führte. Von den hiesigen Eingeborenen sollen viele an der Krankheit gestorben sein. Im Monat März, der mit reichlichen Niederschlägen verbunden war, häuften sich die Fälle von Malaria noch mehr als in den Monaten November und Dezember, doch zeichneten sich dieselben ebenfalls durch kurze Dauer und leichten Verlauf aus. Im Monat Mai war ein schwerer Fall von Schwarzwasserfieber zu verzeichnen.

Von den im Archipel beschäftigten Arbeitern, die sich auf ca. 2000 belaufen, sind 117 gestorben, davon 10 ermordet. Unter den Gestorbenen befanden sich 2 Yapleute, 4 Polizeisoldaten und 2 Gefangene. Die Todesursachen waren meist Dysenterie, Lungen- und Rippenfellentzündung und Malariakachexie. Ausserdem kommt hierbei wahrscheinlich noch die Lungentuberkulose in Betracht, doch ist die Diagnose noch nicht gesichert, da bis jetzt weder Obduktionen noch mikroskopische Untersuchungen vorgenommen worden sind. Die Dysenterie, welche besonders in der Regenzeit stark auftritt, hat nach Angabe glaubwürdiger Personen auch an anderen Orten, so an der Nordküste und strichweise in Neu-Mecklenburg, arg unter den Eingeborenen aufgeräumt. Durch die sogenannten chirurgischen Krankheiten, besonders durch Fuss- und Beingeschwüre, welche auf den Mangel an Fussbekleidung zurückzuführen sind, ferner durch Phimosen, die auffallend zahlreich hier vorkommen, durch Panaritien etc. wurde die ärztliche Thätigkeit am meisten in Anspruch genommen. Von grösseren Operationen sind zwei Vorderarmamputationen zu erwähnen, welche in Narkose vorgenommen wurden.

Von Hautkrankheiten ist fast überall der Ringwurm verbreitet, desgleichen die Krätze, die besonders häufig bei den hier eingeführten Arbeitern vorkommt.

Von Geschlechtskrankheiten ist die Gonorrhöe merklich in Rückgang begriffen.

Von Syphilis waren 10 Fälle in ärztlicher Behandlung, die auf Schmierkur und Jodkali Heilung im Gefolge hatten. Darunter befanden sich mehrere alte Arbeiter, welche angaben, ihre Krankheit in Kaiser-Wilhelmsland erworben zu haben.

Die Fälle von weichem Schanker waren häufiger.

Von epidemisch auftretenden Krankheiten sind ausser der bereits erwähnten Influenza und Dysenterie die Varicellen oder Wasserpocken zu verzeichnen, welche zuerst in Vunapope unter den Kindern und Arbeitern der katholischen Mission im ersten Halbjahr des vorigen Jahres auftraten und sich von hier aus unter den Arbeitern der Neu-Guinea-Kompagnie und der Firma E. E. Forsayth nach Herbertshöhe, Ralum und schliesslich bis Maulapao weiter verbreiteten. Alle Fälle verliefen leicht. In dem ersten Monat dieses Jahres war die Epidemie zu Ende.

Echte Pocken sind im Archipel nicht beobachtet worden.

Die Gefahr der Einschleppung der Pest durch Schiffe, die von Sydney kommen, war nicht gross, da nur einmal während der Zeit, in welcher die Pest in Australien herrschte, ein Dampfer, „die Moresby“, nach dem Archipel kam. Auf dem Schiff, das zu seiner Reise von Sydney nach Herbertshöhe ca. 10 Tage gebraucht, befand sich kein Kranker. Ein Todesfall an Pest war während der Reise nicht vorgekommen.

Von Beri-Beri findet sich ein Fall in ärztlicher Behandlung. Derselbe betrifft einen Eingeborenen von den Shortland-Inseln, auf denen nach der Angabe des Kranken noch 10 weitere Fälle vorgekommen sein sollen. Wie lange die Krankheit in seiner Heimath besteht, und ob sie eingeführt ist, weiss er nicht anzugeben. Der Kranke kam anscheinend gesund im vorigen Jahre hierher, arbeitete circa sechs Monate beim Wegebau und befindet sich seit fünf Monaten im Hospital. Er ist in einer eigens für ihn erbauten Hütte aus Buschmaterial isolirt und wird mit nächster Schiffsgelegenheit nach seiner Heimath befördert.

Die wenigen Beri-Beri-Fälle, die früher hier zur Beobachtung gekommen sind, betrafen Arbeiter, welche die Krankheit in Kaiser Wilhelmsland erworben hatten.

Aus Ponape berichtet über Klima und Gesundheitsverhältnisse der Regierungsarzt bis zum 1. Januar 1900 Folgendes:

Ponape hat nach Angabe glaubwürdiger Zeugen schon in früheren Zeiten schwere Epidemien überstehen müssen. Im Jahre 1843 die Dysenterie, 1845 Influenza, 1854 die Blattern. An der letztgenannten Krankheit sollen von den Bewohnern (5000) der Insel nicht weniger als 2000 gestorben sein. Die Krankheit wurde eingeschleppt durch ein amerikanisches Schiff, welches einen Blatternkranken unter dem Widerstande der Bevölkerung aussetzte; der Kranke selbst wurde wieder gesund. Sein Nachkomme soll noch jetzt auf der Insel leben. Bei Einrichtung der deutschen Verwaltung herrschte nur eine Keuchhustenepidemie in starker Weise, nicht allein unter Kindern, sondern auch unter Erwachsenen. Es ist wohl kaum einer von der Krankheit verschont geblieben. Nach Angabe des spanischen Arztes und glaubwürdiger Eingeborener sind viele Kinder gestorben.

Malaria wurde festgestellt bei drei Melanesiern, vier Malayen, elf Eingeborenen. Die Fälle waren sämtlich leichter Art. Hämoglobinurie wurde keinmal beobachtet.

Influenza wurde beobachtet bei zwei Melanesiern, einem Malayen, einem Eingeborenen; Kehlkopftuberkulose bei einem männlichen Eingeborenen.

Hautkrankheiten. *Lepra tuberosa* konnte ich bei einem Eingeborenen feststellen. Wir haben diesem eine eigene Hütte ausserhalb der Kolonie zur Wohnung angewiesen und die Stammesangehörigen von der Uebertragbarkeit und Unheilbarkeit der Krankheit unterrichtet. Die Krankheit ist den Bewohnern der Insel von früheren Zeiten, wo sie häufiger gewesen sein mag, bekannt und führt in ihrer Sprache einen eigenen Namen (*Dug-dug*).

Ringwurm kommt sehr häufig vor; die meisten an dieser Affektion leidenden Eingeborenen haben sich noch nicht in ärztliche Behandlung gegeben (bis jetzt nur 12).

Primäre Syphilis wurde nicht beobachtet, sekundäre Symptome liessen sich bei zwei jungen Mädchen feststellen. Ob viele Fälle von ulcerativen Prozessen auf allen möglichen Körperstellen mit und ohne Drüsenschwellungen auf tertiäre Syphilis zu beziehen sind, muss erst eine längere Beobachtungszeit ergeben.

Chirurgische Krankheiten nahmen den Haupttheil der Thätigkeit in Anspruch. Zahlreich waren Verletzungen der Füße durch spitze Steine und Glasscherben, sowie eingetretene Dornen mit und ohne nachfolgende Entzündung, sowohl bei Eingeborenen als auch bei fremden Arbeitern; nicht so häufig waren Verletzungen der Finger. Einen Fall von *Tetanus traumaticus* stellte ich bei einem Kinde fest.

Sehr zahlreich waren ferner ulcerative Prozesse an den verschiedensten Körperteilen. Die Zerstörungen greifen oft nur langsam (Beingeschwüre von zwanzigjähriger Dauer bei mässiger Ausdehnung), oft aber auch sehr schnell um sich; befallen wird zunächst das Unterhautbindegewebe, dann wird erst die Haut in grossem oder geringerem Umfange befallen und später das intermuskulöse Bindegewebe und die Fascien. Die Geschwüre sind deshalb oft von grosser Tiefe; stets sind die Hautränder beträchtlich unterminirt. Durch die grosse Vernachlässigung oder vielmehr Unkenntniss jeder Wundpflege gesellt sich oft jauchiger Zerfall zu der Eiterung; in Folge davon verbreiten die Kranken häufig einen unerträglichen Gestank um sich. Mehrere Male waren lebende Fliegenlarven in den aashaften Absonderungen und Geschwüresbuchten zu bemerken. Meistens finden sich am Körper der Kranken an anderen Stellen Narben von früheren Geschwüren, auch narbige Kontrakturen an den verschiedensten Gelenken waren zu bemerken. Die betreffenden regionären Drüsen sind immer geschwollen, häufig auch vereitert.

Hervorheben möchte ich noch, dass sämtliche Eingeborenen und besonders auch die Häuptlinge und Vornehmen mit grossem Vertrauen sich der ärztlichen Behandlung unterzogen haben und sich dem Arzte gegenüber stets freundlich und höflich benahmen. Kosten für die Behandlung wurden bisher nicht berechnet.

Das von der spanischen Regierung erbaute Krankenhaus, auf der Höhe der von dem Meeresarm aufsteigenden Terrasse gelegen, würde auch für Europäer einen passenden Aufenthalt bieten, wenn einige sehr nothwendige Reparaturen und Verbesserungen getroffen werden könnten. Die Bauart ist folgende:

Auf einem massiven, mit Schiessscharten versehenen steinernen Unterbau erhebt sich der hölzerne, mit Wellblech gedeckte Oberbau in Gestalt zweier regelmässiger Achtecke, die durch einen schmalen Mittelgang verbunden sind. Jede Seite des Achtecks ist vier Meter lang. In jedem dieser achteckigen Räume befindet sich eine Thür, die übrigen sieben Seiten sind mit verschliessbaren Luftklappen versehen und ermöglichen so jeder Windrichtung den Durchzug. Im Ganzen ist Raum gut für 28—30 Betten. Die Mängel bestehen darin, dass das Dach an mehreren Stellen schadhafte ist und dem oft heftigen Regen Durchlass gewährt. Ferner ist der Fussboden an mehreren Stellen verdächtig morsch. Ein weiterer Uebelstand ist der, dass kein gesonderter Raum für Untersuchung der Kranken, Vornahme von Operationen, Aufbewahrung von Medikamenten, Instrumenten und Gebrauchsgegenständen existirt. Die Spanier hatten einen solchen Anbau geplant, aber nicht ausgeführt. Ein rohes Balkengerüst dazu ist noch vorhanden.

In Yap und Saypan sind keine Regierungsärzte vorhanden. Aus allen bisherigen Berichten der dortigen Verwaltungsbeamten ist aber zu entnehmen, dass im Bezirke der Westkarolinen gesundheitlich die Verhältnisse günstig liegen, während die Bevölkerung der Marianen viel unter Krankheiten zu leiden hat.

Auf dahingehenden Antrag hat seitens des Gouvernements der Regierungsarzt Dr. Girschner die Befugniss erhalten, gelegentlich zur Feststellung der dortigen gesundheitlichen Verhältnisse auch Yap und Saypan zu besuchen.

II. Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Karolinen und Marianen in der Zeit vom 9. April 1900 bis 1. April 1901.

Von

Regierungsarzt Dr. Girschner.

Genauere Witterungsbeobachtungen konnten in Ponape erst vom 12. Oktober 1900 an beim Eintreffen der Instrumente angestellt werden. Eine Uebersicht über die bisherigen Ergebnisse lasse ich hier folgen.

Monat	Mittlere Temperatur in C°					Absolutes		Regenmengen in mm			
	7 h a m	2 h p m	7 h p m	Max.	Min.	Max.	Min.	Ge- samt	Mittl. p. die	Max. p. die	Min. p. die
Oktober 1900	27	29	25	31	23	33°	22°	280,2	14,1	42,7	0
November	25,6	28,1	24,6	29,9	23,0	33°	22°	346,1	11,53	34,5	0
Dezember	25,4	27,9	25,4	29,3	22,9	31°	20°	543,1	8,75	108,0	0
Januar 1901	26,0	29,6	26,3	29,9	23,7	30°	20°	316,6	11,6	61,2	0
Februar	26,1	29,3	25,9	29,8	24,5	31°	23°	138,5	4,94	26,5	0
März	26,5	29,4	26,5	29,6	25,4	30°	23°	96,3	3,1	24,6	0

Bemerkenswerth ist die geringe Regenmenge im Monat März 1901.

Im Uebrigen zeichnet sich das Klima durch folgende Eigenthümlichkeiten aus: die Luftwärme zeigt keine grossen Unterschiede, sie schwankt vom niedrigsten bisher beobachteten Grade 20 bis zum höchsten 33, doch sind diese Grenzwerte selten; am häufigsten liegen sie zwischen 25 und 30°. In der Passatzeit sind die Grenzen am engsten, in den übrigen Monaten ist die Wärme Tags bedeutender und die Abkühlung in der Nacht beträchtlicher, weil dann gewöhnlich die von den Bergen kommenden, kühleren Luftströmungen nicht durch den Seewind verdrängt werden. Die Regenmenge ist ziemlich beträchtlich, aber gleichmässiger auf das ganze Jahr vertheilt, wie es sonst in den Tropen der Fall zu sein pflegt. Die Windrichtung findet von Dezember bis Ende März oder Anfang April aus N.O. her statt, in den übrigen Monaten ist sie wechselnd. Die Stärke ist oft, namentlich Anfangs und gegen Ende der Passatzeit recht beträchtlich. Auch sonst sind böige und stossartige Winde häufig. Die Luftfeuchtigkeit ist im ganzen Jahr sehr beträchtlich; sie konnte Monate lang Mangels an Hilfsmitteln nicht gemessen werden. Auch die barometrischen Beobachtungen mussten aus dem vorhergenannten Grunde unterbleiben; es scheinen aber nur geringe Schwankungen stattzufinden. Gewitter und elektrische Erscheinungen sind selten und nicht stark. Aus früheren Jahren wird aber von Blitzschlägen berichtet, durch welche Menschen umgekommen sein sollen. Alle diese Beobachtungen können aber keinen grossen Werth beanspruchen, da die Zeit unserer Anwesenheit erst eine kurze ist. Aus demselben Grunde vermag ich auch noch kein endgültiges Urtheil über die Wirkung des hiesigen Klimas auf den Körper von Europäern abzugeben. Ein Weiss (Amerikaner) lebt auf der Insel hier schon einige 40 Jahre in anscheinend ganz befriedigenden Gesundheitsverhältnissen, doch sind derartige vereinzelte Fälle nicht als beweiskräftig zu erachten. Sicher scheint zu sein, dass das so geringe Wärmeschwankungen bietende Klima bei geistig thätigen Personen erschlaffend auf die Nerven wirkt, auch bei Vermeidung aller Schädlichkeiten, z. B. bei grosser Mässigkeit im Genuss alkoholischer Getränke und bei täglicher reichlicher Verwendung von kalten Uebergiessungen und Bädern. Bei den Spaniern herrschte allgemein die Ansicht, dass das Klima in besonderem Grade die Hervorrufung von sogenannten rheumatischen Muskel- und Nervenschmerzen, auch katarrhalischen Entzündungen der Athmungsorgane befördere. Wir haben das bestätigt gefunden; der Grund ist wohl in den häufigen Durchnässungen des Körpers in Folge der oft ganz überraschend kommenden Regengüsse zu suchen.

Krankheitsbeobachtungen.

Neue seuchenhafte Krankheiten sind in der Zeit vom 1. April 1900 bis 1. April 1901 auf der Insel nicht in bemerkenswerther Weise aufgetreten, nachdem der Keuchhusten gegen Ende des Jahres 1899 aufgehört hatte; nur die Influenza trat in dieser Zeit, wie es auch schon wiederholt früher der Fall gewesen sein soll, auf und zwar gegen Ende des

Monats September. In Behandlung gaben sich nur 93 Kranke, darunter mehrere mit Lungenentzündungen, oft auch mit Betheiligung der Verdauungsorgane und des Nervensystems. Todesfälle sind zwar von mir nicht gesehen worden, doch soll glaubwürdigen Berichten zufolge im Süden der Insel eine erhebliche Zahl von Kindern dieser Krankheit erlegen sein; vereinzelte Fälle kommen seit dieser Zeit fast immer vor.

Von vorwiegend in den Tropen vorkommenden Krankheiten scheint die Malaria auf Ponape endemisch nicht vorzukommen. Am 13. und 14. August 1900 traf der Geheime Medizinalrath Prof. Dr. Robert Koch auf seiner Malaria-Expedition hier ein und entnahm von zahlreichen Kindern, die aus verschiedenen Gegenden der Insel stammten und ausnahmslos gern den kleinen Fingerstich an sich vornehmen liessen, Blutproben. In keinem Fall waren Zeichen dieser Krankheit festzustellen. Mehrere Gläser mit Moskitos, die in den letzten Monaten des vorigen und den ersten dieses Jahres gefangen waren, sind durch gütige Privatvermittlung (die Verbindung unserer Insel hat sich, nachdem der Lloyd seine Fahrt eingestellt hat, sehr verschlechtert) dem genannten Forscher von mir zugesandt worden. Wenn auch die Krankheit hier nicht endemisch herrscht, so findet man doch hier fast immer einzelne malariakranke Menschen, früher namentlich Arbeiter von dem Bismarckarchipel, jetzt Malayen von Amboina. Sechs Personen dieser Herkunft, vier Erwachsene und zwei Kinder mit starken Milzanschwellungen werden deswegen in geeigneter Weise mit Chinin behandelt. Die als Framboesie bezeichnete Krankheit scheint in Ponape schon von Alters her zu herrschen; sie führt in der Eingeborensprache den Namen tñuon, wird selbstverständlich aber oft sprachlich mit ähnlichen Hauterkrankungen zusammengeworfen. Häufig ist ihr Vorkommen scheinbar nicht, wenigstens werden dem Arzt nicht gerade zahlreiche Fälle zur Behandlung überwiesen, ich habe sie nur bei sechs Kindern gesehen und auch bei diesen in ganz vorgerückter Entwicklung. Ungleich häufiger scheint die Krankheit dagegen auf den Rukinseln vorzukommen; von den wenig zahlreichen Kindern der hier in dem Schutzgebiet lebenden Familien sind drei Kinder von mir behandelt worden, ausserdem ein Mischling eines Japaners und einer Rukfrau. Calomel leistete, ein bis zweimal täglich auf die erkrankten Hautstellen gepudert, sehr gute Dienste. Ob nicht einige hier in der Südsee jederzeit zu beobachtende grössere Geschwüre bei Erwachsenen mit der genannten Krankheit in ursächlichem Zusammenhang stehen, vermag ich nicht zu entscheiden. Im späteren Verlauf des Leidens kommt es wohl ausnahmslos zur Einwanderung der verschiedenartigsten Spaltpilze und Fäulnisserreger, wie man oft schon von weitem an dem Geruch wahrnehmen kann. Der Aussatz scheint auf der Insel nicht stark verbreitet zu sein; es sind mir im Laufe der Zeit bis jetzt drei an dieser Krankheit leidende Personen bekannt geworden. Die gewöhnlich als „Ringwurm“ bezeichnete Krankheit ist ausserordentlich häufig in Ponape zu finden. Da das Leiden aber ausser etwas Juckreiz keine andern empfindlichen Erscheinungen macht, und die Eingeborenen durch den täglichen Anblick gegen das Hässliche der mit Hautschuppen bedeckten Körperteile abgestumpft sind, so suchen eigentlich recht wenig Kranke ärztliche Behandlung nach. Zu diesem Umstand trägt auch die im Laufe der Zeit gemachte Beobachtung der Wiederkehr der zeitweilig verschwundenen Krankheit bei; denn unschwer ist ihre Beseitigung durch Chrysarobinsalbe, aber fast unmöglich die Verhinderung einer erneuten Ansteckung, da viele Gebrauchsgegenstände schwer, andere wie z. B. das Innere der aus Rohrgeflecht bestehenden Hütte gar nicht zu reinigen sind. Andere sonst in tropischen Gegenden herrschenden Krankheiten wie z. B. Beri-Beri, Dysenterie, habe ich im Verlauf des Jahres hier nicht gesehen. Die Verdauungsorgane sind hier namentlich bei den fremden, zugezogenen Arbeitern häufig der Sitz von allerlei Störungen, wovon wohl einfach der Genuss von nicht gewohnten Nahrungsmitteln die Ursache bilden mag. Die Erscheinungen traten als Leibschmerzen, oft mit Brechen und Durchfall auf, zuweilen sieht man Blut im Stuhl. Aerztliche Behandlung nahmen 81 Personen in Anspruch. Ausserdem behandelte ich noch einen Eingeborenen mit Ascites in Folge von Lebereirrhose (zweimalige Punktion), und ein Kind mit Peritonealtuberkulose. Katarrhalische Rachen- und Nasenschleimhautentzündungen sind sehr häufig, ebenso Bronchitis, akute wie chronische, letztere ebenso wie in Europa häufig bei älteren Leuten. Croupöse Lungenentzündung trat nicht auf. Häufig scheint dagegen leider Tuberkulose zu sein. Fälle mit dem Hauptsitz in den Lungen habe ich allerdings nur fünfmal behandelt, glaube aber, dass ausser diesen noch recht viele in anderen Gegenden, die ich leider noch nicht zu besuchen Gelegenheit hatte, sich vorfinden; der schlechte Krankheitsausgang ist vielen Eingeborenen gut bekannt. Auf einer Fahrt am Südende der Insel wurde mir ein Kind, welches anscheinend an einer Kehlkopfkrankheit litt, in fast schon schlummersüchtigem Zustande gezeigt. Die Art und das Wesen dieser Krankheit konnte ich nicht feststellen, denn als die sofort bestellten Instrumente von der Kolonie mittelst Boot anlangten, war der Tod schon einge-

treten. Die Leiche habe ich nicht zu Gesicht bekommen. Von Gehirn- und Nervenkrankheiten kam ein tödtlich verlaufender Fall von Gehirnentzündung zu meiner Kenntniss, sowie ein gleichfalls tödtlicher Fall von einer Neubildung (wahrscheinlich Syphilom) im Gehirn. Bei Influenza war das Nervensystem vielfach Sitz von krankhaften Erscheinungen. Von den Erkrankungen der Harnorgane nimmt die Gonorrhöe die erste Stelle ein, die leider unter den Eingeborenen sehr weit verbreitet ist, meistens aber wenig beachtet und noch seltener Gegenstand ärztlicher Behandlung wird. Die behandelten 24 Patienten waren fast alle Regierungsarbeiter. Syphilis kommt hauptsächlich in den Theilen der Insel vor, die am häufigsten früher mit den spanischen Soldaten und mit den Besatzungsmannschaften anlegender Schiffe in Berührung gekommen sind. Ich kenne bis jetzt bezw. behandle 10 Kranke.

Von Krankheiten der Bewegungsorgane kam akuter Gelenkrheumatismus in fünf Fällen zur Beobachtung. Muskelrheumatismus ist hier sehr häufig auch bei Europäern, von den Arbeitern wurden die meisten Erkrankten mit Massage, Einreibungen, Elektrizität behandelt, die Krankheitsdauer war nie lang. Von Hautkrankheiten sind Ekzeme aller Art nicht selten. Unter den Augenkrankheiten nehmen der Häufigkeit nach die Bindehautentzündungen leichter Art den ersten Platz ein; das grelle Sonnenlicht, namentlich die Rückstrahlung von der Meeresfläche spielen hier wohl die Hauptrolle unter den veranlassenden Umständen. Recht häufig sind auch Hornhautentzündungen; man sieht viele Menschen, die in Folge davon ihre Sehfähigkeit zum Theil oder auch ganz eingebüsst haben. Trachom habe ich nie gesehen. Linsentrübungen sieht man hier ebenso oft bei älteren Leuten wie in Deutschland. Ein Fall von Augentripper der Neugeborenen wurde behandelt und geheilt; ob die Krankheit sonst häufig vorgekommen ist, habe ich nicht ermitteln können. Ohrenkrankheiten sind unter den Eingeborenen recht häufig, man bemerkt viele Schwerhörige. Häufig suchen Kranke Hilfe wegen Fremdkörper im Gehörgang, bestehend aus Blätterpfropfen, Ohrenschmalzanhäufungen und dergl. Auch chronische Mittelohrkatarre kommen nicht selten zur Beobachtung, meistens aber in solcher Verfassung, die eine Behandlung fruchtlos erscheinen lässt. Da bei beiden Geschlechtern das Gefühl der Scheu, die Geschlechtstheile fremden Blicken zu enthüllen, sehr ausgeprägt ist, so entschliessen sich namentlich die Frauen schwer, sich in ärztliche Behandlung zu begeben, zumal es bekannt ist, dass im Krankenhaus ein gesonderter Untersuchungsraum, wenn beide Räume belegt sind, fehlt. Ich habe deswegen im verlaufenen Jahre nur eine Eingeborene wegen eines Uterusfibroms mit starken Blutungen behandelt.

Zu Geburten wurde ich viermal gerufen, und zwar 1 mal bei einer Europäerin, 3 mal zu malayischen Frauen. Ausserdem wurde mein Rath in Anspruch genommen wegen einer Frühgeburt. Der Hauptsitz für alle Verletzungen und Entzündungen, die hier zahlreich vorkommen, ist das Bein vom Knie abwärts, da diese Theile fast immer unbedeckt gehalten werden und allen möglichen Schädlichkeiten ausgesetzt sind. Merkwürdig bleibt es immerhin, dass im Laufe des ganzen Jahres nicht ein Mal die Spaltung eines Panaritiums nöthig war. Ausser den zahlreichen Furunkeln in allen Körpergegenden, grösseren und kleineren Beingeschwüren, Verletzungen durch scharfe und stumpfe Werkzeuge, Glas und Steine möchte ich Folgendes erwähnen: Die Entfernung einer Kugel aus der Schultergegend (Prellschuss), die Eröffnung der Knochenhöhle bei einer Knochenmarkentzündung des Unterschenkels (Tibia), die Entfernung von 3 cystischen Geschwülsten, 4fach wiederholte Narbenkeloidexstirpation bei einem Kranken, die Herausnahme des Sequesters bei einer Unterkiefernekrose, 4 mit grossem Buschmesser erzeugte Hiebverletzungen und 1 Schussverletzung. Durch unvorsichtiges Umgehen mit einem Winchestergewehr entlud sich dieses, und die Kugel drang, das Schlüsselbein zerschmetternd, durch die linke Lungenspitze und das Schulterblatt und verliess den Körper, eine grosse Eingangs- und kleine Ausgangsöffnung hinterlassend. Die Patientin, jüngere Frau, nebenbei noch syphilitisch, ist jetzt noch in Behandlung.

Im Krankenhaus wurden in der in Rede stehenden Zeit behandelt 118 Patienten an 1528 Krankheitstagen. Leider reichten die vorhandenen Mittel nicht aus, um den im früheren Bericht erwähnten Mängeln abzuhefen. Für den Fall, dass sich dies ermöglichen lässt, und namentlich auch der vorhandene Bestand an Bettstellen ausgebessert und ergänzt wird, dürften die Räume auch erkrankten und erholungsbedürftigen Matrosen der Kriegsmarine ausreichende Unterkunft bieten. Von den seiner Zeit hier anwesenden Kanonenbooten „Seedler“ und „Cormoran“ wurde in wiederholten Fällen von dem Hause Gebrauch gemacht.

III. Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Yap,

erstattet von

Dr. Sunder.

Durch den Schiffbruch des Reichspostdampfers „München“ zu einem längeren Aufenthalt auf Yap gezwungen, habe ich die Gelegenheit benutzt, mit liebenswürdiger Unterstützung des Bezirksamts die Insel auf die hier vorkommenden Krankheiten zu durchforschen. In etwa drei Wochen wurde die Insel nach allen Richtungen durchstreift, gewöhnlich in Begleitung eines etwas deutsch und englisch sprechenden Polizeijungen, der zugleich als Führer und Dolmetscher diente. Untersucht wurden 381 Eingeborene, und zwar 281 Männer, 65 Frauen und 34 Kinder. In erster Linie herrschen Lungenkrankheiten, vom leichten Katarrh bis zur schwersten Tuberkulose. Lungenkatarrhe ohne Dämpfung fanden sich 215, nämlich bei 176 Männern, 35 Frauen und 4 Kindern. Es sind sowohl trockene wie feuchte Katarrhe vorhanden mit den verschiedensten Geräuschen. Lungenkatarrhe mit Dämpfung sowie den sonstigen klinischen Zeichen der Tuberkulose waren 53, und zwar bei 43 Männern, 8 Frauen und 2 Kindern. Verhältnissmässig häufig, namentlich bei jungen Leuten, soll die galoppirende Form der Tuberkulose hier vorkommen, wie mir gesagt wurde, gewöhnlich in 4–5 Wochen tödtlich verlaufend. Ich sah einen derartigen Fall mit grossen Kavernen. Weiter wurde mir eine Lungenkrankheit beschrieben, welche in wenig Tagen tödtlich endete. Ich habe einen solchen Fall nicht gesehen, doch dürfte es sich der Beschreibung nach um Pneumonie handeln.

Nach den Lungenkrankheiten kommen in zweiter Linie Hautkrankheiten bzw. Konstitutionskrankheiten mit Betheiligung der Haut vor. Es sind hier zu nennen ausser den häufigen gewöhnlichen Geschwüren Syphilis, Framboesie, Ringwurm, Lepra und Madurafuss. Syphilis, von der 35 Fälle gefunden wurden (natürlich sind weit mehr vorhanden), scheint schon lange hier zu existiren, denn ich sah 7 alte Männer und 5 alte Frauen mit syphilitischer Sattelnase. Es kommen, weil jegliche Behandlung fehlt, die schwersten Formen vor. So sah ich einen Unterarm, dessen Haut und Muskeln auf der Beugeseite vom ankylosirten Hand- bis zum Ellenbogengelenk vollkommen zerstört waren. Bei einem etwa 5jährigen Kinde waren beide Lippen weggefressen, so dass die Zähne vollkommen frei zu Tage lagen. In 8 Fällen waren Gelenke ergriffen. Von Framboesie wurden 28 Fälle gesehen, und zwar bei 19 Kindern, 7 Männern und 2 Frauen. Ringwurm fand sich in 7 Fällen, in 6 Fällen über den ganzen Körper verbreitet, in einem Falle waren Hände, Füsse, Unterarme und Unterschenkel ergriffen. Ein typischer Fall von Leontiasis leprosa wurde entdeckt. — Uebrigens wurde mir erzählt, dass früher ein Weissler, der Sohn eines Händlers, hier auf der Insel an Lepra gestorben sei, und zwar hörte ich dies von Herrn Grässer, Direktor der Jaluitgesellschaft, welcher die auf Jaluit isolirten Leprakranken kennt und den Verstorbenen selbst gesehen hat. Auf vier schon jahrelang bestehende Krankheiten passt die Beschreibung des Madurafusses. In einem Falle ergab die mikroskopische Untersuchung positives Resultat. Der andere drei harzt noch das Mikroskop. Auffallend war bei dreien dieser Patienten — der vierte war nebenbei syphilitisch — das, abgesehen von dem betreffenden Körpertheil, sehr gesunde Aussehen dieser Patienten, welches die Untersuchung bestätigte.

Ausser Syphilis fand sich auch Tripper, in beiden Fällen begleitet von linksseitiger Nebenhodenentzündung, bei zwei jungen Eingeborenen im Innern der Insel. Verschiedene jüngere Frauen, welche über Unterleibsleiden klagten, konnten nicht näher untersucht werden. Neuerdings hat die Gonorrhöe, begünstigt durch den in letzter Zeit aussergewöhnlich starken Schiffsverkehr, bedauerliche Dimensionen angenommen, auffallend häufig begleitet von Nebenhodenentzündung.

Von Geschwülsten wurden gutartig 5 Lipome gefunden, bösartig, dem kachektischen Aussehen des Mannes nach zu urtheilen, in einem Falle multiple Lymphdrüsen geschwülste, welche in der linken Achsel faustgross und am Halse bereits durchgebrochen waren.

Von Brüchen waren vorhanden ein Nabelbruch und 4 Bauchbrüche. Die Bauchbrüche waren sämmtlich in der Medianlinie, wenige Zentimeter vom Nabel entfernt, der bedeutendste hatte nur die Grösse eines mittelgrossen Apfels. Leistenbrüche wurden nicht gesehen.

Bei 6 Männern, sämmtlich nach Angabe längere Zeit krank mit beständigen Schmerzen in der Nierengegend, ergab die Untersuchung Hydrops beider Füsse, beschleunigten Puls, verbreiterte Herzdämpfung. Der Harn enthielt kein Eiweiss. Einer dieser Fälle, jetzt seit einigen Wochen in meiner Behandlung, erwies sich als alte Beri-Beri. Die weitere Untersuchung der übrigen fünf, welche infolge Mangels genügender sprachlicher Verständigung zunächst nicht genau erfolgen konnte, steht noch aus. Ein weiterer Fall von Beri-Beri

wurde bei einem seit etlichen Wochen kranken Polizeijungen festgestellt, und neuerdings ist leider, nach mehr als zweimonatlicher Anwesenheit auf Yap, der Oberkoch des Dampfers „München“ von dieser Krankheit befallen worden. Wie ich höre, hat eine Beri-Beriepidemie mit verschiedenen Todesfällen im Jahre 1898 unter den Philippinern geherrscht, welche unter spanischer Herrschaft von Manila nach hier deportirt wurden. Vielleicht ist durch dieselben die Krankheit, welche nach Scheube in Manila vor 1882 unbekannt war, hier eingeschleppt worden. Die Spanier errichteten hier damals ein besonderes Beri-Beri-Hospital in der Nähe von Tagaven.

Malaria ist, ausser bei einigen aus Fiebergegenden hier angekommenen Weissen, bestimmt nicht vorhanden. Leider scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass bei einem regelmässigen Dampferverkehr mit Neu-Guinea, speziell mit Friedrich-Wilhelmshafen, das von der Natur so begünstigte Yap auch von dieser Geissel der Menschheit auf die Dauer nicht verschont bleiben wird. Wenigstens machten sich auf der „München“ noch am Tage vor ihrer Strandung Moskitos von Friedrich-Wilhelmshafen recht unliebsam bemerkbar.

Neu aufgetreten während meines Hierseins ist Denguefieber und zwar merkwürdigerweise nicht bei Yap-Leuten, sondern nur bei Leuten von den Palauinseln, dem östlich von hier liegenden Oleai, sowie dem südlich gelegenen Louserol. Der zuerst Erkrankte war soeben mit dem Regierungsdampfer „Stephan“ von den Palauinseln hier eingetroffen. Sämtliche Fälle betrafen Polizeijungen. Das erste sowohl wie das zweite Exanthem reichte in fast sämtlichen Fällen vom Kopf bis zu den Knien und zeigte alle möglichen Formen. Das Fieber war bei allen 19 Kranken zeitweilig über 40,0° C.

Soviel über die hier vorkommenden Krankheiten. Mikroskopische Untersuchungen konnten, weil ich an Färbemitteln nur Methylenblau für Malariauntersuchungen besass, theils auch aus sonstigen Gründen, nur wenig gemacht werden. Jedoch hoffe ich solche noch weiterhin ausführen zu können.

Was nun die angeführten Krankheitsziffern betrifft, so sind dieselben auf ihre Bedeutung etwas genauer anzusehen.

Nach der letzten seit der deutschen Besitzergreifung vorgenommenen Zählung besitzt die etwas mehr als 200 qkm grosse Inselgruppe 7808 Einwohner, nämlich 3191 Männer, 3143 Frauen, 1474 Kinder.

Die Zahl der untersuchten Kranken beträgt, wie oben erwähnt, 381, nämlich 281 Männer, 65 Frauen und 34 Kinder. Die Zahl der krank befundenen Frauen und Kinder ist also gegenüber derjenigen der Männer unverhältnissmässig gering. Die Niedrigkeit dieser Ziffern erklärt sich aus der Scheu der eingeborenen Frauen und Kinder, welche ich beim Näherkommen häufig flüchten sah. Auch die Zahl der kranken Männer ist zu niedrig angegeben, denn theilweise traf ich dieselben in den betreffenden Dörfern nicht zu Hause, theils hatten sie, ebenso wie die Frauen, keine Neigung, sich untersuchen zu lassen. So hatte ich in einem Dorfe angeblich sämtliche Kranke gesehen bis auf einen alten Mann, der nicht gehen könne. Auf dem Wege zu letzterem sah ich in einem Hause eine Frau sitzen, welche bei näherer Besichtigung sich als mit einer blühenden Syphilis behaftet erwies. Ihre Sattelnase war anscheinend erst vor kurzem entstanden, denn im linken Nasenloch trug sie noch ein kleines Bambusröhrchen, um durch die Nase athmen zu können. Der Ehemann, den ich ebenfalls noch nicht gesehen hatte, war natürlich in gleichem Masse syphilitisch. Es ist dies nur eins von mehreren Beispielen.

Rechnet man, entsprechend der Bevölkerungsziffer, die Zahl der kranken Frauen ebenfalls gleich 281, die der erkrankten Kinder gleich 140, so wären das bei einer Bevölkerung von 7808 Menschen 702 Kranke. Nimmt man nach den obigen Darlegungen eine Morbiditätsziffer von 10 % an, so dürfte dieselbe jedenfalls eher zu niedrig gegriffen sein.

Auf Wunsch der Regierung habe ich nach dem Eintreffen frischer auf Eis liegender Lymphe mit der Impfung der Insulaner begonnen, welche in Hinsicht auf den Verkehr mit China und die frühere Epidemie in Neu-Guinea doppelt nothwendig erscheint. Die Impfung war durchaus erfolgreich, stiess jedoch späterhin, nachdem sich bei den zuerst Geimpften die Wirkung zeigte, und zwar aussergewöhnlich stark, auf passiven Widerstand, d. h. die Eingeborenen erschienen nicht mehr zum Impfen. So sind alles in allem nur 528 Personen geimpft worden, davon 438 Männer, 23 Frauen und 67 Kinder.

Die Bevölkerung ist nach den Aufzeichnungen der spanischen Missionare, bestätigt durch zahlreiche verlassene Hausstätten und geringe Kinderzahl, in stetem Rückgang begriffen. Tuberkulose, Syphilis, Gonorrhoe wirken, unterstützt durch Sitten und soziale Verhältnisse, hin auf den Untergang der braunen Bewohner Yap's. Schade, wenn dieses nette, liebenswürdige, arbeitswillige, an Kultur hochstehende Völkchen in kurzem nur noch der Vergangenheit angehören würde.

IV. Die Krankheitsverhältnisse auf den Marianen.

Von

Regierungsarzt Dr. Girschner.

Am 14. August 1900 war es mir ermöglicht durch die damals noch bestehende Verbindung mittelst des Lloydsschiffes „München“ Saypan zu besuchen, und die Krankheitsverhältnisse auf der genannten Insel, sowie auf Rota, vier Wochen hindurch zu beobachten. Auch der Geheime Medizinalrath Prof. Dr. Robert Koch setzte mit dem erwähnten Schiff seine Reise fort und benutzte noch die späten Abendstunden, um auch hier von den verhältnissmässig zahlreich erschienenen Kindern Blutproben zu entnehmen und sie auf Malariaerscheinungen hin zu untersuchen. Das Ergebniss war hier ganz ähnlich wie in Ponape; auch hier in Saypan kommt nach dessen Ansicht Malaria nicht endemisch vor. Die Bevölkerung der Marianen von Saypan und Rota (in Tinian wohnen nur wenige Arbeiterfamilien) besteht aus sogenannten Chamorros, die aber ein Gemisch von diesen mit Tagalen und Spaniern oder Rukleuten sind; beide Volksbestandtheile verhalten sich wesentlich gleich in Beziehung auf Neigung zu Erkrankungen.

In der Niederlassung Garapan mit 1032 Bewohnern habe ich 57 Kranke gesehen und behandelt. Die hier am meisten verbreitete Krankheit scheint Framboesie zu sein. Im Ganzen sah ich 31 Kinder mit dieser Krankheit im Alter von 1—10 Jahren; 20 unter ihnen standen im Alter von 5—8 Jahren. Von den Kindern waren 30 männlichen und nur 1 weiblichen Geschlechts, dies möchte ich aber im Wesentlichen nur auf die grössere Scheu der Mädchen vor Untersuchungen rechnen. Lieblingssitz der Veränderungen sind Mundwinkel, Vorhaut oder Umgebung der Geschlechtstheile, After, dann aber auch Stamm und Gliedmassen. Die in der Gegend des Afters sitzenden Veränderungen sehen oft Feigwarzen höchst ähnlich, und dies macht es leicht begreiflich, dass ein Theil der Kranken vorher mit grauer Salbe behandelt war. Ausserdem behandelte ich noch 9 Geschwüre an den Gliedmassen, 1 Hautkrebs, 2 tertiäre Syphilis, 1 Wasserbruch, 3 Lungentuberkulosen, 1 Elephantiasis des Beines und Fusses, 1 chronische Gelenkentzündung, 1 Lähmung des Speichennerven, 2 Verdauungsstörungen mit Fieber, 1 Blasenkatarrh, 1 Beingeschwür, 1 weichen Schanker, 1 Bauchwassersucht bei einem zweijährigen Kinde in Folge von Bauchfelltuberkulose.

In der zweiten Ansiedlung Tanapag auf Saypan mit 205 Einwohnern besichtigte ich zunächst die Schulkinder. Von diesen litten 16 im Alter von 5—8 Jahren an Framboesie, darunter 2 Mädchen. Ausserdem besuchte ich noch 4 mir als krank bezeichnete Erwachsene; die Krankheiten bestanden in Lebercirrhose bei einem Mann, in rundem Magengeschwür bei einer Frau, ausserdem bei 2 Fällen in Beingeschwüren. Ich hinterliess hier einige Heilmittel und Verbandstücke und gab dem Schullehrer einige Anweisungen.

Am 1. September bot sich Gelegenheit mit einem japanischen Schoner die Insel Rota auf einen Tag zu besuchen. Die Insel hat 491 Einwohner. Auch hier veranlasste ich die Zusammenberufung der Schulkinder und dann besuchten wir die erkrankten Erwachsenen. Framboesie schien mir hier viel seltener zu sein; nur bei zwei Kindern konnte ich Spuren an den Mundwinkeln erkennen. Dagegen liessen sich hier andere, höchst eigenartige Krankheitserscheinungen feststellen. Nach Angabe des Alkalden und der sonst recht intelligenten Bewohner (die reineren Chamorroblutes als die übrigen Marianenbewohner sein sollen) hat hier vor etwa $1\frac{1}{4}$ Jahren eine Krankheit geherrscht, an der mehrere Befallene gestorben sein sollen. Die Erscheinungen konnten nicht so genau geschildert werden, dass man daraus auf ihr Wesen einen Schluss hätte ziehen können; das Ergebniss war aber höchst betäubend, da 17 Menschen in Folge davon Nervenlähmungen davongetragen hatten, während sich sonst nichts Bemerkenswerthes auffinden liess. Die Lähmungen betrafen 5mal den Nervus cruralis, 3mal den N. radialis, 7mal den N. peroneus einer Seite; 2mal waren sie doppelseitig und erstreckten sich auf die Nervi peronei. Die Kranken baten mich dringend, wiederzukommen und ihnen Hülfe zu bringen.

Sonst erwähne ich noch einen Fall von Knotenaussatz, vier von Gesichtslupus mit ganz fürchterlichen Zerstörungen im Gesicht und Hals. Die zu treffenden Absonderungsmassregeln (namentlich Schliessung des zum Waschen und Trinken gemeinschaftlich von Kranken und Gesunden benutzten Felsenbrunnens) sind in die Wege geleitet.

Zum Schluss möchte ich noch die auch von dem Geheimen Medizinalrath Koch mir gegenüber betonte Nothwendigkeit hervorheben, die Bewohner des gesammten Inselgebiets, wenigstens an den Hafenplätzen, in denen am häufigsten Berührungen mit ankommenden Schiffen stattfinden, mit Schutzpocken zu impfen. Leider ist der Bezug der Lymphe von Java oder Yokohama augenblicklich sehr schwierig, da der Norddeutsche Lloyd nach dem Anlaufen der „München“ in Yap die Fahrt noch nicht wieder aufgenommen hat.

Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Chemische Untersuchung eines neuen im Handel befindlichen „Dauerwurstsalzes Borolin“ und eines „Dauerwurstgewürzes“.

Von

Dr. Adolf Günther,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Unter der Bezeichnung „Borolin“ wird in neuester Zeit ein Dauerwurstsalz in Blechdosen zu 1 kg zum Preise von 2 Mark in den Handel gebracht. Nach den beigegebenen Anweisungen bietet Borolin bei genauer Anwendung zugleich einen Ersatz für Farbstoff, indem es der Wurst vermöge seiner Eigenschaften ein schönes, gesundes Aussehen verleihen, den Wohlgeschmack erhöhen und die Wurst vor dem Verderben, sowie Grauwerden schützen soll. Auf 1 kg Wurstmasse sollen 4 g Borolin verwendet werden. Jeder weitere Zusatz ausser Salz ist fortzulassen.

Das Präparat stellt ein weisses, grobkörniges Salzgemisch dar, das sich in Wasser leicht löst.

In einer Durchschnittsprobe des Salzes wurden gefunden:

46,63 %	Rohrzucker,
23,30 %	Kochsalz,
13,25 %	Borsäure,
5,91 %	Borax,
9,84 %	Kaliumnitrat,
0,27 %	Natriumsulfat.

Aus derselben Bezugsquelle stammt das Dauerwurstgewürz, welches als „Ia Dauerwurstgewürz für Cervelat- und Salamiwurst“ in Kartons zu 1 kg und zum Preise von 2,50 Mark in den Handel gebracht wird. Nach der beigelegten Gebrauchsanweisung soll man 10 g Dauerwurstgewürz auf 1 kg Wurstmasse nehmen, jeden weiteren Zusatz dagegen fortlassen.

Unter diesem Namen „Dauerwurstgewürz“ verbirgt sich ein Borsäure-haltiges Fleisch- und Wurstkonservierungsmittel, bestehend aus einem Gemenge unzerstossener Pfefferkörner von weissem und schwarzem Pfeffer und einem zum Theil grobkörnigen Gemenge von Krystallen. Die Analyse ergab, dass letzteres aus Rohrzucker, Kochsalz, Kalisalpeter und Borsäure bestand, so dass im Dauerwurstgewürz die gleichen Bestandtheile, wie im Dauerwurstsalz Borolin enthalten sind, nur dass sie noch ausserdem mit gestossenem und ungestossenem Pfeffer vermengt sind. Der Zusatz von Borsäure ist weder in dem einen, noch in dem anderen Präparat gekennzeichnet.

Der Analyse einer Durchschnittsprobe zufolge, besteht das Dauerwurstgewürz aus:

11,35 %	ungestossenen weissen und schwarzen Pfefferkörnern,
24,21 %	Pfefferpulver (gestossener weisser und schwarzer Pfeffer),
32,44 %	Rohrzucker,
7,77 %	Kalisalpeter,
11,21 %	Borsäure,
11,01 %	Kochsalz.

Ausserdem waren als zufällige Verunreinigungen des Pfeffers einige Steinchen von Pfefferkorngrösse und Holzfasern vorhanden.

Sowohl das Borolin als das Dauerwurstgewürz unterscheiden sich von früher untersuchten Fleisch- und Wurstkonservierungsmitteln¹⁾ durch einen besonders hohen Rohrzuckergehalt.

Auf Grund des Bundesrathsbeschlusses vom 18. Februar 1902 ist der Zusatz von Borsäure und deren Salzen, sowie von Zubereitungen, die Borsäure und deren Salze enthalten, bei der gewerbsmässigen Zubereitung von Fleisch verboten.

¹⁾ Polenske, Arbeiten a. d. Kais. Ges.-Amt V, 364; VI, 119; VIII, 252 u. 686; XI, 508; XII, 548; XIV, 684; XV, 365.

Die grösseren wissenschaftlichen Arbeiten u. s. w. aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte erscheinen unter dem Titel:

Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte

in zwanglosen Heften, welche zu Bänden von 30–40 Bogen Stärke vereinigt werden.

Bis jetzt sind erschienen:

Erster Band. — Mit 13 lithograph. Tafeln und Holzschnitten. — Preis M. 26,—.

Zweiter Band. — Mit 6 lithograph. Tafeln und Holzschnitten im Text. — Preis M. 22,—.

Dritter Band. — Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Egypten und Indien entsandten Kommission, unter Mitwirkung von Prof. Dr. Robert Koch bearb. vom Kaiserl. Reg. Rath Dr. Georg Gaffky. Mit Abbildungen im Text, 30 Tafeln und 1 Titelbilde. — Preis M. 30,—.

Vierter Band. — Mit Abbildungen im Text. — Preis M. 18,—.

Fünfter Band. — Mit 14 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 28,—.

Sechster Band. — Mit 6 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 23,—.

Siebenter Band. — Mit 22 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 36,—.

Achter Band. — Mit 26 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 45,—.

Neunter Band. — Mit 21 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 33,—.

Zehnter Band. — Die Cholera im Deutschen Reiche im Herbst 1892 und Winter 1892/93. Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 35,—.

Elfter Band. — Mit 19 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 30,—.

Zwölfter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 35,—.

Dreizehnter Band. — Mit 4 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 19,—.

Vierzehnter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 33,—.

Fünfzehnter Band. — Mit 11 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 24,—.

1. Dr. W. Busse, Ueber Gewürze. IV. Vanille. Mit 2 Tafeln.
2. Dr. Dunbar u. Dr. P. Muschoff, Untersuchungen über das von der Société chimique des usines du Rhône für Haare und Borsten empfohlene Desinfektionsverfahren mit Formaldehyd im luftverdünnten Raum.
3. Dr. A. Mühlischlegel, Ein Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Bakterien nach Studien an drei Körnerbazillen. Mit 1 Tafel.
4. Dr. Wutzdorff, Die in elektrischen Akkumulatorenfabriken beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.
5. Dr. Brandl u. Dr. Scherpe, Ueber zinkhaltige Apfelschnitte nebst Versuchen über die Wirkung des äpfelsauren Zinks. Mit Anhang: Ueber die Gesundheitsschädlichkeit des Zinks, beurtheilt nach Versuchen über den Verbleib intravenös eingeleiteter Zinksalze. Von Prof. Dr. Jakob.
6. Dr. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1897.

7. Dr. A. Weber, Zur Aetiologie der Krebsepest. Mit 2 Tafeln.
8. Dr. J. Buchwald, Ueber Gewürze. V. Ingwer. Mit 1 Tafel.
9. Dr. W. Kerp, Ueber die Baudouin'sche Reaktion.
10. Dr. E. Rost, Ueber das Schicksal des o-Oxy-Chinolins und über die Ausscheidung der gepaarten Schwefelsäuren im Harn des Hundes; nebst einem Anhang über die Zusammensetzung des Chinosols.
11. Dr. Engelmann, Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht.
12. Mittheilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Ollwig, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1896 bis zum 31. März 1897. — II. Dr. Gaertner, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April

- 1897 bis zum 31. März 1898. — III. Die Impfungen, welche vom 1. Juli 1896 bis 30. Juni 1898 in Deutsch-Ostafrika durch die Aerzte der Kaiserlichen Schutztruppe ausgeführt worden sind. Nach amtlichen Berichten zusammengestellt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — E. Marschallinseln. Dr. Bartels, Aerztlicher Jahresbericht für 1897/98.
13. Dr. Böder, Beitrag zu vergleichenden Untersuchungen über die Bakterien der Schweinepest und Schweineeuche.
14. Dr. R. Scherpe, Die chemischen Veränderungen des Roggens und Weizens beim Schimmeln und Auswachsen.
15. Dr. G. Martinus, Beitrag zur Kenntniss der Wirkung des Poleyöles.
16. Dr. Kübler, Die Milzbrandgefahr bei Bearbeitung thierischer Haare und Borsten, und die zum Schutz dagegen geeigneten Massnahmen.
17. Dr. P. Muschoff, Untersuchungen zu dem Dampf-Desinfektionsverfahren, welches im

- § 2, 1 der unter dem 28. Januar 1899 erlassenen Vorschriften über die Einrichtung und den Betrieb der Rosshaarpinnereien u. s. w. für die Desinfektion des Rohmaterials vorgeschrieben ist. Mit 1 Tafel.
18. Dr. Wutzdorff, Die in Thomaschlackenmühlen beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.

19. Dr. A. Maassen, Fruchtäther bildende Bakterien. Mit 3 Tafeln.
20. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: 27. Dr. E. Polenske und Dr. W. Busse, Beiträge zur Kenntniss der Mate-Sorten des Handels. Mit 1 Tafel. — 28. Dr. W. Busse, Ueber gerbstoffhaltige Mangroverinden in Deutsch-Ostafrika. 29. Dr. Ed. Polenske, Chemische Untersuchung von 2 amerikanischen Konservierungsmitteln für Fleisch und Fleischwaren. — 30. S. Friedländer, Zur Bestimmung des Schwefels im Petroleum.

Handels. Mit 1 Tafel. — 28. Dr. W. Busse, Ueber gerbstoffhaltige Mangroverinden in Deutsch-Ostafrika. 29. Dr. Ed. Polenske, Chemische Untersuchung von 2 amerikanischen Konservierungsmitteln für Fleisch und Fleischwaren. — 30. S. Friedländer, Zur Bestimmung des Schwefels im Petroleum.

Sechzehnter Band. — Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Pest im Jahre 1897 nach Indien entsandten Kommission, erstattet vom Geheimen Medizinalrath Professor Dr. Gaffky, Professor Dr. Pfeiffer, Professor Dr. Sticker und Stabsarzt Dr. Diendoné. Nebst einer Anlage: **Untersuchungen über die Lepra,** von Professor Dr. Sticker. Mit 9 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 24,—.

Siebzehnter Band. — Mit 3 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 26,—.

1. Dr. H. Kossel und Dr. P. Frosch, Ueber die Pest in Oporto. (Nach einem an den Herrn Staatssekretär des Innern bezw. den Herrn Königl. Preussischen Minister der geistl., Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten unter dem 21. November 1899 erstatteten Bericht.) Mit 1 Tafel.
2. Dr. P. Muschold, Ueber die Widerstandsfähigkeit der mit dem Lungenauswurf herausbeförderten Tuberkelbazillen in Abwässern, im Flusswasser und im kultivierten Boden.
3. Dr. A. Weber, Die Bakterien der sogenannten sterilisierten Milch des Handels, ihre biologischen Eigenschaften und ihre Beziehungen zu den Magen-Darmkrankheiten der Säuglinge, mit besonderer Berücksichtigung der giftigen peptonisierenden Bakterien Flügge's.
4. Dr. G. Martius, Experimenteller Nachweis der Dauer des Impfschutzes gegenüber Kuhl- und Menschenpocken.
5. Dr. Boeder, Zur Frage von der Heilkraft des Lichtes.
6. Dr. Vagedes, Ueber die Pest in Oporto.
7. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XI. Gutachten

- über die Verunreinigung der Haase durch die Piesberger Grubenwässer und deren Folgen. Mit 1 Tafel.
8. Dr. K. Windisch, Ueber die Veränderungen des Fettes beim Reifen der Käse.
9. Dr. Wutzdorff, Die im Zirkulantenbetriebe beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zu ihrer Verhütung erforderlichen Massnahmen.
10. Dr. H. Kossel und Dr. Weber, Ueber die Hämoglobinurie der Rinder in Finland. Mit 1 Tafel.
11. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1898.
12. Dr. Velde, Bericht über die gesundheitlichen Verhältnisse der Provinz Schantung.
13. Dr. Velde, Bericht über die Verbreitung der Lepra in China.
14. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Becker, General-Sanitäts-Bericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 1. März 1899. — II. Dr. Becker, Die im Berichtsjahr 1898/99 bei der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika vorgenommenen Impfungen. — B. West-Afrika. Dr.

A. Plehn, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1897 bis 30. Juni 1898. — C. Togo. Dr. Wendland, Bericht über die Verbreitung der Pocken und der Lepra im Bezirk Misaböhe. — D. Karolinen-Inseln. Dr. Girschner, Bericht über Klima und Gesundheitsverhältnisse auf Ponape im letzten Vierteljahr des Jahres 1899. — E. Marshall-Inseln. Dr. Bartels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marshall-Inseln 1898/99. — Dr. Bartels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marshall-Inseln in der Zeit vom 1. April 1899 bis 31. März 1900.

15. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: 31. Dr. R. Heise, Eine Methode zur vergleichsweise Bestimmung der Lichtfärbungen von Kohlenwasserstofflampen und elektrischen Glühlampen. — 32. Dr. Ed. Polenske, Ueber den Borsäuregehalt des amerikanischen Trockenpökelfleisches. — 33. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten des Borax bei der Destillation mit Methylalkohol. — 34. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten von Borsäure, schwefliger Säure und künstlichen Farbstoffen in Dauerwurst.

Achtzehnter Band. — Mit 13 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 27,—.

1. Dr. P. Muschold, Weitere Untersuchungen zu dem im § 2, 1 der Bekanntmachung des Herrn Reichskanzlers vom 28. Januar 1899 für Rosshaarpinnereien u. s. w. vorgeschriebenen Desinfektionsverfahren mittelst Wasserdampf.
2. Dr. A. Maassen, Die Zersetzung der Nitrate und der Nitrite durch die Bakterien. Ein Beitrag zum Kreislauf des Stickstoffs in der Natur.
3. Dr. E. Rost, Ueber den Einfluss des Natriumsalpers auf den Stoffwechsel des Hundes. Mit 1 Tafel.
4. Dr. H. Kossel u. Dr. Nocht, Ueber das Vorkommen der Pest bei den Schiffsratten und seine epidemiologische Bedeutung. Mit 1 Tafel.
5. Dr. Cl. Schilling, Ueber eine bei Ratten vorkommende Seuche.
6. Dr. H. Kossel u. Dr. Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest. Mit 4 Tafeln.
7. Dr. L. Heim, Eine Milzbrandinfektion durch Ziegenhaare.
8. Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht. (Nach dem aus den

- Lungenheilstätten eingegangenen Material bearbeitet im Kaiserlichen Gesundheitsamte.) Berichterstatte: Reg.-Rath Dr. Engelmann.
9. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten. Dr. Bartels, Bericht über das Vorkommen der Farnboese und des Ringwurms auf den Marshall-Inseln und auf Nauru.
10. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XII. Gutachten, betr. die Verunreinigung von Quellen im Innerstehale und der Innerste. Berichterstatte: Geh. Reg.-Rath Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel. — XIII. Ergänzungs-Gutachten, betr. die Verunreinigung der Innerste. Berichterstatte: Geh. Reg.-Rath Dr. Ohlmüller.
11. Dr. E. Rost, Zur Kenntniss des Stoffwechsels wachsender Hunde. Mit 1 Tafel.
12. Dr. Tjaden, F. Koske u. Dr. M. Hertel, Zur Frage der Erhitzung der Milch, mit besonderer Berücksichtigung der Molkereien. Mit 3 Tafeln.
13. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1899.
14. Dr. Seige, Ueber die desinfizierende Wirkung der Alkoholdämpfe.

15. Dr. R. Fritzweiler, Ueber das Vorkommen des Oleodistearins in dem Fette der Samen von Theobroma-Cacao.
16. Fr. Schaudinn, Studien über krankheits-erregende Protozoen. I. Cyclospora carlytica Schaud., der Erreger der peritonitischen Enteritis des Maulwurfs. Mit 2 Tafeln.
17. Dr. Ohlmüller und Dr. Fr. Prall, Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon.
18. Dr. Fr. Prall, Beitrag zur Kenntniss der Nährböden für die Bestimmung der Keimzahl im Wasser.
19. Dr. E. Fritsche, Versuche über Infektion durch kutane Impfung bei Thieren.
20. Dr. A. Maassen, Die biologische Methode Gosio's zum Nachweis des Arsens und die Bildung organischer Arsen-, Selen- und Tellurverbindungen durch Schimmelpilze und Bakterien.
21. Dr. H. Schmidt, Ueber die Einwirkung gasförmiger Blausäure auf frische Früchte.
22. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. I. Fränkel, Untersuchung von Farbstoffen, welche zum Färben von Wurst, Fleisch und Konserven dienen.

Neunzehnter Band. Heft 1. — Mit 3 Tafeln. — Preis M. 7,—.

1. Dr. E. Rost, Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den thierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konserviren von Nahrungsmitteln. Mit 3 Tafeln.
2. Dr. Rubner, Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen.

3. Dr. R. O. Neumann, Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen.
4. Dr. A. Heffter, Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung.
5. Dr. G. Sonntag, Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper.
6. A. Weitzel, Ueber die Lagerung der

Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen.

7. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. Ed. Polenske, Ueber den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweineschinken.

X

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



NEUNZEHNTER BAND.

DRITTES (SCHLUSS-)HEFT.

MIT 3 TAFELN.

BERLIN.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

1903.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Versuche über Zuckerbestimmungen. Von Dr. G. Sonntag, technischem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	447
Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XIV. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrathes über die Einleitung der Abwässer Dresdens in die Elbe. Berichterstatter: Geheimer Hofrath Prof. Dr. Gärtner. Mitberichterstatter: Geheimer Medizinalrath Prof. Dr. Rubner. (Hierzu Tafel XII—XIV.)	458
Die Lebensdauer der Pestbazillen in Kadavern und im Kothe von Pestratten. Von Dr. Albert Maassen, technischem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	508
Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. (Vorläufige Mittheilung.) Von Fritz Schaudinn (Rovigno).	547
Untersuchungen über die sogenannte „rohe Karbolsäure“ mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zur Desinfektion von Eisenbahnviehtransportwagen. Von Dr. Fischer und E. Koske, Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	577
Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes. Beitrag zur Untersuchung der Erdfarben auf Arsen. Von Dr. Carl Fischer, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte	672

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin N.**

Die grösseren wissenschaftlichen Arbeiten u. s. w. aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte erscheinen unter dem Titel:

Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte

in zwanglosen Heften, welche zu Bänden von 30—40 Bogen Stärke vereinigt werden.

Bis jetzt sind erschienen:

Erster Band. — Mit 13 lithograph. Tafeln und Holzschnitten. — **Preis M. 26,—.**

Zweiter Band. — Mit 6 lithograph. Tafeln und Holzschnitten im Text. — **Preis M. 22,—.**

Dritter Band. — Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Egypten und Indien entsandten Kommission, unter Mitwirkung von Prof. Dr. Robert Koch bearb. vom Kaiserl. Reg.-Rath Dr. Georg Gaffky. Mit Abbildungen im Text, 30 Tafeln und 1 Titelbilde. — **Preis M. 30,—.**

Vierter Band. — Mit Abbildungen im Text. — **Preis M. 18,—.**

Fünfter Band. — Mit 14 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 28,—.**

Sechster Band. — Mit 6 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 23,—.**

Siebenter Band. — Mit 22 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 36,—.**

Achter Band. — Mit 26 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 45,—.**

Neunter Band. — Mit 21 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 33,—.**

Zehnter Band. — Die Cholera im Deutschen Reiche im Herbst 1892 und Winter 1892/93. Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 35,—.**

Elfter Band. — Mit 19 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 30,—.**

Zwölfter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 35,—.**

Dreizehnter Band. — Mit 4 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 19,—.**

Fortsetzung auf Seite 3.

Versuche über Zuckerbestimmungen.

Von

Dr. G. Sonntag,

technischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Bei Arbeiten, welche eine grössere Anzahl von Zuckerbestimmungen erfordern, macht sich häufig das Bedürfniss geltend, eine Methode zu benutzen, welche eine schnellere Ausführung der Zuckerbestimmung gestattet.

Will man das allgemein anerkannte und benutzte gewichtsanalytische Verfahren der Zuckerbestimmung durch Fehling'sche Lösung als Grundlage nicht verlassen, so kann es sich nur darum handeln, das durch Kochen mit Fehling'scher Lösung erhaltene Kupferoxydul mittelst eines einfacheren Verfahrens zu bestimmen.

Anfangs wurde das Kupferoxydul, da man es für leicht oxydirbar und daher schwer wägbar hielt, durch Behandeln mit Salpetersäure und Glühen in Kupferoxyd übergeführt und dieses gewogen. Durch das späterhin geübte Verfahren, welches von der Annahme ausging, dass es schwierig sei, das Kupferoxydul vollständig in Oxyd überzuführen, da das Kupferoxydul beim Glühen leicht zusammenbacke, wodurch kleine Theilchen zu Klümpchen eingeschlossen und der Oxydation entzogen würden, sollte dieser Fehler in folgender Weise vermieden werden. Das Kupferoxydul wird auf Papierfilter gesammelt, von dem Filter in einen Platintiegel gebracht, das Filter verascht, und das Kupferoxydul mitsammt dem Kupferoxyd der Filterasche im Wasserstoffstrom reduziert und das reduzierte Kupfer gewogen. Die dem Verfahren durch Anwendung von Papierfiltern, welche einerseits leicht Kupferoxydul durchlassen, andererseits schwierig auszuwaschen sind, anhaftenden Mängel wurden von Soxhlet vermieden durch das von ihm eingeführte Filtrirrohr mit Asbestfilter. Nach Soxhlet und Allihn wird das Kupferoxydul im Asbestfilterrohr gesammelt, ausgewaschen und durch gelindes Erhitzen im Wasserstoffstrom reduziert. Die Einwendungen, welche gegen dies Verfahren gemacht wurden, richten sich gegen die Reduktion des Kupferoxyduls, da dieses organische Substanz mitreisst. Sie führten zu der jetzt mit Rücksicht auf einen etwaigen Gehalt an organischer Substanz allgemein befolgten Methode, das im Asbestfilterrohr gesammelte Kupferoxydul vor der Reduktion durch Glühen im Luftstrom in Kupferoxyd zu verwandeln und damit die organische Substanz zu zerstören. Um das langwierige Reduziren im Wasserstoffstrom oder auch mittelst des zu gleichem Zwecke vorgeschlagenen Methylalkohols¹⁾ zu umgehen, ist in der Folge häufig wieder das Kupferoxyd als Wägungsform empfohlen worden. Es seien hier nur die Arbeiten

¹⁾ Bruhns, Ztschr. öff. Chem. 1897, 573.

von Prager¹⁾, Farnsteiner²⁾, Hefelmann³⁾ und Bolm⁴⁾ erwähnt. Bremer⁵⁾ berichtet, dass er in manchen Fällen, besonders bei grösseren Mengen und in Folge dessen dickerer Schicht von Kupferoxydul bei Benutzung von Filterröhren ungenaue Ergebnisse erzielt habe. Die Oxydation war dabei nicht vollständig gelungen.

Das abgeschiedene Kupferoxydul als solches auf gewogenem Filter zur Wägung zu bringen unternahm Nihoul⁶⁾. Er fand, dass das getrocknete Kupferoxydul zwei Tage lang einer Temperatur von 75° bis 100° ausgesetzt werden konnte, ohne dass Oxydation eintrat. Wurde das Kupferoxydul gegläht und das Kupferoxyd auf Kupferoxydul umgerechnet, so wurden Zahlen erhalten, welche um 0,3 bis 0,4% vom Gewicht des Kupferoxyduls zu niedrig waren. Killing⁷⁾ sammelt ebenfalls das Kupferoxydul auf Papierfilter, bringt das bei 100° getrocknete vom Filter in einen tarirten Tiegel und wägt. Das am Filter haftende Kupferoxydul wird durch Glühen in Kupferoxyd umgewandelt und für sich gewogen. Bremer⁵⁾ bestätigt, dass eine genaue Bestimmung des Kupferoxyduls durch Wägung als solches sehr gut möglich ist. Er verwendet aber zum Filtriren das Soxhlet'sche Röhrchen. Ebenso empfiehlt Ambühl⁸⁾ die Wägung des im Asbestfilterrohr gesammelten Kupferoxyduls. In einer grösseren Abhandlung bespricht E. Pflüger⁹⁾ die verschiedenen Methoden. Um die Schwierigkeit, die vorgeschriebene Kochdauer genau innezuhalten, und um Temperaturschwankungen in Folge Siedeverzuges zu vermeiden, will Pflüger so verfahren, dass er die Zuckerlösung mit dem Fehling'schen Gemisch 30 Minuten in siedendes Wasser taucht. Die Zahlen fallen alsdann höher aus und erfordern eine neue Tabelle. Um Kupferoxyd zu wägen, wird das Kupferoxydul auf Filtrirpapier gesammelt, mit Wasser in eine Platinschale gespült und durch einen feinen Wasserstrahl aufgerührt. Es setzt sich nachher als sehr feiner Ueberzug an der ganzen Innenwandung der Schale ab und kann nach dem Verdunsten des Wassers durch Erhitzen leicht oxydirt werden. Das Filter wird in einer andern Schale für sich verascht. Pflüger hat auch die Kupferoxydulmethode — Wägung des im Filtrirrohr gesammelten Kupferoxyduls nach dem Trocknen bei 110° bis 120° — angewandt und findet, dass das Gewicht des durch Reduktion gefundenen Kupfers mit dem aus dem gewogenen Kupferoxydul berechneten übereinstimmt. Freyer¹⁰⁾ bestätigt die Angaben von Ambühl und bringt in einer Tabelle die dem gewonnenen Kupferoxydul entsprechenden Mengen von Invertzucker.

Demnach wäre die einfachste Art, die Menge des durch Zuckerlösung aus Fehling'scher Lösung ausgefüllten Kupferoxyduls zu bestimmen, die, es als solches zu wägen, oder noch bequemer, die Menge massanalytisch festzustellen. Es schien

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1894, 520.

²⁾ Forschungsberichte 1895, 235; 1897, 169.

³⁾ Pharm. Zentrallh. 1895, 637.

⁴⁾ Ztschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Gen.-Mittel 1899, 689.

⁵⁾ Forschungsber. 1897, 105.

⁶⁾ Chemiker-Zeitung 1893, 500 u. 1894, 881.

⁷⁾ Ztschr. f. angew. Chem. 1894, 431.

⁸⁾ Chemiker-Zeitung 1897, 137.

⁹⁾ Arch. 1898, 399.

¹⁰⁾ Zeitschr. landw. Versuchswesen Oesterr. 1899, 30; Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genussm. 1899, 659.

mir daher von Werth, über die Eigenschaften und die Zusammensetzung des durch Zuckerlösungen aus Fehling'scher Lösung gefällten Kupferoxyduls nochmals selbst Versuche anzustellen.

Zu diesem Zwecke wurde durch Kochen mit reiner Invertzuckerlösung — genau wie bei der Zuckerbestimmung nach der Anleitung der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz — aus Fehling'scher Lösung Kupferoxydul abgeschieden, in Asbeströhrchen, welche so vorbereitet waren, dass nach dem Durchfiltriren von heisser Fehling'scher Lösung und Auswaschen keine Gewichtsabnahme eintrat, gesammelt, erst mit heissem Wasser, dann mit Alkohol und Aether ausgewaschen und bei 100° bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Es zeigte sich zunächst, dass nach zweimaligem Durchleiten von Luft meist innerhalb einer Viertelstunde Gewichtskonstanz eintrat. Das Gewicht des so getrockneten Kupferoxyduls blieb bei weiterem halbbis einstündigen Erhitzen und beim Aufbewahren des Röhrchens im Exsikkator mehrere Tage lang dasselbe. Dann wurde das Röhrchen mittelst Gummistopfens und Glasröhre mit einem gewogenen Chlorcalciumrohr verbunden, an welches noch ein zweites sich anschloss. Durch die Spitze des Filtrirrohres wurde nun Wasserstoff geleitet, der durch alkalische Pyrogallussäure getrieben, mit Permanganatlösung und Kalilauge gewaschen, durch Schwefelsäure und Chlorcalcium getrocknet war. Nachdem die Luft aus der Röhre verdrängt war, wurde das Filter mit dem Kupferoxydul durch eine kleine Flamme erhitzt. Das gebildete Wasser wurde langsam in das Chlorcalciumrohr getrieben und in diesem ersten, wie Versuche zeigten, schon vollständig zurückgehalten. Nachdem das Kupferoxydul reduzirt war, liess ich im Wasserstoffstrom erkalten. Dann wurde der Apparat auseinandergenommen, das Filtrirrohr gewogen und aus dem Chlorcalciumrohr der Wasserstoff durch getrocknete Luft verdrängt, dann dieses nach einer halben Stunde ebenfalls gewogen.

Die folgende Tabelle enthält die Mengen des Kupferoxyduls, des daraus gewonnenen Sauerstoffs und Kupfers und diejenige Menge Kupfer, welche sich durch Rechnung aus der gefundenen Menge Kupferoxydul ergibt.

Nr.	Cu ₂ O	H ₂ O	O	Cu	O %	Cu %	Aus der gef. Menge Cu ₂ O berechnet sich Cu
1	0,4930	0,0620	0,05504	0,4387	11,16	88,99	0,43791
2	0,4927	0,0623	0,05531	0,4373	11,22	88,76	0,43765
3	0,9875	0,1255	0,11143	0,8773	11,28	88,84	0,87717
4	0,4929	0,0620	0,05504	0,4376	11,16	88,78	0,43783
5	0,9903	0,1252	0,11117	0,8797	11,23	88,83	0,87965
6	0,9880	—	—	0,8780	—	88,87	0,87761
7	0,3648	0,0469	0,04164	0,3248	11,41	89,04	0,32404
8	0,4122	—	—	0,3666	—	88,94	0,36614
9	0,4254	0,0517	0,04591	0,3775	10,79	88,74	0,37787
10	0,3961	0,0495	0,04395	0,3514	11,10	88,71	0,35184
11	0,3858	—	—	0,3430	—	88,91	0,34269
12	0,3949	0,0492	0,04369	0,3502	11,06	88,68	0,35078
13	0,3736	0,0469	0,04164	0,3313	11,15	88,68	0,33186
14	0,4099	—	—	0,3634	—	88,65	0,36410

Man sieht, dass eine gute Uebereinstimmung der gefundenen Werthe mit den berechneten erzielt wurde. Namentlich sind die Unterschiede zwischen der durch Reduktion aus dem Kupferoxydul erhaltenen und der aus dieser berechneten Menge Kupfer gering und zum Theil auch den Filterröhren zur Last zu legen; denn dieselben zeigen trotz sorgfältigster Herstellung und vielen Auswaschens, nachdem Anfangs das Gewicht constant blieb, doch zuweilen plötzlich eine Gewichtsabnahme. Es würde also das Sicherste sein, das Kupferoxydul nicht zur Wägung zu bringen, sondern seine Menge durch ein massanalytisches Verfahren zu bestimmen.

Zuckerbestimmungen durch titrimetrische Bestimmung des Kupferoxyduls hat zuerst Schwarz¹⁾ versucht, indem er eine Methode der Kupferbestimmung mittelst Traubenzucker oder Milchzucker benutzte. Die Kupferbestimmung sollte in der Weise ausgeführt werden, dass das Kupfer aus seiner Lösung durch Kochen mit alkalischer Lösung von weinsaurem Kali und Zuckerlösung als Kupferoxydul abgeschieden, dieses abfiltrirt und mit Eisenchlorid und Salzsäure behandelt und das Eisenchlorür mittelst Permanganatlösung titirt wird.

Eisenoxysulfat oder Eisenoxydammoniakalaun als Oxydationsmittel des Kupferoxyduls wurde von Mohr²⁾ empfohlen als dem Eisenchlorid vorzuziehen. Zur Messung des Oxyduls wird $\frac{1}{10}$ -Permanganatlösung benutzt.

Pillnitz³⁾ schlug vor, das Kupferoxydul mit Filter mit Salzsäure und Kochsalz zu kochen und das gebildete Kupferchlorür mit Permanganat zu titiren. Später⁴⁾ empfiehlt er, um Chlor-Entwicklung zu vermeiden, das Kupferoxydul in verdünnter Schwefelsäure zu lösen und mit mässigen Kochsalzmengen zu arbeiten. Dem Kochsalz soll etwas Natriumbicarbonat zugemischt werden, damit die sich entwickelnde Kohlensäure die Luft aus dem Kölbchen verjagt. Neitzel⁵⁾ wäscht das Kupferoxydul durch Dekantiren mit heissem Wasser aus und filtrirt das Waschwasser durch ein gewöhnliches Filter. Auf das Filter wird siedende Ferrisulfatlösung gegeben, welche, nachdem sie das auf dem Filter befindliche Kupferoxydul gelöst hat, zu dem übrigen Kupferoxydul gelassen wird. Nach Abkühlung wird titirt.

Kalmann⁶⁾ benutzt Filtrirröhren mit Asbest und wirft das Filter mit Niederschlag in Ferrisulfatlösung.

Schnell⁷⁾ und Max Müller⁸⁾ empfehlen die Auflösung des Kupferoxyduls unter Kohlensäureabschluss.

Traphagen und Cobleigh⁹⁾ benutzen ebenfalls Asbestfilter, welches mit dem Niederschlag zusammen mittelst Ferrisulfat und Schwefelsäure behandelt wird.

Trotz der Empfehlungen scheint das Verfahren eine allgemeine Beliebtheit nicht gewonnen zu haben.

¹⁾ Ann. 1852 (84), 84.

²⁾ Zeitschr. f. anal. Chem. 1873, 296.

³⁾ Dasselbst 1876, 262.

⁴⁾ Dasselbst 1877, 48.

⁵⁾ Oesterr. ung. Z. f. Zuckerind. u. Landw. 1893, 16.

⁶⁾ Dasselbst 1896, 25. 43.

⁷⁾ Centralbl. Zucker-Ind. 1897, 24; Jahresber. Zuckerfabrikat. 1897, 133.

⁸⁾ Die deutsche Zuckerind. 1898, 790.

⁹⁾ Journ. Amer. Chem. Soc. 1899, 369.

Bei den ersten Versuchen, welche ich zur Prüfung der Methode anstellte, erhielt ich häufig zu niedrige Werthe. Ich verfuhr anfangs so, dass ich das Kupferoxydul in einem Gooch-Tiegel mit Asbestfilter sammelte. Dann brachte ich das Filter mit dem Niederschlag in den Kolben zurück und übergoss mit 50 ccm einer Lösung von 50 g Ferriammonsulfat und 50 ccm konzentrirter Schwefelsäure in 1 l. Es zeigte sich bald, dass die Auflösung des Kupferoxyduls häufig sehr langsam erfolgte. Oft waren einzelne Asbestfasern noch lange roth gefärbt. Selbst durch Erwärmen konnte die Lösung solcher Theilchen von Kupferoxydul nicht sehr beschleunigt werden. Zu den Versuchen wurde eine aus 50prozentiger Lösung von chemisch reinem Rohrzucker nach der steueramtlichen Anleitung hergestellte und verdünnte Invertzuckerlösung benutzt. Die Titration geschah mit einer Permanganatlösung (etwa $\frac{1}{20}$ -Normal), deren Titer mit $\frac{1}{20}$ -Oxalsäurelösung kontrolirt wurde. 1 ccm $\frac{1}{20}$ -Permanganatlösung entspricht 3,18 mg Cu.

So wurden gebraucht von einer Permanganatlösung, von der 10,2 ccm = 10,0 $\frac{1}{20}$ -Normal entsprachen: 50,5, 50,4, 50,4, 50,5, 50,4; im Mittel 50,44 ccm, entsprechend 157,3 mg Kupfer. Nach der amtlichen Tabelle ergiebt dies einen Zucker-gehalt von 48,66% Rohrzucker in der ursprünglichen Lösung. Eine gewichtsanalytische Bestimmung gab mit derselben Zuckerlösung 161,6 mg entsprechend 50,00% Zucker.

Nun wurde der Versuch so angestellt, dass die Ferrisulfatlösung heiss angewandt wurde. Um zugleich die am Tiegel hartnäckig anhaftenden Reste von Kupferoxydul fortzubringen, wurde, nachdem das Filter herausgenommen war, der Gooch-Tiegel mit heissem Wasser nachgespült, dann in einem Trichter auf den Kochkolben gesetzt, und die heisse Ferrisulfatlösung über den Tiegel ausgegossen und damit das anhaftende Kupferoxydul leicht gelöst und in den Kolben gespült. Alsdann wurde die Flüssigkeit noch mit heissem Wasser verdünnt, umgeschüttelt, abgekühlt und titirt. Auch hierbei blieben noch öfters kleine Theilchen von Kupferoxydul ungelöst. Es wurde wieder eine 50prozentige Rohrzuckerlösung nach Inversion und Verdünnung verwandt und verbraucht zur Titration:

ccm $\frac{1}{20}$ KMnO ₄	=	g Cu	=	% Rohrzucker
49,80		0,15836		48,99
50,48		0,16053		49,66
50,57		0,1608		49,76
50,00		0,1590		49,19
50,58		0,1608		49,76

Die Zahlen kommen den richtigen Werthen bereits nahe. Immerhin sind die Ergebnisse noch schwankend. Es ist augenscheinlich, dass die Vertheilung des Kupferoxyduls, welches erst in kleine Theilchen zusammengeballt ist, nicht stets gelingt, so dass sich entsprechende Mengen von Kupferoxydul der Auflösung entziehen und dass bei der dann zur völligen Lösung nöthigen längeren Zeitdauer und beim Erwärmen eine Oxydation des bereits gebildeten Eisenoxyduls durch den Sauerstoff der Luft erfolgen kann. Um diese Fehlerquellen zu vermeiden und namentlich das lästige Erwärmen zu ersparen, wurde nun das folgende Verfahren eingeschlagen, welches ein vollständiges Auflösen des Kupferoxyduls bewirkt und die kürzeste Zeitdauer der Vorbereitung zur Titration erfordert.

Das Kupferoxydul wird im Gooch-Tiegel über Asbestfilter abfiltrirt, die im Erlenmeyer-Kolben zurückbleibenden Reste werden mit kaltem Wasser leicht und sicher übergespült, wobei die Benutzung einer Federfahne entbehrt werden kann. Das Kupferoxydul wird im Gooch-Tiegel mit kochendem Wasser gut ausgewaschen und nun nicht in den Kolben zurückgebracht, sondern in eine Schüttelflasche von etwa 300 ccm Inhalt mit Glasstöpsel. Diese Flasche wird vorher mit Kohlensäure gefüllt, indem man ein enges, gebogenes Glasrohr in den Flaschenhals einhängt und durch dieses Kohlensäure einleitet. Das Asbestfilter im Gooch-Tiegel wird mit dem darauf befindlichen Kupferoxydul in die Flasche gebracht. Der Tiegel wird dann in einen auf die Flasche gesetzten Trichter gestellt und die zurückgebliebenen Theilchen von Asbest und Kupferoxydul mittelst kalten Wassers in die Flasche gespült. Da das Kupferoxydul hartnäckig an der Wandung haftet oder „herumkriecht“, so gelingt dies meist nicht vollständig. Der Tiegel wird im Trichter einstweilen bei Seite gestellt. Nun wird der Glasstöpsel aufgesetzt und die Flasche mit Inhalt einige Sekunden kräftig geschüttelt. Dadurch wird das Kupferoxydul sowohl, wie der Asbest sehr fein vertheilt. Um dies noch sicherer zu erreichen, habe ich auch wohl etwas Porzellanschrot in die Flasche gegeben. Die Verwendung desselben bedingt keine Schwierigkeiten, da er bei späterem Reinigen durch Ausspülen mit Wasser in der Flasche zurückbleibt. In die Flasche wird nunmehr, nachdem der Stöpsel gut abgespült ist, wieder das Zuleitungsröhrchen eingesetzt und Kohlensäure eingeleitet. Dann wird der Trichter mit dem Tiegel neben das Zuleitungsröhrchen auf die Flasche gesetzt und nun 50 ccm der Ferriammonsulfatlösung über Tiegel und Trichter ausgegossen. Dabei löst sich das noch zurückgebliebene Kupferoxydul sofort auf. Inzwischen wird fortwährend Kohlensäure eingeleitet, und Trichter mit Tiegel, sowie der Hals der Flasche mit Wasser abgespült. Nach einigem Umschwenken der Flasche ist das Kupferoxydul völlig verschwunden; es ist eine hellgrüne Lösung entstanden, in welcher nur der Asbest herumschwimmt. Es wird nun sofort mit $\frac{1}{20}$ -Permanganat titirt. Der Farbumschlag ist nach einiger Uebung leicht zu erkennen. Die Flüssigkeit wird anfangs fast farblos und nimmt dann die röthliche Farbe an. Es ist so lange zu titiren, bis die röthliche Färbung nach mehrmaligem Umschwenken kurze Zeit bestehen bleibt. Die ganze Operation der Zuckerbestimmung ist innerhalb einer halben Stunde beendet. Im Folgenden sind die Ergebnisse der auf die beschriebene Art angestellten Versuche enthalten.

50 prozentige Rohrzuckerlösung, nach steueramtlicher Vorschrift invertirt und verdünnt:

ccm $\frac{1}{20}$ KMnO_4	g Cu	% Zucker
51,16	0,16269	50,35
51,35	0,16329	50,54
51,16	0,16269	50,35
50,39	0,16024	49,56
50,96	0,16205	50,15
50,77	0,16145	49,96
50,77	0,16145	49,96

25prozentige Rohrzuckerlösung:

25,59	0,08138	25,28
25,69	0,08169	25,38
25,40	0,08077	25,11
25,30	0,08045	25,01

Milchzucker: 6,512 g Milchzucker wurde mit Wasser zum Liter gelöst. Von dieser Lösung ergaben 25 ccm, mit Wasser auf 100 ccm verdünnt und mit 50 ccm Fehling'scher Lösung 6 Minuten gekocht

ccm $\frac{1}{20}$ KMnO_4	=	g Cu	=	g Milchzucker
69,2		0,220056		0,1619
69,8		0,22196		0,1634

Im Mittel 0,16265 g. Enthalten waren in 25 ccm Lösung 0,1628 g.

25 ccm einer Lösung von 7,5 g Milchzucker in 1 l = 0,1875 g Milchzucker:

ccm $\frac{1}{20}$ KMnO_4	g Cu	g Milchzucker
79,65	0,253287	0,1873
79,97	0,25430	0,1881

20 ccm derselben Lösung = 0,1500 g.

64,64	0,20556	0,1511
-------	---------	--------

Weisswein, mit Bleiessig und Natriumsulfat entfärbt und auf das ursprüngliche Volumen wieder aufgefüllt.

25 ccm geben, mit 25 ccm Wasser und 50 ccm Fehling'scher Lösung 2 Minuten gekocht, gewichtsanalytisch 0,0176 g Kupfer, nach dem titrimetrischen Verfahren wurden gebraucht 5,4 ccm $\frac{1}{20}$ - KMnO_4 , entsprechend 0,01717 g Kupfer. Demnach enthalten 25 ccm Wein gewichtsanalytisch bestimmt 0,0098 g, massanalytisch bestimmt 0,0096 g Invertzucker.

25 ccm des entfärbten Weines mit 25 ccm Invertzuckerlösung und 50 ccm Fehling'scher Lösung 2 Minuten gekocht. Die Invertzuckerlösung war in der Weise bereitet, dass 13,024 g Rohrzucker mit Salzsäure invertirt, genau neutralisirt und auf 200 ccm aufgefüllt wurde. Von dieser Lösung wurden 25 ccm auf $\frac{1}{2}$ l verdünnt. 25 ccm der letzteren Lösung enthielten also 0,08547 g Invertzucker.

$\frac{1}{20}$ - KMnO_4	g Cu	g Invertzucker
56,2	0,17872	0,0945
56,3	0,17903	0,0946
55,9	0,17776	0,0940

Enthalten sind $0,0097 + 0,08547 = 0,09517$ g Invertzucker.

Nimmt man an, dass diese Mengen Invertzucker in den 25 ccm Wein vorhanden waren, so enthielt der Wein in 100 ccm 0,381 g; gefunden wurde im Mittel 0,377 g Invertzucker.

Von der obengenannten Invertzuckerlösung wurden 20 ccm (= 1,36752 g Invertzucker) mit dem entfärbten Wein auf $\frac{1}{2}$ l aufgefüllt. In dieser Flüssigkeit waren demnach $1,36752 + 0,18624 = 1,55376$ g Invertzucker enthalten, also in 25 ccm 0,077688 g, in 100 ccm 0,311 g Invertzucker. Gebraucht wurden 46,9 ccm $\frac{1}{20}$ - KMnO_4

= 0,1491 g Cu = 0,07836 g Invertzucker, also in 100 ccm gefunden 0,313 g Invertzucker.

Von einem zuckerfreien Weisswein wurden 200 ccm mit Bleiessig und Natriumsulfat geklärt und auf das ursprüngliche Volumen gebracht. Dann wurde 0,6516 g Rohrzucker hinzugefügt, nach Vorschrift der amtlichen Anweisung zur Untersuchung des Weines invertirt und wieder auf 200 ccm aufgefüllt. Es waren demnach in 100 ccm 0,342 g Invertzucker enthalten.

Bei Anwendung von 20 ccm wurden gebraucht:

$\frac{1}{20}$ -KMnO ₄	= g Cu	= g Invertzucker in 100 ccm
40,3	0,12815	0,336
40,3	0,12815	0,336

Bei Anwendung von 25 ccm

50,3	0,15995	0,337
------	---------	-------

Citronensaft, mit Bleiessig und Natriumsulfat geklärt. 25 ccm des verdünnten Saftes (= 4,375 g des ursprünglichen Saftes) Gesammtzucker.

Gewichtsanalytisch gefunden 0,1053 g Cu = 0,0549 g Zucker = 1,25 %.

Massanalytisch gefunden 32,4 ccm $\frac{1}{20}$ -KMnO₄ = 0,103 g Cu = 0,0537 g Zucker = 1,23 %.

Citronensaft, ebenso behandelt, 20 ccm (= 3,75 g des ursprünglichen Saftes)

Gewichtsanalytisch: $\left. \begin{array}{l} 0,1319 \text{ g Cu} = 0,06915 \text{ g Zucker} \\ 0,1301 \text{ g Cu} = 0,06816 \text{ g } \end{array} \right\} = 1,83 \%$

Massanalytisch: $\left. \begin{array}{l} 40,6 \text{ ccm } \frac{1}{20}\text{-KMnO}_4 = 0,1291 \text{ g Cu} = 0,06765 \text{ g Zucker} \\ 40,6 \text{ } \text{ } \text{ } = 0,1291 \text{ g Cu} = 0,06765 \text{ g } \end{array} \right\} = 1,80 \%$

Aus den Beispielen dürfte hervorgehen, dass die Methode auch für praktische Zwecke, in denen es sich nicht um reine Zuckerlösungen handelt, die Zuckerbestimmung mit einer in vielen Fällen ausreichenden Genauigkeit auszuführen gestattet.

Da Kaliumpermanganat auch direkt auf Kupferoxydul oxydirend wirkt, so kann man auch das zu bestimmende Kupferoxydul mit überschüssiger $\frac{1}{20}$ -Permanganatlösung und Schwefelsäure zusammenbringen und nach beendigter Oxydation das nicht verbrauchte Permanganat mittelst Oxalsäure zu bestimmen. Ueber diese anscheinend einfache Methode habe ich mehrere Versuche angestellt. Wieder wurde das Kupferoxydul im Gooch-Tiegel auf Asbest gesammelt, mit dem Filter in eine Schüttelflasche gespült und mit einem Ueberschuss an $\frac{1}{20}$ -Permanganatlösung, welcher 15 ccm verdünnter (1 + 3) Schwefelsäure zugesetzt wurde, bis zur Lösung des Kupferoxyduls geschüttelt, dann durch Zusatz von Oxalsäurelösung entfärbt und nun mit Permanganat bis zur Rothfärbung titirt. Hierbei zeigte es sich, dass sich das Kupferoxydul noch schwieriger auflöst, als in der sauren Ferrisulfatlösung, auch wenn durch Schütteln mit Wasser vorher eine feine Vertheilung bewirkt war. Es musste stets auf etwa 50° bis 60° erwärmt werden. Die folgenden Werthe wurden erhalten.

25 prozentige Zuckerlösung:

$\frac{1}{20}$ -KMnO ₄	$\frac{1}{20}$ -Oxalsäure	g Cu	% Zucker
31,09	5,0	0,082966	25,77
30,99	5,0	0,082648	25,67
35,59	10,0	0,081376	25,28
35,29	10,0	0,080422	25,00
35,39	10,0	0,080740	25,09
35,29	10,0	0,080422	25,00
35,10	10,0	0,079818	24,82
35,49	10,0	0,081058	25,19

50 prozentige Zuckerlösung:

63,43	12,30	0,16259	50,32
-------	-------	---------	-------

Obleich diese Art der Bestimmung auch gute Resultate ergibt, so bietet das Verfahren doch keine Vorzüge vor dem mit Benutzung von Ferrisulfat als Oxydationsmittel. Zwar ist hier Luftabschluss durch Kohlensäure nicht nöthig, der übrigens bei dem Ferrisulfat-Verfahren Unbequemlichkeiten oder Zeitverlust nicht mit sich bringt. Dagegen muss beim Auflösen des Kupferoxyduls in saurer Permanganatlösung erwärmt werden, wodurch also mehr Zeit gebraucht wird. Ferner ist die völlige Auflösung des Kupferoxyduls wegen der dunklen Färbung der Flüssigkeit schwierig zu beobachten.

Endlich habe ich noch ein drittes Verfahren versucht, indem ich das Kupferoxydul durch Wasserstoffsuperoxyd oxydirte. Eine mit etwa 10 Prozent Schwefelsäure versetzte, auf $\frac{1}{20}$ -Permanganatlösung eingestellte Wasserstoffsuperoxydlösung wurde im Ueberschuss zu dem durch Schütteln mit Wasser fein vertheilten Kupferoxydul gegeben. Auch hier trat die Lösung nur langsam ein; nach 10 Minuten waren oft noch Theilchen von Kupferoxydul zu bemerken. Nach vollständiger Lösung wurde mit Permanganat der Ueberschuss von Wasserstoffsuperoxyd titirt. Die Ergebnisse dieser Versuche waren ungleich. Während einige Male, wenn das Kupferoxydul schneller in Lösung ging, richtige Werthe erhalten wurden, gaben andere Versuche wieder mit den berechneten sehr schlecht übereinstimmende Zahlen.

Kupferoxydul giebt bekanntlich mit verdünnter Schwefelsäure freies Kupfer in fein pulveriger Form. Es scheint, das sowohl bei Anwendung von mit Schwefelsäure versetzter Permanganatlösung, wie bei der mit schwefelsaurer Wasserstoffsuperoxydlösung auch Kupfer abgeschieden wird, welches mit beiden Oxydationsmitteln schwächer reagirt und in letzterem Falle zu weiterer Zersetzung von Wasserstoffsuperoxyd Anlass giebt.

Da im Uebrigen das Oxydationsverfahren mittelst Wasserstoffsuperoxyd keine Vortheile vor dem mit Ferrisulfat bietet, so wurde von einer Fortsetzung der Versuche Abstand genommen.

Aenderungen der Ergebnisse der Zuckerbestimmungen durch den Einfluss des Luftdrucks.

Traphagen und Cobleigh¹⁾ haben auf die Möglichkeit hingewiesen, dass durch die verschiedenen Höhenlagen der Laboratorien, in denen Zuckerbestimmungen

¹⁾ A. a. O.

ausgeführt werden, die Ergebnisse derselben beeinflusst werden könnten. — Zur direkten Beobachtung des Einflusses eines verminderten Luftdrucks habe ich mich der folgenden Versuchsordnung bedient. Der Kolben, in welchem das Gemisch von Zuckerlösung und Fehling'scher Lösung gekocht wird, wurde mit einem Gummistopfen verschlossen, durch welchen ein Glasrohr, welches dicht oberhalb des Stopfens nach unten gebogen war, mit der Luftpumpe in Verbindung stand. Die Luftverdünnung wurde zur Vermeidung von Schwankungen in der Weise hergestellt, dass eine 10 l fassende leere Flasche zwischengeschaltet wurde. Der Innenraum der Flasche stand ferner mit einem Manometer in Verbindung; und endlich mündete ein als Einstellungs- vorrichtung dienendes Hahnrohr in die Flasche. Nachdem das Gemisch in dem Kochkolben hergestellt war, wurde dieser mittelst des gebogenen Glasrohrs und Gummischlauches mit der Flasche in Verbindung gebracht. Dann wurde die Pumpe in Thätigkeit gesetzt und durch Regulirung des Hahnes die Luftverdünnung auf den gewünschten, durch das Manometer angezeigten Grad gebracht. Bei geringer Verdünnung waren die Schwankungen des Druckes während des ja nur 3 Minuten dauernden Versuchs sehr gering, meist nur 1 bis 2 mm. Bei grösserer Verdünnung schwankte jedoch der Druck in Folge des sich in der kalten Flasche schnell kondensirenden Wasserdampfes aus dem Kochkolben recht erheblich. Daher wurde das Hahnrohr mit einem mit Deckel versehenen Wasserbade in Verbindung gebracht, so dass die zuströmende Luft mit heissem Wasserdampf beladen war, und der Versuch erst begonnen, nachdem sich die Flasche stark erwärmt hatte. Hierdurch wurden die Schwankungen etwas geringer. Das Sieden des Gemisches verlief bei den niederen Graden der Luftverdünnung ruhig; je mehr aber der Druck abnahm, desto mehr erfolgte das Sieden stossweise. Schon bei 500 mm fand derartiges plötzliches Aufwallen statt und dabei so starke Druckschwankungen, dass genaue Bestimmungen nicht mehr gemacht werden konnten.

Die Zuckerbestimmungen wurden wieder mit 50prozentiger Rohrzuckerlösung nach der Ferrisulfatmethode ausgeführt. Die am Manometer gemessene Druckverminderung ist von dem jeweilig herrschenden Barometerstand abgezogen worden.

Bei 752 mm Druck:

$\frac{1}{100}$ KMnO ₄	g Cu	% Zucker
50,85	0,16183	50,08
50,99	0,16215	50,18
50,99	0,16215	50,18

Bei 724,5 mm Druck:

50,69	0,16119	49,79
50,69	0,16119	49,79

Bei 600 mm Druck:

49,21	0,15649	48,40
49,65	0,15789	48,84
49,21	0,15649	48,40
48,91	0,15553	48,10
49,60	0,15773	48,79

Bei 550,5 mm Druck:

49,31	0,15681	48,50
49,80	0,15836	49,00
49,70	0,15805	48,90

Bei der Beurtheilung dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, dass die Ausführungsart der Zuckerbestimmung von der vorgeschriebenen abweicht, da namentlich in Folge der Versuchsanordnung das Sieden unter Abschluss der Luft stattfindet. Bei der Ausführung von Zuckerbestimmungen ist es aber von Wichtigkeit, die Arbeitsweise stets genau innezuhalten, auf Grund derer die Tabelle entworfen ist. Es kann daher nicht behauptet werden, dass bei einem Barometerstand, welcher der angewandten Druckverminderung entspricht, die mitgetheilten Zahlen erhalten werden. Doch genügt bei den unter sonst gleichen Bedingungen, nur bei verschiedener Luftverdünnung angestellten Versuchen eine Vergleichung der so erhaltenen Werthe.

Ein Barometerstand von 550 mm entspricht unter normalen Verhältnissen einer Höhenlage von etwa 2700 m und bedingt die Erniedrigung des Siedepunktes des Wassers auf 91°. Die bei 550 und 600 mm Druck erhaltenen Werthe zeigen allerdings schon ziemlich erhebliche Abweichungen von den bei gewöhnlichem Druck, oder bei 752 mm gewonnenen. Doch dürften in solcher Höhe Zuckerbestimmungen wohl nicht vorgenommen werden, und im Uebrigen ein Barometerstand von 550 mm nicht vorkommen. Dagegen ist ein Barometerstand von 700 mm z. B. in München nicht selten zu beobachten, sodass unter Umständen die Möglichkeit, dass geringere Werthe erhalten werden, gegeben scheint. Zur endgültigen Entscheidung über die Aenderungen der durch niedrigeren Luftdruck beeinflussten Ergebnisse nach ihrer etwa zu berücksichtigenden Grösse würde es aber noch solcher Untersuchungen bedürfen, welche bei dem jeweilig verschiedenen, zur Zeit des Versuches wirklich herrschenden Luftdruck ausgeführt werden. Die bis 724 mm Druck erhaltenen Werthe zeigen keine grossen Verschiedenheiten. Es kann daher wohl angenommen werden, dass weder die Verschiedenheit der Höhenlagen um einige hundert Meter, noch die an denselben Orten stattfindenden Luftdruckschwankungen einen erheblichen Einfluss auf die Menge des abgeschiedenen Kupferoxyduls und damit auf die Ergebnisse von Zuckerbestimmungen ausüben.

Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung.

(Fortsetzung).

XIV. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrathes über die Einleitung der Abwässer Dresdens in die Elbe.

Berichterstatter: Geheimer Hofrath Professor **Dr. Gärtner.**

Mitberichterstatter: Geheimer Medizinalrath Professor **Dr. Rubner.**

(Hierzu die Tafeln XII—XIV.)

Die Stadt Dresden wünscht ihre Regenwässer, Hausabwässer und Fäkalien in gemeinsamer Leitung abzuführen und sie nach dem Durchgang von Reinigungsanlagen behufs Abfangung der grösseren, dem blossen Auge als solche erkennbaren Schwimmstoffe sowie der spezifisch schwersten Sinkstoffe in die Elbe zu leiten.

Hiergegen hat die Gemeinde Mickten und das Königlich sächsische Kriegsministerium Einspruch erhoben. Ausserdem ist Preussen bei dem Herrn Reichskanzler vorstellig geworden, da es einige Bedenken in gesundheitlicher Beziehung für seine unterliegenden Landestheile hat. Das Königlich sächsische Ministerium der auswärtigen Angelegenheiten glaubt zwar die Bedenken Preussens nicht theilen zu können, vermeint aber zur Vermeidung von Weiterungen ein gutachtliches Gehör des Reichs-Gesundheitsraths — entsprechend dem Bundesrathsbeschluss vom 25. April 1901, Ausschussbeschluss Nr. 55 der Bundesraths-Drucksachen Session 1901 — herbeiführen zu sollen.

In Folge dessen sind durch Beschluss des Herrn Staatssekretärs des Innern vom 5. September 1901 — die Unterlagen dem Herrn Vorsitzenden des Reichs-Gesundheitsraths übergeben mit dem Auftrage, eine gutachtliche Aeussierung des Gesundheitsrathes herbeiführen zu wollen.

Von Seiten des Herrn Vorsitzenden sind der Geheime Hofrath Herr Professor Dr. Gärtner und der Geheime Medizinalrath Herr Professor Dr. Rubner als Berichterstatter bezw. als Mitberichterstatter bestellt. Dieselben haben, da nach Mittheilung des Herrn Mitberichterstatters die damals vorliegenden Unterlagen zu einer Beurtheilung nicht ausreichten, am 2./3. Dezember in Begleitung des Herrn Geheimen Regierungsrathes Dr. Ohlmüller an Ort und Stelle, unterstützt durch Herren des Königlich sächsischen Ministeriums und des Rathes der Stadt Dresden, eine Besichtigung vorgenommen und das Aktenmaterial u. s. w. ergänzt. Seitens des Kaiserlichen Gesundheitsamtes wurde den Herren Berichterstattern einige Litteratur über-

wiesen, seitens des Herrn Vorsitzenden des Reichs-Gesundheitsrathes wurden gutachtliche Aeusserungen des Mitgliedes des Reichs-Gesundheitsrathes, Geheimen Bergrath Herrn Professor Dr. Beyschlag und des Geheimen Medizinalrathes Herrn Dr. Renk beigezogen und ebenfalls den Herren Berichterstattern übergeben.

Ueber die etwaige Zulässigkeit der Einleitung der Abwässer Dresdens in die Elbe wurde in der Sitzung des Reichs-Gesundheitsrathes vom 8. Februar berathen.

An dieser Sitzung nahmen Theil die Herren:

Dr. Köhler Berlin, als Vorsitzender,

ferner die Mitglieder der Reichsgesundheitsrathes

Dr. Barnick, Frankfurt a. O. Becker, Köln a. Rh. Dr. Beyschlag, Berlin. Dr. von Buchka, Berlin. Dr. C. Fränkel, Halle a. S. Franzius, Bremen. Dr. Gärtner, Jena. Dr. Gaffky, Giessen. Dr. Hauser, Karlsruhe. Dr. R. Koch, Berlin. Dr. Löffler, Greifswald. Dr. Maubach, Berlin. Dr. Louis Merck, Darmstadt. Dr. Orth, Berlin. Dr. Rembold, Stuttgart. Dr. Renk, Dresden. Dr. Rubner, Berlin. Dr. Schmidtman, Berlin. Sympher, Berlin. Theobald, Düsseldorf. Wendelstadt, Berlin,

und die Kommissare:

von Burgsdorff, Dresden. Dr. Ohlmüller, Berlin. Dr. Reincke, Hamburg. Vermehren, Hamburg.

Die geschichtliche Entwicklung der Abwässerfrage in Dresden.

Die Stadt Dresden zählte bei der letzten Volkszählung 398942 Einwohner. Sie hat die Absicht, ihre gesammten Abwässer, einschliesslich der Fäkalien, sowie das Regenwasser in gemeinsamer Leitung nach Behandlung in kleineren Kläranlagen in die Elbe zu leiten.

Sowohl seitens der Stadt als auch seitens des Landes-Medizinal-Kollegiums sind Reihen von Untersuchungen angestellt, um über die Zulässigkeit der Einleitung in gesundheitlicher Beziehung in das Klare zu kommen. Seitens des Tiefbauamtes der Stadt ist die technische Durchführbarkeit des Projektes geprüft und sind mehrere Pläne aufgestellt worden, von welchen die beiden letzten als Unterlagen für die Beurtheilung der Frage nach dem Einlass der Schmutzwässer zu dienen haben.

Dresden ist kanalisirt oder, wie man dort sagt, mit „Schleusen“ versehen. Die Kanäle sind zum Theil aus früherer Zeit und je nach Bedarf angelegt und eingerichtet; die meisten von ihnen ziehen normal auf den Strom zu und ergiessen ihren Inhalt in denselben. Vom Strom aus sieht man bei mittlerem Wasser die Mündungen der einzelnen Kanäle; auf dem bei Weitem stärker bewohnten linken Ufer finden sich 17, auf dem rechten Ufer mit seinen wesentlich jüngeren Stadttheilen 9 Hauptkanäle. Bei dem höchsten Hochwasser steht das ganze Kanalnetz von Dresden mit Ausnahme nur der weit zurückliegenden Theile der Vorstädte unter Stau (siehe Tafel XII), bei kleineren Hochwässern entsprechend geringere Theile. Während solcher Zeiten lagern sich die Sinkstoffe in den unter Stau stehenden Kanälen ab und gehen in Fäulniss über.

In die Kanäle werden die Hausabwässer oder „Planschwässer“ gelassen, ferner die Regenwässer, sodann die Abgänge aus den mit Wasserspülung versehenen Pissoiren und zuletzt — seit 1889 — die Ueberlaufwässer der Klärgrubenanlagen. Letztere bestehen aus 3 Gruben, einer kleineren und zwei grossen. Als desinfizirendes und als klärendes Mittel werden in der Hauptsache Kalkmilch bezw. Aetzkalk in verschiedenen Anwendungsweisen oder auch Eisenchlorid benutzt. Den Stadtverordneten erschien die Desinfektion zu umständlich und zu theuer, probeweise wurde an einem Kanal die Desinfektion unterlassen und in wenigen Wochen war der Geruch so übel, dass die Bewohner der betreffenden Häuser dringend um erneute Desinfektion baten (29. Jahresbericht 1897 des Landes-Medizinal-Kollegiums S. 158).

Der menschliche und thierische Dung wird in rund 13000 Gruben aufgefangen von 6—10 cbm Inhalt (es sollen Gruben von 2—100 (!) cbm Inhalt vorhanden sein. Niedner). Die Räumung derselben ist der vom Rath konzessionirten „Düngerexportgesellschaft“ übergeben worden. Sofern letztere den Dünger nicht direkt an die Landwirthschaft abgeben kann, sammelt sie ihn in 16 Gruben von 20232 cbm Fassungsraum an. Im Jahre 1896 wurden nach Dr. Niedners Angabe (Bericht des Ausschusses vom 14. XI. 00. Anlage I, Seite 2) rund 97700 cbm durch die Düngerexportgesellschaft und rund 5000 cbm durch Landwirthe, im Ganzen also etwa 103000 cbm Dungstoffe abgefahren. Niedner rechnet aus, dass in demselben Jahre 216445 cbm Unrathstoffe erzeugt worden sind; es ist somit seiner und der allgemeinen Annahme nach ungefähr die Hälfte der Unrathstoffe unrechtmässiger Weise in die Schleusen (-Kanäle) entleert worden. Die abgefahrne Hälfte konnte von der Landwirthschaft nicht aufgenommen werden, und da keine Gelegenheit zur weiteren Aufstapelung der Fäkalien gegeben war, musste im Jahre 1894 die Düngerexportgesellschaft mit dem Antrage kommen, ihr zu gestatten, die abgefahrenen Fäkalien in die Elbe zu schütten. Der Noth gehorchend, musste dies zunächst für die Nachtstunden, dann vom Winter 1896 an, während der Monate Dezember, Januar und Februar auch für die Tagesstunden gewährt werden, und es ist keine Aussicht vorhanden, dass eine Aenderung dieses Uebelstandes in absehbarer Zeit eintritt, sofern nicht überhaupt mit dem jetzigen Abfuhrsystem in Dresden gebrochen wird“ (Bericht vom 14. XI. 00. Anl. 1 S. 5).

Letzteres zu thun war schon seit Jahren die Absicht der Stadtverordneten, des Rathes und der sonstigen Behörden; so z. B. haben schon in den achtziger Jahren der Präsident des Medizinal-Kollegiums Dr. Günther und Generalarzt Dr. Roth an die Anlage von Rieselfeldern in der Dresdener Heide gedacht und dafür gewirkt. Sehr akut wurde die Frage, als die Nothwendigkeit an die Stadt herantrat, den Einlass der Fäkalien in die Elbe zu gestatten. Im Jahre 1897 sind gegen 56000 cbm Jauche mittelst Zuführung durch Tonnenwagen dem Elbstrom übergeben worden, so dass in der That $\frac{3}{4}$ der gesamten Abgänge Dresdens jetzt bereits und zwar in völlig irrationeller Weise in den Elbstrom gelangen. In den Zeitungen wurde lebhaft Widerspruch erhoben gegen die Verschmutzung des Elbstroms in Folge Einschüttens der Fäkalien, auch in der sächsischen Kammer kam die Angelegenheit zur Verhandlung, und das Landes-Medizinal-Kollegium musste in mehrfachen Gutachten (vom 5. XII. 94, 5. VIII. 97 und 22. V. 00.) die Zulässigkeit des Verfahrens vertheidigen.

Die Stadt Dresden hat nunmehr beschlossen, am rechten und linken Ufer der Elbe Abfangkanäle zu bauen, welche die z. Th. von früher her brauchbaren, die in letzter Zeit brauchbar gemachten und die noch neu- bzw. umzulegenden Kanäle aufnehmen sollen in der Weise, dass die meisten alten Ausflüsse als Noth- oder Regenauslässe bleiben und in Thätigkeit treten, wenn sich das Verhältniss des Regenwassers zum Schmutzwasser stellt wie 1 : 5 (S. 5, § 1 des Berichts vom 14. November 1900, bzw. wie 1 : etwa $4\frac{1}{2}$ (Seite 9 der Anlage II des Berichtes vom 14. XI. 00.). Der linke Abfangkanal ist fertiggestellt von der verlängerten Augsburgerstrasse an bis zur Marienbrücke, der rechte vom Carola-Platz bis zur Marienbrücke, so dass also fast die ganze Altstadt und der zentrale Theil der Neustadt schon in die Abfangkanäle hinein entwässern.

Die Abfangkanäle verfolgen den doppelten Zweck:

- a) die Schmutzstoffe und Niederschlagswässer der Stadt aufzunehmen.
- b) die Strassen und Hauskanäle fluthfrei zu halten, d. h. das Eindringen von Elbwasser beim Ansteigen des Stromes zu verhindern, durch welches jetzt ein mehr oder minder grosser Theil des Kanalnetzes unter Stau gesetzt und gewissermassen in einen stagnirenden Sumpf umgewandelt wird, der nach Verlaufen der Hochfluth durch starke Spülungen und durch Handarbeit wieder beseitigt werden muss.

Die Störungen im Abwässerabfluss beim Ansteigen des Stromes sind ganz bedeutende; am geringsten sind sie in der Sophienstrassenschleuse (-kanal), wo sie erst bei einem Stande von $+ 1,13$ m über Null des Dresdener Pegels an der Augustusbrücke ($= + 1,13$ D. P.) eintreten, aber dennoch 20 Tage dauern, während sie in der Stallstrassenschleuse (zwischen Hoftheater und Königl. Marstall) schon bei einem Pegelstande von $- 0,58$ D. P. einsetzen und an durchschnittlich 143 Tagen jährlich auftreten. Hierbei sehen wir von der Friedrichstädter Hauptschleuse ab, die gesondert unterhalb des König-Alberthafens einmündet, schon bei $- 0,74$ unter Stau kommt und 172 (!) Tage im Jahre in ihrem Abfluss gestört ist

Aus diesen wenigen Zahlen geht unzweifelhaft hervor, dass Herr Baurath Klette Recht hat, wenn er Seite 1 der Anlage II des Berichts vom 14. November 1900 sagt: „Doch ist dies (die Abnahme der Planschwässer von den Strassenschleusen) keineswegs der eigentliche Zweck der geplanten Sammelkanäle, durch diese soll vielmehr erreicht werden, dass das, was jetzt nur für kleine Gebiete — Scheunenhöfe, Friedrichstadt, Altstriesen — besteht, nämlich die Freihaltung von Elbhochwässern in Strassen und Kellern allgemein gewonnen wird für die ganze Stadt.“

Hieraus folgt ferner, um so mehr, als das relative Gefälle des Elbstromes bei Dresden nicht beträchtlich ist, rund 1 : 3600, (Seite 2 der Anlage II des Berichts vom 14. XI. 00), dass die Stadt unter allen Umständen Pumpwerke anlegen muss, die erhebliche Quantiäten Abwässer zu heben im Stande sind, nicht selten soviel als das Tolkewitzer und Salopper Wasserwerk als Reinwasser in die Stadt führen; zu Regenzeiten haben sie entsprechend mehr zu leisten. Unter der Annahme, dass die Pumpstation an die Marienbrücke komme, läuft das Abwasser noch bei $- 35$ D. P., d. h. an ca. 260 Tagen aus, an 105 Tagen müsste gepumpt werden. Bei $+ 1,00$ D. P. =

23 Tage müssen alle Kanäle nach der Elbe (also auch die späteren Nothauslässe) geschlossen werden.

Die Menge der abzuführenden Hausabwässer und Fäkalien wird für die Tagesstunden bei 430 000 Einwohnern mit 1200, für später bei 720 000 Einwohnern mit 2000 Sekundenlitern richtig berechnet.

Davon entfallen auf die

Friedrichstadt: jetzt 192, bei voller Bebauung 361 Sekundenliter.

Altstadt: „ 675, „ „ „ 1140 „

Neustadt: „ 334, „ „ „ 563 „

Der linksseitige Abfangkanal soll so eingerichtet werden, dass er bei ganzer Füllung an seinem vorläufigen Ende am Löbtauer Fluthkanal 6683 Liter Abwasser in der Sekunde führt, was allerdings selten eintreten dürfte.

Die an der rechten Uferseite geplanten und zum Theil schon ausgeführten Anlagen verfolgen die gleichen Zwecke.

Das Wasser der Friedrichstadt (zu welchem in absehbarer Zeit das von Löbtau und Cotta hinzukommen wird) soll in einem besonderen Kanal dicht oberhalb der Weisseritz-Mündung abgeführt werden.

Betreffs des definitiven Verbleibens der Abwässer hat die Stadt beschlossen, von einer Rieselung abzusehen, weil durch dieselbe Kosten entstehen würden, die kaum zu tragen seien, und weil nach Ansicht der Sachverständigen der Stadt und des Ministeriums die Elbe sehr wohl im Stande sei, die ihr zugemuthete Verunreinigung unter gewissen Bedingungen ohne Schaden aufzunehmen.

Damit durch die Nothauslässe Sink- und Schwimmstoffe nicht in den Fluss gelangen, sollen Abfangvorrichtungen für die Schwimmstoffe und kleine Absetzbassins für die Sinkstoffe eingerichtet werden.

Die Abwässer der Altstadt sollen bei der Marienbrücke in eine Reinigungsanlage gelangen, welche etwa 25 m lang, 15 m breit, als ein ovales Becken gedacht ist. In demselben soll sich der Sand absetzen, und würden die gröberen Schwimmstoffe durch Rechen und Siebe abgefangen; eine genaue Ausarbeitung der Anstalt liegt noch nicht vor. Von dort aus soll das Wasser, wenn erforderlich (über — 35 D. P.), von den Pumpen gehoben werden, sonst durch den unteren Theil des Löbtauer Fluthkanals in die Elbe abfließen. Bei „höheren Wasserständen“, etwa + 1,00 D. P. soll die Reinigung des Wassers nicht mehr stattfinden. Eine ganz ähnliche Anlage ist an der Grenze von Mickten und Pieschen eigentlich direkt vor zwei dort zusammenstossenden Hauptstrassenzügen geplant. Die dritte Reinigungsanstalt soll auf einem kleinen Dreieck zwischen Weisseritzmündung und Magdeburgerstrasse, nördlich des Hochwasserdammes untergebracht werden.

Als dieses Projekt seitens der Amtshauptmannschaft nur bedingt genehmigt wurde, Nr. 5 und Nr. 6 des Reskriptes vom 16. XII. 99. (siehe Bericht vom 14. XI. 00, Seite 5), und als auch die Militärverwaltung und die Gemeinde Mickten Einspruch erhoben, wurde seitens des Tiefbauamtes ein verändertes Projekt vorgelegt (Planung D der Akten), und durch Rathsbeschluss vom 11. Dezember 1900 genehmigt.

Nach demselben sollen die Abwässer der Altstadt und der Neustadt durch die

vorhin besprochenen Reinigungsanstalten von den gröberen Stoffen bei allen Wasserständen befreit auf die 16 ha grosse Westseite der Insel des grossen Ostrageheges geführt und gemeinsam 500 m oberhalb des König Alberthafens, aber unterhalb des Pionierübungsplatzes in den Strom geleitet werden. Die Ueberführung auf das Gehege hat indessen nur stattzufinden, so lange die Menge des Niederschlagswassers die des Planschwassers nicht übersteigt, also bei einem Verhältniss von 1 : 1. Wird diese Zahl überschritten, so werden alle Abwässer durch die vorhin besprochenen kleinen Reinigungsanlagen geschickt und der Ueberlauf bei der Marienbrücke und in Mickten in den Strom geleitet.

Ausserdem wird auf dem erwähnten Theil des Ostrageheges ein Platz vorgesehen, um dort die Abwässer der Alt- und Neustadt eventuell mit Niederschlagswasser von 1 : 1 verdünnt und bei einem Pegelstand unter + 100 D. P. nach dem biologischen Verfahren zu reinigen, sofern sich später die grobe mechanische Klärung als ungenügend erweisen sollte.

Die Wässer der Friedrichstadt sollen in ihrem alten Verhältniss bis 1 : 4 Niederschlagswasser die Reinigungsanlage durchlaufen und bis zu einem Elbwasserstand von + 1,00 D. P. auf eine biologische Versuchsanstalt geleitet werden, um dann vor der Weisseritz-Mündung in die Elbe zu fliessen.

Gegen dieses Projekt erhoben die Strombauverwaltung, Mickten und das Kriegsministerium abermals Widerspruch; erstere, weil durch den Einlass oberhalb des Hafeneinganges die Gefahr seiner Verschlammung vorliege, letztere beiden, weil sie in dem Einlassen der Wässer durch die Ueberläufe eine Gefahr erblickten.

Die technische Deputation und das Landes-Medizinal-Kollegium erwidern darauf in dem Schreiben vom 18. Juli 1901 an das Ministerium, dass die Einleitung der Abwässer, die vom Ostragehege kommen, im Strom gegenüber dem Hafeneingang zu geschehen habe, dass die Verdünnung der Abwässer mit Niederschlagswasser in einem höheren Verhältniss als 1 : 1 nur an ca. 38 Stunden im Jahre zu erwarten sei und in diesem Falle die Einleitung der nur grob geklärten Abwässer bei Mickten und der Marienbrücke gestattet werden könne, sowie dass das Oxydationsverfahren zwar günstig sei, jedoch zunächst die Einrichtung einer Versuchsanlage am Friedrichstadtkanal weitere Aufschlüsse geben müsse.

Die Abwässer Dresdens.

Die Stadt Dresden nebst den bis jetzt an ihr Kanalnetz angeschlossenen Nebengemeinden enthält gegen 430 000 Einwohner, in absehbarer Zeit stehen weitere Eingemeindungen bevor, wodurch ein Zuwachs auf 500 000 Personen zu erwarten ist, die alle ihre Abwässer den städtischen Kanälen übergeben. Mit 720 000 Einwohnern habe, so meint man, die Ausdehnung Dresdens in 20 Jahren ihr vorläufiges Ende erreicht.

Von Seiten des Stadtbauamtes wird angenommen, dass im Höchstfalle die tägliche Abwassermenge für die Person 171,2 Liter betrage:

- 170 Liter Industrie- und Wirthschaftswasser,
- 10 „ Klosetspülwasser und
- 1,2 „ Fäkalien und Harn.

Der Wasserverbrauch beträgt zur Zeit 130 Liter auf den Tag und die Person. Berücksichtigt man, dass ein nicht unbeträchtlicher Theil des Wassers in den grossen Stadtbezirken mit offener Bauweise zum Gartensprengen dient, somit für das Kanalnetz verloren geht, so ist die Zahl 171,2 Liter als genügend gross zu bezeichnen.

171,2 Liter pro Person macht bei 430 000 Personen 852, bei 720 000 Personen 1427 Sekundenliter, oder, wenn man mit dem Stadtbauamt annimmt, dass von den 171,2 Litern die Hälfte (80 Liter) in 8 Stunden abfliesse, etwa 1200 bezw. 2000 Sekundenliter. Die Gesamtmenge für 24 Stunden beläuft sich auf 73 613 und 123 293 cbm.

Das Regenwasser wird jetzt und auch später von den Kanälen aufgenommen.

Besondere Bestimmungen über den Gehalt der Abwässer Dresdens an festen und gelösten Stoffen sind, wie Dr. Niedner angiebt (Bericht vom 14. XI. 1900, Anlage I S. 15) an einer Reihe regenfreier Tage gemacht worden; nach ihnen betrugen die festen Substanzen im Kanalwasser 591 mg pro Liter, davon waren 460 mineralischer, 131 organischer Natur. Da indessen die Fäkalien nicht mitgenommen worden sind, und sich die Verschmutzung des Abwassers später anders zeigen wird als jetzt, so erscheint es richtiger, die Durchschnittszahlen von Baumeister zu Grunde zu legen, welcher für Städte mit Einführung der Fäkalien 190 g Trockensubstanz für die Person und den Tag als ungefähres Mittel anführt. Dresden würde demzufolge jetzt 81 700, später bei 720 000 Einwohnern 136 800 kg feste Substanz täglich in die Elbe schicken.

Mit dem Abwasser würden auch Krankheitserreger in den Fluss gelangen, die Zahl derselben lässt sich ungefähr abschätzen. Von Belang für die vorliegende Frage sind im Wesentlichen nur die Erreger der Cholera und des Typhus. Erstere Krankheit bietet keine Gelegenheit zu einer rechnerischen Behandlung. Sie trat in wenigen Fällen auf in den Jahren 1854/55 und bildete sich zu einer kleinen Epidemie aus vom 4. Juli bis 19. Oktober 1866 mit 57 Todesfällen.

Nach dem Jahresberichte des Landes-Medizinal-Kollegiums und den Angaben des Stadtbezirksarztes Dr. Niedner sind folgende Erkrankungs- bezw. Todesfälle an Typhus in den letzten 10 Jahren vorgekommen:

J a h r	Einwohnerzahl	Todesfälle	Gemeldete Erkrankungen	Davon in Spitalern behandelt
1891	280 200	27	125	89
1892	295 540	17	123	93
1893	304 520	15	74	57
1894	317 500	26	125	97
1895	332 557	17	104	82
1896	341 126	15	106	88
1897	358 790	12	102	81
1898	379 670	16	106	92
1899	389 500	28	197	159
1900	398 942	17	95	74
Durchschnitt	338 881	19,0	115,7	91,2

Bei den Zahlen fällt auf, dass die Todesfälle den Erkrankungsfällen nicht entsprechen; man rechnet im Allgemeinen 10 der letzteren auf 1 der ersteren. Hier-

nach sollte man 190 Fälle als gemeldet erwarten, anstatt 115,7. Der Bezirksarzt meint, die Differenz beruhe zum grössten Theil darauf, dass von den umliegenden Orten eine nicht unbeträchtliche Zahl Typhöser in die städtischen Hospitäler geschickt würde. Da jedoch Dresden die Orte grösstentheils schon in nächster Zeit eingemeindet, wären diese Fälle für die vorliegende Frage mitzurechnen.

Von den erkranktgemeldeten wurden 80 % in den Hospitälern verpflegt. Da indessen die bekannte Löbtauer Epidemie (1899) in die hier angezogene Periode fällt, so ist die Zahl zu hoch und dürfte die Angabe des städtischen Bezirksamtes, dass durchschnittlich gegen 75 % in die Krankenhäuser kommen, richtiger sein.

Die Elbe.

Nach der graphischen Darstellung des Herrn Stadtbaurathes Klette, die sich auf eine 24jährige Beobachtung stützt, liegt der mittlere Wasserstand fast genau bei — 78 cm des Dresdener Pegels an der Augustusbrücke, an ca. 180 Tagen ist er höher, an ebensovielen Tagen niedriger. Die mittlere Schnelligkeit des Flusses beträgt dann ca. 0,61 m, die durchschnittlich fortbewegte Wassermasse ca. 220 Sekundenkubikmeter.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Wasserstände, Schnelligkeiten, Wassermassen und die Tage, während welcher die betreffenden Wasserstände innerhalb eines Jahres zu erwarten sind, aus der graphischen Darstellung wohl genügend genau entnommen.

Wasserstand		Mittlere Schnelligkeit in der Sekunde m	Sekunden- Kubikmeter	Ein Wasser vom vorigen bis zu diesem Pegelstand besteht an Tagen
Bezeichnung	Pegelstand			
Niedriges Wasser	— 175	0,4	63	1
„ „	— 150	0,425	95	20
„ „	— 125	0,47	130	51
„ „	— 100	0,54	180	63
„ „	— 78	0,61	230	50
Mittelwasser	— 50	0,70	290	53
„	— 25	0,76	360	37
„	+ 0	0,83	440	22
„	+ 25	0,90	500	16,5
„	+ 50	0,96	575	13
„	+ 100	1,10	780	16,5
„	+ 200	1,375	1230	15
„	+ 250	1,53	1510	25
Hochwasser	über 250 bis zu 550	bis zu 2,4	bis zu 5000	5

Die angegebenen Zahlen bedürfen wahrscheinlich noch der einen oder anderen Korrektur. Nach den im „hydrologischen Jahresbericht von der Elbe für 1893“ enthaltenen hydrometrischen Arbeiten an der Elbe innerhalb Sachsens beträgt die mittlere Geschwindigkeit von Dresden, Augustusbrücke bis zur Landesgrenze, bei — 130 D. P. 0,827 m, bei — 112 D. P. 1,13 m, bei + 1,0 D. P. 2,12 m in der Sekunde, so dass bei den angegebenen Wasserständen der Weg von der Augustusbrücke bis zur Landesgrenze (= 66,0 km) in 22 Stunden 10 Minuten, in 16 Stunden 13 Minuten und in

8 Stunden 37 Minuten durchheilt wird. Nach der Klette'schen Darstellung ist das niedrigste Wasser von jährlich 1 Tag Dauer das von — 175 cm Pegelstand. Es ist unter den obwaltenden Umständen ohne Bedeutung, mit dieser so niedrigen Zahl zu rechnen, die nicht einmal jedes Jahr eintritt. Wenn wir als nächst niedriges Wasser, welches an etwa 8 Tagen jährlich vorhanden sein dürfte, ein solches von — 162,5 mit einer Wassermenge von 79 rund 80 Sekundenkubikmeter annehmen und dasselbe als Basis für die Berechnungen zu Grunde legen, so glauben wir richtiger zu handeln.

Die häufigsten Wasserstände sind die zwischen — 150 und — 25 Pegelstand, sie kommen an 253 Tagen vor, dabei durchfliessen 130 — 360 Scbm die Elbe. Hochwasser im strengen Sinne rechnen von + 250 cm an, wo die Schifffahrt eingestellt wird und 1510 Scbm mit einer Schnelligkeit von 1,53 Sm thalabwärts fluthen.

Die Ufer der Elbe innerhalb der Stadt Dresden sind fast überall befestigt und steil (siehe Taf. XIII); ausserhalb derselben ist ein flacher Strand fast dem ganzen Ostragehege entlang und hier setzt die Elbe einen Theil ihrer Schwimstoffe ab. Man hat dort groben Steinschlag geschüttet, damit die feinen Sand- und Schlammtheilchen sich fangen, und bald eine feste Rasendecke entstehe. Der Flussboden innerhalb der Stadt besteht aus Kies und Sand, er ist in fortwährender Bewegung und wird durch Baggern entfernt. Er ist nicht schmutzig und als Bau-sand selbst für Cementarbeiten beliebt. Im Ostragehege war der herausgebagerte Sand feiner und dunkler gefärbt, schmutziger also als innerhalb der Stadt.

Die Elbe wird unterhalb Dresdens ziemlich eng von den Ausläufern des sächsischen Mittelgebirges, den Granitrücken, die in der Nähe von Meissen hervortreten, und bei Riesa und Strehla von Ausläufern der Kolmbergerhebung umfasst. Das Thal ist auf der ganzen Strecke nicht breit. Der Strom fliesst auf einem schmalen Alluvialstreifen, dem, wo nicht der Fels an das Wasser direkt herantritt, Diluvium untergelagert ist. Hinter Strehla tritt der Strom in das Flachland, sein Alluvium verbreitert sich und rechts und links liegt die Ebene des alten Diluvialmeeres von Norddeutschland. Selten nur treten kleinere Höhenzüge, Sandhügel, an den Strom heran.

Die Elbe ist ein gut regulirter Strom, der zu Zeiten starke Hochwässer bringt, die weite Ufer- und Geländestrecken bedecken.

In Folge dessen liegen die meisten Orte weit vom Strom entfernt, und nur da sind sie ihm dicht angelagert, wo das Gelände hügelig ist, die Elbufer steil und hoch sind; ferner ist der Strom auf weiteste Strecken, man kann sagen überall, durch Deiche, theilweise Sommer- und Winterdeiche, eingeschlossen und durch dieselben von seiner Umgebung isolirt. Durch diese Verhältnisse kommt die Uferbevölkerung mit dem Strom nur wenig in Berührung und der Wasserbezug, aus demselben erscheint geradezu als eine Ausnahme.

Im Königreich Sachsen nähern sich einige Häuser von Kötzschenbroda der Elbe; an ihr liegt Meissen, Merschwitz, Münchwitz, Riesa, Gohlis und Klinitz. Die Annäherung der zahlreichen Orte ist, wie erwähnt, bedingt durch das Granitgebirge, welches zum Theil bis direkt an den Strom herantritt. Von diesen Orten besitzen Riesa und Meissen tadellose, von der Elbe unabhängige Wasserleitungen. Die übrigen Orte sind klein, haben Brunnenwasser und benutzen nach Angabe des Herrn Obermedizinalrathes Dr. Niedner das Elbwasser nicht als Trinkwasser.

Die Wegstrecke von der Weisseritz-Mündung, wo das letzte Siel Dresdens ausmündet, bis zur preussischen Grenze bei Kaitsch beträgt nach der Karte „die sächsische Elbstromstrecke“ genau 61 Kilometer.

Mit dem Eintritt in Preussen verflacht sich das Gelände. Die Elbe hat früher in mächtigen Windungen das Elbthal durchflossen und ihre weiten Ueberschwemmungen zwangen dazu, sowohl ungezählte Kilometer von Dämmen zur Begrenzung der Hochwässer aufzuschütten, als auch erhebliche Stromregulirungen vorzunehmen. Halten sich schon im Königreich Sachsen die Städte und Dörfer der Elbe fern, so ist das im preussischen und anhaltischen Gebiete noch erheblich mehr der Fall. Als Material für die Abschätzung dieser Verhältnisse hat die „Uebersichtskarte und Nivellement des Elbstroms“ gedient, die in einem Massstabe von 1 : 10000, also sehr gross, ausgeführt ist und 133 Blätter umfasst, ausser den 31 Blättern, die sich auf das Königreich Sachsen beziehen.

Nach der „Uebersichtskarte“ liegen auf preussischem Gebiete von der sächsischen bis zur Anhalter Grenze auf einer Flusslänge von 105,5 Kilometern direkt an der Elbe die zwei Städte Belgern (2892 Einwohner) und Torgau (11811 Einwohner) sowie die fünf Dörfer Strehla, Kranichau, Elster, Gallien und Klein-Wittenberg.

In Anhalt und dann weiter bis Wittenberge, 22 Kilometer über der Einmündung der Havel auf einer Flusslänge von 227 km liegen dem Strom direkt an die Städte Coswig (7817 Einwohner), Rosslau (10061 Einwohner), Schönebeck (16257 Einwohner), Magdeburg (229663 Einwohner); sodann die Dörfer Brambach, Rietzneck, Glinde, Frohse, Westerhüsen (3822 Einwohner), Hohenwarth, Carlbau, Storkau, Hinzdorf. Von den Städten haben Torgau, Rosslau, Schönebeck eine von der Elbe unabhängige Wasserleitung, nur Magdeburg gewinnt sein Wasser durch Filtration aus der Elbe, doch dürfte auch das nur eine Frage kurzer Zeit sein, in allen übrigen Städten und Dörfern wurde auf Anfrage angegeben seitens der Lokalbehörde, dass nirgends Elbwasser getrunken werde, nur aus zwei Orten (Elster und Storkau) kam die Mittheilung, dass „im Allgemeinen kein Elbwasser resp. nur sehr wenig getrunken wird und zu Hausgebrauchszwecken Verwendung findet.“

Man kann also ruhig sagen: auf der ganzen 394 km langen Strecke von Dresden bis Wittenberge, von welcher 333 auf preussischem und Anhalter Gebiet liegen, wird mit Ausnahme Magdeburgs, welches aber in absehbarer Zeit ebenfalls fortfallen dürfte, kein Elbwasser getrunken. Es ist das auch natürlich, denn selbst die Hügel gehören mitwenig Ausnahmen dem Diluvium an, welches hier aus Kiesen und Sanden besteht.

In 7 der angezogenen Orte findet das Elbwasser, wie ausdrücklich gesagt wird, nicht einmal für den Hausgebrauch Verwendung; in den übrigen Orten wird es verwendet meistens bloss zum Waschen und Bleichen, in einigen jedoch auch für das Kochen von Hülsenfrüchten und von Kaffee.

Anders ist es mit der Flussbevölkerung, die zweifellos viel Flusswasser genießt und es für alle Reinigungszwecke verwendet. Eine Zusammenstellung der Kopfzahl der Flussbevölkerung existirt nach Angabe des statistischen Amtes in Dresden nicht. Wenn man bedenkt, dass am 1. Dezember 1895 allein in Dresden 619 und 1900 ebendort 575 Schiffer gezählt worden sind, und dass dort im Jahre 1899 zu Thal

3272, zu Berg 3931 Segelschiffe angekommen sind, die einschliesslich der wenig in Betracht kommenden Dampfer gegen 840000 Tonnen Fracht brachten, dass im Königreich Sachsen allein auf der bloss 121 km langen Strecke 591 Schiffe heimathsberechtigt sind, und bei der Flussrevision 1892 vom 12. September — 29. November also in 78 Tagen auf der mittleren Elbe wenigstens 2640 einzelne Personen revirdirt sind, so greift man nicht zu weit, wenn man die eventuell in Betracht kommende Elbstrombevölkerung mit mindestens 5000 Personen beziffert.

Die Wassermenge des Flusses nimmt in seinem weiteren Verlaufe zu und zwar sowohl durch die kleinen seitlichen Zuflüsse, als durch die in ihn einmündenden grösseren Wasserläufe. Es seien hier zwei Beobachtungsreihen angeführt, die dem „hydrologischen Jahresbericht von der Elbe für 1893“ entnommen sind und welche die hier am meisten interessirenden niedrigsten Wasserstände betreffen.

Pegel bei	Entfernung von Dresden- Weisseritz- mündung km	Nebenfluss	Kleinste sekundliche Abflussmenge in cbm im Elbstrome		
			Nebenfluss Oktober 1878	gemessen Oktober 1874	berechnet August und September 1887
Mühlberg	67,0	Schwarze Elster	5,5	62,7	66,3
Torgau	95,1				76,6
Mauken	125			69,2	66,8
	140				70,3
Wittenberg	155	Mulde	22,8	92,6	86,1
Rosslau	198				
	200				
Aken	215	Saale	30,0	123,2	138,7
	229				
Barby	231	Ohre	1,7	125,8	152,3
	290				
Ferchland	315	Havel	3,40	128,3	140
Tangermünde	325				
Hämerten					
Sandau	356				
	371	Stepnitz	1,54	164,1	190,7
Wittenberge	394				
Artlenburg dicht v. d. Hamburger Gebiet	514				
				175,5	187,6

In Sachsen nimmt bei — 154 D. P. die Wassermenge von der böhmischen bis zur preussischen Grenze nur um 6 Scbm zu; da alle grösseren Zuflüsse oberhalb Dresdens liegen, so dürfte das von Dresden bis zur preussischen Grenze zutretende Wasser 3 Scbm nicht erreichen.

Von dem Eintritt in preussisches Gebiet an bis über die Mündung der Havel hat der Fluss seinen Wassergehalt auf das $2\frac{1}{2}$ fache rund vermehrt, von 63 Scbm auf 164 Scbm, also um 101 Scbm; von diesen entfallen auf direkte Zuflüsse von den 6 grösseren Wasserläufen 95,5 Scbm, nur rund 5,5 Scbm kommen auf sämtliche anderen kleinen Bäche und sonstige Einläufe, z. B. auf Grundwasserzutritt.

Man kann sagen, dass zu Niedrigwasserzeiten bei Magdeburg die doppelte, bei Artlenburg (Hamburger Grenze) die dreifache Menge des bei Dresden vorbeifliessenden Wassers vorüberströmt.

Von Wichtigkeit sind die Hochwässer. Nehmen wir als Hochwasser die Ausuferung des Flusses an und setzen wir diese für das Gebiet Dresden mit einem Pegelstand von + 3,00 m an der Augustusbrücke fest, so war die Elbe über ihre Ufer getreten durchschnittlich jährlich:

O r t	Entfernung von Dresden km	an Tagen	Bemerkungen
Dresden *)	0	3,6	*) Beobachtungszeit für Dresden 24 Jahre, für die übrigen Orte meistens 75 Jahre **) Nach: „Hydrologischer Jahresbericht von der Elbe für 1899.“
Torgau **)	95	7,6	
Wittenberg	155	8,6	
Barby	231	19,0	
Magdeburg	266	27,2	
Sandau	356	34,9	
Wittenberge	394	32,9	
Hohnstorf bei Artlenburg	510	57,5	

Hiernach nimmt also die Ausuferung und damit die Menge und Gewalt des Wassers mit der Stromlänge ganz erheblich zu. In den Hochwässern drückt sich vor Allem die Grösse des Niederschlagsgebietes aus.

Von Belang für die Verunreinigung von Flüssen und ihre Reinigung durch Hochwässer ist die Vertheilung dieser Wasserunterschiede auf die einzelnen Monate („Der Elbstrom“, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse, Berlin 1898, Bd. III, S. 62 und 241).

M o n a t	Es traten ein in Dresden in 20jährigem Durchschnitt		Es traten ein in Magdeburg in 40jährigem Durchschnitt	
	der höchste Wasserstand	der niedrigste Wasserstand	der höchste Wasserstand	der niedrigste Wasserstand
Januar	1mal	3mal	1mal	9mal
Februar	4mal	2mal	17mal	2mal
März	10mal	3mal	15mal	1mal
April	0mal	0mal	6mal	—
Mai	1mal	0mal	3mal	—
Juni	1mal	1mal	1mal	—
Juli	0mal	1mal	1mal	2mal
August	1mal	5mal	1mal	9mal
September	1mal	1mal	2mal	12mal
Oktober	0mal	0mal	1mal	4mal
November	0mal	1mal	1mal	5mal
Dezember	1mal	4mal	1mal	11mal

Danach fallen für Dresden die niedrigsten Wasserstände am häufigsten auf den August und Dezember, für Magdeburg auf den September und Dezember, die höchsten für Dresden weitaus am häufigsten auf den März, dann auf den Februar, für Magdeburg, der früheren Schneeschmelze im Saalegebiet wegen, auf den Februar und März. Es sind also die wärmsten Sommermonate und andererseits die kältesten Wintermonate die Verschmutzungs-, die frühen Frühjahrsmonate die Reinigungsperioden.

Von den zwischen dem niedrigsten und den Hochwasserständen liegenden Wassermengen seien noch folgende angeführt (nach Jurisch, Verunreinigung der Gewässer):

O r t	Mittleres Niedrig-Wasser	Mittelwasser	Bemerkungen
Dresden (P. — 160)	80 Schbm	bei P. = — 60 = 270 Schbm „ P. = — 78 = 230 „	Der Pegelstand von — 160 D. P. wird jährlich in Dresden an ca. 350, der von — 60 an ca. 140 Tagen überschritten.
Sächsisch-preussische Grenze	80 „	274 Schbm	
Barby oberhalb } der Saale-	95 „	360 „	
„ unterhalb } mündung	139 „	487 „	
Hämerten unterhalb der Havelmündung	231 „	566 „	
Artlenburg an der Hamburger Grenze	248 „	639 „	

Das Verhältniss der Abwässer zum Flusswasser.

Die Menge des Abwassers, zur Zeit bei 430000 Einwohnern 0,852 Schbm, später bei 720000 Einwohnern 1,427 Schbm, steht zum Elbwasser in den folgenden Verhältnissen:

Dres- dener Pegel	Wasserstand	bei 430000 Einwohnern	bei 720000 Einwohnern	Ein Wasser- stand vom vorigen bis zu diesem Pegel- stand besteht an Tagen
P. — 175	Niedrigstes Wasser	0,852 : 63 cbm = 1 : 74	1,427 : 63 cbm = 1 : 44,1	1
P. — 162	Niedrigwasser	0,852 : 80 „ = 1 : 94	1,427 : 80 „ = 1 : 56,0	ca. 8
P. — 150	„	0,852 : 95 „ = 1 : 112	1,427 : 95 „ = 1 : 66,6	ca. 12
P. — 125	„	0,852 : 130 „ = 1 : 153	1,427 : 130 „ = 1 : 91	51
P. — 100	„	0,852 : 180 „ = 1 : 211	1,427 : 180 „ = 1 : 126	63
P. — 78	Mittelwasser	0,852 : 230 „ = 1 : 270	1,427 : 230 „ = 1 : 161	50
P. — 50	„	0,852 : 290 „ = 1 : 340	1,427 : 290 „ = 1 : 203	53
P. — 25	„	0,852 : 360 „ = 1 : 422,5	1,427 : 360 „ = 1 : 252,3	37
P. ± 0	„	0,852 : 440 „ = 1 : 516,4	1,427 : 440 „ = 1 : 308,3	22
P. + 1	„	0,852 : 780 „ = 1 : 915,5	1,427 : 780 „ = 1 : 546,6	16,5
P. + 2,5	Hochwasser	0,852 : 1510 „ = 1 : 1772	1,427 : 1510 „ = 1 : 1058	2,5

Die Menge des Abwassers beträgt zur Zeit beim allerniedrigsten Wasser, d. h. an einem Tage im Jahre: $\frac{1}{74}$ des Elbwassers; bei einem Wasserstand, wie er an ca. 8 Tagen im Jahre vorkommt: $\frac{1}{94} = \text{rund } 1\%$. Zwischen dieser Zahl 1% und $\frac{1}{422} = \text{rund } 0,25\%$ bewegt sich die Abwassermenge während 266 Tagen im Jahr; für die übrigen 90 Tage ist sie noch erheblich kleiner.

Für später, wenn in ca. 20 Jahren 720 000 Personen angeschlossen sein werden, ist das Verhältniss natürlich ungünstiger, es beträgt aber immer noch an 1 Tag $1:44$, an ca. 8 Tagen $1:56$, zwischen dieser Zahl und $1:252$, d. h. zwischen rund 2% und $0,4\%$ bewegt es sich an 266 Tagen und für die übrige Zeit sinkt es bis auf $0,1\%$ herab.

Bedenkt man, dass die Abwassermenge pro Person mit 171,2 Litern angesetzt ist, so ist eine zu grosse Belastung der Elbe kaum zu fürchten.

Um sich ein Bild über die Verunreinigung des Elbstromes durch einen eventuellen Einlass aller Abwässer zu machen, lässt sich bestimmen, wie viel Kubikmeter Elbwasser bei den verschiedenen Wasserständen und den beiden Einwohnerzahlen das Abwasser einer Person aufnehmen, und wie viel feste und gelöste Substanzen pro cbm dem Elbwasser zugeführt werden. In der nachstehenden Tabelle ist das geschehen, als „Unrathstoffe“ sind, entsprechend dem Vorgange Baumeisters, die gelösten anorganischen und organischen und die suspendirten organischen Stoffe aufgefasst worden; als Durchschnittsmenge sind ebenfalls nach Baumeister¹⁾ etwa 190 g feste Unrathstoffe für die Person und den Tag und die Hälfte davon als suspendirte Stoffe gerechnet worden, wobei wir davon abgesehen haben, die in dem Leitungswasser an und für sich vorhandenen anorganischen und organischen Stoffe in Abzug zu bringen.

Pegelstand	Elb- wasser in Schm	Bei 430 000 Einwohnern kommen täglich auf		Bei 720 000 Einwohnern kommen täglich auf	
		jeden Ein- wohner cbm Elbwasser	jeden Liter Elbwasser mg Unrath	jeden Ein- wohner cbm Elbwasser	jeden Liter Elbwasser mg Unrath
(Nippwasser — 175)	63	12,66	15,01	7,56	25,13
— 163	80	16,1	11,8	9,60	19,79
— 150	95	19,0	9,9	11,4	16,6
— 125	130	26,12	7,27	15,6	12,18
— 78	230	46,21	4,112	27,6	6,884
— 25	360	72,33	2,627	43,20	4,398
± 0	440	88,41	2,149	52,80	3,598
+ 1,00	780	156,73	1,212	93,60	2,030
+ 2,50	1510	303,40	0,626	182,20	1,043

Die Verschmutzung der Elbe kann entsprechend den vorstehenden Zahlen nicht als gross angesehen werden. Wenn jetzt die Schmutzwässer einer Person = 171,2 Liter für den Tag bei Niedrigwasser in 16, später in 9,6 Kubikmeter Elbwasser hinein-

¹⁾ Baumeister, Technisches Gemeindeblatt 1899, S. 385. Die Schmutzstoffe im Kanalwasser.

gegeben werden, so ist das, wie die vorige Tabelle bereits ergeben hat, eine 94- bzw. bei 720 000 Einwohnern eine 56 fache Verdünnung.

Nimmt man die Schmutzstoffe nach Baumeister, so kommen bei dem gewöhnlichen niedrigsten Wasser 11,8 (= 12,0) bzw. 19,79 (= 20) mg fester Stoffe auf den Liter Elbwasser hinzu. Niemand wird behaupten wollen, dass die Zunahme des Gesamtrückstandes um 12 bzw. 20 mg an sich die Qualität eines Wassers beeinflusse.

Nun enthält das Elbwasser im Liter:

P e g e l	Elbwasser		Nach Einlass der Abwässer jetzt		Nach Einlass der Abwässer später		Anmerkungen. Untersucher und Zeit der Untersuchungen
	Gesamtrückstand mg	davon Suspensa mg	Gesamtrückstand mg	davon Suspensa mg	Gesamtrückstand mg	davon Suspensa mg	
— 170	212	30	227	37,5	237	42,5	Renk
+ 0	142	—	144,15	—	148,4	—	Renk
+ 100	130	—	131	—	132	—	Renk
— 130	—	30	—	33,5	—	36	Beythien, Mittel aus 18 Untersuchungen
+ 0,35	—	245,8	—	246,9	—	248,6	Beythien, 7. 5. 94.
+ 1,20	—	363,6	—	364,0	—	364,6	Beythien, 8. 5. 99.
+ 1,98	—	345,8	—	346,3	—	346,7	Beythien, 9. 5. 99.
— 170	164,0	—	179,0	—	189,13	—	Untersuchung vom 20. 8. 97.

Es wird demnach die Einleitung der völlig ungereinigten Abwässer Dresdens in die Elbe selbst bei den niedrigsten Wasserständen sich chemisch kaum bemerkbar machen.

Diese hier rechnerisch festgelegte Erwartung hat sich in der Praxis bereits als richtig erwiesen.

a. Die gelösten Substanzen.

Dresden lässt jetzt schon $\frac{3}{4}$ seiner sämtlichen abschwemmbaren Abgänge in den Fluss¹⁾. Sehen wir vorläufig von der Einschüttung der jährlich 56 000 cbm Fäkalien ab, so bewiesen die ausserhalb derselben gemachten Analysen, dass die Abwässer der Stadt Dresden keinen mit den zur Zeit üblichen Methoden der chemischen Wasseruntersuchung nachweisbaren Einfluss ausüben. Aus der grossen Reihe des vorliegenden Materials seien einige Stichproben ohne Wahl angeführt. Die oberhalb der Stadt genommenen Proben sind in erster Reihe, die unterhalb darunter in Klammern eingetragen.

¹⁾ Es wurde der Antrag gestellt zu erwähnen, dass die Fäkalien zur Zeit desinfiziert der Elbe übergeben werden. Dieser wurde mit 11 gegen 8 Stimmen abgelehnt, nachdem von anderer Seite betont worden war, dass die Fäkalien nur zum Theil desinfiziert in die Elbe gelangen.

	1. 26. 8. 96. Mischung und jeweils 12 Proben von dem Strom	2. 30. 10. 96.	3. + 4. 26. 8. 25. 8. 97. 97. P. P. — 169 — 176		5. + 6. 18. 8. 18. 7. 92. 93. P. P. — 149 — 174		7. + 8. 11. 8. 99. Ufer rech- linkes tes tes P. — 142		9. + 10. 25. 9. 00. Vorm. Nachm.		11. 13./14. 11. 01.	Durch- schnitt
Gesammt- rückstand	131,6 (134,8)	148,7 (148,6)	166,4 (173,4)	177,6 (183,2)	161,7 (163,2)	186,9 (182,6)	178 (168,5)	187 (174,5)	207 (216,8)	201 (222,5)	197,4 (201,8)	176,6 (179,08)
Sauerstoff- verbrauch z. Oxydation bez. organ. Substanz	8,8 (10,0)	5,3 (6,2)	6,6 (6,6)	9,4 (9,4)	6,7 (5,9)	6,5 (6,7)	5,5 (7,4)	11,4 (8,0)	10 (8,74)	7,70 (9,91)	10,33 (9,84)	8,02 (8,06)
Chlor	10,7 (12,4)	10,7 (10,8)	7,1 (7,1)	6,7 (6,7)	10,2 (10,8)	13,2 (13,9)	12,9 (13,9)	13,9 (13,5)	13,67 (15,61)	13,67 (15,61)	12,66 (11,64)	11,49 (11,95)
Kalk			44,8 (48,6)	46,0 (48,8)					52,8 (55,0)	52,00 (56,00)	50,9 (53,0)	49,3 (52,28)
Magnesia			10,4 (10,9)	10,4 (12,5)					12,70 (12,92)	12,70 (12,76)	12,12 (12,29)	11,66 (12,27)
Schwefel- säure	14,9 (14,7)	18,1 (22,6)	22,9 (25,2)	25,2 (27,5)					28,80 (31,80)	26,10 (31,40)	36,5 (42,7)	24,64 (28,0)
Salpetrige Säure	ger. Spur (ger. Spur)	0 (0)									Spur (Spur)	Spur (Spur)
Ammoniak	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,23 (0,19)	0,21 (0,36)	0,07 (0,05)	0,07 (0,05)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,15 (0,16)
Salpetersäure	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,1 (0,2)	0,3 (0,7)			0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,2 (0,45)
Suspendirte Stoffe					17,2 (21,4)	25,1 (37,9)	27,9 (33,0)	27,5 (30,0)				24,4 (30,6)
Sauerstoff im Wasser							9,2 (9,3)	8,4 (9,0)				8,8 (9,15)
	Raths- Akten Cap. IX Nr. 51 Vol. III S. 27	Wie 1 Seite 48	3 + 4 wie 1. Fol. 156 Seite 15 u. 16		5 + 6 wie 1. aber Vol. I Fol. 86 und 174		7 + 8 Vorgelegt durch Ge- heimen Medi- zinalrath Prof. Renk		9 + 10 Rathsakten Vol. IV Bl. 136 b		Vor- gelegt durch Ober- Med- Rath Nied- ner	

Die Vermehrung, welche die gelösten Stoffe des Elbwassers durch die Stadt Dresden erfahren, ist also minimal, vielfach noch innerhalb der Fehlergrenzen des Versuches liegend. Man hat zuweilen Resultate erhalten, welche unterhalb der Stadt günstiger waren, als oberhalb; woraus die Annahme entstand, dass innerhalb von Dresden der Elbe sich grosse Mengen Grundwassers beimischen; später verschwindet diese Auffassung mit Recht aus den Veröffentlichungen.

Am deutlichsten macht sich die Zufuhr der Schmutzstoffe bemerkbar in dem geringeren Sauerstoffgehalt des Wassers der linken Uferseite gegenüber dem der Mitte und der rechten Seite, wie Renk in 3 Untersuchungsreihen festgelegt hat; aber gross ist diese Differenz auch nicht, und sie verschwindet sehr rasch.

Die Einschüttung der Fäkalien, rund 187 cbm in den Nachtstunden eines Tages, ist bei der starken Wasserführung des Flusses nicht bedeutend genug, um sich irgendwie bemerkbar zu machen. Renk untersuchte eine ganze Nacht hindurch stündlich und zwar 900 m direkt unterhalb der Einschüttestelle. Er sagt (Akten des Stadtrathes zu Dresden, Cap. IX, Nr. 51, II, Fol. 124), dass nur sehr geringe Schwankungen in den chemischen Befunden vorgekommen seien und zwar unabhängig davon, ob Schmutzmassen eingeschüttet wurden oder nicht. Der Befund erklärt sich auch durch die geringe dem Elbwasser in der Zeiteinheit zugeführte Menge Grubeninhalt: eine Tonne von 1800 Litern wird in 2 Minuten entleert, es kommen also 15 Liter Grubenfäces auf 1 Sekunde bzw. 63 cbm Wasser.

b. Die Schwimm- und Sinkstoffe.

Unangenehmer machen sich die aufgeschwemmten Theile, vor Allem die gröberen, in einem Flusswasser geltend. Das Wasser der Elbe ist nie klar, es zeigt stets eine ins Gelbliche gehende Trübung und setzt einen gelblichen Bodensatz ab. Beides wird bewirkt durch die feinen Thontheilchen, welche der Fluss von oben mit sich bringt und auch von den Ufern und vom Boden abspült. Da die Elbe, bevor sie nach Dresden kommt, stark bewohnte Gebiete durchströmt und grössere Städte berührt, welche in sie hinein entwässern, so darf man sich nicht wundern, dass sie gröbere und unangenehme Schwimm- und Sinkstoffe mitbringt und dass auch oberhalb Dresdens liegende flache Stellen angeschwemmte Papiere, Korke u. s. w. zeigen und einen üblen Geruch verbreiten (Rathsakten Cap. IX. Nr. 51. Fol. 27).

Die gröberen Schwimm- und Sinkstoffe werden selbstverständlich bei der jetzigen primitiven Art der Abführung der Schmutzwässer und der Fäkalien Dresdens nicht unerheblich vermehrt, sie lagerten sich an den flachen Stellen des Elbufers und zwischen den Buhnen ab und führten zu Klagen, von denen ein Theil von der revidirenden Behörde als berechtigt angesehen werden musste. Bei unserer Besichtigung am 2. und 3. Dezember sahen wir, dass Papiere, Kothballen u. s. w. mit dem Sielwasser in die Elbe einströmten; auch waren an dem flachen Ufer des grossen Ostrageheges direkt an dem Uebungsplatz der Pioniere eine Anzahl Reste, Lumpen, Schuhe u. s. w. angeschwemmt, der Sand war dort erheblich dunkler, als seiner natürlichen Farbe entsprach, und auch schmutziger als der innerhalb der Stadt ausgebagerte war.

Die grösseren schwimmenden Theile verschwinden für das Auge nicht, sie beleidigen dasselbe, sie bilden auch die Ursache von Geruchsbelästigungen und berechtigten Klagen.

c. Die Bakterien.

Die Flussverunreinigung durch die Abgänge Dresdens ist so unbedeutend, dass die Veränderungen im Gehalt der chemisch festgestellten Substanzen vernachlässigt werden können. Anders liegt es bezüglich der bakteriologischen Verhältnisse.

Die Zahl der bakteriologischen Untersuchungen ist sehr gross. Die bis zum Jahre 1896 ausgeführten krankten daran, dass die Plattenkulturen erst 24 Stunden nach der Entnahme angesetzt sind; sie sind deshalb hier vollständig bei Seite gelassen. Auch die im Jahre 1896 ausgeführten Untersuchungen sind werthlos, da die Proben nicht unter Berücksichtigung der Uferströme (19./8.) oder nicht in gleichmässiger Weise (26./8.) geschöpft sind oder über die Probeentnahme überhaupt nichts gesagt ist (30./10.). Die Untersucher haben übrigens diese Proben, welche auch auffällig niedrige Zahlen zeigen, selbst als orientirende bezeichnet.

Werthvolle und methodisch einwandfreie Angaben liefern die Untersuchungen der Sachverständigen aus dem Jahre 1897. Sie ergeben den Nachweis, dass die städtischen Abwässer ihren Einfluss auf den Elbstrom ausüben, und dass allein die Friedrichstadtschleuse im Stande ist, in $\frac{1}{5}$ des Elbstromes die Bakterienzahl zu verdoppeln; ferner wurde auch für Dresden festgelegt, dass die niedrigste Bakterienzahl sich zwischen $4\frac{1}{2}$ und $7\frac{1}{2}$ Uhr Morgens — in der Strommitte und an dem am meisten beeinflussten linken Ufer — fand, worauf ein ziemlich gleichmässiger Anstieg bis Mittags $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Uhr auftrat, dem nach erneutem Absinken der Keimzahl noch ein später Abendanstieg folgte.

Weiter erprobten die Sachverständigen, dass ein Nährboden aus Agar ohne Kochsalzzusatz, aber mit 10 g Pepton, 1 g Traubenzucker und 0,5 g amphoter reagirendes Natrium phosphoricum eine erheblich höhere Zahl von Bakterien zum Auskeimen brachte, als die gewöhnliche Nährgelatine. Die Versuche sind dann mit diesem Nährboden ausgeführt. Wir legen daher auf die absoluten Zahlen, welche die Sachverständigen bei den verschiedenen Untersuchungen gefunden haben, keinen besonderen Nachdruck.

Aus dem folgenden Jahre, 1898, liegen zwei grössere Versuchsreihen vor, die sich auf stündliche Probeentnahmen in der Mitte des Stromes ca. 1 m unter der Oberfläche stützen, und die oberhalb Dresdens (Saloppe — 3,5 km vor der Augustusbrücke, dem Pegelstand) und unterhalb Dresdens (bei der Gohliser Windmühle — 10 km unterhalb der Augustusbrücke und $4\frac{1}{2}$ km unterhalb der letzten Kanalmündung), sowie bei der zweiten Untersuchung oberhalb Meissen (21 km unterhalb der letzten Dresdener Kanalmündung, 16,5 km unterhalb der Gohliser Mühle) gemacht worden sind. Der Pegelstand bei der ersten Untersuchung am 19. August betrug — 169 cm, der am 4. Oktober — 150. Nach dem „Hydrologischen Jahresbericht von der Elbe für 1893“, S. 150 (welcher die genauesten Messungen enthält), wird zwischen Pillnitz und Dresden 1 Kilometer in 25 Minuten, von Dresden bis Kötzschenbroda in 21 Minuten durchlaufen. Es ist also das Wasser von der Saloppe bis zur Gohliser Mühle angenähert in $87 + 210 = 300$ Minuten = 5 Stunden gelaufen: bei — 169 ist die Schnelligkeit geringer, man darf vielleicht eine Verzögerung von 1 Stunde annehmen, also 6 Stunden ansetzen. Die Entfernung vom Dresdener Pegel bei der Augustusbrücke und Meissen (26,5 km) wird in 9 h 3 m zurückgelegt (bei — 150 Pegelstand), zieht man davon die Entfernung vom D. P. bis zur Gohliser Windmühle 10 km ab, so bleiben 5 h 32 m.

Setzt man die so gewonnenen gleichen Zeiten entsprechenden Zahlen neben einander, dann ergibt sich folgendes Bild:

Untersuchung vom 19. August 1898.

Zeit	Saloppe	Zeit	Gohliser Windmühle
		6 a m	48 000
		7	61 800
		8	60 000
		9	66 000
		10	75 000
		11	150 000
6 a m	19 680	12 Mittags	146 000
7	23 000	1 p m	164 000
8	16 160	2	265 000
9	11 300	3	168 000
10	20 470	4	243 000
11	18 610	5	276 800
12 Mittags	12 060	6	299 200
1 p m	20 100	7	348 800
2	28 360	8	520 000
3	14 100	9	448 000
4	23 000		
5	22 250	Summa	3 339 600
6	19 030	Durchschnitt	208 725
7	21 000		
Summa	269 120		
Durchschnitt	19 223		

Die gegen früher nicht unwesentlich höher liegenden Zahlen werden auf die Verwendung des besseren Nährbodens zurückgeführt.

Die graphischen Darlegungen (Tafel XIII) geben über den Verlauf der Keimzahl ein anschauliches Bild.

In beiden Versuchsreihen (S. 476 u. 477) zeigt sich eine erhebliche Zunahme der Bakterien innerhalb des Stadtgebietes. Dieselbe ist ebenso wie die absoluten Zahlen wesentlich höher bei der ersten Untersuchung als bei der zweiten. Der Autor will das darauf zurückführen, dass die seitlichen Schmutzstreifen — rechtes und linkes Ufer — sich nicht so gut wie bei der zweiten Untersuchung mit dem mittleren Wasser des Flusses gemischt hätten, weil der Wind auf einer Strecke des Flusses Nordwest gewesen sei und der Fluss im Ansteigen begriffen war. Die schlechte Vermischung folgert der Autor nur aus zwei Einzelversuchen, die rechts und links höhere Zahlen als in der Mitte geben. Es ist wohl einfacher anzunehmen, dass der um 19 cm niedrigere Wasserstand — ungefähr der niedrigste — und vor Allem der Temperaturunterschied die Veranlassung zu der hohen Keimzahl der ersten Untersuchungsreihe ist. Am 19. August betrug die Wasserwärme 25,2° (!) bei 19,6° Luftwärme; am 4. Oktober bestand 15,0° Wasserwärme bei 10,6° Luftwärme. Da in der heissen Jahreszeit auch die Temperatur des Dresdener Trinkwassers sich bis

Untersuchung am 4. Oktober 1898.

Saloppe		Gohlis		Zunahme auf dem Wege durch die Stadt	Meissen		Abnahme von Gohlis bis Meissen	Bei Meissen mehr als bei Saloppe
Zeit	Bak- terien- zahl	Zeit	Bak- terien- zahl		Zeit	Bak- terien- zahl		
					6 a m	30 200		
					7	30 100		
					8	24 300		
					9	33 700		
					10	25 300		
					11	38 200		
					12	11 200		
		7 a m	13 500		Mittags		9 725 = — 3 775	
		8	21 000		1 p m	8 250	11 275 = — 9 725	
		9	18 000		2	14 300	25 300 = + 7 300	
		10	22 500		3	36 300	29 150 = + 6 650	
6 h a m	2 600	11	18 000	+ 15 400	4	22 000	26 300 = + 8 300	+ 23 700
7	5 700	12	24 000	+ 18 300	5	30 600	39 300 = + 15 300	+ 33 600
8	9 400	Mittags			6	48 000		
		1 p m	31 200	+ 21 800				
9	3 800	2	52 800	+ 49 000	7	220 000	Sa. 352 450 Durch- schnitt 27 112	
10	4 300	3	38 400	+ 34 100	8	220 000		
11	3 500	4	40 800	+ 37 300	9	181 000		
12 Mittags	7 900	5	30 000	+ 22 100	10	78 000		
1 p m	15 600	6	44 400	+ 28 800	11	43 500		
2	8 700	7	54 600	+ 45 900	12	51 100		
3	14 700	8	79 200	+ 64 500	Nachts			
4	13 000	9	52 800	+ 39 800				
5	14 700	Sa. Durch- schnitt		541 200				
6	13 200			36 080				
Sa. Durch- schnitt	117 100							
	9 008							

auf 19° versteigen kann, so ist das „Planschwasser“ ebenfalls hübsch warm und wahrscheinlich auch sehr reichlich gewesen. Dem Mehr an Stadtwasser steht ein Weniger an Flusswasser von ca. 13—19 Sekundenkubikmeter gegenüber. Uebrigens kommt auch bei niedrigen Temperaturen ein hoher Bakteriengehalt in der Elbe vor.

Der zweite Versuch zeigt mit aller Deutlichkeit, dass die Keimzahl bis Meissen zwar abgenommen hat, aber doch wesentlich von der oberhalb Dresdens verschieden ist. Der Autor hat versucht, die mässigen Tagesschwankungen in Gohlis mit den Zahlendifferenzen in Meissen in Einklang zu bringen. Man kann das kaum für richtig halten, denn auf eine so grosse Entfernung hin vertheilt sich das Wasser erheblicher, und wenn auch die mittlere Geschwindigkeit rechnerisch seitens der Wassertechniker bis zur fünften Dezimale festgelegt worden ist, so ist zu bedenken, dass das Wasser an den Ufern und am Boden klebt, wodurch sich ein wesentlicher Ausgleich der Bakterien-Differenzen einstellen muss. Der hohe ganz unvermittelte Anstieg in Meissen dürfte eher auf plötzliche Zuflüsse aus einer zwischenliegenden Fabrik, Brauerei u. s. w. zu erklären sein, während der um dieselbe Zeit fallende Anstieg in Gohlis der Mittagskurve entspricht.

Bei dem Wechsel und dem Zufall so stark ausgesetzten Verhältnissen, wie sie für die Festlegung der Bakterienmenge in einem Flusslauf bestehen, tritt das Gesetz der grossen Zahl in Kraft, daher sind die Durchschnitte gezogen worden. Es ergibt sich, dass am 19. August 1898 die Elbe oberhalb Dresdens 20 000 und unterhalb 200 000 Keime führte, dass also unter den Bedingungen dieses Tages die Keimzahl verzehnfacht wurde. Am 4. Oktober waren oberhalb Dresdens 9008 Keime und unterhalb 36080; es hat also eine Vermehrung um das Vierfache stattgefunden. Auf der 16,5 Kilometer langen Strecke von der Gohliner Mühle bis zur Brücke bei Meissen ist die Bakterienzahl von 36080 auf 27112, oder wenn man die durch die Kanäle zugebrachten Bakterien allein berücksichtigt und die bei der Saloppe eintretenden Bakterien als durchgehend betrachtet, von 27072 auf 18104, in beiden Fällen also um ca. $\frac{1}{3}$ zurückgegangen; sie ist jedoch immer noch rund dreimal so hoch, als bei der Saloppe.

Am 25. und 26. September 1900 ist von den Sachverständigen der Stadt eine grosse Untersuchungsreihe ausgeführt worden. Jeweils bei der Saloppe, der Gohliner Windmühle und am nächsten Tage in Strehla, 6,9 km von der preussischen Grenze, wurden stündlich quer über den Strom hinweg 12 Proben genommen, gemischt und sofort verarbeitet. Der Wasserstand betrug am D. P. — 175 cm: das Wasser gelangte nach Angabe der Königlichen Wasserbaudirektion bei diesem Wasserstande in etwa 20 Stunden von Gohlis nach Strehla, die Temperatur der Luft betrug 18,3, die des Wassers 17,5°. Zwischen 7 und 8 Uhr Abends fiel ein ziemlich heftiger Gewitterregen, der auf den Gehalt an Bakterien in der Saloppe anscheinend keinen, in Gohlis dahingegen einen mächtigen Einfluss ausübte. Die Zahlen sind in (—) eingetragen und nicht berechnet; in Strehla macht sich der Regenguss vielleicht in den hohen Zahlen von 6 $\frac{1}{2}$, 7 $\frac{1}{2}$, 8 $\frac{1}{2}$ und 9 $\frac{1}{2}$ Uhr bemerkbar.

Die nachstehende Tabelle enthält die Resultate.

Die Zahlen sind wieder so angeordnet, dass die Zeiten korrespondiren; der um 6 a. m. in der Saloppe gemessene Stromtheil langte um 12 Uhr in Gohlis, am nächsten

Tage um 8 $\frac{1}{2}$ Uhr früh in Strehla an, so dass also in demselben Stromtheil dreimal der Bakteriengehalt bestimmt worden ist. Die auffallend hohe Zahl wird von den Autoren zurückgeführt auf Anwendung des Albumose-Agars und der erst am 10. Tage ausgeführten Auszählung der Kulturplatten.

Auf der Tafel XIII sind die Resultate graphisch aufgetragen, auf ersterer ohne, auf letzterer mit Berücksichtigung der zeitlichen Verschiebung.

Untersuchung vom 25./26. September 1900 unter Berücksichtigung der durch den Wasserlauf bedingten zeitlichen Verschiebung.

Zeit	Saloppe	Zeit 6 Std.	Gohlis	Differenz	Zeit 20 $\frac{1}{2}$ Std.	Strehla	Differenz
1900 25. IX. 6 h a m 7 8 9 10 11 12 Mittags 1 p m 2 3 4 5 6 7 8 Sa. Durch- schnitt	50 200 86 300 79 700 76 700 36 600 49 200 32 900 168 500 232 300 239 500 190 000 181 000 132 500 219 400 145 000 1 919 800 127 987	25. IX.					
		6 a m	266 800				
		7	504 100				
		8	451 500		26. XI.		
		9	350 000		5 $\frac{1}{2}$ a m	404 000	+ 54 000
		10	230 000		6 $\frac{1}{2}$	389 000	+ 159 000
		11	315 000		7 $\frac{1}{2}$	324 000	+ 9 000
		12 Mittags	402 500	+ 352 300	8 $\frac{1}{2}$	355 000	— 47 500
		1 p m	433 800	+ 347 500	9 $\frac{1}{2}$	386 000	— 47 800
		2	574 600	+ 494 900	10 $\frac{1}{2}$	395 000	— 179 600
		3	422 000	+ 345 300	11 $\frac{1}{2}$	376 000	— 46 000
		4	682 200	+ 645 600	12 $\frac{1}{2}$ p m	312 000	— 370 200
		5	504 000	+ 454 800	1 $\frac{1}{2}$	288 000	— 216 000
		6	390 000	+ 357 100	2 $\frac{1}{2}$	346 000	— 44 000
		7	504 000	+ 335 500	3 $\frac{1}{2}$	316 000	— 188 000
		8	(882 000)		4 $\frac{1}{2}$	350 000	
		9 $\frac{1}{2}$	(781 200)		5 $\frac{1}{2}$	464 000	
		10 $\frac{1}{2}$	(1 463 960)		6 $\frac{1}{2}$	496 000	
		Sa.	6 030 500		7 $\frac{1}{2}$	562 000	
		Durch- schnitt	430 750		8 $\frac{1}{2}$	507 000	
					9 $\frac{1}{2}$	497 000	
					10 $\frac{1}{2}$	445 000	
					Sa.	7 212 000	
					Durch- schnitt	400 666	

Die Tabelle ergibt ein eindeutiges Resultat:

1. Die Bakterienzahl zwischen der Saloppe und Gohlis hat regelmässig erheblich zugenommen:
2. auf der 50 Kilometer langen Strecke von der Gohliser Mühle bis zur Fähre in Strehla hat die Keimzahl mit Ausnahme von 3 Fällen, wo eine kleine Vermehrung eingetreten ist, immer abgenommen:
3. jedoch ist bei weitem nicht die niedrige Keimzahl erreicht worden, welche sich bei Saloppe fand.

Auch hier sind wiederum die grossen Durchschnittszahlen gezogen, die auf 15 \times 12, 14 \times 12 und 18 \times 12, in Summa 564 Einzelproben beruhen, also einen Anspruch auf Beachtung haben. Danach hat die Elbe oberhalb Dresdens 128 000,

unterhalb Dresdens 430 000, das Dreifache der ursprünglichen Zahl, und 7 Kilometer von der preussischen Grenze 400 000 Bakterien in 1 ccm Wasser geführt. Rechnet man die Kanalwasserbakterien zu $430\,000 - 128\,000 = 302\,000$ und dürfte man annehmen, dass die 128 000 von der Saloppe kommenden Organismen in Strehla noch lebten, so würden nur 10 % der Kanalwasserbakterien auf der fast 50 km langen Strecke zu Grunde gegangen sein, vorausgesetzt, dass kein anderweitiger Zulauf grösserer Schmutzwassermengen vorhanden, oder aus anderen Gründen, wie z. B. durch den Schiffsverkehr, keine Ursache zur Vermehrung der Keimzahl gegeben war.

Eine weitere Untersuchungsreihe ist von dem städtischen Sachverständigen am 12./13. November 1901 gemacht und zwar in Herrnskretschen (der böhmisch-sächsischen Grenze), an der Saloppe und in Gohlis. Der Wasserstand betrug — 150 D. P., die Temperatur des Wassers schwankte zwischen $5,5^{\circ}$ und $5,8^{\circ}$ C, die der Luft zwischen $12-14^{\circ}$; das Nährmaterial ist das gleiche gewesen, wie bei der vorigen Untersuchung, ebenso sind erst nach 10 Tagen die Platten ausgezählt worden. Die Probenentnahme fand stündlich quer über den Strom durch Schöpfen von 12 Einzelproben statt.

Die Resultate sind in der nachstehenden Tabelle mitgeteilt.

Herrnskretschen			Saloppe			Gohlis		
Zeit 12. XI.	Bakterien zahl	Coli- gruppe	Zeit 13. XI.	Bakterien zahl	Coli- gruppe	Zeit 13. XI.	Bakterien- zahl	Coli- gruppe
5 $\frac{1}{2}$ a m	700 000	3 600	6 h a m	1 380 000	—	11 $\frac{1}{2}$ a m	850 000	1 650
6 $\frac{1}{2}$	600 000	4 000	7	630 000	7 500	12 $\frac{1}{2}$ p m	1 010 000	1 650
7 $\frac{1}{2}$	490 000	4 200	8	1 640 000	8 300	1 $\frac{1}{2}$	3 270 000	7 150
8 $\frac{1}{2}$	325 000	3 650	9	640 000	3 300	2 $\frac{1}{2}$	1 300 000	6 800
9 $\frac{1}{2}$	415 000	2 000	10	570 000	3 200	3 $\frac{1}{2}$	1 450 000	1 500
10 $\frac{1}{2}$	650 000	2 300	11	1 900 000	2 800	4 $\frac{1}{2}$	1 500 000	1 700
11 $\frac{1}{2}$	800 000	4 500	12 Mittags	900 000	2 900	5 $\frac{1}{2}$	1 110 000	1 900
12 $\frac{1}{2}$ Mittags	625 000	3 500	1 p m	1 170 000	1 650	6 $\frac{1}{2}$	925 000	2 200
1 $\frac{1}{2}$ p m	665 000	4 850	2	940 000	3 100	7 $\frac{1}{2}$	1 140 000	3 450
2 $\frac{1}{2}$	760 000	4 600	3	890 000	5 750	8 $\frac{1}{2}$	835 000	2 000
3 $\frac{1}{2}$	665 000	4 900	4	880 000	4 800			
4 $\frac{1}{2}$	825 000	5 350	5	980 000	3 300			
5 $\frac{1}{2}$	1 000 000	5 600	6	1 030 000	4 700			
6 $\frac{1}{2}$	860 000	4 900	7	780 000	4 400			
7 $\frac{1}{2}$	730 000	5 900	8	840 000	4 700			
8 $\frac{1}{2}$	700 000	5 500	9	1 000 000	4 400			
9 $\frac{1}{2}$	730 000	4 700	10	1 040 000	8 600			
			11	1 040 000	5 750			
			12 Nachts	1 380 000	4 200			
			1 a m	1 340 000	4 200			
			2	1 580 000	4 150			
			3	1 545 000	3 350			
			4	1 020 000	3 000			
			5	840 000	2 700			
			6	1 400 000	2 350			
			7	1 085 000	2 100			
			8	825 000	2 700			
			9	740 000	3 100			

An allen drei Orten zeigen sich ganz enorme Schwankungen und im Ganzen sind die Keimzahlen sehr hoch. Der Grund für die ersteren und theilweise auch für die letzteren ist nach einer Mittheilung des Autors, Herrn Obermedizinalrathes Dr. Niedner, in Regen zu suchen: „Am 10. November kurze Strichregen in Dresden, vermuthlich auch im oberen Elbthal; am 11. November Vormittags klar in Sachsen und Böhmen, von 4 h m an Strichregen in Herrnskretschen, die gegen 6 Uhr stärker wurden, um 8 Uhr aufhörten; am 12. November in Herrnskretschen ziemlich starker Regen bis 7 Uhr a. m., bis 9 a. m. schwaches Rieseln — dann klares Wetter; in Dresden Morgens 2 mm Regenhöhe; am 13. November Morgens klar, von 12 Uhr ab Regen in Dresden und Umgebung mit mehrfachen stundenlangen Unterbrechungen; Regenhöhe in Dresden 1,9 mm. Aehnliche Niederschläge haben auch im oberen Elbthal stattgefunden.“ Es ist sehr zu bedauern, dass die Untersuchung durch die Ungunst der Witterung werthlos gemacht worden ist: jedenfalls dürfte es mehr als gewagt sein, aus einer so stark beeinflussten Zahlenreihe irgend welche Schlüsse zu ziehen.

Auffällig und beachtenswerth ist, wie mit dem Wechsel der Gesamtbakterienzahl die der Coligruppe (Jodkalikartoffelgelatine) konform steigt und fällt sowohl in Herrnskretschen als in Gohlis, hingegen nicht an der Saloppe.

Seitens der Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege ist am 26. Februar 1898 eine Untersuchung in der Weise ausgeführt worden, dass von Wachwitz (5 km oberhalb der Saloppe) bis nach Niederwartha (4 km unterhalb Gohlis) an 22 verschiedenen Orten rechts und links jeweils eine Probe genommen ist. Der Wasserstand war D. P. — 14, d. h. die sekundliche Abflussmenge betrug ca. 400 cbm. Dass bei einem solchen Wasserstande die chemische Analyse keine Differenzen mehr ergibt, ist an sich klar, daher unterbleibt die Mittheilung der Ergebnisse; aber auch die bakteriologische Untersuchung lieferte kein Resultat mehr, wobei allerdings nicht vergessen werden darf, dass Einzelproben vorliegen, die natürlich Zufälligkeiten stark unterworfen sind. Am 11. August 1899 wurde von derselben Stelle aus die Untersuchung bei einem Wasserstand von — 142 wiederholt.

Es wurden gefunden in	Am rechten Ufer	Am linken Ufer	Es wurden gefunden in	Am rechten Ufer	Am linken Ufer
Wachwitz	9000	13000	Pieschener Hafen	26200	16600
Tolkewitz	7000	11000	Mickten	17000	15600
Blasewitz	8500	10800	Alberthafen	22500	18200
Winterhafen	6000	11200	Everths-Steg	9800	28200
Saloppe	9800	10600	Cotta	10800	35800
Antons	10500	9800	Briesnitz	11000	17000
vor d. Albertbrücke . .	8500	10200	Kaditz	15800	18200
„ „ Carolabrücke . .	10000	24000	Serkowitz	15000	24000
„ „ Augustusbrücke .	5500	23000	Kötschenbroda	15000	20500
„ „ Marienbrücke . .	9400	34000	Niederwartha	12200	15500
Neustädter Hafen . . .	8500	22600			

Greift man die interessirenden Zahlen heraus¹⁾ und stellt, um die in der Einzelentnahme liegende Ungenauigkeit möglichst auszumerzen, den Durchschnitt fest, so trat die Elbe bei der Saloppe in das Stadtgebiet ein rechts mit rund 8000, links mit 11 200 Keimen; sie verliess das Stadtgebiet bei Kaditz, wo schon eine ziemlich gute Durchmischung angenommen werden darf, rechts mit rund 12750, links 21000 Bakterien; es hat also innerhalb der Stadt eine Zunahme rechts um 4750, links um 9 800 Keime stattgefunden.

Eine dritte grosse Untersuchungsreihe liegt vor vom 24./25. Oktober 1900. (S. Tabellen S. 482—484.) Die Proben sind Einzelproben, entnommen in der Mitte des Stromes und je an der Grenze des 1. und 2., sowie des 3. und 4. Viertels. Da Nährgelatine verwendet worden ist, so lassen sich diese Zahlen ebenso wie die der zwei vorhergehenden Reihen nicht direkt mit den letzten Versuchen der Stadt-Sachverständigen vergleichen.

Bei einem Pegelstand von — 156 wird 1 Kilometer in ungefähr 24 Minuten durchflossen, das um 9 Uhr in Blasewitz untersuchte Wasser erreicht Cotta in

¹⁾ Die graphische Darstellung des Originals ist durch die Angaben der Tabelle selbst ersetzt.

Zeit	Wasseruntersuchung am							
	Blasewitz				Cotta			
	LU	M	RU	D	LU	M	RU	D
24./X. 9 a m	5 500	4 700	3 000	4 400	19 000	2 800	2 200	8 000
10	4 600	3 200	3 400	3 700	33 500	8 300	5 500	15 800
11	3 000	3 000	2 000	2 700	35 200	7 000	4 400	15 500
12 Mittags	4 400	4 800	2 000	3 700	51 800	8 300	7 600	22 600
1 p m	3 000	3 500	2 600	3 000	34 900	5 500	5 800	15 400
2	11 400	5 000	3 100	6 500	54 300	6 700	7 900	23 000
3	4 000	2 500	2 600	3 000	51 300	10 600	6 800	22 900
4	4 500	3 600	2 900	3 700	64 000	9 900	12 200	28 700
5	5 500	4 700	3 000	4 400	75 100	6 800	7 800	29 900
6	5 400	4 600	3 300	4 400	50 800	5 500	9 900	22 100
7	4 500	2 200	3 000	3 200	21 400	9 100	7 600	12 700
8	8 000	5 500	2 100	5 200	58 700	37 200	36 000	44 000
9	9 000	6 800	3 500	6 400	61 700	12 200	5 400	26 400
10	8 800	5 200	3 200	5 700	56 200	7 200	4 400	22 600
11	5 000	4 000	1 900	3 600	16 800	6 800	4 100	9 200
12 Nachts	4 000	3 300	3 800	3 700	26 200	7 200	4 900	12 800
25./X. 1 a m	5 700	2 700	3 300	3 900	28 400	6 900	4 100	13 100
2	6 400	3 500	4 800	4 900	26 300	5 700	5 600	12 500
3	6 300	4 100	2 000	4 100	15 500	5 400	4 900	8 600
4	3 900	2 800	3 200	3 300	22 600	4 600	2 500	9 900
5	4 600	3 800	2 400	3 600	13 400	3 600	3 200	6 700
6	5 600	2 100	2 800	3 500	23 400	4 600	3 200	10 400
7	5 700	4 000	1 700	3 800	20 600	3 700	5 100	9 800
8	4 600	3 000	1 800	3 100	26 900	4 400	4 200	11 800
Durchschnitt	5 558	3 858	2 808	4 062	37 000	7 900	6 900	17 267

288 Minuten = 5 Stunden also um 2 Uhr, trifft in Kötzschenbroda um $4\frac{1}{2}$ Uhr, in Meissen um $9\frac{1}{2}$ Uhr Abends ein.

Die erstere Tabelle giebt die Einzelresultate an. Sie zeigt auf das Beste, in welcher Weise die Verschmutzung des Elbwassers durch Dresden vor sich geht, das rechte Ufer mit der Neustadt ist ohne erheblichen Einfluss, denn die in Blasewitz am rechten Ufer gefundene Durchschnittszahl von 2808 erhebt sich in Cotta nur auf 6900; dahingegen steigt die des linken Ufers mit der Altstadt von 5558 auf 37000, während die der Mitte sich am wenigsten erhebt, nämlich von 3858 auf 7900. Der grösste Anstieg findet in den Abendstunden zwischen 5 und 10 Uhr statt, die geringste Keimzahl wurde in den frühen Morgenstunden gefunden; an dem rechten Ufer zeigen sich diese Hebungen und Senkungen der Kurve auch, jedoch erheblich schwächer; bei Blasewitz ist nichts davon zu merken.

In der zweiten Tabelle (S. 484) und in Tafel XIII sind die Mittelzahlen entsprechend den korrespondirenden Zeiten sichtbar gemacht, und es lässt sich nicht verkennen, dass der grosse Anstieg zu Cotta in den Mittag- und Abendstunden sich noch deutlich in Kötzschenbroda und Meissen bemerkbar macht, obschon die grosse Wassermasse des Stromes nivellirend gewirkt hat.

24./25. Oktober 1900

Kötzschenbroda				Meissen			
LU	M	RU	D	LU	M	RU	D
10 700	6 600	5 700	7 700	7 700	6 800	5 300	6 600
7 300	4 500	5 800	5 900	7 200	4 400	3 400	5 000
5 800	2 600	3 000	3 800	7 300	5 100	2 800	5 100
7 600	6 500	4 200	6 100	6 600	7 300	5 100	6 300
6 200	6 200	5 600	6 000	8 400	5 500	5 500	6 500
11 100	7 300	3 700	7 400	4 200	5 100	4 600	4 600
9 800	6 300	5 300	7 100	4 100	5 300	3 200	4 200
13 000	9 900	3 600	8 800	3 200	5 600	4 000	4 300
11 400	8 600	4 400	8 100	2 900	6 100	2 400	3 800
10 300	8 900	3 500	7 600	6 000	2 600	4 600	4 400
13 300	7 800	4 300	8 500	4 600	7 900	4 600	5 700
19 600	10 800	5 100	11 800	8 600	8 800	8 500	8 600
16 400	5 200	4 200	8 600	7 700	9 400	6 600	7 900
24 500	11 100	3 600	13 100	8 400	4 400	5 900	6 200
14 700	5 900	7 200	9 300	8 900	9 100	6 200	8 100
19 800	7 600	7 900	11 800	9 900	8 400	6 400	8 200
21 900	9 600	7 000	12 800	8 000	5 300	8 500	7 300
14 000	5 300	9 000	9 400	10 100	10 000	8 300	9 500
25 000	10 100	7 900	14 300	9 400	9 300	9 900	9 500
13 500	8 000	5 000	8 800	10 100	9 600	7 200	9 000
12 400	5 400	5 600	7 800	14 800	8 400	8 400	10 500
9 900	5 700	6 700	7 400	11 000	8 900	6 400	8 800
11 600	6 100	5 200	7 600	11 100	7 400	6 200	8 200
15 400	6 400	5 200	9 000	10 700	8 500	5 100	8 100
13 550	7 183	5 362	8 696	7 954	7 050	5 795	6 933

Versuch

vom 24./25. Oktober 1900 unter Berücksichtigung der durch den Wasserabfluss bedingten zeitlichen Verschiebung. Diese Mittelzahlen sind gewonnen aus den Zahlen des rechten und linken Ufers und der Mitte.

Blasewitz		Cotta		Kötzschenbroda		Meissen	
Zeit	Bakterienzahl	Zeit	Bakterienzahl	Zeit	Bakterienzahl	Zeit	Bakterienzahl
						24. X. 9 a m	6 600
						10	5 000
						11	5 100
						12 Mittags	6 300
						1 p m	6 500
				24. X. 9 a m	7 700	2	4 600
				10	5 900	3	4 200
				11	3 800	4	4 300
		24. X. 9 a m	8 000	12 Mittags	6 100	5	3 800
		10	15 800	1 p m	6 000	6	4 400
		11	15 500	2	7 400	7	5 700
		12 Mittags	22 600	3	7 100	8	8 600
		1 p m	15 400	4	8 800	9	7 900
24. X. 9 a m	4 400	2	23 000	5	8 100	10	6 200
10	3 700	3	22 900	6	7 600	11	8 100
11	2 700	4	28 700	7	8 500	12 Nachts	8 200
12 Mittags	3 700	5	29 900	8	11 800	25. X. 1 a m	7 300
1 p m	3 000	6	22 100	9	8 600	2	9 500
2	6 500	7	12 700	10	11 300	3	9 500
3	3 000	8	44 000	11	9 300	4	9 000
4	3 700	9	26 400	12 Nachts	11 800	5	10 500
5	4 400	10	22 600	25. X. 1 a m	12 800	6	8 800
6	4 400	11	9 200	2	9 400	7	8 200
7	3 200	12 Nachts	12 800	3	14 300	8	8 100
8	5 200	25. X. 1 a m	13 100	4	8 800		
9	6 400	2	12 500	5	7 800		
10	5 700	3	8 600	6	7 400		
11	3 600	4	9 900	7	7 600		
12 Nachts	3 700	5	6 700	8	9 000		
25. X. 1 a m	3 900	6	10 400				
2	4 900	7	9 800				
3	4 100	8	11 800				
4	3 300						
5	3 600						
6	3 500						
7	3 800						
8	3 100						

Recht anschaulich ergibt sich die Verschmutzung des Elbwassers und die später eintretende Reinigung aus der nachstehenden kleinen Zusammenstellung.

In der Zeit von 9 h a m des 24. Oktober bis 9 a m des 25. Oktober 1900 enthielt durchschnittlich das Elbwasser in 1 cem Keime bei

Blasewitz			Cotta wo die Mischung noch nicht erfolgt ist			Kötzschenbroda 7 km von Cotta			Meissen 13,5 km von Kötzschenbroda		
L. Ufer	Mitte	R. Ufer	L. Ufer	Mitte	R. Ufer	L. Ufer	Mitte	R. Ufer	L. Ufer	Mitte	R. Ufer
5558	3858	2808	37000	7900	6900	13550	7183	5362	7954	7050	5795
Durchschnittlich			Durchschnittlich			Durchschnittlich			Durchschnittlich		
4062			17267			8696			6933		

Die Zahlen lehren, dass durch den Einfluss der Stadt die Bakterien um das 4fache vermehrt wurden, dass sie rasch um mehr als die Hälfte abnehmen und dass später die Abnahme langsamer erfolgt.

d. Die Selbstreinigung der Elbe.

In den Gutachten der verschiedenen Sachverständigen ist viel von der Selbstreinigung der Elbe die Rede; dieselbe verhält sich im Einzelnen folgendermassen:

1. Die chemischen Verunreinigungen. Dieselben sind an sich so gering, dass das Wasser unterhalb der Stadt oft nicht unreiner erscheint, als oberhalb. Die geringe Zunahme von im Ganzen 12 bezw. bei 720000 Einwohnern 20 mg Rückstand kommt gar nicht in Betracht; es ist also eine Selbstreinigung nicht einmal erforderlich. Man hat Werth darauf gelegt, dass bei einer oder der anderen Untersuchung etwas weniger organische Substanz gefunden wurde oder dass die Spur Ammoniak, welche entdeckt war, nachher wieder fort war; das sind indessen gleichgültige Befunde. Es mag gern zugegeben werden, dass in Folge des Benthos, des Plankton, der Bakterienwucherung eine gewisse Menge organischer Substanz zerstört werde; aber letztere ist vollständig indifferent, weil zu gering, denn der pro Liter zur Oxydation erforderliche Sauerstoff beträgt nicht mehr als 7,5 mg! Zudem kommt ihre etwaige Abminderung ebensowenig, wie die der anorganischen Stoffe in Betracht, denn wenn die Elbe die preussische Grenze überschritten hat, kommt sie sehr rasch in ein Gebiet der intensivsten Zuckerindustrie und anderer landwirthschaftlicher Betriebe, die einen ganz erheblichen Theil ihrer gelösten Stoffe der Elbe übergeben.

Um zu zeigen, wie wenig die chemische Selbstreinigung zu leisten hat, und wie wenig sie unter diesen Umständen leistet, seien die folgenden Analysen aufgeführt:

Geschöpft am 24./25. September 1900 bei einem Tiefstand von — 175 D. P.
(Milligramme im Liter):

	Saloppe		Gohlis		Strehla	
	Vorm.	Nachm.	Vorm.	Nachm.	Vorm.	Nachm.
Aeussere Beschaffenheit	gelblich trübe	gelb trübe	gelb trübe	schwefel-gelb trübe	schwach gelb trübe	schwach gelb trübe
Trockenrückstand	207	201	216,8	222,5	222,0	217,4
Kalk	52,80	52,00	55,00	56,00	(19,90)	(14,80)
Magnesia	12,70	12,70	12,92	12,76	(6,96)	(8,68)
Chlor	13,67	13,67	15,61	15,61	12,14	12,14
Schwefelsäure	28,80	26,10	31,80	31,40	30,00	27,80
Ammoniak	0	0	0	0	0	0
Salpetersäure	0	0	0	0	0	0
Sauerstoffverbrauch (= organ. Substanz)	10	7,70	8,74	9,91	5,68	8,41

Die unerklärlichen Befunde betreffs Kalk und Magnesia waren die Veranlassung, die Untersuchung am 17./18. Oktober 1900 bei — 168 D. P. zu wiederholen.

	Gohlis	Strehla
Aeussere Beschaffenheit	gelblich trübe	gelblich trübe
Trockenrückstand	225	220
davon organisch	32	30
„ unorganisch	193	190
Kalk	59,00	58,4
Magnesia	14,35	14,06
Chlor	15,07	14,18
Schwefelsäure	36,00	35,92
Kieselsäure	7,40	7,00
Salpetersäure	0	0
Ammoniak	0	0
Eisenoxyd und Thonerde	0,60	0,80
Sauerstoffverbrauch (= org. Substanz)	8,00	7,40

Diese Zahlen erfordern Beachtung, denn die der ersteren Serie stellen Mischproben dar aus je 12 Proben quer über den Strom 14 Stunden lang stündlich entnommen = 168 Einzelproben, die letzteren solche von $12 \times 5 = 60$ Einzelproben. Sie zeigen, dass auf dem 50 km langen Wege die in Zeit von 20 Stunden vor sich gehende Selbstreinigung in chemischer Beziehung recht gering ist.

2. Das Ausfallen der mitgeführten schweren Substanzen, z. B. Sand, Kaffeesatz u. s. w. geschieht ziemlich rasch. Die gröberen Schwimmstoffe und leichteren Sinkstoffe lagern sich an den Ufern des Flusses ab, wie der Augenschein lehrte, und wie die behördlicherseits angestellten Untersuchungen ergeben haben. Diese Art der Selbstreinigung ist indessen den Anliegern durchaus nicht erwünscht, denn gerade gegen sie wurde lebhaft Beschwerde erhoben.

Eine Verschlamung der Elbe ist trotz der Ablagerungen völlig ausgeschlossen, denn bei den höheren Wasserständen wird alles fortgeschwemmt; schon bei D. P. — 1,12 beträgt die mittlere Geschwindigkeit 0,5 m in der Sekunde und bei \pm 1,0 D. P. 1,1 m; letzterer Wasserstand findet sich jährlich an 23 Tagen. Was irgendwo liegen geblieben sein sollte, nehmen die Hochwässer mit absoluter Sicherheit fort.

3. Die feineren Sinkstoffe setzen sich um so schwerer zu Boden, je kleiner sie sind, je geringer die Differenz ihres spezifischen Gewichtes und der sie umgebenden Flüssigkeit ist, und je lebhafter die Bewegung ist. Letztere ist in dem gut regulirten Strombett eine recht lebhafte, und während bei niedrigstem Wasser von 63 Sebm die preussische Grenze in fast genau 24 Stunden erreicht wird, ergiebt die Ausrechnung aus den einzelnen Komponenten, die in den „Wassermengen-Messungen“ des hydrologischen Jahresberichtes von der Elbe für 1892 Seite 88—106 enthalten sind, dass die Hamburgische Grenze von Dresden aus in 9 Tagen 3 Stunden 40 Minuten erreicht wird, wobei die mittlere Geschwindigkeit auf der ganzen preussischen Strecke von 445 Kilometer 0,631 m beträgt, dabei hat die Wassermasse von 63 Sebm in Dresden bis auf 171 in Artlenburg zugenommen.

Die aus den Kanälen mitgeführten corpusculären Elemente sind zum Theil spezifisch leicht und recht klein, sie werden durch die zerreibende Wirkung des strömenden Wassers noch mehr verkleinert und kommen entweder gar nicht oder erst sehr weit von ihrer Ursprungsstelle zur Ruhe.

Ueber das Fortführen der Bakterien und ihr Verschwinden aus dem Wasser bieten die vorliegenden Untersuchungen genügendes Material zu einer Beurtheilung.

Am 4. Oktober 1898 wurden aus der Mitte des Stromes stündlich jeweils in 10 Minuten fünf Proben entnommen, gemischt und verarbeitet. Während an der Saloppe als Mittel der 72 Proben 9008 Bakterien gefunden wurden, waren in Gohlis als Mittel aus 75 Proben 36080 Keime vorhanden. Trotz der Entfernung von 4,5 km von dem letzten Auslass am linken und von 6 km am rechten Ufer hatte anscheinend eine völlige Vermischung des Wassers bei dem hier 100—120 m breiten Strom, der auf jener Strecke zwei starke Biegungen macht, noch nicht stattgefunden, da in einer Einzeluntersuchung am Ufer noch höhere Zahlen gefunden wurden, als in der Mitte; es ist allerdings nicht gesagt, wo am Ufer die einzelne Probe geschöpft wurde, und es ist in Meissen keine Paralleluntersuchung gemacht worden. Der Faktor der ungleichen Mischung kann daher vernachlässigt werden, und zwar um so mehr, als derselbe in den folgenden Untersuchungen ausgeschaltet ist, und doch dasselbe Resultat erzielt wurde. In Meissen wurden 27112 Keime gefunden. Es hat also eine Abnahme auf der ca. 12 km langen Strecke um 8968 Keime oder um rund $\frac{1}{4}$ stattgefunden; dagegen ist die Keimzahl in Meissen noch um das Dreifache höher als in der Saloppe.

Eine von Seiten der Zentralstelle für öffentliche Gesundheitspflege angestellte Untersuchung liefert ein ähnliches Resultat. Die Zahlen sind bereits in der kleinen Tabelle auf Seite 485 aufgeführt, hier sei nur noch das Folgende erwähnt:

Bei Cotta, an welches der Einlass des grossen Friedrichstädter Kanals bis auf ca. $\frac{3}{4}$ km genähert ist, macht sich der linke Uferstrom sehr stark bemerkbar. Bei Kötzschen-

broda 7 km von Cotta hat die Keimzahl in der Mitte und rechts um ca. 1000 Keime, d. h. um $\frac{1}{7}$, links aber um 23450, d. h. um $\frac{2}{3}$ abgenommen. Auf dieser kurzen Strecke, die in 2 Stunden durchlaufen wird, können die Bakterien verschwunden sein a) durch ein Niedergehen mit den gröberen suspendirten Substanzen, b) durch ein Absterben der an bessere Lebensbedingungen gewöhnten Kanalwasserbakterien, die zum Theil Bewohner des Darms oder der Erde und nur zum geringeren Theil eigentliche Wasserbakterien, also Organismen anspruchsloserer Natur sind. Letzterer Faktor dürfte der grössere sein.

Die Abnahme der Kanalbakterien setzt sich fort bis Meissen 13,5 km von Kötzschenbroda, denn die Bakterienzahl des linken Ufers sinkt wiederum um die Hälfte bei einem Konstantbleiben der Bakterienzahl in der Mitte des Flusses und am rechten Ufer; die Abminderung ist also nicht durch eine Vermischung mit dem reineren Wasser der Mitte und des rechten Ufers bedingt gewesen.

Die Bakterienzahl des linken Uferstromes hat sich von Cotta bis Meissen von 37000 auf 7954, also auf rund $\frac{1}{5}$ vermindert, ein sicherlich bedeutender Erfolg. Wenn man nun sieht, dass die Zahlen der Mitte und des rechten Ufers von Cotta bis Meissen auf der rund 20 km langen Strecke nicht wesentlich abgenommen haben, so darf man annehmen, dass auch der Strom des linken Ufers in Meissen seine Selbstreinigung vollendet hat, und es ist die Thatsache zu verzeichnen, dass trotz der beträchtlichen Abminderung der Keime von Cotta bis Meissen von 17267 auf 6933, also um das $2\frac{1}{2}$ fache, doch in Meissen durch den Zufluss der Abwässer Dresdens die Keimzahl um $\frac{3}{4}$ (6933 statt 4062) höher ist, als oberhalb Dresdens in Blasewitz. Die graphische Darstellung auf Tafel XIII giebt die angezogenen Mittelzahlen. Man wolle auch betreffs der Selbstreinigung des linken Uferstromes bemerken, dass auf den raschen Absturz der Keimzahl von Gohlis bis Kötzschenbroda ein recht langsames Sinken bis Meissen folgt, eine Erscheinung, die sich bei anderen Flüssen auch gezeigt hat.

Eine sehr vollständige Untersuchung ist von Niedner, dem städtischen Sachverständigen, am 25. und 26. September ausgeführt worden, der eine kleinere Nachuntersuchung am 17. und 18. Oktober folgte. Beide Male sind stündliche Proben unter jeweilig 12maligem Schöpfen quer über den Strom genommen und zwar bei der Saloppe, bei Gohlis und dem von Gohlis 50 km entfernten Strehla, 6,9 km von der preussischen Grenze.

Die Elbe trat mit 128000 Keimen bei der Saloppe in das Weichbild der Stadt, bei Gohlis enthielt sie 430000 Keime und nun sinkt die hohe Zahl in den 20 Stunden, die der Weg bis Strehla erfordert, nur auf 400000 herunter, also um $\frac{1}{14}$ des Gesamtbetrages = 7 %. Das ist eine sehr geringe Selbstreinigung.

Die unter den gleichen Bedingungen anscheinend zur Selbstkontrolle angestellte Beobachtung des 17. und 18. Oktober ergiebt ungefähr das gleiche Resultat, denn 498000 Keimen bei Gohlis stehen 423000 bei Strehla gegenüber, oder es nahm die Keimzahl um $\frac{1}{7}$ ab = 15 %. Die graphischen Darstellungen auf Tafel XIII zeigen die Verhältnisse recht deutlich.

Zusammengefasst ergeben die Untersuchungen das folgende Resultat:

„Ein völliges Zurückgehen der Keimzahl unterhalb Dresdens auf die Zahl oberhalb Dresdens kommt nicht vor. Einmal macht sich eine erhebliche Abminderung der Bakterien unter deutlichem und raschem Verschwinden des grössten Theiles der Kanalwassermikroben bis auf die $1\frac{3}{4}$ fache Zahl der Mikroben oberhalb Dresdens bemerkbar; hier hat also eine nicht unerhebliche Selbstreinigung des Flusses, soweit die Bakterien in Betracht kommen, stattgefunden. In einem zweiten Falle war die Abminderung der Keime wesentlich geringer; von den eingeschwemmten Keimen gingen bis Meissen nur $\frac{1}{3}$ zu Grunde, die Gesamtzahl der Bakterien bei letzterer Stadt war dreimal so hoch, als die bei der Saloppe. Hier ist die Selbstreinigung nur gering.

In zwei anderen ebenfalls recht gut beobachteten Fällen sank die Bakterienzahl nur um $7 = 15\%$, nach einem Laufe des Wassers von 50 km, so dass hier von einer Selbstreinigung, die Bakterien betreffend, füglich nicht geredet werden kann.“

e. Die pathogenen Bakterien im Flusswasser.

An sich ist die Keimzahl gleichgültig, sie dient nur als ein Massstab für die Reinheit des Flusses. Von grösserem Belang sind die pathogenen Bakterien, und von diesen interessiren vornehmlich Cholera und Typhus.

Aus Versuchen und Beobachtungen geht hervor, dass im Allgemeinen das Wasser kein guter Nährboden für Cholera- und Typhusbazillen ist, und dass dieselben in vielen Fällen im Wasser rasch absterben, dass sie hingegen in anderen Fällen sich recht lange zu halten vermögen.

Ferner lehrt die Epidemiologie, dass eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Choleraerkrankungen und Epidemien sowie von Typhusepidemien durch laufendes Wasser übertragen worden ist. Ueber die Lebensdauer der erwähnten pathogenen Mikroben im strömenden Flusswasser ist allerdings noch fast nichts bekannt, und es fehlt der Nachweis, dass sie vom Flusswasser auf erhebliche Entfernungen verschleppt werden.

Wenn nun auch von Seiten der Stadt Dresden eine Gefahr der Infektion durch die Abwässer als bestehend nicht angenommen wird, so kann man doch an den angedeuteten Erfahrungen und Beobachtungen, die betreffs der Verbreitung von Krankheiten durch Flüsse gemacht sind, nicht vorübersehen, und es lässt sich nicht leugnen, dass eine gewisse Gefahr trotz des zweifellos häufigen Absterbens von in Flusswasser gelangten Krankheitserregern auch betreffs Dresdens besteht; über die Bedeutung oder Grösse dieser Gefahr wird später gesprochen werden.

Die Entfernung der Abwässer.

Dresden kann sich auf verschiedene Weise seiner Abwässer entledigen.

Die Stadt liegt an einem mächtigen Strom und es erscheint als das nächstliegende, die Wässer dort hinein zu geben.

Dresden liegt aber auch an mächtigen Sandflächen und es ist vielleicht möglich, sein Abwasser dorthin zu schicken und dasselbe durch Rieselung zu reinigen, wodurch der Strom von jeder Verschmutzung frei bliebe.

Die Rieselung.

Wollte man den in den Abwässern enthaltenen Stickstoff auf Rieselfeldern voll ausnutzen, so dürften nur 80—100 Personen auf einen Hektar gerechnet werden.

Die staatliche Ueberwachungskommission der Berliner Rieselfelder schreibt für die Abgänge von 250 Personen 1 ha Rieselland vor. Berlin hatte auf einigen seiner Rieselgüter bis vor Kurzem ein Verhältniss von 1 : 400, aber diese Zahl hat sich ihm als zu hoch erwiesen. Auf anderem Terrain mit gutem Gefälle würde die Belastung wohl nicht zu hoch sein. Für Dresden würden, wenn die Berliner Verhältnisse als Massstab angelegt werden, zur Zeit bei 430 000 Einwohnern, unter der Annahme von 250 Personen 1720 ha, unter der Annahme von 400 Personen 1075 ha, später bei 720 000 Einwohnern 2880 bzw. 1800 ha geeigneten Landes erforderlich sein. Letzteres ist nach einem vom Kaiserlichen Gesundheitsamte beigezogenen Gutachten des Geheimen Bergrathes Professor Dr. Beyschlag vorhanden und zwar auf dem rechten Elbufer, während auf dem linken Ufer, wie die geologischen Karten Blatt 65 und 66 ergeben, ein lössartiger diluvialer Lehm lagert, welcher schwer durchlässig und anscheinend sehr fruchtbar ist, denn dort liegt eine Ortschaft neben der anderen.

Das Alluvium des Elbthales kommt, weil zu klein und den Ueberschwemmungen ausgesetzt, nicht in Betracht. Die nächsthöhere Zone des rechten Ufers besteht aus Thalsand, der meistens mit Lehm bedeckt ist, sie ist sehr fruchtbar und dicht mit Dörfern bedeckt, aus beiden Gründen also ebensowenig zum Rieseln geeignet, wie die links der Elbe gelegenen Gebiete.

Die zweite ungefähr 20—25 m über dem Elbspiegel liegende Terrasse besteht aus „Heidesand“, einem gleichförmigen, feinkörnigen, gut geschichteten Quarzsand, der in den untersten Tiefen stellenweise gröberes Material führt; sein Grundwasserspiegel befindet sich im Allgemeinen in gleicher Höhe mit dem Elbwasserspiegel, die Elbe dient also als Vorfluth. Dieses für die Rieselung anscheinend gut geeignete Material zieht sich als breites Band zwischen Grundgebirge und Thalsand bzw. Thallehm hin, wie die Beyschlag'sche Handzeichnung (Tafel XIV) ergibt.

Ein erheblicher Theil von Dresden-Neustadt liegt noch auf dem Heidesand; nach Osten tritt das Grundgebirge direkt heran und nach Westen hin reiht sich Dorf an Dorf: Klotsche, Rähnitz, Wilschdorf, Boxdorf, Reichenberg auf einer Entfernung von im Ganzen nur 6 Kilometern, darunter liegen die Exerzierplätze, dann mit 3 Kilometer Unterbrechung: Oberlössnitz, Radebeul, Niederlössnitz. Hinter Kötzschenbroda tritt das Grundgebirge an den Strom heran und dann kommt jenseits Coswig wiederum ein grosser, aber zusammenhängender Komplex Heidesand, welcher das Dorf Weinböhla einschliesst, ein Terrain, welches auch Niedner in erster Linie in Betracht zieht (Bericht vom 14. XI. 00. Anlage I Seite 10). Schneidet man letzteres Dorf mit seiner näheren Umgebung heraus, so ergeben sich reichlich gerechnet gegen 9 Quadratkilometer = 900 ha, von denen ca. 500 aufgeforstet sind. Rechnet man zunächst 250 Personen auf den Hektar, die später auf 400 erhöht werden sollen, so fehlte noch fast genau die Hälfte des erforderlichen Geländes: rechnet man von vornherein 400 Personen, so fehlten noch 100 ha und die Möglichkeit der Vergrösse-

rung. Es ist daher in beiden Fällen nothwendig, sich nach weiterem Terrain umzusehen.

In erster Linie kommt in Betracht die Dresdener Heide. Ihr Grundgebirge ist in der Hauptsache Granit, welcher überall kuppenförmig oder stückweise zu Tage tritt, dazwischen ist Heidesand oder Plateausand eingefüllt, letzterer bildet zum Theil bis zu 20 m hohe Dünen (Erläuterung zur geologischen Spezialkarte, Sekt. Dresden, S. 92). Hier liessen sich an verschiedenen Stellen, so z. B. nordöstlich von den Schiesständen etwa 2—3 Quadratkilometer stückweise zusammensuchen, indessen sagt Beyschlag von diesem Terrain, die Sanddecke sei sehr zerrissen und dünn. Es bedürfte daher sehr vorsichtiger und ausgedehnter Untersuchungen, um über dieses Terrain die nöthige Kenntniss betreffs seiner Aufnahmefähigkeit zu erlangen. Beyschlag schreibt: „Für die Zwecke der Rieselanlage kommen diese Strecken daher wohl kaum in Betracht“.

Dahingegen hält derselbe Autor die oligocaenen Kiese und die alt diluvialen Elbschotter auf der Strecke Klotsche-Cunersdorf für geeignet. Die ersteren bestehen aus Milchquarzit der verschiedensten Korngrösse, die letzteren aus Kiesen, Granden und Sanden; beide lagern anscheinend in genügender Mächtigkeit von ca. 9 bis über 20 m. Sie entwässern in ihren südlichen Theilen in die innerhalb Dresden-Neustadt einmündende Priessnitz, in ihren mittleren und südlichen Theilen in die Röder, welche zur Elster geht. Hier liessen sich zwischen den Dörfern und neben denselben wohl ca. 6—8 Quadratkilometer geeigneten Landes herausfinden, aber sie wären bedenklich zerrissen, und ausserdem ist das Terrain zum grossen Theil bewaldet. — Mit knapper Noth dürfte es also gelingen, das erforderliche Land zusammenzubringen, aber einer erheblicheren Vergrösserung wäre es kaum fähig.

Das Gelände bei Coswig ist anscheinend ziemlich eben, das hinter Klotsche aber uneben, so dass viele Planierungsarbeiten nothwendig wären. Zudem bedürfte Dresden einer doppelten Druckrohrleitung, einer nach Coswig von mehr als 12 km Länge bei einer Höhendifferenz von ca. 30 m (107 m bei Mickten, 138 m oberhalb Coswig), einer anderen nach Klotsche von 9—15 km Länge und einer Steigung von ca. 90 m (110 Augustusbrücke bis 220 östlich und westlich von Klotsche). Anlagen und Betrieb würden also sehr theuer kommen. Dazu kämen noch die hohen Kosten und die Schwierigkeit des Landerwerbs besonders in dem nördlichen doch ziemlich stark bewohnten Terrain.

Was das Gelände bei Weinböhla-Coswig anlangt, so lehnt sich allerdings an das coupirte Gelände des Friedewaldes, die Abdachung zur Elbeniederung bildend, ein Heidesandgebiet an, das von Zitschewig und Neucoswig im Süden beginnend über Weinböhla bis in die Gegend von Niederau-Oberau sich erstreckt. Der südliche Theil dieses an sich zur Rieselung verwendbar erscheinenden Theiles ist aber bereits in lebhafter Landhausbebauung begriffen, der Grunderwerb also zu theuer. In dem nördlichen Theile lagert der Heidesand in einer geringen zwischen 0,5 und 1,0 höchstens 2 Meter schwankenden Mächtigkeit auf den undurchlässigen Plänermergeln. Die meteorischen Niederschläge des Heidesandgebietes treten hier vielfach zu Tage und machen das Gelände zur Versumpfung geneigt. Dem begegnet man jetzt durch

eine Drainage mittels Gräben, die allenthalben den Plänermergel blosslegen. Würde hier gerieselt werden, so ist mit Sicherheit in der kürzesten Frist eine völlige Versumpfung des Geländes zwischen Weinböhla, Neusörnewitz, Zaschendorf, Niederau und Oberau zu erwarten.

Damit sind die in nicht zu grosser Entfernung gelegenen Flächen, die bei der Frage der Rieselung in Erörterung gezogen werden können, erledigt.

Es ist nunmehr noch vorgeschlagen, das unterhalb Meissen elbabwärts gelegene Flachlandsgebiet zur Rieselung zu benutzen. Dazu geeignetes Gelände findet sich erst abwärts der Ortschaften Alt-Hirschstein und Merschwitz, also dem Elblauf folgend mindestens 30 Kilometer unterhalb Dresdens.

Nach dem Vorstehenden dürfte es schwer für Dresden sein, sein gesamtes Kanalwasser durch Berieselung zu reinigen, denn auf der Coswiger Flur steht doch ein immerhin nur beschränktes Gelände zur Verfügung, in dem Gelände zwischen Klotzsche und Cunersdorf werden ausser sonstigen erschwerenden Momenten verschiedene Terrainschwierigkeiten, so z. B. ein Höhenunterschied von etwa 90 m zu überwinden sein. Es bleibt somit nur noch das unterhalb Meissen gelegene Gelände übrig, das allerdings auch aus fruchtbarem Boden besteht und dicht mit Ortschaften besetzt ist. Ob die Ueberwindung dieser Entfernungen für Dresden durchführbar ist, wird genauester Prüfung bedürfen, insbesondere, in wie weit das Schmutzwasser an dem zum Theil felsigen Ufer des Elbstromes entlang auf grössere Entfernung abwärts ohne zu grosse Schwierigkeiten und Kosten geleitet werden kann.

Der Reichs-Gesundheitsrath ist im Allgemeinen der Auffassung, dass das Rieselfverfahren das beste sein würde, durch welches die Abwässer der Stadt Dresden sicher unschädlich beseitigt werden könnten; dieses Verfahren möge in Anwendung gebracht werden, soweit genügendes Gelände vorhanden sei und dasselbe sonst durchgeführt werden könne; es empfehle sich daher, die gegebenen Anregungen einer eingehenden Prüfung zu unterziehen, wobei insbesondere die Diluvialsandgebiete des nördlichen Theiles der geologischen Sektion Hirschstein und des südlichen und mittleren Theiles der geologischen Sektion Collmnitz zu berücksichtigen wären.

Sonach wurde der Antrag,

„dass die Rieselung zur Reinigung der Kanalwässer mindestens in dem Masse anzuwenden sei, als genügendes Terrain zu erlangen und diese Art der Reinigung durchführbar sei“

mit 15 Stimmen angenommen; dagegen wurde ein anderer Antrag, welcher dem vorigen sinngemäss ähnlich ist, nämlich

„die Rieselung in erster Linie zu empfehlen, sofern das geeignete Terrain dafür ohne zu erhebliche Schwierigkeiten zu beschaffen und das Rieselfverfahren aus Rücksichten des Kostenpunktes durchführbar sei“

mit 12 gegen 7 Stimmen abgelehnt.

Insoweit die Stadt zu einem für die Rieselung günstigen Resultate nicht gelangen kann, erscheint es, so lange sich Uebelstände nicht ergeben, zulässig, die Abwässer unter gewissen Bedingungen abzugeben durch

Einlassen in den Fluss.

Die Abgabe erscheint möglich, da die Elbwassermenge so gross ist im Verhältniss zum Abwasser der Stadt einschliesslich der Fäkalien, dass bei Innehaltung einiger Vorsichtsmassregeln irgend welche Belästigungen der Unterlieger nicht zu fürchten sind, und die Gefahren, welche durch das Einlassen von mit Krankheitskeimen beladenem Abwasser entstehen, sich auf ein sehr geringes Mass zurückführen lassen.

Die gesundheitlichen Belästigungen und Gefahren bei der Einleitung der Abwässer in die Elbe.

Die Belästigungen können beruhen auf der Entwicklung übler Gerüche, dem unappetitlichen Aussehen des Wassers und seiner Unbenutzbarkeit für gewisse Zwecke.

Ueble Gerüche werden zumeist hervorgerufen durch Sinkstoffe, die sich an den flachen, insbesondere den konvexen Stellen der Stromwindungen und in den Buhnen ablagern. Dass thatsächlich derartige üble Gerüche vorgekommen sind, folgt aus dem Gutachten des Landes-Medizinal-Kollegiums vom 5. 8. 97. Hierbei kann es ausser Betracht bleiben, ob es oberhalb Dresdens auch übel riecht, denn daraus erwächst der Stadt nicht das Recht, die Gerüche zu vermehren. Gerüche sind um so mehr zu fürchten, als später unvergohrene Fäces eingelassen werden; auch muss berücksichtigt werden, dass der grösste Schmutzwassereintritt zur Sommerzeit mit den tiefsten Niederwässern zusammenfällt.

Die gröberen schwimmenden Stoffe bewirken zugleich den ekelhaften Anblick, welchen Flüsse zuweilen darbieten. Kothballen, Papiere, Korkstopfen, Lumpen, Schuhe, todté Thiere etc. dürfen von einer Stadt nicht dem Fluss übergeben werden, das verstösst gegen das hygienische Decorum. Die feineren Theilchen kommen in der Elbe nicht zur Ruhe, je weiter sie fliessen, um so schwimmfähiger werden sie, und viele von ihnen werden als feinsten Detritus das Meer erreichen; die an ruhigeren Stellen niedergesunkenen schwemmt das nächste Hochwasser hinweg.

Dahingegen ist nicht ausgeschlossen, dass sie hinter die Buhnen gelangen und dort zur Ablagerung kommen: denn dazu sind die Buhnen da und ein gewisser modriger Geruch ist eine berechnete Eigenthümlichkeit derselben, er darf nur nicht fäkulent sein.

Das Buhneneis wird durch die Einleitung der Fäkalien unbrauchbar, wenn grössere Suspensa im Wasser schwimmen; sind die Partikelchen sehr klein und ist einige Zeit vor der Eisbildung ruhiges Wasser gewesen, so haben sich die Schmutztheilchen in den Buhnen abgesetzt und das Eis wird blank und klar. Im Uebrigen ist das Flusseis als Genussmittel ebenso zu verwerfen, als das Flusswasser. Für Kühlzwecke lässt sich das Eis dahingegen verwenden. Zudem kann ein so nebensächlicher Punkt nicht in das Gewicht fallen gegenüber dem grossen Nutzen, den die Einleitung der Abwässer gewährt.

Als Gebrauchswasser dient Flusswasser in erster Linie zum Reinigen der Wäsche,

Wasser mit groben Schmutztheilen kann dem beregten Zweck nicht dienen. Dagegen schaden die feinsten Theilchen nicht, sie finden sich in jedem Wasser. Man wolle bedenken, dass die Suspensa bei niedrigstem Wasser (— 162 D. P.) nur um 6, in 20 Jahren um 10 mg, bei 133 cbm Sekundenliter (— 125 D. P.) um 3,5 und 6 mg im Liter Wasser zunehmen. Zudem werden mit der Länge des Flusses die Theilchen immer kleiner, die Wassermenge immer grösser. Hat die Elbe den niedrigsten Wasserstand, so ist sie bei Barby (231 km von Dresden) doppelt so wasserreich also doppelt so arm an schwimmenden Theilchen, wie in Dresden; sind alle Schwimmstoffe mitgeflossen, so würden sie dort im höchsten Falle 3 und 5 mg betragen.

Man könnte sich daran stossen, dass die feinen Suspensa theilweise Fäkalien sind; gewiss, durch solchen Gedanken wird zunächst das Gefühl beleidigt, aber wenn man sich überlegt, dass die Partikel minimal sind und einem konstanten Auswaschungsprozess durch jeden Augenblick gewechseltes Wasser unterliegen, so wird man zu der Ueberzeugung kommen, dass die einige Zeit im Wasser schwimmenden Theilchen den Charakter der Fäkalien verloren haben, und die kleinen Fäserchen derselben Art sind, wie alle anderen auch.

Wie früher gezeigt wurde, liegen die Ortschaften mit seltenen Ausnahmen weit vom Fluss entfernt, den meisten steht ausserdem in den alten Elbarmen, den Teichen und Kolken genügendes Waschwasser zur Verfügung, so dass die Verwendung von fliessendem Elbwasser nicht stark sein dürfte. Für andere Zwecke wird es noch weniger benutzt.

Das Baden im Fluss wird zur Unmöglichkeit, wenn gröbere Bestandtheile des Stadtabraumes darin herumschwimmen, daher wird man nicht nahe hinter den Siel einlassen, die ungeklärtes Abwasser zuführen, die Badeanstalten einrichten. Liegen sie indessen weit dahinter, dann ist das Gefühl der Unappetitlichkeit verschwunden, wenn man erwägt, wie gering der Prozentsatz von Schmutzstoffen ist, und wie stark die Stoffe ausgelaugt werden.

Industrien werden durch das Einleiten der Stadtabwässer nicht geschädigt, denn diejenige Industrie, welche jetzt das Elbwasser benutzt, kann das später, wenn pro Liter 20 mg Trockenrückstand mehr darin sind, auch noch. Ueberhaupt ist die durch die Abwässer erzeugte Veränderung in der chemischen Zusammensetzung des Elbwassers vom gesundheitlichen und gewerblichen Standpunkte belanglos. Die Industrieabwässer aus der Stadt Dresden haben sich bis jetzt, soweit uns bekannt geworden, überhaupt nicht nachtheilig bemerkbar gemacht. Dass dieser Zustand so bleiben muss, und im Bedarfsfalle eine ausreichende Reinigung etwaiger schädlicher oder lästiger Industrieabwässer stattzufinden hat, möge, weil selbstverständlich, hier bloss erwähnt sein.

Dass die dem Elbstrom beigemischten Abwässer Infektionen erregen können, wird von den Sachverständigen der Stadt verneint, dahingegen weisen sowohl das sächsische Kriegsministerium als auch die vereinten preussischen Minister deutlichst auf die Möglichkeit hin.

Wenn auch die Untersuchungen im Laboratorium gewöhnlich keine lange Lebensdauer der Cholera- und Typhusbazillen im Wasser ergeben haben, so handelt man

doch vorsichtig, obschon auch bei den veränderten Lebensbedingungen im strömenden Flusswasser eine lange Lebensdauer der erwähnten krankheitsregenden Keime nicht bekannt ist, mit einer solchen zu rechnen. Die Zeit, welche ein Bazillus gebraucht, um bei niedrigstem Wasser von Dresden nach der Hamburger Grenze zu gelangen, beträgt $9\frac{1}{2}$ Tage; bei 1 m Schnelligkeit ist der Weg in fast genau 6 Tagen zurückgelegt. Ob die pathogenen Bakterien so lange im Fluss lebendig bleiben, erscheint fraglich. Zudem ist es in dem vorliegenden Falle besonders günstig, dass so wenig Städte und Dörfer direkt am Flusse liegen und dass von den Anwohnern so gut wie gar kein rohes Elbwasser getrunken und wenig für den Hausgebrauch verwendet wird.

Ist so in der That die Infektionsgefahr für die Bewohner der Elbniederung minimal, so gestaltet sich das wesentlich anders bei der Flussbevölkerung. Ueber die Anzahl der Fischer ist absolut nichts bekannt, die Schiffer und Flösser sind zu 5000 geschätzt worden, und beide Kategorien trinken das Flusswasser, gebrauchen es jedenfalls zu allen häuslichen Verrichtungen. Diese Leute sind also stark gefährdet. In den Gutachten wird darauf hingewiesen, dass Typhuserkrankungen unter der Schiffsbevölkerung nicht bekannt geworden seien. Das ist wohl richtig, denn diese Wassernomaden wechseln konstant den Wohnort, gehen auch, wenn sie erkrankt sind, in ihre Heimathsdörfer zurück. Hier versagt also die Kontrolle und die Statistik. Dagegen wird von Seiten des Militär-Medizinal-Amtes mitgetheilt (Akten der Amtshauptmannschaft Blatt 8), dass die Pioniere häufiger an Typhus erkrankten, als der Kopfbzahl entspricht. Von den während der Jahre 1872—96 an Typhus erkrankten 416 Soldaten waren 46 Pioniere = 11 %, in einigen Jahren aber stieg der Prozentsatz bis auf 30 %, dabei bilden zur Zeit die 660 Pioniere nur 6 % der ganzen Garnison von 11000 Mann (nach Angabe von Herrn Oberstabsarzt Dr. Schill). Im Gegensatz hierzu muss freilich auf die Thatsache hingewiesen werden, dass sich bisher trotz der ungünstigen Lage der Badeanstalten Dresdens Beziehungen der beobachteten Typhusfälle zu den Flussbädern nicht haben nachweisen lassen.

Die Infektion der Fischer, Flösser und Schiffer bekommt dadurch besondere Bedeutung, dass jeder Erkrankte zu einem Infektionsherd werden kann und, wie die letzte Choleraepidemie lehrt, auch vielfach wird. Das Flussaufwärtswandern der Epidemien beruht ja eben in der Hauptsache auf der Infektion der Flussbevölkerung. Neben dem Flussaufwärtswandern kommt aber das Flussabwärtsgehen von Epidemien auch vor.

Die Infektionsgefahr wird für die Flussbevölkerung erhöht, wenn später die frischen Fäkalien in den Strom gelangen, während aus den Spülgruben und grossen Kothgruben eine ausgegohrene, höchst wahrscheinlich aller Typhuskeime baare Flüssigkeit in die Elbe fliesst. Allerdings ist Dresden eine gesunde vom Typhus wenig invadirte Stadt und ein nicht unbeträchtlicher Theil der Typhösen, $\frac{4}{5}$ ungefähr, kommt in die Hospitäler.

Die erforderlichen Massnahmen.

Können nach dem vorhin Ausgeführten für die Unterlieger auch vielleicht auf weitere Entfernungen hin Belästigungen und Gefahren entstehen, wenn Dresden

seine Abwässer der Elbe übergiebt, so lassen sich dieselben doch vermeiden oder auf ein sehr geringes Mass zurückführen.

Dazu ist nicht erforderlich, dass die Stadt eine weit getriebene Reinigung ihrer Abwässer vornimmt. Für Dresden genügt es, wenn

- a) die gröberen Schwimm- und Sinkstoffe aus dem Wasser entfernt werden, und
- b) diejenigen Anordnungen getroffen werden, welche im Bedarfsfalle die Krankheitskeime unschädlich zu machen vermögen.

Die Stadt Dresden hat in ihrem Projekt sich auch auf den eben vorgezeichneten Linien bewegt. Es ist nunmehr nachzuprüfen, ob das Projekt in allen Theilen den an dasselbe vom gesundheitlichen Standpunkte aus zu stellenden Anforderungen genügt.

a) Betreffs der Belästigungen u. s. w.

Die Endtheile der alten Schleusen sollen nach der neuen Planung als Regenauslässe verwendet werden und sind in den bereits fertigen Strecken der Abfangkanäle so eingerichtet, dass sie in Thätigkeit treten, wenn die Abwassermenge um das 4 bis 5fache verdünnt ist. Mit dieser Verdünnung kann man sich zufrieden geben. In den Jahren 1898—1900 hat die Regendauer pro Jahr nach den Angaben des Tiefbauamtes betragen:

über 2,6 mm	40 Stunden,
„ 5 „	14 „
„ 9 „	5 „
„ 18 „	1½ „

Die durchschnittliche Regenhöhe in Dresden beläuft sich nach den Angaben der „technischen Deputation für das Königreich Sachsen“ auf rund 700 mm, nach den Angaben Seite 53 der „Tabellen des Elbstroms“, Berlin, jedoch in vieljährigem Mittel für die Altstadt auf 571, für die Neustadt auf 586 mm. In diesem Jahre, so lange sind die Kanäle fertig, sind die Auslässe 3mal, zusammen etwa in der Dauer von 2 Stunden nach Angabe des Tiefbauamtes in Thätigkeit gewesen, das ist sicherlich sehr wenig; man wird jedoch damit rechnen müssen, dass das später öfter geschieht, denn die Bebauung wird über die jetzigen Enden der Kanäle hinaus-schreiten, es werden also mehr Hektare an die einzelnen Hauptkanäle ange-schlossen, ferner wird die Bebauung dichter und das Strassenpflaster immer mehr undurchlässig hergestellt werden (in Berlin waren 30,6 % der gesamten Strassen im Jahre 1885 und 82,8 % im Jahre 1899 wasserdicht); durch alle 3 Faktoren wird sowohl die Menge des den Kanälen zufließenden Wassers vermehrt, als durch die beiden letzteren der Verzögerungskoeffizient verkleinert. Sollte dadurch, was nicht wahrscheinlich ist, die Thätigkeit der Auslässe verzehnfacht werden, so würden sie 20 Stunden im Jahre speien, eine Stundenzahl, die selbst vermehrfacht noch nicht in Betracht kommt. Nichtsdestoweniger wird es richtig sein, die größten Schwimmstoffe an den Nothauslässen durch Fangvorrichtungen fern zu halten, um ein schmutziges Aussehen des Flusses und das Ablagern der Theile an den Ufern unterhalb Dresdens zu vermeiden. Diese Auffassung stimmt

mit der der technischen Deputation und des Landes-Medizinal-Kollegiums vom 18. VI. 1901 überein. Besondere Sandfänge einzurichten empfiehlt sich nicht, sie stellen eigentlich verlängerte Gullies dar und werden leicht zu Quellen üblen Geruches, andererseits wird der Sand, welcher die Hauptmasse der Sinkstoffe darstellt, im Fluss sofort verschwinden. Die beigefügten Querprofile (Tafel XIII) zeigen, dass die Nothauslässe, welche alle mit ihrer Sohle in der Niedrigwasserlinie oder etwas tiefer ausmünden, im tiefen Wasser mit steilen Ufern austreten, so dass ein Verschlammen durch die Sinkstoffe ausgeschlossen ist. Früher haben sich zuweilen Uebelstände mässigen Grades bemerkbar gemacht, als Alles in die Elbe ging, das ist jetzt nicht mehr zu fürchten.

Das Wasser der Abfangkanäle soll nun einerseits bis zur Marienbrücke, andererseits bis zur Micktener Flurgrenze (siehe Tafel XII) geführt und dort von seinen gröberen Schwimmstoffen und den Sinkstoffen in besonderen Anlagen befreit werden. Diese Anordnung stimmt überein mit den Anforderungen des Landesmedizinalkollegiums. Dasselbe sagt in seinem Gutachten vom 22. V. 1900 (Akten des Gesundheitsamtes) Blatt 32 und 34: „Es scheint dem Kollegium auch nicht erforderlich, andere als die bereits angedeuteten Vorkehrungen zur Reinhaltung des Flusses zu treffen, nämlich die Fernhaltung aller groben Schwimmstoffe und aller leicht zu Boden fallenden Sinkstoffe. Bezüglich der ersteren, welche einem Flusse leicht ein Aussehen verleihen, als sei er hochgradig verunreinigt, ist zu erwähnen, dass diese Materialien, als Papier, Kleidungsstoffe, Holz, Putzwolle, Stroh, Korke, Kothballen u. s. w. der Selbstreinigung nicht verfallen, sie setzen sich an den Ufern ab und geben immer wieder Veranlassung zu unberechtigten „(?)“ Beschwerden. Nach Ansicht des Kollegiums schuldet eine Stadt der auf dem Flusse, in welchen sie abschwemmt, lebenden Bevölkerung und den Bewohnern der unterhalb gelegenen Ortschaften diese Rücksichtnahme.“ — „Derselben liegt die Annahme zu Grunde, dass an den Auslassstellen der grossen Sammelkanäle Reinigungsanlagen errichtet werden behufs Abfangung der grösseren dem blossen Auge als solche erkenntlichen Schwimmstoffe, sowie der spezifisch schweren Sinkstoffe.“

Diesen Forderungen muss man sich anschliessen, nur ist genauer zu fixiren, was „grössere, dem blossen Auge als solche erkenntliche Schmutzstoffe“ sind. Geschieht das nicht, so ist der Willkür Thür und Thor geöffnet! In doppelter Weise lässt sich vorgehen, entweder werden mechanische Vorrichtungen irgend welcher Art vorgeschrieben und deren Leistung als das Normale angesehen, oder aber es wird eine bestimmte Grösse der Suspensa angegeben, die nicht überschritten werden darf. Letzteres Verfahren dürfte das bessere sein, denn es ist objektiver, klarer in seiner Bestimmung und lässt sich kontroliren. Das erstere ist nicht so sicher, denn es ist die Leistung nicht allein von der Einrichtung, sondern auch in besonders hohem Masse vom Betrieb abhängig, und dieser ist dem Wechsel zu sehr unterworfen.

Für das blosse Auge dürften Körperchen, die 3 mm Durchmesser oder 3 mm Seite haben, nicht mehr als Schwimmstoffe in dem Abwasser imponiren, während Theilchen von $\frac{1}{2}$ cm Seite doch schon recht deutliche Körper darstellen. Die ersteren

als Würfel gedacht, enthalten 27 Kubikmillimeter, die letzteren 125, sind also inhaltlich 5 mal so gross, als die ersteren. Je kleiner die Theilchen sind, um so besser werden sie ausgelaugt, um so rascher zerfallen sie zu unmessbarem Detritus, und diesem Zerreibungs-, diesem Abbröcklungsprozess ist nach dem Sedimentiren der schweren Stoffe bei der Selbstreinigung rasch fliessender Flüsse, so weit die Schwimm- und Sinkstoffe in Betracht kommen, die erste Rolle zuzuweisen. Gerade mit Rücksicht auf die Koththeilchen sollte das Mass von 3 mm Seite nicht überschritten werden, denn sie sind eklig und müssen so bald als möglich aus dem Wasser verschwinden, zudem sind sie in gewissen Perioden und Erscheinungsformen der Krankheit nicht selten die Träger der Krankheitserreger; die Koththeilchen bilden die „Nahrungszentren“ für letztere und stellen gewissermassen die Fahrzeuge dar, an und in welchen sie auf weite Strecken verschleppt werden. Theile solcher Grösse lassen sich ohne grössere Schwierigkeit aus dem Wasser entfernen. Die Möglichkeit hierzu ist gegeben in der Anwendung von Rechen, Sieben, durchlochten Platten und dergleichen, die selbstthätig oder von Hand bedient und gereinigt werden. Zur Anwendung derartiger Apparate scheint indessen, wenn sie gut funktioniren sollen, eine erhebliche Verlangsamung des Wasserlaufes erforderlich, sonst wird weniger abgefangen, manches durchgedrückt und vor Allem die Abfangvorrichtungen werden verstopft, hieran liegt es zum grossen Theil, dass die Fangapparate weniger leisten, als man von ihnen erwarten durfte; man hat unbillig viel von ihnen verlangt, denn es ist unmöglich, mit 3 oder 4 Rechen in engem Querschnitt auch nur 2 Sekundenkubikmeter Abwasser abzusieben, dazu ist ein breiter Strom mit langsam fliessendem Wasser, neben guten Apparaten erforderlich.

Andererseits fallen so grosse Theile bald aus bei entsprechender Verlangsamung der Geschwindigkeit und bei genügender, aber nicht zu erheblicher Grösse der Klärbecken. Die neuesten seitens der Stadt Hannover gemachten Versuche geben hierfür gutes Material an die Hand. Auch Klärbecken mit aufsteigendem Wasserstrom sind im Stande, leicht den erforderlichen Reinheitsgrad zu erzeugen. Die Beckenanlagen geben leider einen sehr wässrigen Schlamm mit all den bekannten Unannehmlichkeiten, während das abgesiebte Material sofort transportfähig ist, was einen wesentlichen Vorzug darstellt. Es muss der Stadt überlassen werden, sich den Weg auszusuchen, den sie gehen will, aber es ist von ihr zu verlangen, dass sie die Schmutztheilchen von 3 mm im stärksten Durchmesser aus dem Abwasser herausnimmt, bevor sie dasselbe dem Fluss übergeben darf.

Auch bei Hochwässern unter $+ 2$ m müssen die Abfangvorrichtungen in Thätigkeit bleiben, denn gerade dann liegt die Gefahr vor, dass die groben suspendirten Stoffe weit fortgetragen und in dem Ueberschwemmungsgebiet abgelagert werden. Die abgefangenen Stoffe müssen behufs späterer landwirthschaftlicher oder anderweitiger Verwendung so aufbewahrt werden, dass eine Verunreinigung des Bodens und eine Geruchsbelästigung ausgeschlossen ist.

Für die Abfangung der Schwimm- und Sinkstoffe dürften die jetzt in das Auge gefassten Anlagen nicht ausreichen, jedoch sei betont, dass die Pläne für die Reinigungsanlagen auch nur vorläufige sein sollen.

Die Aufgabe, täglich die Abwässer Dresdens, welche sich — rechnerisch — auf 73600 und später auf 123300 cbm stellen, zu reinigen, ist durchaus keine geringe, wenn sie den vorhin gestellten Anforderungen gerecht werden will, und ihr dürften ovale Becken von 25×15 m Durchmesser in keiner Weise genügen. Unter allen Umständen wird ein grösseres Raummass den ganzen Anlagen gewährt werden müssen, denn es ist Platz erforderlich a) für die Leistung der Arbeit, b) für eine, wenn auch bloss vorläufige Unterbringung der Abfangstoffe; mit Recht wird beabsichtigt, sie sofort abzufahren, aber es giebt Verhältnisse, z. B. Hochwässer, welche das verhindern und zur Anlage wenn auch kleiner Stapelplätze zwingen, c) für die Arbeiter und das Material, d) für eine eventuelle Vergrösserung.

Eine Anstalt, welche mit Rechen u. s. w. arbeitet, verbreitet keinen eigentlichen Gestank, aber angenehm ist der Geruch der hier naturgemäss stark gelüfteten Abwässer auch nicht; werden Klärbecken beliebt, oder machen sich dieselben später erforderlich, so ist übler Geruch zu erwarten; zudem wird aller üble Geruch, der in weitem Umfange um die Anlage herum entsteht, gar nichts mit ihr zu thun hat, doch ihr auf die Rechnung gesetzt. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse erscheint der für die Klärung der Abwässer der Altstadt an der Marienbrücke verfügbare Platz zu klein; er ist ein Winkel hinter einem Pfeiler der grossen Eisenbahnbrücke, der ausserdem zwar nicht an Häusern, jedoch direkt an einer verkehrsreichen Uferstrasse liegt, welche die Verbindung herstellt sowohl zur Stadt hin als auch am Ufer entlang zum Hauptzollamt, zum Dampferlandungsplatz und weiter.

Noch viel weniger Raum ist für die Kläranlage bei Pieschen-Mickten, also am rechten Elbufer vorhanden. Die Anstalt würde direkt vor den Häusern liegen und Mickten würde wahrscheinlich lebhaft und mit Erfolg Einspruch erheben, wenn Dresden versuchen würde, ihm gewissermassen als Eingangspforte für den Ort seine Kläranlage hinzubauen.

Etwas, aber nicht wesentlich besser sind die Verhältnisse an der Friedrichstadt; dort soll die Kläranlage eingeklemmt werden auf ein kleines an den Hochwasserdamm gedrücktes Dreieck. Man hat schon ein Stück Land mit Rücksicht auf die Versuchsanlage angekauft, welches bis zur Weisseritz reicht, aber von dem einzigen Wege durchschnitten wird, welcher den angrenzenden Theil der Friedrichstadt, die Magdeburger-, Bremer- und Hamburgerstrasse mit Cotta verbindet.

Alle 3 für die Anlage in Aussicht genommenen Plätze sind somit ungünstig, denn abgesehen davon, dass sie bei fortschreitender Entwicklung der Stadt, selbst wenn keine Häuser in ihre Nähe kommen, schon allein durch den sich entwickelnden Verkehr zu lebhaften Klagen seitens des Publikums Anlass geben werden, bieten sie, in der jetzigen Planung wenigstens, nicht denjenigen Raum, welcher für die nothwendige Reinigung der Abwässer erforderlich ist.

An den 3 Reinigungsstellen sollen diejenigen Wässer abgeworfen werden, welche bei Regen über das Verhältniss 1 : 1 hinausgehen. Nach Ansicht der technischen Deputation (Gutachten vom 18. VII. 1901) soll sich das selten ereignen, denn nur 38 Stunden im Jahr kämen Niederschläge von mehr als 2,0 mm Regenhöhe vor, wenn man die Verhältnisse Berlins auf Dresden übertrage. Das mag sein. Aber es

liegen auch andere Angaben in der Litteratur über die aus den Niederschlagsmengen berechneten und zum Abfluss gelangenden Wassermassen vor (Hellmann, Brix, Büsing, Steuernagel u. A.). Auch werde erwähnt, dass die Ueberläufe bezw. Regenauslässe der Kanalisation von Berlin jetzt viel häufiger und länger in Thätigkeit treten, als ursprünglich berechnet war, und als sich das in den ersten Jahren ereignete; die dichtere Bebauung, das dichtere Strassenpflaster, der Anschluss neuer Kanalstrecken haben das bewirkt; die Regenauslässe machen sich dort lästig bemerkbar. Die technische Kommission nimmt anscheinend an, dass bei einer Regenhöhe von 2 mm die Ueberfälle bei Mickten und an der Marienbrücke erst in Thätigkeit treten. Da lohnte es sich vielleicht, festlegen zu lassen, ob das nicht bei 1 mm pro Stunde auch schon geschieht. Nachdem der linksseitige Abfangkanal fertig ist, liesse sich dort leicht ein Regenauslass mit automatischer Registrirung einrichten. — Die Frage nach der Weite des Profiles des Stammsieles ist zur Zeit noch nicht genügend geklärt, aber so viel erscheint dem Reichs-Gesundheitsrath sicher, dass eine recht erhebliche Vergrösserung des Profiles weit über das Verhältniss 1 : 1 hinaus sich nothwendig machen wird, um den nicht unberechtigten Anforderungen der Militärverwaltung und der Lokalbehörden von Mickten gerecht zu werden und um die Flussbevölkerung genügend zu schützen. Dagegen enthält sich derselbe, weil genügendes Material zur Beurtheilung fehlt, einer Angabe über die Grösse der Erweiterung. Die Forderung der Strombauverwaltung, den Ueberlauf erst bei einem Verhältniss von 1 Theil Abwasser auf 4 Theile Regenwasser zuzulassen, findet einen Vorgang in der Kölner Anlage. Die Stadt Köln (379000 Einwohner) führt ihr Abwasser durch ein Stammsiel von 4 km Länge in dem Verhältniss 1 : 5 Regenwasser in den Rhein. (Profil 2,20/2,80 m).

Besondere Abfangvorrichtungen, die mehr zu leisten im Stande sind, als die der gewöhnlichen Regenauslässe, sollen an den Haupt-Nothauslässen die Schwimm- und Sinkstoffe möglichst zurückhalten.

Die Frage wegen der Hauptüberläufe ist nicht unwichtig, denn neben der durch sie bewirkten Verschmutzung der Wässer, welche den Pionierübungsplatz und die Ufer bei Mickten bespülen, ist die Flussbevölkerung zu berücksichtigen, die, wie schon erwähnt, in grosser Zahl direkt unterhalb des Auslasses an der Marienbrücke thätig ist. Die „Binnenschiffahrt“ sagt, dass an dieser Stelle im Jahre 1899 allein 145000 Tonnen Braunkohle (= 14500 Eisenbahnwagen voll) verladen wurden. Wie gross oder klein auch die Zahl der Ueberlaufstunden ist, so erfordert doch die Vorsicht, die hier sehr zahlreichen Schiffe und ihre Bewohner von jeder direkten Berührung mit dem Schmutzwasser fern zu halten. Es ist daher an dieser gefährdeten Stelle der Regenüberlauf als geschlossenes Rohr bis über die Anlegestelle der Schiffe hinaus in die eigentliche Stromrinne zu verlegen (s. das Querprofil des Elbstromes hinter der Marienbrücke auf Tafel XIII).

Die Auslassstelle des Ueberlaufwassers des rechten Abfangkanals bei Mickten ist insofern ungünstig gelegen, als nahe hinter ihr der Pionierübungsplatz und der Hafeneingang mit den davor liegenden Schiffen und ein Flossplatz sich befinden. Auch bei Mickten ist daher dafür zu sorgen, dass der Ueberlauf als ge-

schlossenes Rohr bis tief unter den niedrigsten Wasserspiegel hinuntergehe. Das Gleiche gilt für den Ueberlauf des Friedrichstadtkanals an der Weisseritz.

Hauptsächlich um den Einsprachen Micktens und des sächsischen Kriegsministeriums zu entgehen und um eine Oxydationsanstalt einzurichten, wenn die grobe Klärung nicht genügt, hat man auf der Insel des Ostrageheges einen Platz und eine Pumpstation vorgesehen, und will die Abwässer in einer Verdünnung von 1 : 1 gegenüber der Hafenmündung mitten in den Strom lassen.

Letzterem ist sehr zuzustimmen, denn reicht der Auslass bis in die Mitte des Stromes, so sind die Schiffe und Flösse, die am linken Ufer liegen, nicht mehr durch das Schmutzwasser bedroht; am rechten Ufer zieht sich allerdings ein flaches Gestade hin, an welchem sich eventuell der feinere Schlamm ablagern könnte.

Die Stadt thut gut daran, von vornherein mit der Möglichkeit einer Verbesserung ihrer Kläranlagen zu rechnen; früher hat man daran gedacht, für einen solchen Fall Sedimentirbecken nach Art der Frankfurter einzurichten, doch wurde davon Abstand genommen, weil man sich mit Recht vor dem entstehenden fast werthlosen Schlamm fürchtete. Um auch diesen los zu werden, richtete man das Augenmerk auf die Oxydationsanlagen und kam zu dem Entschluss, erforderlichen Falles dieselben einzuführen. Die Stadt stützt sich vor Allem dabei auf die in England gemachten Erfahrungen, sie beherzigt jedoch zu gleicher Zeit, dass auch in England noch keine Stadt von annähernd gleicher Grösse existirt, welche ihr ganzes Abwasser auf solche Weise reinigt, auch dort sind alle Städte, mit Ausnahme des kleinen Sutton, noch im Stadium des Versuches. Dresden thut daher sehr recht, dass es zunächst an eine Versuchsanlage denkt. Aber auch das dürfte noch Zeit haben: denn wenn es gelingt die Partikel von 3 mm Seite wirklich abzufangen, so ist nicht zu erwarten, dass ein Mehr verlangt werde, und die Nothwendigkeit, zu einer biologischen Anlage übergehen zu müssen, ist eine so entfernte, dass die Stadt ausser durch Sicherung eines Platzes vorläufig nicht weiter nach dieser Richtung hin vorgehen sollte. Dahingegen dürfte es sich empfehlen, schon bald mit Versuchen an dem Friedrichstadtkanal vorzugehen, um eine gute, gesicherte, mechanische Reinigung zu erzielen.

Inzwischen wäre zu überlegen, wohin die Reinigungsanstalt für die Wässer der Alt- und Neustadt gebracht werden soll. Zunächst ist an die Insel des Ostrageheges zu denken, welche etwa 50 ha gross an ihrer Nordwestseite einen ca. 16 ha grossen Platz bietet. Da hier die Möglichkeit einer sicheren, bequemen, mechanischen Reinigung und für alle Zeiten genügender Raum gegeben ist, so kann unsererseits ein Einspruch gegen den Platz in dem Ostragehege nicht erhoben werden.

Für Dresden bietet der Platz den grossen Vortheil, dass er sowohl von der Altstadt wie von der Neustadt aus leicht und auf kurzen Wegen erreichbar ist, und dass er sich im Besitze der Stadt befindet. Aber der Platz hat auch Nachtheile, zunächst sind die abgefangenen Stoffe nicht ganz leicht loszuwerden; nach Süden zu liegt die breite Fluthrinne und jenseits derselben wohl Stadt, aber kein aufnahmefähiges Land, nach Norden legt sich der Strom vor eine Reihe von Vorstädten, die

zur Zeit die Rückstände nehmen könnten, später aber nicht mehr, nach Osten liegt die Stadt und allein der Westen ist frei, jedoch nur mit Schiffen, also bei doppeltem Ein- und Ausladen, zu erreichen, was bei einem so minderwerthigen Artikel sehr in das Gewicht fällt. Dann ist das Gebiet der Ostra-Insel ein sehr werthvolles, für eine Abwässerreinigungsanlage eigentlich zu kostbares, und es käme die Anlage direkt neben dem neuen Schlachthof zu liegen. Betreffs des letzteren fürchtet man, dass bei den vorherrschenden Westwinden nicht nur üble Gerüche, — denn an dieser Stelle ist mit einer zeitweiligen Aufstapelung des Abgesiebten oder Ausgefallenen sehr zu rechnen —, sondern auch die sich bei solchen Anstalten zuweilen in grossen Massen ansammelnden Fliegen auf den Schlachthof übergeführt werden, selbst dann, wenn man den Viehhof zwischen Kläranlage und Schlachthof einschiebt.

Während die eventuell zu erwartenden, schwachen, üblen Gerüche wohl kaum einen Einfluss geltend machen können, lässt sich das betreffs der Fliegen nicht ohne Weiteres behaupten. Die Erfahrungen haben gelehrt, dass sie sich in den Kläranlagen zuweilen in erheblicher Zahl finden.

Ein anderer Nachtheil des Ostrageheges ist, dass die Abwässer der Friedrichstadt nicht hinüber geleitet werden können und daher auf das kaum oder nicht genügenden Raum bietende, schlecht gelegene Dreieck an der Weisseritz angewiesen bleiben.

Das ist aber Alles eine interne Angelegenheit der Stadt. Aus den angegebenen Gründen haben sich jedoch an massgebender Stelle berechtigte Bedenken gegen die Wahl des Ostrageheges geregt, die bereits zu einer Art neuen Projektes (Tafel XII) verdichtet sind, sodass es gerechtfertigt erscheint, wenn der Reichs-Gesundheitsrath sich zu demselben äussert. Die Stadt beabsichtigt in der Flur Kaditz ein Areal von 23 ha anzukaufen. Dadurch wäre es möglich, die Kläranlage des rechten Uferkanals ohne Weiteres an diese Stelle zu bringen und das gereinigte Abwasser gegenüber der Grenze der Kemnitzer und Briessnitzer Flur in den freien Strom zu leiten.

Der Kanal der Altstadt soll entsprechend dem ursprünglichen Projekt durch die Magdeburgerstrasse weiter geführt, mit dem der Friedrichstadt und dem Kanal des noch nicht kanalisirten Theiles von Löbtau und Cotta vereint werden, das Abwasser dieser ganzen weiten Gebiete, fast $\frac{3}{4}$ der ganzen Stadt, soll dann auf dem angekauften Gelände an der Weisseritz gereinigt und in den Strom gelassen werden. Der Reichs-Gesundheitsrath ist der Auffassung, dass bei der nicht günstigen Lage und bei der geringen Grösse dieses Platzes die Reinigung dort nicht angängig ist, ausserdem wünscht derselbe sehr, dass die Reinigung zentralisirt wird, weil nur so eine strenge Kontrolle des Betriebes, die ganz zweifellos statthaben müsse, und die Gleichmässigkeit in der Leistung der Anlage sich ausreichend sichern lassen. Der Reichs-Gesundheitsrath schlägt deshalb vor, das, was jene Projekt-Idee für später bereits vorgesehen hat, gleich auszuführen und die gesammten Abwässer der linken Uferseite mittelst Dückers auf das rechte Ufer nach Kaditz zu führen, so dass auf diese Weise alle Abwässer aus dem ganzen Stadtgebiete zu einer einheitlichen mechanischen Reinigung an einer Stelle vereint würden, welche ganz einwandfrei liegt und von welcher aus die gereinigten Abwässer an einem Ort der Elbe übergehen würden, wo kein Lade- und

Liegeplatz mehr ist, also die Schiffsbevölkerung möglichst wenig mit dem Abwasser in Berührung kommt.

Für dieses Projekt wird unsererseits ebenso wie für das des Ostrageheges die Zuleitung so gross angenommen, dass die Ueberläufe recht selten in Thätigkeit treten.

Der Stadt böten sich bei Ausführung dieses Projektes noch die Vortheile, dass die Bezirke Mickten und Uebigau, welche doch über kurz oder lang einverleibt werden, sofort bebauungsfähig würden, denn sie können sofort an den Kanal angeschlossen werden, während im anderen Falle für sie eine besondere Anlage geschaffen werden müsste; sodann würde das Ostragehege für andere Zwecke frei.

Der einzige Nachtheil, den der Entwurf hat, besteht in den höheren Kosten. Die auf Tafel XII eingezeichneten Stammsiele von der Marienbrücke und der Micktener Grenze bis zur projektirten Kläranlage und von dort bis zur Mitte der Elbe vor dem Hafeneingang haben eine Gesamtlänge von rund 3,9 km, die auf der neuen Planung eingezeichneten Kanäle von etwa 7,2 km. Das macht eine Differenz von 3,3 km, hiervon gehen ab 2 km von der Micktener Schule bis zur Einmündung in die Elbe zwischen Kemnitz-Briessnitz, die doch gebaut werden müssen, sobald das Terrain Mickten-Uebigau der Bebauung erschlossen wird, es bleibt somit eine effektive Verlängerung von rund 1,3 km. Es ist Sache der Stadt, sich zu überlegen, ob nicht dieses Projekt auch in ihrem eigensten Interesse das vortheilhafteste ist. Von hiesiger Stelle aus muss dasselbe, weil es die am meisten gefährdete Schiffsbevölkerung ganz vermeidet und weil es vermöge seiner Centralisation die bessere Klärung gewährleistet und der Schwierigkeit betreffs des Schlachthofes ganz aus dem Wege geht, als dasjenige bezeichnet werden, welches ganz entschieden den Vorzug verdient.

b. Betreffs der Infektionen.

Neben dem Abfangen der gröberen suspendirten Theile kommt der Schutz gegen Infektionen in Betracht. Auf 430 000 Einwohner würden, wenn man die Durchschnittszahlen an Todten der letzten 10 Jahre zu Grunde legt, schätzungsweise 240 Typhuserkrankungen entfallen. Die in den Ausscheidungen, Koth und Urin der Kranken, liegende Gefahr lässt sich erheblich vermindern durch strenge Meldepflicht und sachgemässe, unter Kontrolle stehende Desinfektion.

Der Einlass der Abwässer und Fäkalien kann daher nicht eher für zulässig angesehen werden, als bis für die betreffenden Krankheitsfälle eine sachgemässe Desinfektion angeordnet und eingerichtet ist. Die Desinfektion ist vorzuschreiben für Private und für die Krankenhäuser und muss durch Angestellte der Stadt hier wie dort überwacht werden. Die Einrichtung ist so gedacht, dass genaue Vorschriften erlassen und auch den Aerzten kundgegeben werden über die Desinfektion bei Cholera und Typhus, die sich bei letzter Krankheit auch auf den Urin erstrecken müssen. Da man den Aerzten die Einzelheiten hinsichtlich der Desinfektionsarbeit schwer zumuthen kann, wird auf die ärztliche Meldung hin ein Sanitätsbeamter (Desinfektor) in das Haus gesendet, welcher den Angehörigen die Art und Weise der Desinfektion beschreibt und vormacht, in den Krankenhäusern einen Angestellten darauf

einübt, dann wird von Zeit zu Zeit ein Sanitätsbeamter (Desinfektor oder Sanitätsinspektor) hingeschickt, um sich zu überzeugen, dass die Desinfektion in zweckdienlicher Weise ausgeführt wird. Erhalten die ärmeren Leute das Desinfektionsmittel — eine verschwindend kleine Ausgabe für die Stadt — umsonst geliefert, so darf man sicher sein, dass die meisten Krankheitskeime abgetötet sind, bevor sie in die Kanäle gelangen. Wahrscheinlich wird Dresden, dem als „Fremdenstadt“ sehr viel an seinem gesundheitlich guten Ruf liegt, diese Bedingung gern erfüllen.

Durch das angegebene Vorgehen werden allerdings diejenigen Keime nicht gefasst, welche zwischen Meldung und erster Desinfektion liegen, aber deren Menge dürfte nicht gross sein im Verhältniss zu denen, welche der Desinfektion unterliegen, und die Wahrscheinlichkeit, dass einer dieser wenigen Keime im Elbwasser eine Infektion mache, ist recht klein. Jedenfalls kann es nicht empfohlen werden, fortlaufend eine allgemeine Desinfektion der Abwässer zu verlangen. Es würde nämlich auch dann nicht gelingen, alle Krankheitskeime in der enorm grossen Abwassermenge zu tödten.

Soll die allgemeine Desinfektion ausgeführt werden, so steht dem sowohl bei der Ausführung des Ostra-Projektes, als besonders auch des Kaditzer Projektes nichts im Wege, indem das Desinfektionsmittel in konstantem Strom in den Kanal an der Micktener Grenze oder an der Marienbrücke bzw. in die Stammsiele der Friedrichstadt gelassen wird. Bis von jenen Stellen das Wasser die Kläranlage erreicht, diese durchläuft und dann an der Elbe zum Abfluss gelangt, dürfte eine Stunde, die zur Einwirkung mindestens erforderliche Zeit, vergangen sein. Findet das jetzt billigste und beste Desinfektionsmittel, der Chlorkalk, in einer Konzentration von 1 : 7500 Anwendung, was in diesem Falle wegen der kurzen Einwirkungsdauer nothwendig ist, so stellen sich die Kosten bei einem Preise des Chlorkalkes von 1,8 Pfennig pro Kubikmeter Abwasser auf täglich 1220 M., bei 722 000 Einwohnern auf täglich 2230 M. Ob der entstehende Nutzen dieser grossen Aufwendung entsprechen wird, steht dahin, denn zweifellos ist die Wirkung einer allgemeinen Desinfektion der Kanalwässer, sei es in ungeklärtem, sei es in geklärtem Zustande, nicht einwandfrei. Es werden ihr viele Keime entgehen; aber andererseits ist ebenso sicher, dass ihr viele erliegen oder so geschädigt werden, dass sie im Elbwasser bald absterben. Wenn hiernach von einer ständigen Durchführung der allgemeinen Desinfektion abzusehen ist, so hielt es der Reichs-Gesundheitsrath doch für richtig, dass zu Zeiten schwerer Epidemien auf eine Vernichtung der im Kanalwasser befindlichen Krankheitserreger Bedacht genommen wird. Ein Antrag, die Möglichkeit einer allgemeinen Desinfektion für solche besondere Ausnahmefälle zu schaffen, wurde mit 11 Stimmen angenommen. Die Entscheidung über den Zeitpunkt, wann mit dem Einsetzen und Abklingen der Epidemie die Desinfektion der gesammten Kanalwässer beginnen oder aufhören soll, muss in Würdigung des jeweiligen Falles dem Ermessen der Sanitätsbehörde überlassen werden.

Ein weiterer Schutz gegen Infektionen ist dadurch zu gewähren, dass die Abwässer desinfiziert und undesinfiziert, sowie die aus den Regenauslässen austretenden Wasser mit Sorgfalt von den Lade- und Liegeplätzen der

Schiffe und Flösse ferngehalten werden. Jetzt liegt z. B. der Löbtauer Fluthkanal genau am oberen Ende des Ladeplatzes für die Kohlenkähne so, dass sein Schmutzwasser die Schiffe direkt umspült, und die Ausmündung des Friedrichstädter Kanals befindet sich an einem Hauptliegeplatz der Flösse. Die Kanalmündungen lassen sich verschieben, die Liege- und Ladeplätze nicht, denn die sind durch die Bildung der Stromufer, durch die Lage der Stromrinne bedingt. Will man sicher gehen, so ist es richtig, die Abwässer soweit stromab zu führen, dass die Anlegestellen sämtlich oberhalb liegen oder die Abwässer so weit und an einer solchen Stelle in den Strom hinein zu leiten, dass sie an den Anlegeplätzen vorüberfluthen, ohne sie zu berühren. Durch Färbung des Stromlaufes mit Uraninkali lässt sich die Vertheilung der Abwässer im Strom und ihr Lauf für die verschiedenen Wasserstände ohne Schwierigkeit festlegen.

Nach derselben Richtung hin liegt der Schutz, welcher den Badenden gewährt werden muss. Die Badeanstalten müssen von den Regenauslässen möglichst weit entfernt sein und dürfen nicht in dem Stromstrich derselben liegen.

Ein weiteres Mittel, die Infektionen zu vermeiden, besteht darin, nicht bloss die Schiffer und Flösser vor der Benutzung des Elbwassers zu warnen, sondern ihnen die Möglichkeit zu geben, an allen ihren Liege- und Ladeplätzen möglichst bequem gutes Trinkwasser zu bekommen. Das gilt nicht allein für Dresden, wo die Einrichtung schon zum Theil besteht, sondern auch für alle unterliegenden Plätze. Nur wenn es der Flussbevölkerung recht bequem gemacht wird, gutes Trinkwasser von Land zu erhalten, wird sie von der Unsitte, Flusswasser zu genießen, lassen.

Als Resultat der gesammten Untersuchungen ergeben sich die folgenden Leitsätze und Anforderungen:

1. Die Stadt Dresden entleert zur Zeit schätzungsweise drei Viertel ihrer gesammten abschwemmbarren Schmutzstoffe in den Elbstrom, ohne dass nach den Ermittlungen der Berichterstatter bis jetzt sicher nachweisbare Gesundheitsschädigungen oder eine erhebliche Belästigung dadurch entstanden wäre.

2. Die Zunahme des Elbwassers an Gesamttrückstand und an suspendirten organischen Stoffen ist eine sehr geringe; sie beträgt nach Baumeister'scher Berechnung bei 430 000 Einwohnern, gleichmässige Mischung vorausgesetzt, pro Liter höchstens 12 mg und würde später, wenn die Stadt 720 000 Einwohner zählt, 20 mg betragen.

3. Dresden ist im Allgemeinen als eine gesunde Stadt anzusehen; die Zahl der Todesfälle an Typhus hat nach den amtlichen Erhebungen in den letzten 10 Jahren zwischen 12 und 28 geschwankt.

4. Das Elbwasser nimmt bei Niedrigwasser von Dresden bis zur Havelmündung von 63 Sekundenkubikmeter auf 164 Sekundenkubikmeter zu. Auf dieser ganzen Strecke wird Dank der Eigenart des Flusses ungereinigtes Elbwasser von der Uferbevölkerung so gut wie gar nicht getrunken und nur wenig für Hausgebrauchszwecke verwendet.

5. Dagegen ist anzunehmen, dass die mehrere Tausend Köpfe starke Schiffsbevölkerung, ebenso wie die Fischer es trinken und für alle Hausgebrauchszwecke verwenden. Die Schiffsbevölkerung ist wie kaum eine andere geeignet, Krankheiten auf weite Strecken hin durch ihre leichte Beweglichkeit und durch die Art, wie sie das Wasser benutzt und verunreinigt, zu verschleppen.

6. Die Untersuchungen haben ergeben, dass zur Zeit die Verunreinigung der Elbe durch Einführung der Schmutzstoffe Dresdens eine geringe ist, und dass dadurch die chemischen, durch die übliche Wasseranalyse bestimmten Stoffe kaum in ihren Mengen verändert werden; es findet sich auch keine weitere Aenderung der Wasserbeschaffenheit bis zur preussischen Grenze.

7. Die Zahl der Bakterien im Elbwasser schwankt zwar auffallend stark, ohne dass bis jetzt eine völlig genügende Erklärung dafür hat gefunden werden können; immerhin steht fest, dass die Bakterienzahl durch den Einfluss der Abwässer Dresdens erheblich zunimmt. Ein beträchtlicher Theil der Mikroben verschwindet in kürzester Zeit — 1 Stunde — aus dem Wasser, im Uebrigen bleibt der Bakteriengehalt ein verhältnissmässig hoher, er nimmt bis zur preussischen Grenze nicht mehr wesentlich ab; keinesfalls wird der bakteriologische Reinheitsgrad wieder erreicht, den das Elbwasser oberhalb der Stadt hatte.

8. Die bisherigen Erfahrungen lehren, dass eine Reihe von Cholera-Erkrankungen und -Epidemien, sowie von Typhusepidemien durch rinnendes Wasser hervorgerufen worden ist, obwohl freilich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen ist, dass die Erreger von Cholera und Typhus durch Flüsse auf erhebliche Entfernungen verschleppt wurden.

9. Die Entfernung der Abwässer und Fäkalien der Stadt Dresden in der jetzigen Art und Weise ist nicht mehr angängig, aber es besteht für die Stadt die Möglichkeit, entweder ihre Abgänge in besserer Weise als bisher in die Elbe zu geben oder Rieselfelder anzulegen.

10. Von diesen beiden Verfahren empfiehlt sich die Rieselung zur Reinigung der Kanalisationswässer mindestens in dem Masse, als geeignetes Terrain zu erlangen und diese Art der Beseitigung durchführbar ist.

11. Indessen ist es bis auf Weiteres zulässig, dass Dresden sein Abwasser unter gewissen Bedingungen in die Elbe schickt.

12. Die Zulässigkeit dieses Zugeständnisses beruht auf folgenden Erwägungen:

- a) bei dem Wasserreichthum der Elbe, ihrer guten Regulirung, den regelmässigen und starken Hochwässern sind Schlammbildungen im Flussbett und aus solchen entstehende üble Gerüche nicht zu erwarten, dagegen können gröbere Schwimmstoffe oder leichtere Sinkstoffe auf grosse Entfernungen fortgeschwemmt und als ekelerregende, üble Gerüche erzeugende Massen an den Ufern abgelagert werden;
- b) die Gefahr einer Uebertragung von Krankheitskeimen auf die Uferbevölkerung durch das Flusswasser ist verschwindend klein, auf die Flussbevölkerung gering und lässt sich ausserdem noch durch nachstehende Massnahmen (s. Nr. 13 und 18) erheblich vermindern;

c) schädliche industrielle Abwässer kommen zur Zeit in erheblichem Masse nicht in Betracht.

13. Die Bedingungen, unter welchen die Einleitung gestattet werden kann, sind:

- a) Die Entfernung der gröberen Schwimm- und Sinkstoffe, bis herunter zu Theilchen von 3 mm im stärksten Durchmesser, wobei es der Stadt überlassen bleiben muss, diese Theile durch Abfangvorrichtungen, durch Sedimentiren oder auf andere Weise aus dem Wasser zu entfernen. Die so erzielten Rückstände müssen in einer den Anforderungen der Gesundheitspflege und der Aesthetik entsprechenden Weise beseitigt werden.
- b) Die regelrechte Desinfektion der Abgänge der hier gerade in Betracht kommenden Kranken und die Ueberwachung der Desinfektion, sowie die Gewährung der Möglichkeit, in besonderen Ausnahmefällen eine allgemeine Desinfektion der Abwässer vornehmen zu können.
- c) Es ist auf ausreichende Reinigung schädlicher industrieller Abwässer Bedacht zu nehmen.

14. Die von der Stadt Dresden in das Auge gefassten Massnahmen betreffs der Reinigung der Abwässer bedürfen einer Ergänzung; es erscheint erforderlich

- a) die Einrichtung von Abfangvorrichtungen für grobe Schwimm- und Sinkstoffe an den Nothauslässen in der Stadt;
- b) die Verlegung von mindestens zwei der geplanten und nach Nr. 13 ausgestatteten Reinigungsanlagen, und zwar der an der Marienbrücke und bei Mickten-Pieschen auf die Insel des Ostrageheges bzw. nach Kaditz (vgl. Nr. 15). Auch der Platz für die dritte Anlage, Friedrichstadt, ist klein, und es empfiehlt sich die Verlegung auch dieser Anlage dringend;
- c) eine ganz erhebliche Profilvergrösserung der Stammsiele.

15. Auf der Insel des Ostrageheges steht zwar ausreichender Raum zur Verfügung, um eine den Anforderungen des Reichs-Gesundheitsrathes entsprechende centrale Reinigungsanstalt zu erbauen, indessen verdient die Anlage auf Kaditzer Flur ganz unzweifelhaft den Vorzug, weil dann den Schwierigkeiten, die sich aus der Nähe des Schlachthofes ergeben, aus dem Wege gegangen wird, ausserdem die ganze Reinigung für jetzt und später einheitlich gestaltet und betrieben wird, und sowohl ein Belästigung der Unterlieger als eine Berührung der Lade- und Liegeplätze der Schiffer und Flösser mit dem Abwasser vermieden wird.

16. Sofern ein grösserer Nothauslass oder der Endauslass des Kanalsystems in die Nähe von Schiffsanlegeplätzen kommen würde, ist derselbe als geschlossenes Rohr soweit in den Fluss zu legen, dass eine Berührung des Abwasserstromes mit den Schiffen und Flössen bestimmt nicht statthab.

17. Die Flussbadeanstalten sind so zu legen, dass sie möglichst weit von einem etwa flussaufwärts an derselben Stromseite befindlichen Nothauslass erbaut oder verankert werden.

18. Es empfiehlt sich, sowohl in Dresden als unterhalb an der Elbe den Schiffen die Möglichkeit zu gewähren, an ihren Halteplätzen möglichst bequem gutes Trinkwasser zu bekommen.

Die Lebensdauer der Pestbazillen in Kadavern und im Kothe von Pestratten.

Von

Dr. Albert Maassen,

technischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Unsere Erfahrungen in den letzten Jahren über die Epidemiologie der Bubonenpest haben gelehrt, dass die Ratten bei der Verbreitung der Seuche eine wesentliche Rolle spielen. Diese für die Pest so überaus empfänglichen Nagethiere sind nicht nur an der Ausbreitung der Seuche auf dem Landwege, sondern namentlich auch an der Verschleppung auf dem Seewege, an dem Auftreten der Pest in den Hafenstädten betheiligt (Yersin¹⁾, E. H. Hankin²⁾, G. Sticker³⁾, Noury-Bey⁴⁾, P. L. Simond⁵⁾, R. Pfeiffer⁶⁾, Gaffky⁷⁾, Kitasato⁸⁾, H. Kossel und Nocht⁹⁾, Kolle und Martini¹⁰⁾, u. A.).

Wohl am schärfsten hat Robert Koch¹¹⁾ das Abhängigkeitsverhältniss der

¹⁾ Yersin, La peste bubonique à Hong-Kong, Annales de l'institut Pasteur, 1894, T. 8, Nr. 9, pag. 662.

²⁾ E. H. Hankin, Note on the relation of insects and rats to the spread of plague, Centralbl. für Bakteriologie u. s. w., I. Abth., 1897, Bd. 22, S. 437.

Derselbe, La propagation de la peste, Annales de l'institut Pasteur, 1898, T. 12, Nr. 11, pag. 703.

Derselbe, Ueber die Verbreitungsweise der Pest, Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte, 70. Versammlung zu Düsseldorf, September 1898; 2. Theil, 2. Hälfte, S. 383.

³⁾ Georg Sticker, Ueber die Pest nach Erfahrungen in Bombay, Münchener medicin. Wochenschr., 1898, No. 1, S. 11.

⁴⁾ Noury-Bey, L'épidémie de peste de Djeddah 1898, Annales de l'institut Pasteur, 1898, T. 12, No. 9, pag. 604.

⁵⁾ P. L. Simond, La propagation de la peste, Annales de l'institut Pasteur, 1898, T. 12, No. 10, pag. 625.

⁶⁾ R. Pfeiffer, Epidemiologische Betrachtungen über die Pest in Bombay, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für öffentliche Gesundheitspflege in Berlin (Sitzung vom 12. Dez. 1898), Hygienische Rundschau, 9. Jahrg., 1899, Nr. 19, S. 1004.

⁷⁾ Gaffky, Die Massregeln zur Bekämpfung der Pest, Bericht über die 25. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Trier, vom 12. bis 15. September 1900, Hygienische Rundschau, 10. Jahrg., 1900, Nr. 21, S. 1041.

⁸⁾ Kitasato, Bericht über die Pestepidemie in Kobe und Osaka, November 1899 bis Januar 1900, Tokio 1900, S. 22.

⁹⁾ H. Kossel und Nocht, Ueber das Vorkommen der Pest bei den Schiffsratten und seine epidemiologische Bedeutung, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1901, Bd. 18, Heft 1, S. 100.

¹⁰⁾ W. Kolle und E. Martini, Ueber Pest, Deutsche medicin. Wochenschr., 1902, S. 60

¹¹⁾ Robert Koch, Die Bekämpfung der Tuberkulose unter Berücksichtigung der Erfahrungen, welche bei der erfolgreichen Bekämpfung anderer Infektionskrankheiten gemacht sind Deutsche medicin. Wochenschr., 1901, 27. Jahrg., Nr. 33, S. 550.

Menschenpest von der Rattenpest betont. Die Bedeutung der Ratten für die Epidemiologie der Bubonenpest wird treffend dadurch gekennzeichnet, dass man die Pest eine Krankheit der Ratten nennt, die gelegentlich auch auf den Menschen übergeht.

An massgebender Stelle hat man schon frühzeitig die Gefahr erkannt, die unseren Hafenplätzen droht durch Seeschiffe, welche an Bord pestkranke Ratten beherbergen. Bei den Berathungen im Gesundheitsamte wurde wiederholt die Frage erörtert, welche Massregeln Seeschiffen gegenüber zu ergreifen seien, die mit Rattenpest an Bord unsere Häfen anlaufen.

Man war sich darüber einig, dass man nur von Fall zu Fall, je nach Lage der Verhältnisse und je nach Art der Schiffsladung entscheiden könne, wie solche Schiffe zu behandeln seien. Dabei erachtete man es für wünschenswerth, dass die Grundlagen für die Massnahmen noch durch weitere Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Pestbakterien gesichert würden und zwar mit Rücksicht auf die Verhältnisse in Getreideschiffen namentlich durch Versuche über ihre Lebensdauer im Kadaver und im Kothe von Pestratten.

Ueber derartige, im Gesundheitsamte ausgeführte Versuche möchte ich im Folgenden berichten.

Die Lebensdauer der Pestbazillen im Kadaver an Pest verendeter Ratten.

Nach den übereinstimmenden Versuchsergebnissen zahlreicher Forscher ist der Erreger der Bubonenpest ein nicht sporenbildender Spaltpilz, der im Allgemeinen keine besonders hohe Widerstandsfähigkeit äusseren Eingriffen gegenüber zeigt.

Durch die gebräuchlichen chemischen und physikalischen Desinfektionsmittel ist er leicht abzutöden; bei höherer Aussentemperatur, im Sonnenlicht, bei Wasserverlust (Austrocknen) geht er in der Regel schnell zu Grunde. Unter besonderen Verhältnissen (bei niedriger Temperatur, Abschluss des Sonnenlichts, genügender Feuchtigkeit, Gegenwart von organischer Substanz und bei Abwesenheit schnell wachsender anderer Bakterien) kann der Pestbazillus sich jedoch recht lange lebensfähig und auch infektionstüchtig erhalten, eine Thatsache, die nach den Erfahrungen, welche wir an anderen nicht sporenbildenden Bakterien von ähnlicher Widerstandsfähigkeit gemacht haben, nichts Befremdendes hat.

Das Verhalten der Pestbazillen im Thierkadaver ist bereits unter verschiedenen Versuchsbedingungen von Z. Yokote¹⁾, E. Klein²⁾, E. Gotschlich³⁾, St. Sata⁴⁾, J. Bandi und F. Stagnitta-Balistreri⁵⁾ studirt worden.

¹⁾ Z. Yokote, Ueber die Lebensdauer der Pestbazillen in der beerdigten Thierleiche, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., Abth. I, 1898, Bd. 23, S. 1030.

²⁾ E. Klein, Zur Kenntniss des Schicksals pathogener Bakterien in der beerdigten Leiche, Centralbl. für Bakteriologie u. s. w., Abth. I, 1899, Bd. 25, S. 737.

³⁾ Emil Gotschlich, Die Pest-Epidemie in Alexandrien im Jahre 1899, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskr., 1900, Bd. 35, S. 239.

⁴⁾ St. Sata, Ueber Fütterungspest und das Verhalten des Pestbazillus im thierischen Körper nach dem Tode des Organismus, Archiv für Hygiene, 1901, Bd. 39, S. 1.

⁵⁾ J. Bandi e F. Stagnitta-Balistreri, Sui caratteri di resistenza del B. della peste, L'Ufficiale Sanitario, 8, pag. 337.

Yokote verwandte zu seinen Untersuchungen die Kadaver an Pest eingegangener Mäuse, die in einem Holzkasten eingeschlossen in feucht gehaltener Gartenerde begraben worden waren. Er fand, dass die Lebensdauer der Pestbakterien von der Temperatur und dem Fäulnisgrade abhängig ist. Bei einer Aussentemperatur von $+22^{\circ}$ bis 30° waren die Pestkeime schon nach 14 Tagen nicht mehr nachzuweisen — nach 7 Tagen wurden sie noch aufgefunden —; bei einer Aussentemperatur von $+10^{\circ}$ bis 22° liessen sich die Pestbazillen im Mäusekadaver nach 3, 6 und 9 Tagen noch feststellen, dagegen nicht mehr nach 12 Tagen und später; bei einer Aussentemperatur von $+10^{\circ}$ bis 18° fanden sie sich noch nach 7, 13 und 18 Tagen, jedoch nicht mehr nach 23 Tagen und endlich bei einer Aussentemperatur von 0° bis $+10^{\circ}$ konnten sie noch nach 10, 20 und 22 Tagen, aber nicht mehr nach 30 Tagen nachgewiesen werden.

Yokote schliesst hieraus, dass die Pestbazillen in ihrem Wirthe nur verhältnissmässig kurze Zeit lebensfähig und infektiösfähig bleiben, und dass sich ihre Lebensdauer auf höchstens 22 bis 30 Tage berechnet.

Klein machte seine Untersuchungen an Meerschweinchen, die der subkutanen Impfung mit Pestbazillen erlegen waren und deren Kadaver in ein Stück Leinwand eingewickelt entweder in einem kleinen Holz- oder Zinnsarge eingeschlossen oder direkt ohne Sarg in feuchte Erde oder Sand eingescharrt worden waren.

Es zeigte sich in den Versuchen von Klein, dass „die Pestbazillen noch 17 Tage nach der Begrabung in der Leiche ihre Lebens- und Infektionsfähigkeit bewahrten, in 21 Tagen und später konnten in keinem Falle lebensfähige Pestbazillen durch die Kultur oder Pestinfektion mittelst der inguinalen Drüsen oder der Milz des exhumirten Thieres erzielt werden“.

Gotschlich brachte die Kadaver nach intraperitonealer Pestinfektion zu Grunde gegangener Meerschweinchen in Blechkästen, die mit Erde gefüllt waren. Die Thierleichen waren bei einer Lufttemperatur von $+25$ bis 28° in unmittelbarer Berührung mit der Erde. Ein nach drei Tagen ausgegrabener Kadaver enthielt trotz sehr weit fortgeschrittener Fäulnis noch virulente Pestbazillen, zwei nach 5 Tagen ausgegrabene Kadaver dagegen nicht mehr.

St. Sata fand, dass in den Leichen von Pestratten, die entweder unbedeckt im Rattengläse oder frei auf der Erde liegen gelassen oder in die Erde eingegraben worden waren, die Pestbazillen noch nach 18 Tagen durch den Thierversuch nachzuweisen waren.

Bandi und Stagnitta-Balistreri studirten die Widerstandsfähigkeit des Pestbazillus gegenüber den Fäulnisprozessen im Kadaver von Ratten unter Bedingungen, die denen an Bord eines Kauffahrteischiffes sich am meisten näherten. Sie stellten fest, dass die Pestkeime zwei Monate lang ihre Vitalität und Virulenz beibehalten können.

Wie aus den Angaben zu ersehen, sind die verschiedenen Untersucher zu recht abweichenden Ergebnissen hinsichtlich der Lebensfähigkeit der Pestbazillen im Kadaver gekommen. Aus diesem Grunde erscheint daher auch die nochmalige Bearbeitung der Frage nicht ohne Bedeutung.

Die im Gesundheitsamte von mir ausgeführten Untersuchungen zeigen in der Versuchsanordnung eine gewisse Uebereinstimmung mit denen der zuletzt genannten Forscher. Sie wurden unter Versuchsbedingungen angestellt, die, soweit im Laboratorium erreichbar, den Verhältnissen in der Wirklichkeit angenähert waren.

Ein grosser, eiserner Kasten, der durch einen übergreifenden Deckel verschlossen werden konnte, und ungefähr 4 Zentner Getreide fasste, diente als Versuchsraum. Dieser Kasten wurde mit 3 Zentnern Getreide (Weizen oder Hafer) beschickt. Die Versuchsthiere waren weisse, gefleckte und graue Ratten. Die Thiere wurden auf verschiedene Weise (subkutan, intraperitoneal, konjunktival und per os) mit Pestbazillen infiziert, die von einer Kultur stammten, welche Kurth¹⁾ im November 1900 (Fall Seemann Kunze vom Dampfer „Marienburg“) isolirt hatte. Diese Kultur ist schon von Kossel und Overbeck²⁾ im Gesundheitsamte zu Versuchen benutzt worden; sie zeichnete sich durch eine hohe Anfangsvirulenz aus und erlitt auch im Laufe der Zeit bei entsprechender Behandlung³⁾ keine auffallende Aenderung in ihrem Virulenzgrade. Die Kultur tödtete in Dosen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Oese Meerschweinchen von der rasirten Bauchhaut aus in 3 bis 5 Tagen, Ratten intraperitoneal in der Regel in 20 bis 30 Stunden, subkutan und durch Konjunktiva-Impfung in 40 bis 70 Stunden, per os meist in 2 bis 3 Tagen.

Die der Pestinfektion erlegenen Ratten kamen unmittelbar nach dem Tode, nachdem im Herzblute (Punktion mittelst Pravazspritze) durch Ausstrichpräparate die Pestbazillen festgestellt waren, in den eisernen Kasten und wurden hier bei einer Aussentemperatur von durchschnittlich $+22^{\circ}$ ($+28^{\circ}$ höchste, $+16^{\circ}$ niedrigste Temperatur) entweder frei auf dem Getreide liegen gelassen oder darin 10 bis 25 cm tief eingegraben. Die mittlere Temperatur in den oberen Getreideschichten stimmte ungefähr mit der Aussentemperatur überein.

¹⁾ Kurth und Hoevesandt, der Pestfall in Bremen, Berliner klinische Wochenschrift, 1901, 38. Jahrgang, Nr. 15, S. 401.

²⁾ Kossel und Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1901, Bd. 18, Heft 1, S. 114.

³⁾ Die in den Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 18, S. 16 angegebene Methode der Kulturbedienung habe ich seit Jahren auch bei der Züchtung der Pestbazillen benutzt. Das Verfahren läuft im Wesentlichen darauf hinaus, die üblichen Umzüchtungen auf künstlichem Nährboden und die hohe Temperatur des Brutraumes, durch welche die Bakterien im Laufe der Zeit in ihren Arteigenschaften Einbusse erleiden, so weit wie möglich zu vermeiden. Bereits im Jahre 1899 (vergl. Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenkunde, Abth. I, Bd. 26, S. 723) habe ich mitgetheilt, dass sich die Pestbazillen 2 Jahre lang ohne Umzüchtung virulent erhalten liessen. Neuerdings konnte ich feststellen, dass nach dem erwähnten Verfahren behandelte Pestbazillenagarkulturen sich ohne Weiteres noch nach 5 Jahren und $3\frac{1}{2}$ Monaten auf frischen Agar übertragen liessen, und dass diese Agarkulturen in Dosen von 1 Oese Meerschweinchen innerhalb 5 Tagen nach kutaner Impfung tödteten. Das ganze Verhalten der Kulturen sprach dafür, dass hierbei die Grenze der Lebensfähigkeit auf Agar noch nicht erreicht worden war. (Vergl. hierzu N. K. Schultz, De la vitalité du microbe de la peste bubonique dans les cultures, Archives des sciences biologiques, 1901, Tome VIII, No. 4, pag. 373 und Centralbl. für Bakteriologie u. s. w., Abth. I, 1901, Bd. 29, S. 169 ferner P. Muehold, Die Pest und ihre Bekämpfung, Bibliothek von Coler, Berlin 1901, Bd. VIII, S. 49, 50 und 51. — Derselbe, Zur Bekämpfung des Typhus, Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege, 1902, Bd. 34, S. 586).

In einer anderen Versuchsreihe wurden die Kadaver bei einer Aussentemperatur von durchschnittlich $+8^{\circ}$ ($+12^{\circ}$ höchste, $+5^{\circ}$ niedrigste Temperatur) im Getreide liegen gelassen. Zu den Versuchen dieser Reihe wählte ich Ratten, die nach einmaliger Fütterung mit Pestmaterial eingegangen waren. Als Versuchsraum diente hier ein grosser Eisschrank, in dem die Pestratten-Kadaver in Glasgefässen, im Getreide eingebettet, lagerten.

Die Rattenkadaver wurden nach verschiedenen Zeiten aus dem Getreide genommen, sezirt und die inneren Organe (Leber, Milz) oder bei weit vorgeschrittener Fäulniss die noch vorhandenen Organreste, in einigen Fällen auch die Halsdrüsen bakteriologisch durch das Kulturverfahren und durch den Thierversuch auf Pestbazillen untersucht.

In den nachstehenden Aufzeichnungen (Seite 513—520) sind die Ergebnisse der Untersuchungen kurz zusammengestellt.

Für die Züchtung des Pesterregers aus den Leichentheilen wurden Agar- und Gelatinenährböden verschiedener Zusammensetzung herangezogen. Am besten eignete sich ein Agarnährboden, der 2,5—3 % Agar-Agar enthielt, mit 0—0,5 ‰ krystallisirter Soda über den Lackmusblau-Neutralpunkt, sowie eine Nährgelatine von der gleichen Alkalität mit 10—12 % Gelatine und einem Schmelzpunkt von 29—31°. Für die Fortzüchtung der Reinkulturen bewährte sich ein feuchter Agar von der gleichen Alkalität mit 1,75 % Agargehalt.

Die besten Erfolge erzielte man, wenn man die beiden Nährböden nebeneinander anwandte, den Organsaft auf die Oberfläche der in Petrischaalen erstarrten Nährböden ausstrich und die Kulturschaalen bei einer Temperatur von $+18$ bis $+20^{\circ}$ hielt.

Die gleichzeitige Verwendung beider Nährböden war deshalb von Vortheil, weil es zuweilen vorkam, dass der eine Nährboden versagte, während der andere noch ein positives Ergebniss lieferte, so der Agarnährboden bei Anwesenheit schnell wachsender, die Agaroberfläche überwuchernder Bakterien — der Gelatinenährboden bei Gegenwart grösserer Mengen peptonisirender Bakterien.

Im Allgemeinen waren die Pestbazillen auf dem Gelatinenährboden schneller zu diagnostiziren als auf dem Agarnährboden.

Jene eigenartig geformten Oberflächenkolonien, auf die Klein¹⁾ und namentlich Kossel und Overbeck²⁾ aufmerksam gemacht haben, bildeten sich auf der Gelatineoberfläche meist schon nach 24 Stunden und liessen sich alsdann auch inmitten anderer Bakterienkolonien durch das Klatschpräparat erkennen.

Bei den zahlreichen Untersuchungen von Leichenmaterial wurde von mir eine Bakterienart mit einem ähnlichen Oberflächenwachsthum nicht wahrgenommen. Die Ansicht von Kossel und Overbeck, dass dieses charakteristische Verhalten der Pestbazillen auf der Gelatineoberfläche ein sehr brauchbares Hilfsmittel für diagnostische Untersuchungen abgibt, kann ich daher in vollem Umfange bestätigen.

¹⁾ E. Klein, Ein Beitrag zur Morphologie und Biologie des Bazillus der Bubonenpest, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., Abth. I, 1897, Bd. 21, S. 897.

²⁾ Kossel und Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1901, Bd. 18, Heft 1, S. 114.

Bestimmungen der Lebensdauer der Pestbazillen im Kadaver durch Kultur- und Thierversuch.

1. Versuchsreihe. Aussentemperatur durchschnittlich + 22° (+ 16 bis 28°).

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen
				von	auf		
96	Gefleckte Ratte, 145 g schwer, 1/2 Oese 48 stdg. Serum- kultur subkutan.	3	4	Milzbrei	Meerschwein- chen 109, Körpergewicht 270 g, Bauchhaut.	† nach 4 Tagen Pest	R. 96, kurz nach dem Tode im Herzblute Pestbazillen in mäs- siger Zahl. Sektionsbefund (4 Tage nach dem Tode): Die inne- ren Organe noch gut erhalten; Milz stark vergrössert, noch ziem- lich fest, im Ausstrich noch gut erhaltene Pestbazillen; auf Gelatine und Agar vereinzelte Pestbazillenkolonien.
				Milz- stückchen	Meerschwein- chen 110, Körpergewicht 290 g, subkutan.	† nach 4 Tagen Pest	
				Milzsaft	weisse Ratte 111, Körpergewicht 135 g, Conjunctiva.	bleibt gesund	
97	weisse Ratte, 165 g schwer, 1/2 Oese 48 stdg. Agar- kultur intraperit.	1	5	Milzbrei	Meerschwein- chen 107, Körpergewicht 260 g, Bauchhaut.	† nach 6 Tagen Pest	R. 97, im Herzblute Pestbazillen in mässiger Zahl. Sektionsbefund (5 Tage nach dem Tode): Organe in der Form noch gut erhalten; Milz matschig weich und von grünlichbrauner Farbe, im Aus- strich noch vereinzelte gut ge- färbte Pestbazillen; Kultur auf Agar ohne Erfolg, auf einer Gelatineplatte noch vereinzelte Pestbazillenkolonien.
				Milz- stückchen	Meerschwein- chen 108, Körpergewicht 280 g, subkutan.	† nach 7 Tagen Pest	
298	gefleckte Ratte, 140 g schwer, durch Ver- fütterung d. inneren Organe von Pest- kadaver M. 293	6	6	Milzbrei	Meerschwein- chen 312, Körpergewicht 205 g, Bauchhaut.	† nach 8 Tagen Pest	R. 298, in der Punktionsflüssigkeit ziemlich viel Pestbazillen. Sek- tionsbefund (6 Tage nach dem Tode): Fauliger Kadaver; Form der Organe erhalten; Milz dunkel, in der Länge vergrössert, matschig; Leber grünlich gelb; Därme durch Gase aufgetrieben, Stellen mit Pestknötchen noch zu erkennen; Halsdrüsen vergrössert, im Aus- strich ganz vereinzelte Pest- bazillen; im Milzausstrich Ring- formen und Schatten; Kultur ohne Erfolg.
				Milz- stückchen	Meerschwein- chen 311, Körpergewicht 220 g, subkutan.	† nach 6 Tagen Pest	
71	graue Ratte, 155 g schwer, 1 Oese Blut von Pestrate 67 Con- junctiva	3	7	Milzbrei	Meerschwein- chen 81, Körpergewicht 250 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	R. 71, im Herzblute kurz nach dem Tode Pestbazillen in geringer Zahl. Sektionsbefund (7 Tage nach dem Tode): Stark fauliger Kadaver, am Maul und After Getreidekörner; Haut weich mit leicht abstreifbaren Haaren; Hals- drüsen vergrössert, weich; im Ausstrich Ringformen in mässiger Zahl; die inneren Organe mat- schig; Milz dunkelgrünlich; im Ausstrich zahlreiche Fäulnis- keime. Kultur ohne Erfolg. R. 82 und M. 80 und 81 werden nach 3 Wochen getötet und sezirt, Drüsen und innere Or- gane vollkommen normal.
				Milzsaft	gef. Ratte 82, Körpergewicht 190 g, Conjunctiva.	bleibt gesund	
				Halsdrüsen- saft	Meerschwein- chen 80, Körpergewicht 230 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen
				von	auf		
125	gefleckte Ratte, 165 g schwer, $\frac{1}{4}$ Oese 48stdg. Serumkultur intraperit.	2	7	Milzbrei Milz- stückchen Milz- stückchen	Meerschwein- chen 150, Körpergewicht 490 g, Bauchhaut. gefleckte Ratte 152, Körper- gewicht 200 g, subkutan. Meerschwein- chen 151, Körpergewicht 530 g, subkutan.	† nach 7 Tagen Pest bleibt gesund † nach 7 Tagen Pest	R. 125, im Herzblute ziemlich viel Pestbazillen (eine Oese Punktionsflüssigkeit auf die Bauchhaut von Meerschweinchen 132, † nach 6 Tagen an Pest). Sektionsbefund (7 Tage nach dem Tode): Fäulniss ziemlich stark; Haut und Bauchdecken brandigroth; die inneren Organe noch in der Form erhalten, jedoch ziemlich stark matschig; im Milzausstrich nur wenig Fäulnisbakterien, vereinzelte schöne Ringformen. Kultur ohne Erfolg. R. 152 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Haut an der Impfstelle etwas dicker, Drüsen und innere Organe normal.
188	gefleckte Ratte 150 g schwer, 1 Oese 48stdg. Serumkultur subkutan	2	8	Milzbrei	Meerschwein- chen 230, Körpergewicht 180 g, Bauchhaut.	† nach 7 Tagen Pest	R. 188, im Ausstrich aus dem Herzblute ziemlich viel Pestbazillen, in der Kultur auf Agar Pestbazillenkolonien in grosser Zahl. Sektionsbefund (8 Tage nach dem Tode): Stark fauliger Kadaver, Organe in der Form noch gut erhalten; im Milzausstrich noch Ringformen, wenig Fäulnisbakterien. Kultur ohne Erfolg.
297	gefleckte Ratte, 150 g schwer, durch Fütterung mit den inneren Organen von Pestkadaver M. 293	3	8	Milzbrei Milz- stückchen	Meerschwein- chen 306, Körpergewicht 200 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 307, Körpergewicht 215 g, subkutan.	bleibt gesund bleibt gesund	R. 297, in der Punktionsflüssigkeit Pestbazillen in geringer Zahl. Sektionsbefund (8 Tage nach dem Tode): Kadaver stark faulig; Organe schlecht erhalten; Milz lang und dünn, schwarzgrünlich gefärbt; Lunge mit Knötchen (Rattenseuche); Därme zum Theil durch Gase stark aufgetrieben; im Ausstrich aus Leber und Milz zahlreiche Fäulniskeime. Kultur ohne Erfolg. M. 306 und 307 werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt. An Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
296	gefleckte Ratte, 130 g schwer, durch Fütterung mit den inneren Organen von Pestkadaver M. 292	4	11	Milzbrei Milz- stückchen Milz- stückchen	Meerschwein- chen 310, Körpergewicht 190 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 308, Körpergewicht 255 g, subkutan. Meerschwein- chen 309, Körpergewicht 225 g, subkutan.	† nach 14 Tagen Pest † nach 9 Tagen Pest † nach 8 Tagen Pest	R. 296, im Herzblute kurze Zeit nach dem Tode zahlreiche Pestbazillen (im Ausstrich und in der Kultur). Sektionsbefund (11 Tage nach dem Tode): Kadaver mit starken Fäulniserscheinungen, Leib durch Gase stark aufgetrieben; die inneren Organe stark faulig, in der Form noch erhalten. Kultur ohne Erfolg.
146	gefleckte Ratte, 132 g schwer, $\frac{1}{5}$ Oese 24stdg. Agarkultur Conjunctiva	3	12	Milzsaft Milz- stückchen Milz- stückchen	Meerschwein- chen 183, Körpergewicht 310 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 184, Körpergewicht 280 g, subkutan. gef. Ratte 185, Körpergewicht 160 g, subkutan.	bleibt gesund † nach 9 Tagen Pest bleibt gesund	R. 146, im Herzblute Pestbazillen in ziemlicher Zahl. Sektionsbefund (12 Tage nach dem Tode): Kadaver weich und stark faulig; Organe noch ziemlich erhalten; Milz dünn, graugrün gefärbt, matschig; Leber blassgelb, weich, Lunge hellgelblichweiss mit dunkelrothen Flecken. Kultur aus Milz und Leber ohne Erfolg. M. 183 und R. 185 werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt. R. 185 an der Impfstelle Haut etwas verdickt; bei beiden Thieren Drüsen und innere Organe nicht verändert.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen
				von	auf		
70	Gefleckte Ratte, 140 g schwer. Milzsaft von Pest-ratte 17, Con-junctiva	4	14	Leber- und Milzbrei Milz- stückchen Halsdrüsen- saft	Meerschwein- chen 86, Körpergewicht 240 g, Bauchhaut. Gefl. Ratte 88, Körpergewicht 250 g, subkutan. Meerschwein- chen 87, Körpergewicht 300 g, Bauchhaut.	bleibt gesund † nach 11 Tagen Pest bleibt gesund	R. 70, in der Punktionsflüssigkeit Pestbazillen in mässiger Zahl. Sektionsbefund (14 Tage nach dem Tode): Stark fauliger Kadaver, am Maul und After Getreidekörner, die dunkelbräunlich gefärbt sind; Bauchdecken und Haut brandigroth; Halsdrüsen vergrössert, im Ausstrich ver- einzelte Ringformen. Milz und Leber grünlich verfärbt, im Aus- strich nur wenig Fäulnisbak- terien. M. 86 und M. 87 werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Drüsen und innere Or- gane normal.
145	gefleckte Ratte, 135 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Agar- kultur Con- junctiva	3	16	Milzbrei Milz- stückchen Milz- stückchen	Meerschwein- chen 189, Körpergewicht 225 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 190, Körpergewicht 225 g, subkutan. Gefleckte Ratte 191, Körper- gewicht 200 g, subkutan.	† nach 6 Tage Pest † nach 5 Tagen Pest † nach 7 Tagen Pest	R. 145, in der Punktionsflüssigkeit ziemlich viel Pestbazillen, in der Kultur zahlreiche Pestbazillen- kolonien. Sektionsbefund (16 Tage nach dem Tode): Kadaver mit starken Fäulnisserscheinungen; Milz lang und dünn; stark fau- liger Geruch.
143	gefleckte Ratte, 140 g schwer, 1 Oese 48 stdg. Agar- kultur subkutan	2	17	Milzbrei Milz- stückchen Milz- stückchen	Meerschwein- chen 192, Körpergewicht 300 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 193, Körpergewicht 360 g, subkutan. Gefleckte Ratte 194, Körper- gewicht 160 g, subkutan.	† nach 4 Tagen Pest † nach 6 Tagen Pest † nach 6 Tagen Pest	R. 143, in der Punktionsflüssigkeit Pestbazillen in mässiger Zahl. Sektionsbefund (17 Tage nach dem Tode): Ziemlich stark fau- liger Kadaver; die inneren Organe noch ziemlich gut erhalten; Milz dunkel schwarzbraun, weich, noch ziemlich dick; Leber weich, zum Theil grüngelblich gefärbt; Lunge dunkelbraun.
141	gefleckte Ratte, 130 g schwer, 1 Oese 48 stdg. Agar- kultur subkutan	2	20	Milzbrei Milz- stückchen Milz- stückchen	Meerschwein- chen 196, Körpergewicht 285 g, Bauchhaut Meerschwein- chen 197, Körpergewicht 305 g, subkutan. Weisse Ratte 198, Körper- gewicht 160 g, subkutan.	† nach 4 Tagen Pest † nach 4 Tagen Pest † nach 4 Tagen Pest	R. 141, im Herzblute ziemlich viel Pestbazillen. Sektionsbefund (20 Tage nach dem Tode): Platt- gedrückter, fauliger Kadaver, namentlich an den Beinen und am Kopfe stark eingetrocknet; ie inneren Organe matschig; Milz rüthlich braunschwarz, Lunge hell mit dunklen Flecken.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung von		Er- gebniss	Bemerkungen
				von	auf		
69	graue Ratte, 200 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Serumkultur Con-junctiva	5	22	Milzbrei	Meerschwein- chen 99, Körpergewicht 235 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	R. 69, im Herzblute Pestbazillen in mässiger Zahl. Sektionsbefund (22 Tage nach dem Tode): Stark fauliger Kadaver, am Maul und After Getreidekörner; Halsdrüsen etwas vergrössert, die inneren Organe stark faulig und matschig; stark fauliger Geruch. Die Versuchsthiere werden nach drei Wochen getödtet und sezirt; an den Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
				Milz- stückchen	gefleckte Ratte 180, Körpergewicht 140 g, subkutan.	bleibt gesund	
				Halsdrüsen- saft	Meerschwein- chen 98, Körpergewicht 240 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	
295	gefleckte Ratte, 135 g schwer, durch Fütterung mit inneren Organen von Pestkadaver M. 292	3	22	Milzbrei	Meerschwein- chen 320, Körpergewicht 180 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	R. 295, im Herzblute ziemlich viel Pestbazillen. Sektionsbefund (22 Tage nach dem Tode): Kadaver in starker Fäulniss; Därme durch Gase aufgetrieben, im aufgetriebenen Dünndarm die Stellen, wo die Knötchen gegessen, noch deutlich zu erkennen; Leber grünlich, Milz dunkel, Lunge matschig. M. 320, 321 u. 322 werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Drüsen und innere Organe normal.
				Milz- stückchen	Meerschwein- chen 321, Körpergewicht 190 g, subkutan.	bleibt gesund	
				Milz- stückchen	Meerschwein- chen 322, Körpergewicht 220 g, subkutan.	bleibt gesund	
67	gefleckte Ratte, 160 g schwer, 1/2 Oese 24 stdg. Serumkultur Con-junctiva	3	24	Milzbrei	Meerschwein- chen 102, Körpergewicht 230 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	R. 67, im Herzblute Pestbazillen in geringer Zahl. Sektionsbefund (24 Tage nach dem Tode): Stark fauliger Kadaver mit nur noch lose sitzenden Haaren, zwischen den Haaren noch zahlreiche lebende Läuse; Halsdrüsen schlecht erhalten; die inneren Organe vollkommen matschig. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Drüsen und innere Organe normal.
				Milz- stückchen	gefleckte Ratte 103, Körpergewicht 140 g, subkutan.	bleibt gesund	
				Halsdrüsen- saft	Meerschwein- chen 101, Körpergewicht 230 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	
142	gefleckte Ratte, 130 g schwer, 1/2 Oese 24 stdg. Agar-kultur Con-junctiva	3	25	Milzbrei	Meerschwein- chen 227, Körpergewicht 210 g, Bauchhaut.	bleibt gesund	R. 142, ziemlich viel Pestbazillen im Herzblute. Sektionsbefund (25 Tage nach dem Tode): Stark fauliger, platt gedrückter, zum Theil eingetrockneter Kadaver. Organe matschig; Milz dunkelbräunlich, lang und dünn. M. 227 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. An Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
				Milz- stückchen	Meerschwein- chen 228, Körpergewicht 225 g, subkutan.	† nach 8 Tagen Pest	

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen
				von	auf		
266	Gefleckte Ratte, 140 g schwer, Fütterung mit inneren Organen von Pestkadaver M. 260	4	29	Milzbrei Milz- stückchen	Meerschwein- chen 275, Körpergewicht 250 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 276, Körpergewicht 280 g, subkutan.	bleibt gesund bleibt gesund	R. 266, im Herzblute Pestbazillen in mässiger Zahl. Sektionsbefund (29 Tage nach dem Tode): Kadaver stark eingetrocknet; die inneren Organe in der Form noch ziemlich erhalten, matschig. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Drüsen und innere Organe normal.
59	graue Ratte, 250 g schwer, $\frac{1}{4}$ Oese 24 stdg. Serumkultur Con-junctiva	3	30	Milzbrei Halsdrüsen- saft und Leberbrei Milz- stückchen	Meerschwein- chen 90, Körpergewicht 260 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 91, Körpergewicht 230 g, Bauchhaut. gef. Ratte 89, Körpergewicht 170 g, subkutan.	bleibt gesund † nach 12 Tagen; keine Pest (Pneumonie) † nach 3 Tagen keine Pest (Ratten- seuche)	R. 59, ziemlich viel Pestbazillen in der Punktionsflüssigkeit. Sektionsbefund (30 Tage nach dem Tode): Stark eingetrockneter Kadaver, am Maul und After Getreidekörner; stark fauliger Geruch; starke Fäulniss; die inneren Organe ganz zusammengefallen; matschig, jauchig. M. 90 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt, an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
144	gefleckte Ratte, 200 g schwer, $\frac{1}{2}$ Oese 48 stdg. Agar-kultur intraperit.	1	30	Milzbrei Milz- stückchen	Meerschwein- chen 234, Körpergewicht 215 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 235, Körpergewicht 235 g, subkutan.	bleibt gesund † nach 8 Tagen Pest	R. 144, im Herzblute ziemlich viel Pestbazillen. Sektionsbefund (30 Tage nach dem Tode): Kadaver stark eingetrocknet, platgedrückt; innere Organe matschig, von sehr unangenehmem Geruch; Milz von bräunlich schwarzer Farbe, verhältnissmässig noch gut erhalten. M. 234 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Drüsen und innere Organe vollkommen normal.
265	gefleckte Ratte, 165 g schwer, Fütterung mit inner. Organen von Pestkadaver M. 259	3	36	Milz (ganz) Leber- stückchen	Meerschwein- chen 289, Körpergewicht 240 g, subkutan. Meerschwein- chen 290, Körpergewicht 230 g, subkutan.	bleibt gesund bleibt gesund	R. 265, in der Punktionsflüssigkeit ziemlich viel Pestbazillen. Sektionsbefund (36 Tage nach dem Tode): Kadaver stark eingetrocknet, Organe matschig, Lunge nicht mehr erhalten; Leber noch zu erkennen: Milz ganz dünn, fadenförmig. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Drüsen und innere Organe normal.
221	gefleckte Ratte, 185 g schwer, Fütterung mit Theilen der inneren Organe von Pestkadavern M. 214, 193 u. 197	3	44	Milz- und Leberbrei Milz- stückchen	Meerschwein- chen 249, Körpergewicht 310 g, Bauchhaut. Meerschwein- chen 250, Körpergewicht 310 g, subkutan.	bleibt gesund bleibt gesund	R. 221, im Herzblute Pestbazillen in ziemlich grosser Zahl. Sektionsbefund (44 Tage nach dem Tode): Kadaver fast vollständig eingetrocknet, an den Extremitäten knochenhart; die inneren Organe kaum noch erkennbar; eigenthümlich unangenehmer Geruch nach Fettsäuren. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt, ihre Drüsen und inneren Organe sind normal.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen
				von	auch		
219	Gefleckte Ratte, 175 g schwer, Fütterung mit Theilen der inneren Organe von Pestkadavern M. 189 und 197	3	46	Milz- und Leberbrei Milzstückchen	Meerschweinchen 252, Körpergewicht 210 g, Bauchhaut. Meerschweinchen 253, Körpergewicht 230 g, subkutan.	bleibt gesund † nach 8 Tagen Keine Pest (Pneumonie)	R. 219, in der Punktionsflüssigkeit Pestbazillen in ziemlicher Zahl. Sektionsbefund (46 Tage nach dem Tode): Kadaver plattgedrückt und sehr stark eingetrocknet. Die inneren Organe kaum zu erkennen, vollkommen zusammengefallen; sehr unangenehmer Geruch. M. 252, wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
246	gefleckte Ratte, 160 g schwer, 1/2 Oese 20stdg. Agarkultur subkutan	3	48	Organreste (vorwiegend Leber)	Meerschweinchen 278, Körpergewicht 320 g; Meerschweinchen 277, Körpergewicht 310 g, subkutan.	die Thiere bleiben gesund	R. 242, in der Punktionsflüssigkeit zahlreiche Pestbazillen. Sektionsbefund (48 Tage nach dem Tode): Kadaver sehr stark eingetrocknet, platt, mit angetrocknetem Getreide bedeckt; Organe nicht mehr zu erkennen; von der Leber anscheinend noch Reste erhalten. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt; an den Drüsen und den inneren Organen nichts krankhaftes.
248	gefleckte Ratte, 150 g schwer, 1/2 Oese 20stdg. Agarkultur subkutan	3	48	Organreste	Meerschweinchen 279, Körpergewicht 320 g; Meerschweinchen 280, Körpergewicht 220 g, subkutan.	die Thiere bleiben gesund	R. 248, in der Punktionsflüssigkeit Pestbazillen in mässiger Zahl. Sektionsbefund (48 Tage nach dem Tode): Kadaver wie von R. 246, nur die Reste der Leber etwas besser erhalten. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
244	gefleckte Ratte, 170 g schwer, 1/4 Oese 20stdg. Agarkultur intraperit.	2	50	Reste von inneren Organen, hauptsächlich der Leber	Meerschweinchen 281, Körpergewicht 280 g; Meerschweinchen 282, Körpergewicht 270 g, subkutan.	die Thiere bleiben gesund	R. 244, im Herzblute zahlreiche Pestbazillen. Sektionsbefund (50 Tage nach dem Tode): Sehr stark eingetrockneter, pergamentartiger Kadaver, mit Getreidekörnern bedeckt. Die inneren Organe nicht mehr zu erkennen, eine braungelbe, schmierige, fettige Masse von eigenthümlichem, unangenehmem Geruch. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe sind normal.
245	gefleckte Ratte, 160 g schwer, 1/4 Oese 20stdg. Agarkultur intraperit.	2	50	Organreste	Meerschweinchen 283, Körpergewicht 250 g. Meerschweinchen 284, Körpergewicht 240 g, subkutan.	die Thiere bleiben gesund	R. 245, in der Punktionsflüssigkeit ziemlich viel Pestbazillen. Sektionsbefund (50 Tage nach dem Tode): Kadaver wie bei R. 244. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet; Drüsen und innere Organe vollkommen normal.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen.
				von	auf		
187	Gefleckte Ratte, 140 g schwer, 1 Oese 48stdg. Serumkultur subkutan	2	54	Organreste Organreste (meist Leber) mit Wasser angefeuchtet	Meerschweinchen 256, Körpergewicht 225 g; Meerschweinchen 257, Körpergewicht 200 g, subkutan. Meerschweinchen 255, Körpergewicht 250 g, Bauchhaut.	die Thiere bleiben gesund † nach 10 Tagen keine Pest (Pneumonie)	R. 187, ziemlich viel Pestbakterien im Herzblute. Sektionsbefund (54 Tage nach dem Tode): Kadaver vollständig eingetrocknet, platt, pergamentartig, mit fest daran haftenden Getreidekörnern bedeckt. Die inneren Organe nicht mehr zu erkennen, eine dunkle, schmierig fettige Masse. Der Geruch nicht mehr so stark unangenehm wie früher. M. 256 und 257 werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.

2 Versuchsreihe. Aussentemperatur durchschnittlich + 8° (+ 5 bis 12°).

Nr.	Infiziert mit Pest durch Fütterung	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen.
				von	auf		
362	Ratte, 95 g schwer, innere Organe von Pestkadaver M. 358 (1 Tag alt)	4	52	Milzstückchen Milzstückchen Milz- und Leberbrei	Meerschweinchen 446, Körpergewicht 230 g, subkutan. Meerschweinchen 447, Körpergewicht 250 g, subkutan. Meerschweinchen 448, Körpergewicht 275 g, Bauchhaut.	† nach 4 Tagen Pest † nach 5 Tagen Pest bleibt gesund	R. 362, Sektionsbefund (52 Tage nach dem Tode): Kadaver nicht plattgedrückt und nicht stark eingetrocknet; beim Oeffnen der Bauchhöhle ziemlich stark fauliger Geruch; Halsdrüsen vergrößert und weich; Därme schlecht erhalten; Lunge noch ziemlich gut erhalten, Blutaustritte noch deutlich zu erkennen; Milz sehr lang und dünn. Kultur aus Milz, Leber und Halsdrüse ohne Erfolg; im Ausstrich Fäulnisbakterien. M. 448 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe vollkommen normal.
409	Ratte, 105 g schwer, innere Organe von Pestkadaver M. 374 (9 Tage alt)	3	60	Milzstückchen Milzstückchen Milz- und Leberbrei	Meerschweinchen 472, Körpergewicht 290 g, subkutan. Meerschweinchen 473, Körpergewicht 260 g, subkutan. Meerschweinchen 474, Körpergewicht 230 g, Bauchhaut.	† nach 7 Tagen Pest † nach 6 Tagen Pest bleibt gesund	R. 409, Sektionsbefund (60 Tage nach dem Tode): Kadaver an den Extremitäten eingetrocknet, noch ziemlich gut erhalten. Die inneren Organe in der Form noch erhalten, matschig; Lunge mit Blutungen. M. 474 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.

Nr.	Infiziert mit Pest durch Fütterung	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Ueberimpfung		Er- gebniss	Bemerkungen
				von	aus		
403	Ratte, 110 g schwer, innere Organe von Pest-kadaver M. 385 (4 Tage alt)	4	86	Milz- stückchen (rostbraun) Milz- stückchen (grünlich- braun)	Meerschwein- chen 480, Körpergewicht 180 g, subkutan. Meerschwein- chen 481, Körpergewicht 210 g, subkutan.	† nach 6 Tagen Pest bleibt gesund	R. 403, Sektionsbefund (86 Tage nach dem Tode): Kadaver be- sondern am Kopf und an den Beinen ziemlich stark eingetrock- net. Die inneren Organe noch ziemlich gut erhalten. Milz zum Theil rostbraun, zum Theil grün- lichbraun gefärbt. Geruch nicht besonders stark faulig. M. 481 wird nach 3 Wochen ge- tödtet und sezirt, an Drüsen und inneren Organen nichts krank- haftes.
464	Ratte, 140 g schwer, innere Organe von Pest- kadaver M. 435 (24 Tage alt)	5	93	Milz- stückchen Milz- stückchen Milz- und Leberbrei	Meerschwein- chen 551, Körpergewicht 185 g, subkutan. Meerschwein- chen 552, Körpergewicht 170 g, subkutan. Meerschwein- chen 553, Körpergewicht 170 g, Bauchhaut.	† nach 5 Tagen Pest † nach 4 Tagen Pest † nach 10 Tagen keine Pest	R. 464, Sektionsbefund (93 Tage nach dem Tode): Kadaver noch ziemlich gut erhalten; Haut und Bauchdecken brandigroth; Lunge dunkel chokoladenbraun mit hel- leren punktförmigen Stellen. Die Bauchorgane noch ziemlich er- halten; Milz lang und dünn. M. 553 wird nach 3 Wochen ge- tödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts patho- logisches.
441	Ratte, 100 g schwer, innere Organe von Pest- kadaver M. 434 (1 Tag alt)	2	109	Milz- und Leber- stückchen Milz- stückchen Milz- und Leberbrei	Meerschwein- chen 534, Körpergewicht 150 g, subkutan. Meerschwein- chen 535, Körpergewicht 165 g, subkutan. Meerschwein- chen 536, Körpergewicht 150 g, Bauchhaut.	bleibt gesund bleibt gesund bleibt gesund	R. 441, Sektionsbefund (109 Tage nach dem Tode): Kadaver stark eingetrocknet; die inneren Organe stark faulig, matschig. Die Versuchsthiere werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt, an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
404	Ratte, 100 g schwer, innere Organe von Pest- kadaver M. 376 (8 Tage alt)	3	138	Milz- und Leber- stückchen Milz- und Leber- stückchen Milz- und Leberbrei	Meerschwein- chen 531, Körpergewicht 155 g, subkutan. Meerschwein- chen 532, Körpergewicht 165 g, subkutan Meerschwein- chen 533, Körpergewicht 150 g, Bauchhaut.	† nach 13 Tagen keine Pest (Pneumonie) bleibt gesund bleibt gesund	R. 404, Sektionsbefund (138 Tage nach dem Tode): Kadaver stark eingetrocknet, faulig; die inneren Organe noch zu erkennen, jedoch vollkommen matschig; ziemlich stark fauliger Geruch. Die Versuchsthiere M. 532 und 533 werden nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe vollkommen normal.

Die Diagnose der Pestbazillen im Kadaver mit Hilfe des Kulturverfahrens war nur in einer beschränkten Zahl der Fälle zu erreichen. Selbst verhältnissmässig kurze Zeit nach dem Tode des Thieres konnten die Pestkeime aus dem Kadaver nicht mehr gezüchtet werden, wenn in den Organen der Leiche die saprophytischen Bakterien ungewöhnlich schnell zugenommen hatten oder wenn die Leichentheile ausgesprochene Fäulnisserscheinungen zeigten.

In den Organen der bei höherer Temperatur (+16 bis +28 °) im Getreide aufbewahrten Rattenkadaver war die Fäulniss schon nach 6 Tagen soweit vorgeschritten, dass die Kulturversuche erfolglos verliefen. Aus den Rattenkadavern, die bei niedriger Temperatur (+5 bis +12 °) im Getreide gelagert hatten, liessen sich die Pestkeime bedeutend länger, noch am 12., 14. und 22. Tage nach dem Tode des Thieres, kultiviren.

Die Zahl der auf künstlichem Nährboden entwicklungsfähigen Pestkeime nahm in den Kadavern ungemein schnell ab, so dass meist schon einige Tage nach dem Tode nur noch vereinzelte Kolonien der Pestbakterien auf dem festen Nährboden zum Wachsthum gelangten.

Die in den fauligen Leichentheilen enthaltenen Pestkeime kamen im Körper der für Pest empfänglichen Thiere, Ratten und Meerschweinchen, viel sicherer zur Entwicklung, als auf künstlichem Nährboden.

Die Thierversuche erwiesen sich daher den Kulturversuchen weit überlegen und waren allein im Stande, über die Lebensdauer der Pestbazillen im Kadaver Aufschluss zu geben.

Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten auch aufs schlagendste, dass für die Pestdiagnose der Thierversuch an die Spitze zu stellen ist.

Als Versuchsthiere dienten anfangs Ratten und Meerschweinchen. Diesen Thieren wurden kleine Stückchen der den Kadavern entnommenen Organreste (Milz, Leber oder Drüse) unter die Haut geschoben und zwar in eine median am Bauche etwas oberhalb des Nabels angelegten Hauttasche, wobei darauf geachtet wurde, dass keine Blutungen eintraten. Auch wurde das zu untersuchende Material auf die Augenbindehaut der Ratten aufgetragen. Ausserdem kam bei den Meerschweinchen neben der subkutanen noch stets die kutane Impfung zur Anwendung.

Für die kutane Impfung wurde eine möglichst grosse Fläche des Meerschweinchenbauches rasirt und das Leichenmaterial in reichlicher Menge auf die frisch-rasirte Stelle gründlich eingerieben. Trocknes Material wurde dabei zuvor mit etwas Wasser oder Bouillon angefeuchtet und im Mörser verrieben.

Da sich im Verlaufe der Untersuchungen, im Einklang mit den Angaben von Weichselbaum, Albrecht und Ghon¹⁾, Kolle²⁾, Kolle und Martini³⁾ u. a., heraus-

¹⁾ Heinrich Albrecht und Anton Ghon, Bakteriologische Untersuchungen über den Pestbazillus, Denkschrift der mathemat. naturwissensch. Klasse der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1900, Bd. LXVI, Theil II, C, S. 645; A. Weichselbaum, H. Albrecht und A. Ghon, Ueber Pest, Wiener klinische Wochenschrift, Jahrg. 1899, No. 50, S. 1255.

²⁾ W. Kolle, Bericht über die Thätigkeit in der zu Studien über Pest eingerichteten Station des Instituts für Infektionskrankheiten. 1899/1900, Zeitschr. für Hygiene und Infektionskr., 1901, Bd. 36, S. 397.

³⁾ W. Kolle und E. Martini, Ueber Pest, Deutsche medicin. Wochenschr., 1901, No. 1, 2, 3 und 4, S. 1, 29, 45 und 60.

stellte, dass zum Nachweis der Pestkeime in Leichentheilen das Meerschweinchen besser geeignet war als die Ratte, so wurden später nur noch Meerschweinchen zu den Infektionsversuchen benutzt.

Die vorhergenannten Forscher sind auf Grund ihrer Versuche zu der Ueberzeugung gekommen, dass die kutane Impfung beim Meerschweinchen zur Feststellung von Pestbakterien aus Fäces, aus faulenden Flüssigkeiten oder aus faulenden Leichentheilen allen anderen Impfmethoden vorzuziehen ist, weil durch diese elektive Züchtungsmethode eine Trennung der Pestbakterien von den begleitenden Mikroorganismen erreicht werden kann und weil ferner nicht nur vereinzelte, sondern auch abgeschwächte, für Ratten nicht mehr pathogene Pestkeime auf diesem Wege nachzuweisen sind.

Die Vorzüge des kutanen Impfverfahrens traten auch bei einer Reihe meiner Versuche deutlich hervor, so z. B. bei Prüfung der Virulenz von Kulturen und beim Nachweis der Pestbazillen in Fäces und in faulenden Flüssigkeiten. Demgegenüber ergaben jedoch die Untersuchungen zur Feststellung der Lebensdauer der Pestkeime im Kadaver, bei denen die kutane und subkutane Impfung nebeneinander vergleichsweise angewandt wurden, dass unter Umständen die kutane Methode im Stiche lassen kann, wenn die subkutane noch zum Ziele führt. Am auffallendsten machte sich dies in der Versuchsreihe bemerkbar, wo ausschliesslich Kadaver untersucht wurden, die sehr lange Zeit, 52 Tage und mehr, im Getreide gelagert hatten.

Recht beachtenswerth erscheint es mir, dass nach der subkutanen Infektion die Meerschweinchen nicht an interkurrenten Krankheiten zu Grunde gingen, selbst dann nicht, wenn ihnen altes, stark verfaultes Material unter die Haut gebracht worden war. Dieses Ergebniss macht die subkutane Impfung für den Nachweis der Pestkeime in Leichentheilen sehr werthvoll und brauchbar und rechtfertigt bei derartigen Untersuchungen die Benutzung dieser Methode neben der kutanen. Der Tod der Meerschweinchen trat zudem in der Regel nach 4 bis 5, spätestens nach 9 Tagen ein, also ungefähr innerhalb derselben Zeit wie nach der kutanen Infektion. Der Nachweis der Pestbazillen erlitt demnach bei Anwendung der subkutanen Impfung keine Verzögerung¹⁾.

Der Sektionsbefund hatte, abgesehen von einigen Erscheinungen an der Impfstelle, grosse Aehnlichkeit mit dem nach der kutanen Infektion:

An der Impfstelle ein hartes, meist von Blutungen durchsetztes Infiltrat, eine durch Verwachsung der Haut mit den oberen Schichten der Bauchdecke entstandene Schwarte, oft mit nekrotisch-eitrigem Gewebe; kleine Blutungen in der Haut; die regionären Lymphdrüsen stark vergrössert, meist starkbohngengrosse Pakete bildend, saftreich, hämorrhagisch, manchmal mit nekrotischen Herden, das benachbarte Bindegewebe von einem sulzigen, hämorrhagischen Exsudat durchsetzt; Leber und Milz mehr oder minder stark vergrössert; Leber zuweilen mit graugelben Knötchen; Milz stets von zahlreichen kleinen Knötchen durchsetzt; Nieren geschwollen und

¹⁾ Die neuerdings von Erich Martini gemachten Erfahrungen in Betreff der Pestdiagnose konnten nicht mehr verwerthet werden, weil die Arbeit von Martini (Beschleunigung und Sicherung der Pestdiagnose in zweifelhaften Fällen, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskr., 1902, Bd. 41, S. 153) nach Abschluss meiner Versuche erschienen ist.

manchmal mit kleinen Blutungen unter der Kapsel; Nebennieren nicht selten vergrößert, dunkel gefärbt und mit kleinen Hämorrhagien; im Dünn- und Dickdarm mitunter zahlreiche kleine Blutungen, seltener auch Hämorrhagien in der Magenschleimhaut; Darminhalt zuweilen chokoladenbraun gefärbt; Lunge manchmal mit sekundären pneumonischen Herden, häufig durchsetzt mit gelbgrauen Knötchen, die von einem dunkelrothen, hämorrhagischen Hofe umgeben sind. In den Organen und im Blute stets Pestbazillen in ungeheuren Mengen.

In allen Fällen wurden die Pestbazillen aus den der kutanen oder subkutanen Impfung erlegenen Thieren reingezüchtet und sowohl durch den Thierversuch (durch Bauchhautimpfung und durch Fütterung) als auch durch das Agglutinationsverfahren nach Kolle und Martini mit trockenem, vom Institut Pasteur gelieferten Pestserum geprüft. Die aus den Kadavern gezüchteten Pestbazillen hatten ihre Virulenz nicht eingebüsst. Im Gegentheil, manche Kulturen machten den Eindruck, als ob die Virulenz durch den Aufenthalt der Bakterien im Kadaver eine Steigerung erfahren hätte. Eine ähnliche Beobachtung wurde schon früher von Schottelius¹⁾ an einem Pestkulturstamme gemacht, der von Sata²⁾ bei Untersuchungen über das Verhalten der Pestbazillen im todtten Körper und im Erdboden isolirt worden war.

Die vorher beschriebenen Thierversuche geben über die Lebensdauer der Pestbazillen im Kadaver nach mancher Richtung hin Aufschluss.

In Uebereinstimmung mit den Untersuchungen Yokote's u. A. zeigten die Versuche, dass die Lebensfähigkeit der Pestkeime im todtten Körper abhängig ist von der Temperatur und dem Fäulnisgrade; je höher die Temperatur und je stärker die Fäulnis um so schneller gehen die Pestkeime zu Grunde.

In den Kadavern, die bei höherer Temperatur (+18 bis +28°) im Getreide gelegen hatten, wurden die Pestbazillen noch nach 30 Tagen gefunden; darüber hinaus konnten sie jedoch auch durch den Thierversuch nicht mehr nachgewiesen werden. In den bei niedriger Temperatur (+5 bis +12°) im Getreide aufbewahrten Kadavern hielten die Pestkeime sich dagegen bis zum 93. Tage lebens- und infektiösfähig.

Durch die vergleichenden Untersuchungen von Thierleichen, die unter denselben Verhältnissen im Getreide gelagert hatten, jedoch innerhalb gleicher Zeiten verschieden stark gefault waren, konnte festgestellt werden, dass mit der stärkeren Fäulnis auch die stärkere Abnahme der Pestbazillen verbunden war. Verhältnissmässig kurze Zeit nach dem Tode der Thiere, in einem Falle schon nach 7 Tagen, wurden Pestbazillen durch den Thierversuch nicht mehr nachgewiesen, wenn die Kadaver aussergewöhnlich starke Fäulnisserscheinungen darboten.

Auch bei annähernd gleichem Fäulnisgrade der Kadaver waren die Ergebnisse verschieden. Im Allgemeinen stellte sich heraus, dass immer diejenigen Kadaver am längsten lebenskräftige Pestkeime enthielten, bei denen vor der Eingrabung in dem

¹⁾ Max Schottelius, Die Bubonenpest in Bombay im Frühjahr 1900, Hygienische Rundschau, 1901, XI. Jahrg., S. 240.

²⁾ Archiv für Hygiene, Bd. 37, S. 105 und Bd. 39, S. 1.

durch Punktion gewonnenen Herzblute die grössere Anzahl Pestbakterien durch Ausstrichpräparat und Kultur nachgewiesen worden war. Hieraus folgt, dass neben der Höhe der Temperatur und dem Grade der Fäulniss auch die Zahl der Pestbazillen in der frischen Leiche von Bedeutung ist. Ausserdem lehrten die Versuche, dass im Getreide auch die Austrocknung der Kadaver die Lebensfähigkeit der Pestbazillen wesentlich beeinflusste. Nach mehr oder weniger langer Zeit wurden die im Getreide liegenden Rattenkadaver durch Wasserverlust vollständig platt und pergamentartig, namentlich die Extremitäten trockneten vollkommen ein. Die inneren Organe schrumpften dabei zu einer fettigschmierigen Masse zusammen, in der Pestkeime nicht mehr nachzuweisen waren.

Diese schädigende Wirkung der Austrocknung auf die Lebensfähigkeit der Pestkeime im Kadaver wird zweifellos bei gut durchlüftetem Getreide noch stärker hervortreten.

Wie lange Zeit können Kadaver an Pest eingegangener Thiere Ratten vom Verdauungswege aus infizieren?

Durch die im vorhergehenden Abschnitte besprochenen Versuche wurde nachgewiesen, dass sich im Kadaver an Pest eingegangener Ratten unter gewissen Umständen die Pestbazillen recht lange Zeit lebensfähig und infektiöskräftig erhalten können. Die Lebensthätigkeit der im Innern der faulenden Kadaver verborgenen Pestkeime musste aber bei diesen Untersuchungen erst im Körper der für Pest empfänglichen Thiere neu angefacht werden durch Infektionsarten, die bei der Uebertragung der Pest durch Kadaver unter natürlichen Verhältnissen nicht in Frage kommen können.

Die Kadaver an Pest eingegangener Thiere werden hauptsächlich dadurch gefährlich, dass sie den Ratten zur Nahrung dienen, eine Infektion dieser Thiere vom Verdauungswege aus herbeiführen und auf diese Weise die Seuche unter den Ratten weiter verbreiten.

Von besonderer Wichtigkeit für die uns gestellte Aufgabe wird es demnach sein, die Zeitdauer zu ermitteln, innerhalb der die Pestkadaver für die Infektion vom Verdauungswege aus, also durch Fütterung, ihre Ansteckungsfähigkeit bewahren.

Ueber derartige Fütterungsversuche, die mit weissen, gefleckten und grauen Ratten angestellt wurden, soll im Folgenden berichtet werden.

Die zu den Fütterungsversuchen benutzten Ratten waren an Fleischnahrung gewöhnt, sie nahmen jedoch ganze Kadaver meist sehr ungern an, nur die geöffneten und enthäuteten Rattenkadaver wurden begierig angefressen. Aus diesem Grunde erhielten die Thiere die Rattenkadaver, welche in der früher angegebenen Weise im Getreide gelegen hatten, aufgeschnitten und enthäutet vorgeworfen. Aber auch unter diesen Umständen frassen die Ratten die Kadaver nicht an, wenn diese schon etwas angefault waren. So kam es wiederholt vor, dass Rattenkadaver, die nur 3 bis 4 Tage im Getreide gelegen hatten, und etwas angefault waren, nicht mehr gefressen wurden.

Sata¹⁾ hat bei seinen Versuchen über Fütterungspest die gleichen Erfahrungen gemacht. Stark in Fäulniss übergegangene Kadavertheile hat er deshalb zerhackt und mit Brotstückchen gemischt oder auch mit Bouillon angerührt und auf Brot gegossen, den Thieren zu fressen gegeben. Mit so zubereitetem Leichenmaterial ist ihm indessen eine Infektion nicht geglückt, wenigstens sind in seiner Arbeit Angaben darüber nicht zu finden. Dagegen ist es ihm gelungen, eine Ratte zu infizieren durch Fütterung mit Milz, Leber, Nieren und Muskelfleisch von einem Rattenkadaver, der 4 Tage offen liegen gelassen worden war, und der noch keine deutliche Fäulniss zeigte. Die gefütterte Ratte ging nach 5 Tagen an Darmpest zu Grunde.

In der nämlichen Weise wie Sata habe ich gleichfalls stark faulige Kadavertheile an Ratten verfüttert. Die mit Brot und Hackfleisch gemischten fauligen Organtheile wurden zwar von den Ratten gefressen, führten aber in keinem Falle zu einer Infektion der gefütterten Thiere. Anscheinend setzt die starke Verdünnung des Infektionsmaterials die Infektionsmöglichkeit ganz erheblich herab; dies erhellt am einwandsfreiesten daraus, dass selbst frisches Pest-Leichenmaterial in der gleichen Zubereitung und Verdünnung an Ratten verfüttert bei einmaliger Fütterung nur in Ausnahmefällen die Thiere infizierte. Ich habe daher versucht, die fauligen Leichentheile unvermischt in reichlichen Mengen durch Einbringen in die Maulhöhle an Ratten zu verfüttern. Diese Fütterungsmethode war aber bei Ratten so schwierig, dass ich mich bald genöthigt sah, davon abzugehen. Die gleiche Fütterungsart liess sich bei Meerschweinchen ohne besondere Schwierigkeit ausführen; grosse Mengen der fauligen Organe konnten den Thieren durch Einbringen in das Maul mit Leichtigkeit einverleibt werden. Die Meerschweinchen schienen demzufolge für die Fütterungsversuche brauchbar zu sein, vorausgesetzt, dass sich die Thiere gegenüber der zur Kontrolle in der gleichen Art vorgenommenen Infektion per os mit frischem, virulenten Material genügend empfänglich erwiesen.

Vier 200 bis 300 g schwere Meerschweinchen erhielten den grössten Theil der inneren Organe von vier an Pest frisch eingegangenen Meerschweinchen einverleibt. Mit dem Rest der zum Theil noch mit etwas Hackfleisch und Brot vermischten Organe wurden sechs Ratten gefüttert.

Von den Meerschweinchen blieben zwei am Leben; zwei Thiere starben nach 4 und 5 Tagen.

Die am Leben und auch anscheinend gesund gebliebenen Meerschweinchen wurden nach 20 Tagen getödtet; bei ihrer Sektion fand sich an den Lymphdrüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.

Die beiden eingegangenen Meerschweinchen hatten sich von der Maulschleimhaut aus infiziert und waren an Pestsepticämie und nicht an Darmpest zu Grunde gegangen.

Der Sektionsbefund war wie folgt:

¹⁾ St. Sata, Ueber Fütterungspest und das Verhalten des Pestbazillus im thierischen Körper nach dem Tode des Organismus, Archiv für Hygiene, 1901, Bd. 39, S. 2, 7 und 15.

M. 267, Körpergewicht 250 g; Tod 5 Tage nach der Fütterung. Auf der Maulschleimhaut links an der Unterlippe kleine Erosionen; Axillar- und Inguinaldrüsen nicht vergrößert; die Lymphdrüsen der linken Halsseite sehr stark geschwollen, auf der Schnittfläche saftig und mit Hämorrhagien durchsetzt; Milz stark vergrößert mit zahlreichen sehr kleinen Knötchen; Leber vergrößert mit kleinen Blutaustritten; Mesenterialdrüsen etwas vergrößert und mit vereinzelt kleinen Hämorrhagien; Dünn- und Dickdarm ohne Knötchen, besonders im Dünndarm sehr zahlreiche kleine Blutaustritte; die Schleimhaut des Dünndarmes geröthet; Lungen anaemisch, ohne Herde und ohne Blutaustritte. Im Ausstrich aus Halsbubo und Milz Pestbazillen in ungeheurer Zahl.

M. 299, Körpergewicht 220 g; Tod 3 Tage nach der Fütterung. Auf der Schleimhaut des Maules, an den Lippen und besonders in den Maulwinkeln ziemlich starke Röthung, kleine Erosionen und etwas Schorf; Axillar- und Inguinaldrüsen nicht vergrößert. Die Lymphdrüsen an beiden Seiten des Halses stark vergrößert und zu dicken Packeten verwachsen, auf der Schnittfläche saftreich, hämorrhagisch; Milz stark vergrößert, körnig, mit zahlreichen kleinen Herden; Leber geschwollen, mit zahlreichen Hämorrhagien; in der Lunge vereinzelt kleine, graugelbe, von einem dunkelrothen Hofe umgebene Knötchen; am Dünn- und Dickdarm nichts auffallendes. Im Halsdrüsen- und Milzausstrich Pestbazillen in ungeheuren Mengen.

Die zu gleicher Zeit mit demselben Material gefütterten Ratten starben 3 Tage nach der Fütterung; die Ratten, welche die mit Brot und Hackfleisch gemischten Organtheile erhalten hatten, starben etwas später, nach 4 und 6 Tagen. Bei der Sektion der Thiere fanden sich die typischen Merkmale der Darmpest.

Die Kontrollversuche zeigten also, dass die für die Pestinfektion im allgemeinen so äusserst empfänglichen Meerschweinchen für die Infektion durch Fütterung viel weniger empfänglich waren als die Ratten. Für unsere Zwecke war daher nicht das Meerschweinchen, sondern allein die Ratte das geeignete Versuchsthier.

In der Folge wurden deshalb die Fütterungsversuche wieder mit Ratten angestellt, jedoch mit der Abänderung, dass an Stelle der Kadaver von Pestratten die ungefähr 200 g schweren Kadaver an Pest eingegangener Meerschweinchen zur Fütterung der Ratten benutzt wurden.

Die Meerschweinchenkadaver eigneten sich aus verschiedenen Gründen besser zu den Untersuchungen als die Rattenkadaver, zunächst darum, weil sie grössere Mengen Fütterungsmaterial lieferten, dann aber auch deswegen — und dies machte die Kadaver der Meerschweinchen vor Allem brauchbar — weil die Organe, auch wenn sie schon stark faulig waren, begierig von den Ratten gefressen wurden, endlich auch deshalb, weil die Meerschweinchenorgane stets Pestbazillen in ungeheuren Mengen enthielten.

Die an Pest (nach kutaner, subkutaner oder intraperitonealer Impfung) eingegangenen Meerschweinchen wurden unmittelbar nach ihrem Tode in Getreide eingegraben und darin unter denselben Bedingungen, wie in den früheren Versuchen die Pestrattenkadaver, in einer Versuchsreihe bei einer mittleren Temperatur von $+22$, in einer anderen bei einer mittleren Temperatur von $+8^{\circ}$ liegen gelassen.

In den folgenden Aufzeichnungen sind die Ergebnisse der Fütterungsversuche mit den zu verschiedenen Zeiten aus dem Getreide herausgenommenen Kadavern kurz nebeneinander gestellt.

Bestimmung der Zeitdauer, innerhalb der die Pestkadaver für Ratten vom Verdauungswege aus ansteckungsfähig bleiben.

1. Versuchsreihe: Verfütterung von Kadavern an Pest eingegangener Meerschweinchen, die bei einer mittleren Temperatur von + 22° im Getreide gelegen hatten.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
311	M. 220 g schwer, Milzstückchen von Pestkadaver R. 298 (6 Tage alter Kadaver) subkutan	6	1	Ratte 317, Körper- gewicht 120 g	† nach 2 Tagen Darmpest	R. 317, Sektionsbefund: Halsdrüsen stark geschwollen, im Ausstrich zahlreiche Pest- bakterien; Lunge mit kleinen Blutungen; Leber mit Blutaustritten; Milz stark ver- grössert, dunkel, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; Dünndarm mit vielen kleinen Knötchen. Kultur aus Dünndarminhalt ohne Erfolg.
358	M. 240 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Agarkultur intraperit.	1	1	Ratte 362, Körper- gewicht 95 g	† nach 4 Tagen Darmpest	R. 362 wird in Getreide eingegraben; Ka- daver enthält nach 52 Tagen noch viru- lente Pestbazillen.
359	M. 240 g schwer, wie M. 358 intraperit.	1	1	Ratte 363, Körper- gewicht 105 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 363, Sektionsbefund: Halsdrüsen ge- schwollen; Lunge mit zahlreichen Blutun- gen; im Darm Pestknoten und Blutungen. Im Halsbubonen- und Milzausstrich zahl- reiche Pestbazillen.
387	M. 270 g schwer, 2 Oesen 24 stdg. Agarkultur (Chios) auf die Bauchhaut	3	1	Ratte 388, Körper- gewicht 120 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 388, Sektionsbefund: Milz ziemlich stark geschwollen, im Ausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; Leber und Lunge mit Blutungen; Mesenterialdrüsen stark ver- grössert, mit Blutaustritten, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; Darm mit Blutun- gen und multiplen Knötchen.
431	M. 255 g schwer, 1/2 Oese 24 stdg. Agarkultur auf die Bauch- haut	10	1	Ratte 442, Körper- gewicht 110 g	† nach 2 Tagen Darmpest	R. 442 wird 12 Tage bei 8° im Getreide liegen gelassen. Sektion: Haut und Bauch- decken brandigroth, Lunge mit Blutun- gen, Milz und Leber stark faulig, Darm noch gut erhalten, mit Blutungen und Knötchen; in Leber- und Milzausstrich Pestbakterien nur noch angedeutet. Auf der Gelatinekultur zahlreiche verflüssi- gende Kolonien von Fäulnisbakterien, da- zwischen aber noch ziemlich viel Pest- bazillenkolonien. Zwei mit Milzsaft auf die Bauchhaut geimpfte Meerschweinchen starben nach 3 Tagen an Pest.
434	M. 220 g schwer, Milzbrei von Pestratte 426 auf die Bauch- haut	4	1	Ratte 441, Körper- gewicht 100 g	† nach 2 Tagen Darmpest	R. 441, im Herzblute unmittelbar nach dem Tode zahlreiche Pestbazillen; Kadaver wird in Getreide eingegraben; nach 109 Tagen Pestbakterien darin nicht mehr nachzuweisen.
455	M. 230 g schwer, Milzbrei von Pestratte 442 auf die Bauch- haut	3	1	Ratte 462, Körper- gewicht 130 g	† nach 2 Tagen Darmpest	R. 462, Sektionsbefund: Mesenterialdrüsen stark vergrössert und mit kleinen Blutun- gen, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen. Dünndarm mit zahlreichen Knötchen und Blutungen; im Milzausstrich ziemlich viel Pestbazillen. Kultur aus Darminhalt: auf Agar vereinzelte Pestbazillenkolonien.
482	M. 180 g schwer, Pestmilzbrei von M. 480 auf die Bauch- haut	3	1	Ratte 484, Körper- gewicht 125 g	† nach 2 Tagen Darmpest	R. 484, Sektionsbefund: Halsdrüsen ge- schwollen, Darm mit kleinen Blutungen und Herden, im blutigen Darminhalte durch Gelatinekultur nachweisbare Pest- bazillen; im Milzausstrich zahlreiche Pestbazillen.
483	M. 160 g schwer, wie M. 482	3	1	Ratte 485, Körper- gewicht 125 g	† nach 10 Tagen Darmpest	R. 485, Sektionsbefund: Milz stark ver- grössert; im Ausstrich zahlreiche Pest- bakterien, Darm mit Blutungen und ziem- lich grossen Knoten. Kultur aus Darm- inhalt ohne Erfolg.

Nr.	Infiziert mit Pest	Gestorben an Pest in ? Tagen	Alter der Pestkadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
486	M. 200 g schwer, wie M. 482	5	1	Ratte 492, Körpergewicht 140 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 492, Sektionsbefund: Halsdrüsen vergrößert, im Ausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl. Darm mit sehr schönen Herden und Blutungen; Milz stark vergrößert, Pestbazillen im Ausstrich in mässiger Zahl.
487	M. 290 g schwer, Milzbrei von Pestratte 484 auf die Bauchhaut	4	1	Ratte 494, Körpergewicht 140 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 494, Sektionsbefund: Halsdrüsen vergrößert, im Ausstrich ziemlich viel Pestbazillen. Milz mässig vergrößert, im Ausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; im Dünndarm Blutungen und mehrere kleine Knötchen. Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
496	M. 265 g schwer, Milzbrei von Pestratte 494 auf die Bauchhaut	5	1	Ratte 501, Körpergewicht 135 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 501, Sektionsbefund: Dünndarm mit multiplen Herden und zahlreichen Blutungen; Milz dunkel, stark vergrößert, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen. Kultur aus Darminhalt: vereinzelte Pestbazillenkolonien auf Gelatine.
506	M. 180 g schwer, in Bouillon aufgeweichter Koth von Pestratte 501 auf die Bauchhaut	4	1	Ratte 509, Körpergewicht 110 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 509, Sektionsbefund: Halsdrüsen vergrößert, Lunge mit pneumonischen Herden und Blutungen; im Milzausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; Dünndarm mit Blutungen und sehr schönen Knötchen. Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
514	M. 190 g schwer, Pestdarminhalt von R. 509, 1 Tag an Gerste angetrocknet, unter die Haut	5	1	Ratte 519, Körpergewicht 130 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 519, Sektionsbefund: Lunge mit Blutungen, Milz stark vergrößert, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen, Mesenterialdrüsen fast bohnen gross, mit Blutungen; im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen. Dünndarm mit multiplen Knötchen und kleinen Blutungen; aus dem rötlich gefärbten, schleimigen Darminhalte Pestbazillenkolonien auf Gelatine in mässiger Zahl.
515	M. 170 g schwer, Pestdarminhalt von R. 509 an Gerste 2 Tage angetrocknet unter die Haut	6	1	Ratte 521, Körpergewicht 110 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 521, Sektionsbefund: Im Milzausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; Mesenterialdrüsen etwas vergrößert; Darm mit Blutungen und Knötchen; Darminhalt gelb, zum Theil durch Blutungen rötlich gefärbt, schleimig; in der Kultur aus Darminhalt auf Gelatine Pestbazillenkolonien in mässiger Zahl.
520	M. 210 g schwer, Pestmilzbrei von M. 514 auf die Bauchhaut	7	1	Ratte 537, Körpergewicht 100 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 537, Sektionsbefund: Mesenterialdrüsen vergrößert, mit Blutungen, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen; im Milzausstrich ziemlich viel Pestbazillen; im Dünndarm ziemlich viel Knötchen, die von kleinen Blutungen umgeben sind; in der Gelatinekultur aus Darminhalt vereinzelte Pestbazillenkolonien.
525	M. 155 g schwer, Pestdarminhalt von R. 521 an Gerste 1 Tag angetrocknet, unter die Haut	3	1	Ratte 541, Körpergewicht 105 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 541, Sektionsbefund: Milz mässig vergrößert, im Ausstrich nur wenig Pestbazillen. Dünndarm in den oberen Theilen leer, in den unteren gefüllt mit chokoladenbraun gefärbten, schleimigen Massen, hier auch ziemlich viele Pestknötchen. Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
546	M. 180 g schwer, erhält von M. 526 († 7 Tage nach der subkutanen Infektion mit 3 Tage alten, an Gerste angetrocknetem Darminhalt von R. 519) Milzbrei auf die Bauchhaut	4	2	graue Ratte 555, Körpergewicht 250 g	† nach 4 Tagen Darmpest	R. 555, Sektionsbefund: An der rechten Seite die Submaxillardrüsen stark geschwollen, mit kleinen Blutaustritten, saftig, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen. Dünndarm mit kleinen und grossen Knoten, Inhalt zum Theil rötlichgrau gefärbt, Kultur aus Darminhalt: auf Gelatine ganz vereinzelte Pestbazillenkolonien.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
552	M. 170 g schwer, Milzstückchen von R. 464 (93 Tage alter Kadaver) unter die Haut	4	2	graue Ratte 557, Körper- gewicht 100 g	† nach 5 Tagen Darmpest	R. 557, Sektionsbefund: Halsdrüsen etwas vergrössert; Milz stark vergrössert, im Ausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; Dünndarm mit Knötchen und mit zahl- reichen Blutungen. Kultur aus Dünndarm- inhalt ohne Erfolg.
554	M. 290 g schwer, Milzbrei von M. 546 auf die Bauchhaut	3	2	gefl. Ratte 560, Körper- gewicht 110 g	† nach 5 Tagen Darmpest	R. 560, Sektionsbefund: Halsdrüsen ver- grössert, im Ausstrich ziemlich viel Pest- bazillen; Milz stark vergrössert, mit zahl- reichen Pestbazillen im Ausstrich; im Dünndarm vereinzelte Knötchen; Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
558	M. 200 g schwer, Milzbrei von M. 552 auf die Bauchhaut	4	2	Ratte 567, Körper- gewicht 110 g	† nach 3 Tagen Darmpest	R. 567, Sektionsbefund: Mesenterialdrüsen stark geschwollen, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen, Dünndarm mit zum Theil sehr grossen Knoten, Inhalt etwas blutig gefärbt; aus dem Darminhalt vereinzelte Pestbazillenkolonien auf Agar.
305	M. 250 g schwer, 1 Oese 48 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	5	3	Ratte 318, Körper- gewicht 150 g und Ratte 319, Körper- gewicht 130 g	† nach 6 Tagen Darmpest † nach 3 Tagen Darmpest	M. 305, Milz 3 Tage nach dem Tode sehr weich; im Ausstrich nur noch Kugeln; im Ausstrich aus den Schenkelbeubonen zahl- reiche gut erhaltene Pestbazillen, daneben schöne Ring- und Bläschenformen. R. 318 und 319, Sektionsbefund: Hals- drüsen vergrössert, Milz stark vergrössert, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; Dünndarm mit Blutungen und Knötchen. Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
343	M. 215 g schwer, 2 Oesen 48 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	5	3	Ratte 349, Körper- gewicht 110 g	† nach 2 Tagen Darmpest	M. 343, Organe von stark fauligem Ge- ruch; im Milzausstrich zahlreiche Ring- formen, daneben Fäulnisbakterien. R. 349, Sektionsbefund: Milz stark ver- grössert, im Ausstrich zahlreiche Pest- bazillen; Darm mit multiplen Herden und Blutungen. Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
344	M. 235 g schwer, wie M. 343 Bauchhaut	5	3	Ratte 350, Körper- gewicht 100 g	bleibt gesund	M. 344, Organe noch ziemlich gut erhalten; im Milzausstrich noch schöne Ring- formen. R. 350 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
551	M. 185 g schwer, Milzstückchen von R. 464 (93 Tage alter Kadaver) unter die Haut	5	3	Ratte 564, Körper- gewicht 230 g	† nach 6 Tagen Darmpest	M. 551, im Milzausstrich 3 Tage nach dem Tode sehr zahlreiche schöne Ringformen. R. 564, Sektionsbefund: Halsdrüsen stark geschwollen, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; im Milzausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; im Dünndarm Blutun- gen und vereinzelte Knötchen; Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
310	M. 190 g schwer, Milzbrei von Pestratte 296 (11 Tage alter Kadaver) auf die Bauchhaut	14	4	Ratte 334, Körper- gewicht 125 g	bleibt gesund	M. 310, Organe schon ziemlich stark faulig; im Milzausstrich Scheibenformen, daneben ziemlich viel schattenförmige Gebilde. R. 334 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe nor- mal.
330	M. 240 g schwer, 2 Oesen Herzblut von Pestratte 329 auf die Bauch- haut	5	4	Ratte 337, Körper- gewicht 100 g	bleibt gesund	M. 330, Organe ziemlich stark in Fäulnis; im Milzausstrich noch ziemlich viel Ring- formen; im Ausstrich aus den Schenkel- beubonen neben Ringformen noch gut er- haltene Pestbazillen. R. 337 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
341	M. 170 g schwer, 2 Oesen 48 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	4	4	Ratte 348, Körper- gewicht 95 g	bleibt gesund	M. 341, stark fauliger Kadaver; im Milz- ausstrich zahlreiche Fäulnisbakterien; daneben noch in grosser Zahl blasse Kugeln und Scheiben. R. 348 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
342	M. 215 g schwer, wie M. 341 Bauchhaut	8	4	Ratte 353, Körper- gewicht 95 g	† nach 4 Tagen Darmpest	M. 342, ziemlich stark fauliger Kadaver; im Milzausstrich Fäulnisbakterien, da- zwischen Ringformen und zahlreiche blasse Scheiben- und Bläschenformen. R. 353, Sektionsbefund: Halsdrüsen mässig vergrössert; Milz dunkel, stark vergrössert, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; im Darm Blutungen und Knötchen.
346	M. 230 g schwer, wie M. 341 Bauchhaut	6	4	Ratte 352, Körper- gewicht 120 g	bleibt gesund	M. 346, stark fauliger Kadaver, Fäulnis der inneren Organe schon weit vorgeschritten; im Milzausstrich viel Fäulnisbakterien und ziemlich viel Ring- und Bläschen- formen. R. 352 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
354	M. 190 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	7	4	Ratte 372, Körper- gewicht 100 g	† nach 2 Tagen Darmpest	M. 354, ziemlich starke Fäulnis; im Milz- ausstrich noch zahlreiche schöne Ring- formen. R. 372, Sektionsbefund: Im Milzausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; Mesen- terialdrüsen etwas vergrössert; im Dün- ndarm mehrere schöne Knötchen mit hämorrhagischen Höfen. Kultur aus Darm- inhalt ohne Erfolg. Zwei Meerschweinchen auf die Bauchhaut mit Milzsaft geimpft, starben nach 3 und 4 Tagen an Pest.
361	M. 190 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Agarkultur subkutan	5	4	Ratte 371, Körper- gewicht 90 g	bleibt gesund	M. 361, Kadaver in starker Fäulnis; im Milzausstrich Fäulnisbakterien und zahl- reiche blasse Ring- und Bläschenformen. R. 371 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; Drüsen und innere Organe nor- mal.
385	M. 245 g schwer, Milzbrei von Pestratte 372 auf die Bauch- haut	3	4	Ratte 403, Körper- gewicht 110 g	† nach 4 Tagen Darmpest	M. 385, ziemlich starke Fäulnisserschei- nungen; im Milzausstrich Fäulnisbak- terien, daneben noch schöne Ringformen in grosser Zahl. R. 403, Kadaver enthält nach 86 Tagen noch lebenskräftige Pestbazillen.
451	M. 250 g schwer, Pestmilzbrei von M. 446 auf die Bauchhaut	4	4	Ratte 458, Körper- gewicht 130 g	bleibt gesund	M. 451, starke Fäulnis, im Milzausstrich zahlreiche Fäulnisbakterien, daneben noch schöne Ringformen und Bläschen; im Bubonenausstrich noch gut erhaltene rothe Blutkörperchen und Pestbazillen, Ring- formen in grosser Zahl; Kultur auf Gela- tine und Agar ohne Erfolg. R. 458 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; die Drüsen und die inneren Or- gane normal.
312	M. 205 g schwer, Milzbrei von Pestratte 298 (6 Tage alter Kadaver) auf die Bauchhaut	8	5	Ratte 328, Körper- gewicht 120 g	bleibt gesund	M. 312, starke Fäulnis; im Milzausstrich noch zahlreiche, mehr oder weniger stark veränderte Pestbazillen (Ring-, Bläschen-, Schattenformen). R. 328 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; die Drüsen und die inneren Organe normal.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Vertüftung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
331	M. 250 g schwer, Milzbrei von Pestratte 329 auf die Bauch- haut	5	5	Ratte 338, Körper- gewicht 110 g	† nach 3 Tagen Darmpest	M. 331, Kadaver in starker Fäulniss, Or- gane in der Form verhältnissmässig noch gut erhalten; im Milzausstrich noch zahl- reiche Ringformen. R. 338, Kadaver war 24 Tage in Getreide bei + 8° aufbewahrt; Organe noch ziem- lich gut erhalten; im Darm die Knötchen- stellen noch gut zu erkennen; im Milz- und Leberausstrich noch vereinzelte gut er- haltene Pestbazillen, daneben Ringformen. Auf den Gelatineplatten ziemlich viel proteusähnlich wachsende Kolonien, dane- ben ganz vereinzelte Pestbazillenkolonien.
345	M. 215 g schwer, 2 Oesen 48 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	5	5	Ratte 351, Körper- gewicht 100 g	bleibt gesund	M. 345, Kadaver in starker Fäulniss; Milz- ausstrich zahlreiche Fäulnissbakterien, daneben noch Bläschen und Schatten in ziemlicher Zahl. R. 351 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
355	M. 190 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	6	5	Ratte 373, Körper- gewicht 100 g	bleibt gesund	M. 355, starke Fäulnisserscheinungen; im Milz- und Leberausstrich noch vereinzelte gut erhaltene Pestbazillen, daneben Schattenformen und viele Fäulnissbakterien. R. 373 wird nach 3 Wochen getödtet; die Drüsen und die inneren Organe normal.
360	M. 220 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Agarkultur subkutan	4	5	Ratte 370, Körper- gewicht 90 g	bleibt gesund	M. 360, starke Fäulniss; im Milzausstrich zahlreiche Fäulnissbakterien, dazwischen noch Ring- und Schattenformen; Leber stark faulig. R. 370 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; die Drüsen und die inneren Or- gane normal.
407	M. 210 g schwer, Pestmilzbrei von M. 376 auf die Bauchhaut	3	5	Ratte 419, Körper- gewicht 130 g	bleibt gesund	M. 407, starke Fäulnisserscheinungen; im Milzausstrich noch gut erhaltene Pest- bazillen, viele Ring- und Schattenformen; auf den Gelatineplatten zahlreiche Fäulniss- bakterienkolonien, dazwischen in ganz ge- ringer Zahl noch Pestbazillenkolonien. R. 419 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; die Drüsen und inneren Organe normal.
315	M. 190 g schwer, Milzbrei von Pestratte 313 auf die Bauch- haut	6	6	Ratte 332, Körper- gewicht 115 g	bleibt gesund	M. 315, Kadaver durch Gase stark auf- getrieben; die inneren Organe in starker Fäulniss; im Milzausstrich zahlreiche Fäulnissbakterien zum Theil mit Sporen, daneben noch in ziemlicher Zahl stark veränderte Pestbazillen. R. 332 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
335	M. 210 g schwer, 1 Oese 48 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	3	6	Ratte 339, Körper- gewicht 130 g	† nach 9 Tagen keine Pest (Rattenseuche)	M. 335, Kadaver stark faulig; im Milz- ausstrich zahlreiche Fäulnissbakterien, daneben noch viele schattenförmige Ge- bilde.
408	M. 190 g schwer, Pestmilzbrei von M. 376 auf die Bauch- haut	2	6	Ratte 420, Körper- gewicht 130 g	bleibt gesund	M. 408, starke Fäulniss, Organe in der Form noch gut erhalten; im Milzausstrich noch zahlreiche Ringformen. Auf den Gelatine- platten zwischen zahlreichen Fäulniss- bakterien zwei vereinzelte Pestbazillen- kolonien. R. 420 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; an den Drüsen und inneren Or- ganen nichts krankhaftes.
316	M. 210 g schwer, Milzbrei von Pestratte 313 auf die Bauch- haut	6	7	Ratte 333, Körper- gewicht 125 g	bleibt gesund	M. 316, Kadaver stark faulig; im Milz- ausstrich viele Fäulnissbakterien mit Sporen (Trommelschlägerformen), da- zwischen noch Ring- und Schattenformen. R. 333 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; die Drüsen und die inneren Organe normal.

Nr.	Infiziert mit Pest	Gestorben an Pest in ? Tagen	Alter der Pestkadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
336	M. 200 g schwer, 1 Oese 48 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	4	7	Ratte 340, Körpergewicht 90 g	bleibt gesund	M. 336, starke Fäulnisserscheinungen; Organe stark faulig; im Milzausstrich noch schattenförmige Gebilde. R. 340 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
405	M. 210 g schwer, Pestmilzbrei von M. 376 auf die Bauchhaut	3	7	Ratte 421, Körpergewicht 130 g	bleibt gesund	M. 405, starke Fäulniss; die inneren Organe matschig Lunge noch ziemlich gut erhalten; im Milzausstrich keine Andeutungen mehr von Pestbazillen. R. 421 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; die Drüsen und die inneren Organe normal.
406	M. 210 g schwer, wie M. 405 Bauchhaut	3	7	Ratte 422, Körpergewicht 120 g	bleibt gesund	M. 406. Befund wie bei M. 405. R. 422 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
413	M. 180 g schwer, Pestmilzbrei von M. 410 auf die Bauchhaut	3	7	Ratte 423, Körpergewicht 120 g	bleibt gesund	M. 413, starke Fäulniss wie bei M. 405. R. 423 wird nach 3 Wochen getödtet; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.

2. Versuchsreihe: Verfütterung von Kadavern an Pest eingegangener Meerschweinchen, die bei einer mittleren Temperatur von $+ 8^{\circ}$ im Getreide gelegen hatten.

356	M. 230 g schwer, $\frac{1}{4}$ Oese 24 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	6	6	Ratte 378, Körpergewicht 100 g	† nach 3 Tagen Darmpest	M. 356, Kadaver gut erhalten; im Bubonen- und Milzausstrich zahlreiche gut erhaltene Pestbazillen; Kultur positiv. R. 378 wird in Getreide bei $+ 8^{\circ}$ aufbewahrt und nach 14 Tagen sezirt. Organe gut erhalten; im Dünndarm Blutungen und Knötchen; Lunge mit Blutungen; im Milzausstrich noch gut gefärbte Pestbazillen, viele Ringformen Kultur positiv.
357	M. 220 g schwer, wie M. 356 Bauchhaut	6	7	Ratte 382, Körpergewicht 100 g	† nach 3 Tagen Darmpest	M. 357, Organe gut erhalten; im Milz- und Bubonenausstrich gut gefärbte Pestbazillen und zahlreiche Ring- und Bläschenformen. Kultur positiv. R. 382, Sektionsbefund: Halsdrüsen etwas geschwollen, im Ausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl; Milz stark vergrössert, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; im Darm Blutungen und Knötchen. Milzsaft auf die Bauchhaut von Meerschweinchen eingegeben, tödtete die Thiere in 3 und 4 Tagen.
376	M. 200 g schwer, Pestmilzbrei von M. 355 auf die Bauchhaut	4	8	Ratte 404, Körpergewicht 100 g	† nach 3 Tagen Darmpest	M. 376, Organe sehr gut erhalten; im Milzausstrich gut erhaltene rothe Blutkörperchen und Pestbazillen. Kultur positiv. R. 404, nach 138 Tagen sind im Kadaver keine lebensfähige Pestbazillen mehr vorhanden.
374	M. 205 g schwer, wie M. 376 Bauchhaut	4	9	Ratte 409, Körpergewicht 105 g	† nach 3 Tagen Darmpest	M. 374, Organe mit deutlichen Fäulnisserscheinungen; im Milzausstrich nur wenige gut gefärbte Pestbazillen, zahlreiche schöne Ringformen; im Bubonenausstrich noch zahlreiche gut gefärbte Pestbazillen neben aufgeblähten Formen. Kultur auf Gelatine: ziemlich viel Pestbazillenkolonien. R. 409, im Kadaver lassen sich nach 60 Tagen noch virulente Pestbazillen nachweisen.
379	M. 215 g schwer, Pestmilzbrei von R. 372 auf die Bauchhaut	4	10	Ratte 415, Körpergewicht 105 g	† nach 4 Tagen Darmpest	M. 379, Organe mit deutlichen Fäulnisserscheinungen; im Milzausstrich noch gut erhaltene rothe Blutkörperchen und Pestbazillen, Ring- und Kugelformen neben Fäulnisbakterien. R. 415, im Milzausstrich zahlreiche Pestbazillen; im Darm Knötchen von verschiedener Grösse, die von Blutungen umgeben sind. Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
380	M. 215 g schwer, wie M. 379 Bauchhaut	3	11	Ratte 416, Körper- gewicht 100 g	† nach 4 Tagen Darmpest	M. 380, Organe etwas matschig, im Milz- ausstrich noch gut erhaltene rothe Blut- körperchen und Pestbazillen. Kultur po- sitiv. R. 416, in der Lunge zahlreiche Blutungen; im Darm vereinzelte Herde mit Blutungen; im Milzausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl.
375	M. 200 g schwer, wie M. 376 Bauchhaut	5	12	Ratte 417, Körper- gewicht 100 g	† nach 3 Tagen Darmpest	M. 375, Kadaver platt gedrückt, starke Fäulniss; im Milzausstrich fast nur Ring- formen; im Bubonenausstrich rothe Blut- körperchen und Pestbazillen noch gut er- halten; Kultur aus Bubonensaft positiv R. 417, im Milzausstrich ziemlich viel Pest- bazillen; im Darm vereinzelte Herde und Blutungen.
377	M. 200 g schwer, wie M. 376 Bauchhaut	5	13	Ratte 418, Körper- gewicht 110 g	bleibt gesund	M. 377, stark fauliger Kadaver; im Milz- und Bubonenausstrich Fäulnissbakterien und zahlreiche schöne Ringformen; Kultur ohne Erfolg. R. 418 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt, Drüsen und innere Organe nor- mal.
384	M. 230 g schwer, Pestmilzbrei von R. 382 auf die Bauchhaut	4	14	Ratte 425, Körper- gewicht 130 g	bleibt gesund	M. 384, Kadaver stark faulig; im Milz- und Bubonenausstrich neben zahlreichen stark veränderten noch gut erhaltene Pest- bazillen. Auf Gelatine Pestbazillen- kolonien in ganz geringer Zahl. R. 425 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
383	M. 425 g schwer, wie M. 384 Bauchhaut	3	15	Ratte 424, Körper- gewicht 140 g	† nach 5 Tagen Darmpest	M. 383, die inneren Organe noch gut er- halten; Fäulnissgeruch; im Milz- und Bubonenausstrich noch gut gefärbte Pest- bazillen, viele Ringformen. Kultur auf Gelatine: vereinzelte Pestbazillenkolonien. R. 424, im Milzausstrich zahlreiche Pest- bazillen; im Dünndarm mehrere Knöt- chen mit Blutungen.
410	M. 170 g schwer, Pestmilzbrei von M. 374 auf die Bauchhaut	5	16	Ratte 426, Körper- gewicht 115 g	† nach 4 Tagen Darmpest	M. 410, mässige Fäulniss, Organe in der Form gut erhalten; im Milzausstrich keine rothen Blutkörperchen mehr, zahlreiche Ringformen; Kultur aus Milz ohne Erfolg. R. 426, Darm mit Blutungen und verein- zelten Knötchen; im Milzausstrich zahl- reiche Pestbazillen; Milzsaft tödtete, kutan verimpft, Meerschweinchen in 4 Tagen.
412	M. 170 g schwer, wie M. 410 Bauchhaut	3	17	Ratte 427, Körper- gewicht 130 g	† nach 5 Tagen Darmpest	M. 412, mässige Fäulniss; im Milzausstrich vereinzelte gut gefärbte Pestbazillen, viele Ring- und Schattenformen; im Bubonen- ausstrich zahlreiche gut gefärbte Pest- bazillen und Ringformen. R. 427, im Milzausstrich ziemlich viel Pest- bazillen; Darm mit Blutungen und Knöt- chen; Milzsaft tödtete, kutan verimpft, Meerschweinchen in 3 Tagen.
411	M. 170 g schwer, wie M. 410 Bauchhaut	4	18	Ratte 432, Körper- gewicht 120 g	† nach 3 Tagen Darmpest	M. 411, Organe noch ziemlich gut erhalten; im Bubonensaft noch gut erhaltene rothe Blutkörperchen, sehr zahlreiche gut er- haltene Pestbazillen neben gequollenen Formen; im Milzausstrich zahlreiche Schatten. Kultur aus Bubonensaft positiv. R. 432, Dünndarm mit Blutungen und sehr schönen Herden; im Milzausstrich sehr viele Pestbazillen. Kultur aus Darm inhalt: vereinzelte Pestbazillenkolonien.

Nr.	Infiziert mit Pest	Ge- storben an Pest in ? Tagen	Alter der Pest- kadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
414	M. 180 g schwer, Pestmilzbrei von R. 388 Bauchhaut	4	19	Ratte 433, Körper- gewicht 100 g	† nach 6 Tagen Darmpest	M. 414, ziemlich starke Fäulniss; Milz matschig, im Ausstrich zahlreiche Fäulnissbakterien, dazwischen noch viele Schattenformen, im Bubonensaft gut erhaltene Pestbazillen und zahlreiche Ringformen. R. 433, Lunge, Leber, Mesenterium und Darm mit kleinen Blutungen; im Dünndarm mehrere ziemlich grosse Knötchen; im Milzausstrich Pestbazillen in mässiger Zahl.
429	M. 270 g schwer, 1/4 Oese 24 stdg. Agarkultur auf die Bauchhaut	8	20	Ratte 460, Körper- gewicht 120 g	bleibt gesund	M. 429, starke Fäulniss; im Milzausstrich keine Andeutung von Pestbazillen; im Bubonenausstrich Ringformen; Kultur aus Bubonensaft auf Gelatine noch vereinzelte Pestbazillenkolonien. R. 460 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts pathologisches.
430	M. 245 g schwer, wie M. 429 Bauchhaut	7	21	Ratte 459, Körper- gewicht 130 g	† nach 26 Tagen (Rattensenche)	M. 430, Kadaver noch ziemlich gut erhalten; im Milzausstrich neben Fäulnissbakterien noch viele Ringformen; im Bubonensaft schöne Ringformen; Kultur aus Bubonensaft noch positiv.
428	M. 265 g schwer, wie M. 429 Bauchhaut	7	22	Ratte 461, Körper- gewicht 125 g	bleibt gesund	M. 428, die inneren Organe ziemlich matschig; im Milzausstrich zahlreiche Fäulnissbakterien; im Bubonenausstrich Ringformen und Fäulnissbakterien. Kultur ohne Erfolg. R. 461 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; die Drüsen und die inneren Organe normal.
436	M. 190 g schwer, Pestmilzbrei von R. 427 auf die Bauchhaut	3	23	Ratte 463, Körper- gewicht 120 g	† nach 4 Tagen Darmpest	M. 436, Organe noch gut erhalten; Milz noch ziemlich fest, im Ausstrich zahlreiche Ring- und Schattenformen; im Bubonenausstrich zahlreiche schöne Ringformen. Kultur aus Bubonensaft positiv. R. 463, im Milzausstrich zahlreiche Pestbazillen; Darm mit Blutungen und multiplen Herden. Kultur aus Darminhalt ohne Erfolg.
435	M. 220 g schwer, Pestmilzbrei von R. 426 auf die Bauchhaut	4	24	Ratte 464, Körper- gewicht 140 g	† nach 5 Tagen Darmpest	M. 435, ziemlich starke Fäulniss; im Milzausstrich nur schattenförmige Gebilde und zahlreiche Fäulnissbakterien; im Bubonenausstrich noch zahlreiche schöne Ringformen, auf Gelatine noch vereinzelte Pestbazillenkolonien. R. 464 wird bei + 8° im Getreide aufbewahrt. Nach 93 Tage lassen sich im Kadaver noch virulente Pestbazillen nachweisen.
437	M. 180 g schwer, wie M. 436 Bauchhaut	3	25	Ratte 465, Körper- gewicht 120 g	bleibt gesund	M. 437, ziemlich stark fauliger Kadaver; im Milzausstrich noch schattenförmige Gebilde; im Bubonenausstrich noch schöne Ringformen. Kultur ohne Erfolg. R. 465 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
453	M. 310 g schwer, kleines Stück Pestmilz von M. 447 unter die Haut	4	26	Ratte 475, Körper- gewicht 100 g	bleibt gesund	M. 453, stark fauliger Kadaver; Organe sehr matschig; im Ausstrich aus Bubo und Milz nur Fäulnissbakterien. R. 475 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.

Nr.	Infiziert mit Pest	Gestorben an Pest in Tagen	Alter der Pestkadaver in Tagen	Verfütterung der inneren Organe der Pestkadaver an	Ergebniss	Bemerkungen
438	M. 340 g schwer, Pestmilzbrei von R. 433 auf die Bauchhaut	6	27	Ratte 469, Körpergewicht 100 g	bleibt gesund	M. 438, die inneren Organe matschig; im Ausstrich aus Milz nur Fäulnisbakterien; im Bubonenausstrich noch schöne Ringformen; in der Kultur aus Bubonensaft nach 48 Stunden noch vereinzelte Pestbazillenkolonien. R. 469 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
457	M. 240 g schwer, Pestmilzbrei von M. 451 auf die Bauchhaut	5	27	Ratte 479, Körpergewicht 120 g	bleibt gesund	M. 457, sehr starke Fäulnis; Organe matschig; im Ausstrich aus Milz und Bubo Pestbakterien nicht mehr angedeutet. R. 479 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; Drüsen und innere Organe normal.
456	M. 210 g schwer, wie M. 457 Bauchhaut	4	28	Ratte 478, Körpergewicht 135 g	bleibt gesund	M. 456, sehr starke Fäulnis wie M. 457. R. 478 wird nach 3 Wochen getötet; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
440	M. 300 g schwer, wie M. 438 Bauchhaut	6	28	Ratte 469, Körpergewicht 100 g	bleibt gesund	M. 440, starke Fäulnis; im Milzausstrich keine Andeutung von Pestbakterien; im Bubonenausstrich noch schöne Ringformen. Auf Gelatineplatten nach 48 Stunden aus Bubonensaft noch ganz vereinzelte Pestbazillenkolonien. R. 469 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; die Drüsen und die inneren Organe normal.
439	M. 310 g schwer, wie M. 438 Bauchhaut	6	29	Ratte 471, Körpergewicht 130 g	bleibt gesund	M. 439, sehr stark fauliger Kadaver; im Milz- und Bubonenausstrich keine Andeutung von Pestbazillen. R. 471 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
454	M. 200 g schwer, Pestmilzbrei von R. 442 auf die Bauchhaut	3	29	Ratte 477, Körpergewicht 135 g	bleibt gesund	M. 454, Befund wie bei M. 439. R. 477 wird nach 3 Wochen getötet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
452	M. 280 g schwer, Pestmilzbrei von M. 447 Bauchhaut	3	30	Ratte 476, Körpergewicht 120 g	bleibt gesund	M. 452, starke Fäulnis; die inneren Organe jedoch noch verhältnismässig gut erhalten; Milz noch ziemlich fest, im Milzausstrich zahlreiche Bazillen mit Köpfchensporen, daneben noch vereinzelte schattenförmige Gebilde; im Bubonenausstrich noch vereinzelte Ringformen. Kultur ohne Erfolg. R. 476 wird nach 3 Wochen getötet; die Drüsen und die inneren Organe vollkommen normal.

Die Zeitdauer, innerhalb der die Kadaver ansteckungsfähig blieben, war in den beiden Versuchsreihen je nach der Höhe der Aussentemperatur und je nach dem Grade der Fäulnis verschieden.

Bei höherer Temperatur schwächte sich die Infektiosität der Kadaver schnell ab und ging unter dem Einfluss der Fäulnis innerhalb kurzer Zeit verloren, während sie bei niedriger Temperatur auffallend lange erhalten blieb.

Die Ansteckungsfähigkeit der bei einer mittleren Temperatur von $+22^{\circ}$ im Getreide aufbewahrten Kadaver schwächte sich nach 1—2 Tagen noch nicht, nach

3 Tagen nur wenig, nach 4 und 5 Tagen jedoch schon bedeutend ab und ging bereits nach 6 Tagen vollkommen verloren.

Bei einer mittleren Temperatur von $+8^{\circ}$ hielt sich die Infektiosität der Kadaver längere Zeit, bis zu 12 Tagen, auf annähernd gleicher Höhe. Dann aber traten, entsprechend der in den einzelnen Fällen ungleich stark fortschreitenden Fäulniss, kleine Schwankungen auf; jedoch erst nach 20 Tagen machte sich eine geringe Abnahme bemerkbar und erst nach 25 Tagen waren die Kadaver nicht mehr infektiös.

Die Versuche liessen erkennen, dass für das Zustandekommen der Fütterungspest die Zahl der in die Verdauungswege eingebrachten lebenskräftigen Pestbazillen von ausschlaggebender Bedeutung war. Mit der Abnahme der Pestbazillen im Kadaver standen Abnahme und Verlust der Ansteckungsfähigkeit in unmittelbarem Zusammenhang.

Zu der Zeit, wo die Kadaver die Ratten vom Verdauungswege aus nicht mehr infizierten, enthielten sie, wie die Verimpfung auf Meerschweinchen darwies, noch stets virulente Pestbazillen. Die Zahl der lebenskräftigen Pestkeime war jedoch in allen Fällen ganz erheblich verringert, sodass meist in den Organen durch das Kulturverfahren die Pestbakterien nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Nur in den nicht nekrotischen Bubonen fanden sich die Pestbazillen fast immer noch in grossen Mengen und liessen sich dann hieraus auch züchten.

Gewisse Anzeichen für das Schwinden der Infektiosität der Kadaver kamen in den Ausstrichpräparaten aus den Organen zum Ausdruck.

Die Schädigungen, welche die Pestbazillen durch die Fäulnissvorgänge im Kadaver erleiden, äussern sich bekanntlich dadurch, dass die Pestbakterien ihre Gestalt in ganz charakteristischer Weise ändern. Sie nehmen, namentlich schnell bei höherer Temperatur, rundliche Formen an, werden scheiben-, ring- oder bläschenförmig, sehen wie gequollen aus, verlieren ihre scharfe Begrenzung, färben sich schlecht und erscheinen endlich nur noch angedeutet als schattenförmige Gebilde.

Sind die Veränderungen so weit vorgeschritten, dass diese schattenförmigen Gebilde vorherrschen, so ist auch in der Regel der Zeitpunkt gekommen, wo die Ansteckungsfähigkeit der Kadaver für die Fütterung geschwunden ist.

Zur Beurtheilung der Ansteckungsfähigkeit der Rattenkadaver werden wir die an Meerschweinchenkadavern gemachten Beobachtungen nicht ohne Weiteres benutzen können.

Wir werden im Hinblick darauf, dass gerade die Meerschweinchenkadaver immer von den Pestbazillen förmlich durchsetzt waren und dabei verhältnissmässig lange im Getreide sich gut erhielten, nicht fehl gehen, wenn wir annehmen, dass die an Pest eingegangenen Meerschweinchen längere Zeit ansteckungsfähig bleiben als die an Pest eingegangenen Ratten.

Die Grenzzahlen für die Zeitdauer der Ansteckungsfähigkeit werden daher bei den Rattenkadavern sicher niedriger sein als bei den Meerschweinchenkadavern. Ausserdem wird die Gefahr der Uebertragung der Pest von Ratte zu Ratte durch die Ansteckung vom Verdauungswege aus noch dadurch verringert, dass die Ratten anscheinend eine Abneigung dagegen haben, Kadaver ihrer Artgenossen zu fressen, wenn die Kadaver Fäulnisserscheinungen zeigen.

Die Lebensfähigkeit der Pestbazillen im Rattenkoth.

Ueber die Lebensfähigkeit der Pestbazillen im Menschen- und Thierkoth liegen bereits einige Angaben vor. Die Versuche, worauf sich diese Angaben beziehen, sind meist mit sterilem, künstlich infizirtem Koth angestellt worden und haben zum Theil zu sehr abweichenden Ergebnissen geführt.

So fand z. B. Gladin¹⁾, dass die Pestbazillen, sterilem Koth zugesetzt, sich bei 37° zwei bis drei Wochen und bei Zimmertemperatur vier Monate lang lebensfähig hielten. Die deutsche Pestkommission²⁾ konnte dagegen in sterilisirten und dann mit Pestbazillen versetzten Fäces nur bis zu vier Tagen lebensfähige Pestkeime nachweisen.

Wie sehr die Beschaffenheit (Reaktion) des Kothes die Lebensfähigkeit der Pestbazillen beeinflusst, geht aus den Versuchen Hankin's³⁾ hervor, durch die nachgewiesen wurde, dass in sauer reagirenden Fäces die Pestbazillen schon nach 2½ Stunden abgestorben waren.

Einige Beobachtungen über die Lebensfähigkeit der Pestbazillen in den Fäces unter natürlichen Verhältnissen bei Gegenwart von Darmbakterien machten die Mitglieder der österreichischen Pestkommission Albrecht und Ghon⁴⁾.

Sie fütterten einen Hund mit grossen Mengen pestbazillenhaltigen Materials und konnten drei Stunden nach der Fütterung in den dünnflüssigen, etwas blutig gefärbten Fäces durch das Thierexperiment Pestbazillen nachweisen. Weiterhin stellten sie fest, dass die bei Zimmertemperatur aufbewahrten Hundefäces noch nach drei Tagen für Meerschweinchen virulente Pestbazillen enthielten.

Die beiden Forscher beobachteten ausserdem, dass der kulturelle Nachweis der Pestbazillen in den Fäces verschiedener Thierarten trotz entsprechender Nährböden und Isolirungsmethoden häufig nicht möglich war. Es gelang ihnen nur dann, aber auch nicht immer, die Pestbazillen durch das Kulturverfahren festzustellen, wenn diese im Verhältniss zu den anderen Darmbakterien, vor allem dem *Bacterium coli*, in sehr reichlichen Mengen vorhanden waren. Sie fanden ferner, dass auch durch das Thierexperiment die Anwesenheit der Pestbazillen in den Fäces nicht immer nachzuweisen war.

Bei Versuchen mit Rattenkoth wurden von mir im Wesentlichen die gleichen Erfahrungen gemacht.

In den festen Kothstücken, welche die an Fütterungspest erkrankten Ratten entleerten, liessen sich Pestbazillen kulturell nicht nachweisen; und auch aus Dünn- und Dickdarminhalt der an Fütterungspest eingegangenen Ratten konnten die Pestbazillen nur zuweilen durch das Plattenverfahren isolirt werden.

Der Nachweis der Pestkeime im festen Koth und im Darminhalt gelang jedoch

¹⁾ G. P. Gladin, Die Lebensfähigkeit der Pestbazillen unter verschiedenen physikalischen Bedingungen und der Einwirkung von Desinfizientien, Dissert. St. Petersburg, 1898, referirt Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenkunde Abth. I, 1898, Bd. 24, S. 588.

²⁾ l. c. S. 280.

³⁾ E. H. Hankin, Investigations on plague, Sonderabdruck, referirt Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenkunde Abth. I, 1898, Bd. 24, S. 587.

⁴⁾ l. c. S. 634—640.

in befriedigender Weise mit Hülfe des Thierversuches, durch die kutane Impfmethode beim Meerschweinchen. Auch über die Lebensdauer der Pestbazillen im Koth gab der Thierversuch Aufschluss.

Namentlich bei der Untersuchung des festen Kothes ergab sich, dass die subkutane Impfmethode hier nicht immer so glatt wie in unseren früheren Versuchen zum Ziele führte.

Die Meerschweinchen gingen häufig, selbst dann, wenn ihnen nur kleine Stückchen des Kothes unter die Haut gebracht worden waren, durch die im Koth enthaltenen Darmbakterien auffallend rasch (meist innerhalb von 24 Stunden) unter den Erscheinungen der Mischinfektion zu Grunde. Zudem fanden sich in den Organen der nach subkutaner Impfung an Pest eingegangenen Thiere, wie die Kultur ergab, nicht selten neben den Pestbazillen noch andere Bakterien. Die Vortheile der kutanen Methode traten somit bei den Fäcesuntersuchungen sehr in den Vordergrund.

Die ersten Entleerungen des pestbazillenhaltigen Kothes waren, wie der Fütterungsversuch mit einem Gemenge von Hackfleisch und phosphorsaurem Kalk (Abgrenzung durch weissgefärbten Koth) lehrte, gewöhnlich ungefähr 12 Stunden nach der Fütterung zu erwarten. Die zu den Versuchen benutzten Ratten wurden daher einige Stunden nach der Fütterung in ein reines, geräumiges Rattenglas, dessen Boden mit Getreide bedeckt war, umgesetzt. Der Rattenkoth wurde entweder gleich nach der Entleerung untersucht oder erst, nachdem er einige Zeit im Getreide gelegen hatte.

Der untersuchte Darminhalt stammte von Ratten, die ausgeprägte Darmerkrankungen zeigten. Der gesammte Inhalt des Dünn- und Dickdarms wurde kurz nach dem Tode entnommen, in einer kleinen mit Deckel verschliessbaren Schale gesammelt und bei einer mittleren Temperatur von $+8^{\circ}$ und $+22^{\circ}$ vor Licht geschützt aufbewahrt. Der Darminhalt war mehr oder weniger dünnflüssig, von stark schleimiger Beschaffenheit, röthlichbraun oder graugelb gefärbt und mit Blutstreifen durchsetzt; er hielt sich bis zu Ende der Versuche in feuchtem Zustande.

In der folgenden Aufstellung (S. 539—541) finden sich die Versuchsergebnisse.

Der frisch entleerte, noch gelbbraune feste Koth der infizierten Ratten enthielt ebenso wie der Darminhalt stets für Meerschweinchen virulente Pestbazillen.

Die Pestkeime verloren jedoch in dem zu einer schwarzen, harten Masse bald eintrocknenden Rattenkoth innerhalb kurzer Zeit ihre Lebensfähigkeit. Der zwischen dem Getreide liegende Rattenkoth trocknete besonders schnell ein; lebenskräftige Pestbazillen fanden sich darin noch nach einem Tage, nach dieser Zeit indessen nicht mehr.

In dem vor Austrocknung geschützten Darminhalte der Pestratten blieben die Pestkeime etwas länger lebensfähig. Sie liessen sich darin, je nachdem der Darminhalt bei $+22^{\circ}$ oder bei $+8^{\circ}$ aufbewahrt worden war, bis zu zwei oder bis zu vier Tagen nachweisen.

Im Anschlusse an diese Untersuchungen habe ich noch zu ermitteln versucht, wie lange sich die Pestkeime in dünnflüssigen Entleerungen an Getreide angetrocknet lebensfähig halten.

Versuche über die Lebensfähigkeit der Pestbazillen im festen Koth und im Darminhalte von Pestratten.

Nr. und Gewicht der Meerschweinchen	Meerschweinchen erhält	Ergebniss	Bemerkungen
468; 250 g	von R. 463 ein Kothstückchen, kurz vor dem Tode entleert, unter die Haut	† nach 5 Tagen Pest	M. 468, Sektionsbefund: An der Impfstelle starke Infiltration, Blutungen und Eiter; an der rechten Seite starker bohngrosser Schenkelbubo; in Brust- und Bauchhöhle ziemlich viel seröse Flüssigkeit; Lunge mit zahlreichen kleinen Herden, die von einem dunkelrothen Hofe umgeben sind; Milz stark vergrössert, körnig, mit zahlreichen kleinen Knötchen, an ihrem hinteren Theile mit der Bauchwand verwachsen; Leber mit Blutungen; im Milzausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
488; 265 g	von R. 484 ein Kothstückchen, kurz vor dem Tode entleert, unter die Haut	† nach 6 Tagen Pest	M. 488, Sektionsbefund: An der Impfstelle harte Infiltration, Blutungen und Eiter; beiderseits erbsengrosse Schenkelbubonen; Lunge mit kleinen Blutungen und Herden; Milz stark vergrössert mit zahlreichen Herden, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; im Bubonenausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
502; 225 g	von R. 501 ein frisches Kothstückchen, ein Tag nach der Fütterung entleert, unter die Haut	† nach 24 Stunden Mischinfektion	—
505; 190 g	von R. 501 ein frisches Kothstückchen, zwei Tage nach der Fütterung entleert, unter die Haut	† nach 24 Stunden Mischinfektion	—
506; 180 g	von R. 501 frisch gelassenen Koth, ungefähr 30 Stunden nach der Fütterung, mit Bouillon verrieben auf die Bauchhaut	† nach 4 Tagen Pest	M. 506, Sektionsbefund: An der Impfstelle Bläschen und Schorf; starke Infiltration mit Blutungen in der Haut; beiderseits Schenkelbubonen mit Blutungen; Därme und Magen mit zahlreichen Blutaustritten; Lunge mit Blutungen und Knötchen; Milz stark vergrössert, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
507; 180 g	von R. 501 drei Tage nach der Fütterung gelassenen Koth, der ungefähr 12 Stunden im Getreide bei 22° gelegen hatte, mit Bouillon verrieben auf die Bauchhaut	bleibt am Leben	M. 507 wird nach ungefähr 14 Tagen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
513; 200 g	von R. 509 ein kleines, drei Tage nach der Fütterung entleertes, ungefähr 20 Stunden bei 22° im Getreide aufbewahrtes Kothstückchen, unter die Haut	bleibt am Leben	M. 513 wird nach 18 Tagen getödtet und sezirt; an der Impfstelle die Haut etwas verdickt; Drüsen und innere Organe normal.
466; 250 g	von R. 462 ein kurze Zeit vor dem Tode entleertes Kothstückchen, das 1 Tag bei 22° im Getreide gelegen hatte, unter die Haut	† nach 9 Tagen Pest	M. 466, Sektionsbefund: An der Impfstelle starke, harte Infiltration, ziemlich viel dicker, krümliger Eiter; Bauchdecken oedematös; bohngrosse Schenkelbubonen, an einer Seite erbsengrosser Axillarbubo; in Bauch- und Brusthöhle seröse, gelb gefärbte Flüssigkeit; Lunge mit ziemlich viel Blutungen und Knötchen; Leber mit gelben, zum Theil stecknadelkopfgrossen Knötchen; Nebennieren vergrössert, auf der Schnittfläche mit kleinen Blutungen; Milz sehr stark vergrössert, körnig, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; im Bubonenausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
490; 160 g	von R. 484 zwei Kothstücken, unmittelbar vor dem Tode entleert, 1 Tag im Getreide bei 22°, unter die Haut	† nach 24 Stunden Mischinfektion	—

Nr. und Gewicht der Meer- schweinchen	Meerschweinchen erhält	Ergebniss	Bemerkungen
504; 180 g	von R. 501 ein 24 Stunden nach der Fütterung ent- leertes Kothstückchen, das 1 Tag bei 22° im Getreide gelegen hatte, unter die Haut	† nach 24 Stunden Mischinfektion	—
516; 150 g	von R. 509 ein kurz vor dem Tode entleertes Koth- stückchen, das zwei Tage bei 8° im Getreide gelegen hatte, unter die Haut	bleibt am Leben	M. 516 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt. An der Impfstelle etwas Eiter und geringe Verdickung der Haut; Drüsen und innere Organe vollkommen normal. Kultur aus Eiter ohne Erfolg.
522; 160 g	von R. 521 frischen Darm- inhalt (2 starke Oesen) auf die Bauchhaut	† nach 3 Tagen Pest	M. 522, Sektionsbefund: An der Impfstelle Schorf, starke blutige Infiltration; Inguinaldrüsen mässig vergrössert; Därme mit starken Blutungen; Darminhalt rothbraun gefärbt; Milz mässig vergrössert, im Ausstrich zahl- reiche Pestbazillen.
529; 200 g	von gr. R. 555 frischen Darminhalt (1 Oese) auf die Bauchhaut	† nach 5 Tagen Pest	M. 529, Sektionsbefund: An der Impfstelle Schorf, blutige Infiltration; Haut stark oedematös; beiderseits bohnen- grosse Schenkelbubonen; Lunge mit Blutungen und Knötchen; Milz vergrössert mit zahlreichen kleinen Herden; im Ausstrich aus Milz und Bubo sehr zahl- reiche Pestbazillen. Lunge mit vereinzelten Herden und Blutungen.
542; 180 g	von R. 537 Darminhalt, der 1 Tag bei 8° in zu- gedeckter Schale gestan- den, 2 starke Oesen auf die Bauchhaut	† nach 6 Tagen Pest	M. 542, Sektionsbefund: Schorf an der Impfstelle, harte, blutige Infiltration; an der rechten Seite stark bohnen- grosser Schenkelbubo; Milz stark vergrössert mit zahl- reichen kleinen Herden; Lunge ohne Herde und ohne Blutungen; im Ausstrich aus Milz und Bubo sehr zahl- reiche Pestbazillen.
543; 200 g	von R. 537 Darminhalt, der 2 Tage bei 8° in zu- gedeckter Schale gestan- den, in etwas grösserer Menge auf die Bauchhaut	† nach 6 Tagen Pest	M. 543, Sektionsbefund: Schorf und starke Verdickung an der Impfstelle; Haut mit Blutungen; ziemlich starkes Oedem, beiderseits bohnen-grosse Schenkel- bubonen; Lunge mit zahlreichen Blutungen und mit Knötchen; Milz stark vergrössert, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
561; 220 g	von gr. R. 555 Darminhalt, der 2 Tage bei 22° in ver- schlossener Schale gestan- den, auf die Bauchhaut	† nach 7 Tagen Pest	M. 561, Sektionsbefund: Haut an der Impfstelle blutig infiltrirt; an beiden Seiten stark bohnen-grosser Inguinal- bubo, Leber mit vereinzelten gelben Knötchen; Milz körnig, mit zahlreichen Knötchen; Darm mit Blutungen; im Milz- und Bubonenausstrich sehr zahlreiche Pest- bazillen.
562; 190 g	von gr. R. 555 Darminhalt, der 3 Tage bei 22° in ver- schlossener Schale gestan- den, in grösserer Menge auf die Bauchhaut	bleibt am Leben	M. 562 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
563; 215 g	von gr. R. 555 Darminhalt, 3 Tage bei 22°, 2 Oesen subkutan	† nach 24 Stunden Mischinfektion	—
544; 210 g	von R. 537 2 Oesen Darm- inhalt, der 3 Tage bei 8° in zugedeckter Schale ge- standen, subkutan	† nach 48 Stunden Mischinfektion	—
545; 180 g	von R. 537 Darminhalt, 3 Tage bei 8°, in reich- licher Menge auf die Bauch- haut	bleibt am Leben	M. 545 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt; die Drüsen und die inneren Organe vollkommen normal.

Nr. und Gewicht der Meer- schweinchen	Meerschweinchen erhält	Ergebniss	Bemerkungen
548; 190 g	von R. 537 Darminhalt, der 4 Tage bei 8° in zu- gedeckter Schale gestan- den, eine starke Oese subkutan	† nach 7 Tagen Pest	M. 548, Sektionsbefund: An der Impfstelle blutige In- filtration; Schenkeldrüsen mässig vergrössert; in der Bauch- und Brusthöhle etwas seröses Exsudat; Lunge mit zahlreichen stechnadelkopfgrossen Knötchen und mit pneumonischen Herden; Milz stark vergrössert mit kleinen und grossen Knötchen; im Ausstrich aus Lunge und Milz sehr zahlreiche Pestbazillen.
565; 215 g	von gr. R. 555 Darminhalt, der 4 Tage bei 22° in ver- schlossener Schale gestan- den, in reichlicher Menge auf die Bauchhaut	bleibt am Leben	M. 565 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt; an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
566; 230 g	von gr. R. 555 Darminhalt, 4 Tage bei 22°, eine starke Oese voll subkutan	bleibt am Leben	M. 566 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt; an der Impfstelle nichts auffallendes, Drüsen und innere Organe normal.
549; 170 g	von gr. R. 537 Darminhalt, 5 Tage bei 8°, eine starke Oese subkutan	bleibt am Leben	M. 549 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt. An Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
568; 240 g	von gr. R. 555 Darminhalt, 5 Tage bei 22°, auf die Bauchhaut	bleibt am Leben	M. 568 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt. Drüsen und innere Organe normal.
569; 240 g	von gr. R. 555 Darminhalt, 5 Tage bei 22°, eine Oese subkutan	bleibt am Leben	M. 569 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt. Die Drüsen und die inneren Organe normal.
570; 210 g	von gr. R. 555 Darminhalt, 6 Tage bei 22° auf die Bauchhaut	bleibt am Leben	M. 570 wird nach 14 Tagen getödtet und sezirt. An Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.
571; 220 g	von gr. R. 555 Darminhalt, 6 Tage bei 22°, eine Oese subkutan	† nach 15 Tagen Pneumonie (keine Pest)	—

Die Versuche sollten die Untersuchungen anderer Forscher ergänzen. Schon von der deutschen Pestkommission¹⁾ sind nämlich ähnliche Versuche mit sterilisirten und dann künstlich mit Pestbazillen infizierten Fäces angestellt worden.

Die Fäces wurden an vorher sterilisirte Seidenfäden, Woll- und Seidenstückchen angetrocknet, in sterilem Fliesspapier verpackt, in einem grossen Stück Watte in eine Büchse gesteckt und im Laboratorium bei ungefähr 29° aufbewahrt. Nach 4 Tagen waren die Pestbazillen auf allen drei Proben noch lebensfähig, nach 6 Tagen nur noch auf den Wollstückchen und nach 8 Tagen waren sie auch hier abgestorben. In einem anderen Versuche wurde dasselbe Gemisch von Fäces und Pestbazillen an Seidenfäden angetrocknet, die Seidenfäden, in Filtrirpapier eingewickelt, in eine Büchse gelegt und Getreide darauf geschüttet. Bei 29° waren die Pestbazillen hier nach 5 Tagen, bei 22° nach 6 Tagen abgestorben.

Ueber die Lebensfähigkeit der Pestbazillen an Körnerfrüchten (Leinsamen, gelber

¹⁾ l. c. S. 276.

und brauner Rübsamen, weisser Sesamsamen, Erdnuss, Rizinussamen, Mohnsamen, verschiedene Sorten Weizen und Mehl) hat Hankin¹⁾ Untersuchungen ausgeführt. Die Infektion der Körnerfrüchte wurde von ihm mit Reinkulturen, zerriebenen Organen an Pest gestorbener Thiere und mittelst eines sehr pestbazillenreichen Sputums von Pestkranken vorgenommen. Er fand, dass die Pestkeime an frischen Körnerfrüchten nach 6 bis 13 Tagen, an trocknen Körnerfrüchten schon nach 4 bis 6 Tagen abgestorben waren.

Weiterhin ist von Bandi und Stagnitta-Balistreri²⁾ festgestellt worden, dass durch sachgemässe Behandlung und Austrocknung der Getreideladungen in Schiffen am Getreide haftende Pestbakterien ihre Lebensfähigkeit rasch verloren, dass jedoch im Gegensatz hierzu in schlecht gehaltenen und unvollständig ausgetrockneten Getreideladungen die Pestbazillen bis zu 10 Tagen lebens- und infektiösfähig blieben.

Zu meinen Versuchen benutzte ich Hafer und Gerste, die mit Darminhalt an Darmpest eingegangener Ratten reichlich versetzt worden waren. Der Darminhalt der Pestratten wurde zur Infizierung des Getreides deshalb gewählt, weil die an Darmpest erkrankten Ratten keinen diarrhoischen Koth entleerten.

Das Getreide wurde nicht durchlüftet, der Darminhalt trocknete daher nur langsam ein, sodass die Getreidekörner meist erst nach 24 bis 48 Stunden, je nach der herrschenden Aussentemperatur, trocken erschienen. Das Getreide wurde bei durchschnittlich $+22^{\circ}$ und $+8^{\circ}$ an einem dunklen Orte aufgehoben und von Zeit zu Zeit auf Pestbazillen durch das Thierexperiment mit Meerschweinchen untersucht.

Die Meerschweinchen erhielten ein bis vier Getreidekörner unter die Haut; am Schlusse des Versuches wurde das gesammte Getreide mit Bouillon übergossen, der daran haftende Koth aufgeweicht und abgeschwemmt und die Aufschwemmung Meerschweinchen auf die rasirte Bauchhaut eingerieben.

In der folgenden Zusammenstellung (Seite 543—545) sind die Versuchsergebnisse verzeichnet.

Nach den angeführten Ermittlungen blieben die Pestbazillen im Darminhalte, wenn dieser an Getreide angetrocknet war, das in einem dunklen, nicht ventilirten Raume lagerte, bei einer mittleren Temperatur von $+22^{\circ}$ zwei Tage lang und bei einer mittleren Temperatur von $+8^{\circ}$ drei Tage lang lebens- und infektiösfähig.

Die Pestbazillen verhielten sich demnach in dem schlecht durchlüfteten Getreide in Bezug auf ihre Lebensfähigkeit nicht wesentlich anders als in dem vor unmittelbarer Austrocknung geschützten Darminhalte.

Die fast vollkommene Uebereinstimmung in den Ergebnissen der beiden verschiedenen Versuchsreihen weist darauf hin, dass die Pestkeime im Getreide durch Austrocknung nicht zu Grunde gegangen sein können, sie lässt vielmehr vermuthen,

¹⁾ E. H. Hankin, Untersuchungen über die Lebensfähigkeit der Pestbazillen in Körnerfrüchten, Oesterreich. Sanitätswesen, 1897, No. 21.

Derselbe Investigations on plague, refer. Centralbl. für Bakteriologie u. s. w. Abth. I, 1898, Bd. 24, S. 587.

²⁾ J. Bandi e F. Stagnitta-Balistreri, Sui caratteri di resistenza del B. della peste, L'Ufficiale Sanitario 8, pag. 337.

**Versuche über die Lebensfähigkeit der Pestbazillen in mit Darminhalt von Pest-
ratten verunreinigtem Getreide.**

Nr. und Gewicht der Meer- schweinchen	Meerschweinchen erhält	Ergebniss	Bemerkungen
489; 255 g	von R. 484 breiigen Koth, vom After entnommen, an Getreide (Hafer) 6 Stunden bei 22°, 2 Haferkörner unter die Haut	† nach 5 Tagen Pest	M. 489, Sektionsbefund: Harte Infiltration mit Eiter an der Impfstelle; Achsel- und Leistendrüsen vergrößert, mit Blutungen; Lunge mit Blutungen und zahlreichen kleinen, stecknadelkopfgrossen Knötchen, die mit einem dunkelrothen Hofe umgeben; Magen und Därme mit Blutungen; Milz stark vergrößert mit zahlreichen sehr kleinen Knötchen; im Milzausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
497; 230 g	von R. 485, 492 und 494 Darminhalt an Getreide (Gerste), 1 Tag bei 22°, 2 Gerstenkörner unter die Haut	† nach 6 Tagen Pest	M. 497, Sektionsbefund: An der Impfstelle rahmiger Eiter, harte Infiltration, Blutungen; Axillardrüsen leicht geschwollen; Inguinaldrüsen beiderseits stark ver- größert; Lunge mit Knötchen und Blutungen; Milz stark vergrößert mit kleinen Knötchen; im Milz- und Bubonenausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
508; 170 g	von R. 501 Darminhalt an Gerste, 1 Tag bei 22°, 2 Gerstenkörner unter die Haut	† nach 5 Tagen Pest	M. 508, Sektionsbefund: An der Impfstelle sehr starke, harte Infiltration mit etwas Eiter; Achsel- und Leisten- drüsen mässig vergrößert; das benachbarte Gewebe oedematös und von kleinen Blutungen durchsetzt; Darm mit Blutungen; Milz stark vergrößert, körnig, mit grossen und kleinen Knötchen; Lunge mit Blutun- gen; im Milzausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
491; 160 g	von R. 484 Darminhalt an Hafer, 2 Tage bei 22°, 2 Haferkörner unter die Haut	† nach 4 Tagen Pest	M. 491, Sektionsbefund: Haut an der Impfstelle los- gelöst, im Unterhautzellgewebe etwas Eiter, stark oedematös, mit Blutungen; Achsel- und Leistendrüsen vergrößert, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; Milz mässig vergrößert mit vielen kleinen Herden; im Ausstrich äusserst zahlreiche Pestbazillen.
499; 230 g	von R. 485, 492 u. 494 Darminhalt an Gerste, 3 Tage bei 22°, 2 Gersten- körner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 499 wird nach 20 Tagen getödtet und sezirt. An der Impfstelle nichts auffallendes; die Getreidekörner sind verschwunden; sie sind durch die Impfwunde aus- getreten; Impfwunde vernarbt. Drüsen und innere Organe normal.
493; 320 g	von R. 484 Darminhalt an Hafer, 4 Tage bei 22°, 2 Haferkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 493 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. An der Impfstelle nichts auffallendes; die Getreidekörner sind verschwunden. Die Drüsen und die inneren Organe vollkommen normal.
510; 200 g	von R. 501 Darminhalt an Gerste, 4 Tage bei 22°, 2 Gerstenkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 510 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Sek- tionsbefund wie bei M. 493.
495; 250 g	von R. 484 Darminhalt an Hafer, 6 Tage bei 22°, 2 Haferkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 495 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Sek- tionsbefund wie bei M. 493.
500; 220 g	von R. 485, 492 und 494 Darminhalt an Gerste, 6 Tage bei 22°, 2 Gersten- körner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 500 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Sek- tionsbefund wie bei M. 493.
511; 230 g	von R. 501 Darminhalt an Gerste, 6 Tage bei 22°, 3 Gerstenkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 511 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Sek- tionsbefund wie bei M. 493.
503; 180 g	von R. 485, 492 und 494 Darminhalt an Gerste, 8 Tage bei 22°, 3 Gersten- körner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 503 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. Sek- tionsbefund wie bei M. 493.
498; 275 g	von R. 484 Darminhalt an Hafer, 10 Tage bei 22°, 4 Haferkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 498 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. An der Impfstelle geringe Verwachsung der Haut mit den oberen Schichten des Unterhautzellgewebes (Schwarte); an Drüsen und inneren Organen nichts krankhaftes.

Nr. und Gewicht der Meer- schweinchen	Meerschweinchen erhält	Ergebniss	Bemerkungen
514; 190 g	von R. 509 Darminhalt an Gerste, 1 Tag bei 8° , 1 Gerstenkorn unter die Haut	† nach 5 Tagen Pest	M. 514, Sektionsbefund: Harte, hämorrhagische Infiltration an der Impfstelle; an beiden Seiten Inguinaldrüsen stark vergrössert, Milz stark vergrössert mit zahlreichen sehr kleinen Herden, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; Lunge mit zahlreichen kleinen Blutungen. (Eine mit den Organen gefütterte Ratte stirbt an Darmpest in 3 Tagen.)
523; 165 g	von R. 519 Darminhalt an Gerste, 1 Tag bei 8°, 2 Gerstenkörner unter die Haut	† nach 24 Stunden Mischinfektion	—
525; 155 g	von R. 521 Darminhalt an Gerste, 1 Tag bei 8° , 1 Gerstenkorn unter die Haut	† nach 3 Tagen Pest	M. 525, Sektionsbefund: An der Impfstelle ausgedehnte harte, hämorrhagische Infiltration; Schenkeldrüsen an beiden und Achselhöhlen an einer Seite stark geschwollen; Milz ziemlich stark vergrössert mit grossen und kleinen Knötchen, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen; Nebennieren vergrössert und mit Blutungen; Lunge mit Blutungen und Knötchen; im Bubonenausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen. (Eine mit den Organen gefütterte Ratte stirbt an Darmpest in 3 Tagen.)
515; 170 g	von R. 509 Darminhalt an Gerste, 2 Tage bei 8° , 1 Gerstenkorn unter die Haut	† nach 6 Tagen Pest	M. 515, Sektionsbefund: Hämorrhagische Infiltration und etwas Eiter an der Impfstelle; Inguinaldrüsen beiderseits stark vergrössert, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen; Milz stark vergrössert, mit zahlreichen kleinen Knötchen, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; Nieren mit Blutungen; Nebennieren vergrössert und mit kleinen Blutungen; Lunge mit zahlreichen kleinen Knötchen und mit Blutungen. (Eine mit den Organen gefütterte Ratte stirbt nach 3 Tagen an Darmpest.)
524; 165 g	von R. 519 Darminhalt an Gerste, 2 Tage bei 8° , 1 Gerstenkorn unter die Haut	† nach 6 Tagen Pest	M. 524, Sektionsbefund: An der Impfstelle hartes, hämorrhagisches Infiltrat; starkes Oedem; an beiden Seiten Inguinaldrüsen stark vergrössert; Milz vergrössert, körnig, mit grossen und kleinen Knötchen; Lunge mit Knötchen und Blutungen; im Milz- und Bubonenausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen.
527; 180 g	von R. 521 Darminhalt an Gerste, 2 Tage bei 8° , 2 Gerstenkörner unter die Haut	† nach 8 Tagen Pest	M. 527, Sektionsbefund: Hartes, mit Blutungen durchsetztes Infiltrat an der Impfstelle, Haut stark oedematös und mit kleinen Blutungen; an beiden Seiten die Inguinaldrüsen und an einer Seite die Axillardrüsen stark vergrössert, im Ausstrich zahlreiche Pestbazillen; Milz stark vergrössert, mit kleinen Knötchen, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen; Lunge mit Blutungen und Knötchen.
517; 180 g	von R. 509 Darminhalt an Gerste, 3 Tage bei 8°, 3 Gerstenkörner unter die Haut	† nach 16 Tagen; keine Pest (Pneumonie)	—
526; 175 g	von R. 519 Darminhalt an Gerste, 3 Tage bei 8° , 2 Gerstenkörner unter die Haut	† nach 7 Tagen Pest	M. 526, Sektionsbefund: An der Impfstelle hämorrhagisches Infiltrat; beide Schenkeldrüsen bohnenförmig, eine Axillardrüse erbsengrösse geschwollen; Milz stark geschwollen mit kleinen, gelben Herden; im Milzausstrich viele, im Bubonenausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen. (Milzsaft, Meerschweinchen auf die Bauchhaut eingegeben, tötete die Thiere in 4 Tagen.)
528; 165 g	von R. 521 Darminhalt an Gerste, 3 Tage bei 8° , 2 Gerstenkörner unter die Haut	† nach 7 Tagen Pest	M. 528, Sektionsbefund: An der Impfstelle hämorrhagisches, hartes Infiltrat; Blutungen in die Haut; Schenkeldrüsen mässig vergrössert; Magen mit Blutungen; Darm mit zahlreichen Blutungen; Milz stark vergrössert mit zahlreichen sehr kleinen Knötchen, im Ausstrich sehr zahlreiche Pestbazillen; Lunge mit Blutungen und grossen Knoten.
518; 210 g	von R. 509 Darminhalt an Gerste, 4 Tage bei 8°, 3 Gerstenkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 518, wird nach 3 Wochen getötet und sezirt. Die Drüsen und die inneren Organe normal.

Nr. und Gewicht der Meer- schweinchen	Meerschweinchen erhält	Ergebniss	Bemerkungen
529; 165 g	von R. 519 Darminhalt an Gerste, 4 Tage bei 8°, 2 Gerstenkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 529 wird nach ungefähr 3 Wochen getödtet und sezirt. An der Impfstelle die Getreidekörner in gelb- rahmigen Eiter eingehüllt und abgekapselt; Drüsen und innere Organe normal. Eiter steril.
530; 155 g	von R. 519 Darminhalt an Gerste, 4 Tage bei 8°, dann mit Bouillon auf- geweicht, auf die Bauch- haut	bleibt am Leben	M. 530 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt. An der Impfstelle nichts mehr zu sehen; die Drüsen und die inneren Organe vollkommen normal.
538; 165 g	von R. 521 Darminhalt an Gerste, 4 Tage bei 8°, 3 Gerstenkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 538 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Sek- tionsbefund wie bei M. 518.
539; 145 g	von R. 521 Darminhalt an Gerste, 4 Tage bei 8°, dann mit Bouillon auf- geweicht, auf die Bauch- haut	bleibt am Leben	M. 539 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Sek- tionsbefund wie bei M. 518.
550; 175 g	von R. 541 Darminhalt an Gerste, 4 Tage bei 8°, 2 Gerstenkörner unter die Haut	bleibt am Leben	M. 550 wird nach 3 Wochen getödtet und sezirt; Sek- tionsbefund wie bei M. 518.

dass die Keime auch hier den Schädlichkeiten erlegen sind, welchen sie in den Ratten-
fäces an und für sich ausgesetzt waren.

Wir dürfen daher wohl annehmen, dass dort, wo den Excrementen die Be-
dingungen zur Austrocknung gegeben sind, also in gut behandeltem, durchlüftetem
Getreide, die Pestbakterien dementsprechend noch schneller absterben werden.

Mit Rücksicht auf die Verhältnisse in Getreideschiffen wäre am Schlusse dieser
Ausführungen noch die Frage zu erörtern, ob die Pestbazillen nicht in anderen Aus-
scheidungen der lebenden oder todten Pestratten, die in das Getreide gelangen können,
eine grössere Widerstandsfähigkeit besitzen als in den Fäces.

Im Urin von Pestratten und von Meerschweinchen habe ich ebenso wie andere
Untersucher wiederholt Pestbazillen nachweisen können; die Zahl der im Urin ent-
haltenen Pestkeime war jedoch stets gering. Da ausserdem die Pestbazillen, wenn sie
mit dem Urin in das Getreide gelangen, der Austrocknung noch mehr ausgesetzt sind
als in den Fäces, so ist anzunehmen, dass ihre Lebensfähigkeit unter diesen Ver-
hältnissen jedenfalls nicht länger als in den Fäces bemessen ist.

Die aus den natürlichen Leibesöffnungen bei den todten Pestratten nach einiger
Zeit hervortretende Flüssigkeit kann das in der nächsten Umgebung des Kadavers
befindliche Getreide ebenfalls verunreinigen. Derartig beschmutzte Getreidekörner
habe ich mehrmals untersucht, es gelang mir jedoch nicht, in den angetrockneten
Massen lebende Pestbazillen aufzufinden.

Endlich liegt noch die Möglichkeit vor, dass Ratten in der Freiheit an einer vorwiegend pneumonischen Form der Pest erkranken und ähnlich wie an Lungenpest erkrankte Menschen höchst ansteckende Auswurfstoffe entleeren. Dass lungenkranke Ratten reichlich Sekret auswerfen können, habe ich in zwei Fällen bei Ratten beobachtet, die an der von Cl. Schilling beschriebenen Rattenseuche erkrankt waren. Die Thiere warfen mehrere Tage lang durch die Nase so reichliche Mengen von schleimigblutigen Massen aus, dass die Wandungen der Gefässe, in denen sie sassen, bis oben hin mit den Auswurfstoffen bedeckt waren. Bei pestkranken Ratten ist ähnliches bisher noch nicht beobachtet worden; da aber, wie die Erfahrungen von Kolle und Martini lehren, nach Infektion mit hochvirulenten Pestbazillen Pestpneumonien bei Ratten besonders häufig sind, werden die nämlichen Krankheitserscheinungen bei Pestratten wohl gleichfalls vorkommen können. Wenn auch ohne Zweifel in den Auswurfstoffen solcher an Lungenpest leidenden Ratten die Lebensfähigkeit der Pestkeime grösser sein wird als in den Fäces, so liegt doch kein Grund vor, dass im gut durchlüfteten Getreide nicht auch unter diesen Umständen, namentlich bei höherer Aussentemperatur, die Pestbazillen in wenigen Tagen durch die Austrocknung vernichtet werden, zumal da gerade im Getreide die Bedingungen (der beständige Wechsel im Feuchtigkeitsgrade) obwalten, die nach M. Ficker (Ueber Lebensdauer und Absterben von pathogenen Keimen, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 1898, Bd. 29, S. 1) das Absterben der pathogenen Keime wesentlich beeinflussen.

Abgeschlossen Ende Juli 1902.

Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von

Fritz Schaudinn (Rovigno).

Bekanntlich bewohnen auch einige Vertreter der Gruppe der Rhizopoden als Parasiten den menschlichen Körper. Der für die Medizin wichtigste Wurzelfüssler ist die *Amoeba coli* Lösch. Die Streitfrage, ob die unter diesem Speciesnamen zusammengefassten Organismen, die den menschlichen Darmkanal bewohnen, stets nur harmlose Kommensalen sind oder krankheitserregende Eigenschaften besitzen können, ist noch nicht gelöst. Wir wissen nicht einmal, ob die Amöben des gesunden und kranken Darms derselben zoologischen Art angehören; denn die mehr oder weniger grosse Aehnlichkeit, die diese beiden Formengruppen nach der Aussage der bisherigen Untersucher haben sollen, bezieht sich auf die äusserlich ähnlichen beweglichen vegetativen Stadien der Amöben und auch diese sind nur sehr unvollständig untersucht, so dass eine Entscheidung dieser Frage nach den bisherigen Forschungsergebnissen nicht möglich ist. Aufklärung dürfte hier am ehesten das Studium der Fortpflanzung und Entwicklung einerseits der Amöben des gesunden Darms, andererseits der des kranken ergeben. Zeigt sich der Entwicklungszyklus bei beiden Formen gleich, dann ist man zu der Annahme berechtigt, dass im kranken Darm die Parasiten wohl nur nebensächliche Bedeutung haben, jedenfalls nicht die primären Krankheitserreger sind.

Die Kenntniss dieser Entwicklung ist meines Erachtens das erste Postulat der Protozoenforschung; erst nach seiner Erfüllung kann sie im Verein mit der experimentellen Medizin an die Ermittlung pathogener Eigenschaften bei den Amöben mit Erfolg herantreten. Die Idee auf diesem Gebiet mit Reinkulturen wie in der Bakteriologie zu arbeiten ist meiner Meinung nach ebenso unrichtig, wie die Zumuthung, von Bandwürmern, Coccidien, Malariaparasiten oder sonstigen thierischen Parasiten Reinkulturen zu verlangen. Alle diese Organismen sind schmarotzende Thiere, die eng an ihren Wirth in allen ihren Lebenserscheinungen angepasst sind, und nicht vegetirende Pflanzen, die, wenn man ihnen zusagende Nahrung giebt, auch in anderen Medien als in den natürlichen wachsen. Die Wege, welche die Protozoenforschung zu gehen hat, sind, wie ja die neuere Coccidien- und Malariaforschung beweisen kann, andere als die der Bakterienkunde. Hier muss man den Parasiten zunächst auf ihren natürlichen Lebenspfaden Schritt für Schritt folgen, d. h. ihre ganze Entwicklung studiren, bevor man zu den Experimenten über ihre krankheitserregenden Fähigkeiten schreiten kann.

Auf Grund dieser Erwägungen habe ich schon vor acht Jahren Untersuchungen über die Entwicklung der parasitären Rhizopoden des menschlichen Darmkanals begonnen und mit Unterbrechungen bis jetzt fortgeführt.

Es stellte sich bei dem Mangel an genügenden Vorarbeiten bald die Nothwendigkeit heraus, zunächst freilebende Organismen dieser Protozoengruppe zu studiren; denn Anpassungen an den Parasitismus sind oft ohne Kenntniss verwandter freilebender Formen nicht zu verstehen. Ueberdies führte mich die Fäcesuntersuchung zu Formen, die nur vorübergehend den Darm zu bewohnen scheinen und ihre Hauptentwicklung als beschaltete Rhizopoden in der Aussenwelt durchmachen.

Leider waren unsere Kenntnisse über die Fortpflanzung der freilebenden Rhizopoden selbst noch viel zu gering, als dass man sie für vergleichende Studien verwerthen konnte. Besonders galt und gilt dies noch heute für die eigentlichen *Amoebae*, nackte sowohl, als beschaltete. Die einzige sogenannte echte Amöbe (d. h. die man für einen selbstständigen Organismus allgemein hält), von der wir ausser der Theilung etwa Näheres über weitere Entwicklung wissen, ist die bekannte grosse Süsswasserform, *Amoeba proteus*. Hier hat Scheel¹⁾ die Encystirung und multiple Brutbildung entdeckt. Dass man aber auch von dieser Amöbe nur einen Theil ihres Zeugungskreises kennt, geht daraus hervor, dass ich unter den vegetativen, d. h. frei umherkriechenden Stadien dieser Art neben einkernigen oft mehrkernige fand; es ist mir wahrscheinlich geworden, dass ausser der bekannten, sich durch Theilung fortpflanzenden, einkernigen Generation, die am Ende ihres vegetativen Lebens sich encystirt und durch Schizogonie vermehrt, noch eine zweite, mehrkernige existirt, die vielleicht ihr vegetatives Leben mit einer Geschlechtsthätigkeit beendet, wie wir dies von manchen marinen Rhizopoden wissen oder als wahrscheinlich vermuthen (*Trichosphaerium*, *Foraminiferen*, *Radiolarien* etc.). Der Fernerstehende meint — ich habe es oft von Medicinern und selbst Zoologen gehört —, die Amöben des Zoologen wären eine wohlgeordnete und gut charakterisirte Gruppe des Protozoen-Systems. Dies ist leider keineswegs der Fall, vielmehr ist die systematische Kategorie der *Amoebae* ein durchaus künstlicher Nothbehelf, ein Sammeltopf der heterogensten Elemente, aus dem wohl hier und da eine Form, deren Entwicklung man bruchstückweise kennen lernt, herausgenommen wird, in dem aber zur Zeit ein solches Chaos herrscht, dass noch viele Jahre angestrengter Forschung nöthig sein werden, um eine auf natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen basirende Anordnung zu schaffen. Giebt es doch nur wenige Protistengruppen, bei denen nicht schon amöbenähnliche Entwicklungsstadien, trotz unserer geringen Kenntnisse gefunden wären. Je weiter die Protistenkunde fortschreitet, desto mehr verstärkt sich der Verdacht, dass viele der sogenannten Amöben garnicht selbstständige Organismen sind, sondern nur vorübergehende Entwicklungsstadien anderer Protozoen oder Protophyten. — Am wenigsten wahrscheinlich ist diese Annahme jedoch für diejenigen amöbenähnlichen Rhizopoden, welche eine wohlcharakterisirte Schale besitzen und bei denen man fand, dass durch eine eigen-

¹⁾ C. Scheel, Beiträge zur Fortpflanzung der Amöben. In: Festschrift zum 70. Geburtstag von Carl von Kupffer. Jena (Gustav Fischer). 1899 p. 569.

artige Fortpflanzung, welche die Eigenschaften der Theilung und Knospung in sich vereinigt, Individuen hervorgebracht werden, welche dem Mutterthier in allen morphologischen Charakteren ähnlich sind. Es sind dies die Formen, welche man unter dem Namen „*Thecamoebaea*“ zusammengefasst und den nackten Amöben, den „*Gymnamoebaea*“ gegenübergestellt hat. Ich halte es für vortheilhaft, wenn Fortpflanzungsstudien über *Amoebaea* auf diesem, etwas festeren Boden der *Thecamoebaea* beginnen, um von da einen sicheren Ausgangspunkt zu gewinnen.

Für mich selbst boten die vielen mir unverständlichen Vorgänge bei der Foraminiferen-Entwicklung, die ich seit Beginn meiner Protozoen-Arbeiten untersuche, die direkte Veranlassung, auch die Testaceen des Süsswassers zum Vergleich heranzuziehen. Die merkwürdigen Kernverhältnisse, die ich bei den Foraminiferen fand¹⁾, führten mich zu den systematisch nächststehenden Gruppen, um Aufklärung zu suchen.

Als bequemstes Material wählte ich nach längerem Probiren die bekannte Süsswasser-Testacee *Centropyxis*, die sich in Zuchtgläsern auf Diatomeenrasen gut halten liess und jederzeit leicht zu beschaffen war. Diese Untersuchungen, die schon 1896 begonnen wurden, schritten aber auch nur langsam fort, es zeigte sich, dass die Entwicklungsvorgänge hier nicht nur sehr komplizirt sind, sondern auch lange Zeit in Anspruch nehmen. Erst die neuen Ideen R. Hertwig's²⁾ über die Chromidien gaben diesen Forschungen frische Anregung und klärten mir viele nicht verstandene Vorgänge auf, so dass ich jetzt den Entwicklungscyklus dieser Form schliessen konnte. Denselben anregenden Auseinandersetzungen R. Hertwig's über die Chromidien verdanke ich ferner das Verständniss der Kernverhältnisse bei der Foraminifere *Polystomella*. Nachdem ich bei dieser Form vor kurzer Zeit die grosse Lücke im Zeugungskreis, welche die Geschlechtsgvorgänge betraf, ausfüllen konnte, glaube ich meine früheren Beobachtungen über den Dimorphismus dieser Art ebenfalls zu einem geschlossenen Zeugungskreis ergänzen zu können. — Die Beziehungen dieser Studien zu den scheinbar fernliegenden Untersuchungen über die parasitären Rhizopoden des menschlichen Darmkanals wurden, wie schon kurz angedeutet, durch die Entdeckung hergestellt, dass die Dauerstadien eines in abgelegten menschlichen und thierischen Fäces sich entwickelnden beschalten Rhizopoden die Passage durch den Darm des Menschen oder anderer Thiere nöthig haben, um sich zu entwickeln. Dieser Rhizopode ist die schon lange bekannte, von Cienkowsky³⁾ als *Chlamydophrys stercorea*, beschriebene Form. Aus den nach dem Geschlechtsakt entstandenen Dauercysten dieser Art kriechen meist schon im Enddarm des Menschen (oder anderer Thiere)

¹⁾ cf. F. Schaudinn, Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung. In: Biol. Centralbl., v. 14, 1894, 161; — Untersuchungen an Foraminiferen. I. *Calcituba polymorpha* Roboz. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. v. 59, 1895 p. 191. — Ueber den Dimorphismus der Foraminiferen. In: Sitzber. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1895 Nr. 4; — Ueber Plastogamie bei Foraminiferen. Ebenda, 1895 Nr. 10.

²⁾ cf. R. Hertwig, Ueber Encystirung und Kernvermehrung bei *Arcella vulgaris*. In: Festschrift zum 70. Geburtstag von Carl von Kupffer. Jena (Gustav Fischer) 1899. — Ueber physiologische Degeneration bei Protozoen. In: Sitzber. Ges. Morph. u. Physiol. München 1900 Heft 1. — Die Protozoen und die Zelltheorie. In: Archiv f. Protistenkunde, v. 1, 1902 p. 1.

³⁾ cf. Archiv f. mikroskop. Anatomie, v. 12, 1876 p. 39.

amöboide Stadien aus, die sich dann erst in den abgelegten Fäces in den beschalteten Rhizopoden verwandeln und eine komplizierte Entwicklung durchmachen.

Die Differenzierung der im menschlichen Darmkanal gefundenen amöboiden Stadien wurde ausser durch diese *Chlamydomphrys*-Amöbe besonders dadurch erschwert, dass auch gewisse Flagellaten während ihrer Entwicklung amöboid werden. Die in fast jedem Darm vorkommende *Trichomonas intestinalis* verliert nämlich vor der Kopulation¹⁾ ihre Geisseln und ist dann von einer echten Amöbe nicht leicht zu unterscheiden, weil sie auch mit stumpf-lobosen Pseudopodien umherkriecht. Kurz es gab viele Hindernisse bei der Ermittlung des Zeugungskreises der als *Amoeba coli* bezeichneten Amöben.

In dieser vorläufigen Mittheilung will ich nur eine ganz kurze Zusammenfassung der Resultate der hier angedeuteten Untersuchungen geben. Die ausführliche Darstellung, die nicht ohne zahlreiche Abbildungen möglich ist, beansprucht viel Zeit, und doch möchte ich schon jetzt durch die Mittheilung der Hauptresultate auch andere Forscher anregen, auf diesem für die Zoologie wie Medizin gleich wichtigen Gebiet mitzuarbeiten, da zur Lösung der zahlreichen Fragen noch viele Forschungen nothwendig sind. Ich verzichte daher im Folgenden auf die Schilderung aller Einzelheiten, besonders auch der äusserst mannigfaltigen und komplizierten Kern- und Plasmastrukturverhältnisse, die ohne Abbildungen doch unverständlich wären, und ebenso auf die vergleichende Litteraturbesprechung. Beides wird in den ausführlichen Publikationen über diese Themata nachgeholt werden. Ich gebe zunächst die Ergänzungen zu meiner früheren Mittheilung von *Polystomella crispa*, schildere dann den Zeugungskreis von *Centropyxis aculeata*, *Chlamydomphrys stercorea*, der Amöbe des gesunden menschlichen Darms und der des dysenterisch erkrankten.

I. *Polystomella crispa*.

In meiner Publikation über den Dimorphismus der Foraminiferen²⁾ habe ich in Uebereinstimmung mit Lister, der gleichzeitig und unabhängig bei derselben Form zu den gleichen Resultaten kam, für *Polystomella* das Vorhandensein von zwei verschiedenen Generationen nachgewiesen. Ich setze diese Dinge als bekannt voraus, da sie auch in den Lehrbüchern über Protozoen zu finden sind. Die mikrosphärischen Individuen bilden am Ende ihres vegetativen Lebens durch Theilung ihres Plasmas zahlreiche sogenannte Embryonen, d. h. nackte, amöboid bewegliche Plasmaklumpchen (Pseudopodiosporen Lang's). In diesen jungen Thieren ist die Kernsubstanz, wie ich bereits damals nachwies, nicht in einem differenzirten Zellkern vorhanden, sondern sie erfüllt in unregelmässigen Körnchen und Strängen diffus das ganze Plasma. Dieser

¹⁾ Es kopuliren zwei solcher amöboid gewordenen Flagellaten und bilden eine Cyste, die durch einen grossen Reservestoffballen charakterisirt ist. Die beiden Kerne machen je zwei Reductionstheilungen durch, verschmelzen dann und scheiden sich wieder in zwei oder mehr Tochterkerne. Auch *Lambia intestinalis* besitzt eine Kopulation, die mit der Encystirung verbunden ist. Hier legen sich die beiden verschmelzenden Thiere mit ihren saugnapfähnlichen Ausschnitten aneinander und umgeben sich mit einer gemeinsamen Cystenhülle, in der dann die komplizierten Kernveränderungen stattfinden. Anderen Orts werde ich die Geschlechtsgvorgänge dieser beiden Flagellaten eingehend schildern.

²⁾ l. c.

Zustand der Kernsubstanz entspricht vollständig den Chromidien R. Hertwig's¹⁾, die dieser bei Testaceen des Süsswassers und bei anderen Rhizopoden gefunden hat. Diese Chromidialmasse bleibt oft bis zur Bildung der 3. und 4. Kammer in ihrer ursprünglichen Konfiguration bestehen, meist aber wird aus einem Theil der Chromidien schon beim Beginn der Schalenbildung das von mir damals „Prinzipalkern“ genannte Gebilde, welches für die megalosphärische Generation charakteristisch ist, geformt und zwar in ganz ähnlicher Weise, wie dies Hertwig für die Bildung der Sekundärkerne aus dem Chromidialnetz von *Arcella* schildert. In meiner früheren Mittheilung sind diese Vorgänge wörtlich folgendermassen geschildert (p. 95). „Bei den jungen 1- und 2-kammerigen Embryonen findet man noch dieselben Kernverhältnisse, wie beim Mutterthier, d. h. das Protoplasma ist mit unregelmässigen Brocken von färbbarer Kernsubstanz erfüllt. Beim weiteren Wachsthum wird nun ein Theil der Chromatinstücke zu einem grösseren Ballen vereinigt, der allmählich sich ganz zu einem soliden Klumpen zusammenzieht. Dieser Klumpen von Kernsubstanz entwickelt sich zu dem Kern der megalosphärischen Generation, der schon lange bekannt ist, doch wird, soweit meine Beobachtung reicht, niemals alles Chromatin zum Bau dieses Kernes verwendet, sondern ein Theil bleibt vertheilt im Plasma.“ Sobald der Prinzipalkern gebildet ist, stimmen die Kernverhältnisse der megalosphärischen Individuen vollkommen mit den von Hertwig entdeckten der Süsswasser-Testaceen überein. Das heisst, das Plasma enthält ausser dem Kern das Chromidium, das auch weiter wächst und sich vermehrt.

Leider hat R. Hertwig diese von mir schon viel früher klar geschilderten Kernverhältnisse von *Polystomella*, die geradezu zu einem Vergleich mit den von ihm gefundenen Vorgängen bei den Süsswasser-Testaceen herausfordern, garnicht erwähnt, obwohl sie sehr zur Stütze seiner Befunde dienen konnten. Versäumt habe ich 1895 nur der extranuclearen Kernsubstanz einen besonderen Namen zu geben, ich bezeichnete nur den differenzirten Kern als „Prinzipalkern“. R. Hertwig hat das von mir versäumte jetzt nachgeholt und den Namen „Chromidien“ und „Chromidialnetz“ dafür eingeführt.

Was geschieht nun mit den Chromidien von *Polystomella* weiter? Während des Wachstums werden sie konstant vermehrt, theils aus sich selbst, theils durch Abgabe von Chromatin und Platin seitens des Prinzipalkerns. Besonders lebhaft wird diese Vermehrung gegen das Ende des vegetativen Lebens oder auch wenn man das Wachsthum durch Hungerperioden unterbricht²⁾. Am Ende des Wachstums ist das ganze Plasma dicht mit Chromidien erfüllt, während der Prinzipalkern ganz degenerirt und zerfällt. Aus den Chromidien bilden sich schliesslich unzählige kleine bläschenförmige Kerne, die das ganze Plasma der Foraminifere dicht erfüllen. Jeder dieser Kerne umgiebt sich mit einer kleinen Zone dichten Plasmas und theilt sich auf mitotische Weise in zwei; darauf wiederholen diese Tochterkerne die Theilung, sodass also die aus dem

¹⁾ l. c.

²⁾ Ich kann in Bezug auf die experimentelle Hervorbringung von Kernmonstrositäten vollständig die Befunde R. Hertwig's bei *Actinosphaerium* bestätigen; diese äusserst interessanten Verhältnisse werde ich aber erst in meiner ausführlichen Arbeit genauer schildern.

Chromidium gebildeten Sekundärkerne auf je vier vermehrt sind. Diese Entdeckung ist gegenüber meinen alten Beobachtungen neu. Damals konnte ich ebenso wie Lister nur feststellen, dass alle Kerne sich mitotisch theilten, weil es mir nicht gelungen war die Vorgänge im Leben zu sehen. Das habe ich jetzt in folgender Weise ausführen können: Mit dem Eintreten der kalten Jahreszeit merkte ich, dass viele grosse Polystomellen eines Kulturglases nahe daran waren die Flagellosporen zu bilden, d. h. die meisten Individuen, die ich fixirte und färbte, zeigten schon die vollständige Erfüllung mit Chromidien, andere hatten sogar schon die Sporenkerne gebildet. Ich fing nun auf gut Glück eine grössere Anzahl heraus und quetschte unter dem Deckglas das Plasma durch Zerbrehen der Schale heraus. Bei den Individuen, die schon die Sporenkerne gebildet hatten, starben die Plasmaklümpchen nicht ab, vielmehr entwickelten sich die Sporen ganz normal und schwärmten auseinander. So konnte ich an den mit Immersion recht gut sichtbaren bläschenförmigen Kernen nicht nur die zweimalige Theilung verfolgen, die sehr schnell abläuft, sondern auch die Kopulation der Schwärmer wiederholt direkt beobachten. Dass mir dies nicht früher gelungen war, obwohl ich schon so oft die Schwärmerbildung beobachtet hatte, liegt daran, dass nur die aus verschiedenen Individuen stammenden Schwärmer kopuliren. Ich machte es jetzt wie bei den Befruchtungsexperimenten mit Seeigelleiern, d. h. ich zerdrückte eine grosse Anzahl grosser Polystomellen in Seewasser, sog alles ausgedrückte Plasma mit einer Kapillare auf, verrührte es auf dem Deckglas einer feuchten Kammer und hatte dann die Freude zahlreiche Kopulationen zu beobachten. Die Schwärmer haben, wie schon früher mitgetheilt, zwei Geisseln und zeigen eine ähnliche wackelnde Bewegung, wie die von *Hyalopus*, die ich eingehend geschildert habe; je zwei kopuliren und werfen die Geisseln ab, wie bei *Trichosphaerium*. Die Karyogamie erfolgt sehr langsam (5—6 Stunden), sobald sie beendet ist, theilt sich der Kern der Kopula bald auf direkte Weise in zwei, und es beginnt das typische Wachsthum unter Ausbildung der Schale. Ich habe in der feuchten Kammer die jungen mikrosphärischen Individuen bis zu fünfkammerigen Stadien gezogen, dann starben sie immer ab, wohl aus Nahrungsmangel. Der Kern hatte sich meist schon wiederholt getheilt.

An diese kleinen vielkernigen mikrosphärischen Individuen lassen sich die jüngsten in meiner früheren Publikation geschilderten mehrkammerigen Stadien dieser Generation direkt ausschliessen, sodass nunmehr der Zeugungskreis von *Polystomella* geschlossen ist.

Nach meiner früheren Schilderung vermehren sich die Kerne während des Wachsthums der mikrosphärischen Individuen auf direkte Weise weiter, ich habe den damaligen Auseinandersetzungen nichts Wesentliches hinzuzufügen. Die grössten peripheren Kerne beginnen dann bald durch Zerfall Chromidien zu bilden. Während des Weiterwachsens schreitet die Chromidienbildung immer mehr zu den Kernen der zentralen Kammern fort, sodass am Ende des vegetativen Daseins kein einziger differenzirter Kern mehr existirt, sondern nur Chromidialkörner, Stränge und Netze das ganze Plasma erfüllen. Sobald dieser Zustand erreicht ist, fliesst das Plasma aus der Schale heraus und bildet die Pseudopodiosporen (Lang) der megalosphärischen Generation, von denen wir ausgingen.

Was stellen hiernach die Chromidien dar? Die Substanz der Geschlechtskerne. Was ist der Prinzipalkern? Der vegetative Kern. Er entspricht dem Macronucleus der Infusorien, er geht beim Beginn der Geschlechtsthätigkeit zu Grunde. Die Chromidien entsprechen den in der Ein- oder Mehrzahl vorhandenen Geschlechtskernen oder Mikronuclei der Infusorien. Der Unterschied besteht nur darin, dass wegen der Verknüpfung der Brutbildung mit den Kopulationsvorgängen die Geschlechtskernsubstanz bei *Polystomella* in viel grösseren Quantitäten vorhanden ist, als bei den Infusorien. Die weitere Ausführung dieser Homologisirung, die sich auf Grund der geschilderten Vorgänge wohl jedem aufdrängen wird, muss ich auf die ausführliche Arbeit verschieben.

II. *Centropyxis aculeata*.

Dieser Rhizopode ist einer der bekanntesten Vertreter unserer Süsswasserfauna, man vermisst seine zierliche Schale kaum in einem Tümpel oder Teich. Bezüglich seiner Gestalt und des Baues seiner Schale verweise ich auf die bekannten Lehrbücher. Die Kernverhältnisse des vegetativen Stadiums sind zuerst von R. Hertwig¹⁾ richtig geschildert. Ich kann sie nur bestätigen. Der grosse, schon am lebenden Thier sehr deutlich erkennbare Kern liegt stets im Hinterende der beutelförmigen, auf der Mündungs- und zugleich Kriechseite abgeflachten Schale. Er ist korbartig umgeben von dem durch Hertwig entdeckten und genauer geschilderten Chromidialnetz. Dieser Autor entwirft folgendes zutreffende Bild dieser Verhältnisse: „Bei *Echinopyxis* (= *Centropyxis*) erzeugt das Chromatinnetz (= Chromidialnetz) eine ziemlich ansehnliche Schicht dicht unter der konvexen Oberfläche des hinteren Abschnittes des Gehäuses zum grössten Theil ausfüllenden Protoplasmakörpers. Das Chromatinnetz besitzt dementsprechend die Anordnung einer tiefen stark gewölbten Schale. Am Grund dieser Schale liegt der Kern, und zwar ähnlich den bei *Arcella* beschriebenen Verhältnissen in einer nischenförmigen Ausbuchtung. Auf dem optischen Durchschnitt bekommt man daher das Bild einer Sichel, in deren Konkavität der Kern liegt. Sehr häufig vereinigen sich die Enden der Sichel untereinander, so dass das Chromatin (Chromidialnetz) einen Ring bildet. Ein inniger Kontakt zwischen Kern und Chromatinschale schien mir nicht vorhanden zu sein, vielmehr erschienen mir beide durch einen Zwischenraum getrennt. Die Wandungen der Chromatinschale sind stellenweise durch Oeffnungen unterbrochen. Dieselben sind zumeist klein und finden sich nur in der Nachbarschaft des Schalenrandes. Vergrössern sie sich, so löst sich die Chromatinmasse in netzförmig anastomosirende Stränge auf. Ferner können von der Konkavität der Chromatinschale kleine, in das Protoplasma vorspringende Höcker ausgehen. Auf Ablösung solcher Höcker führe ich es zurück, dass öfters im Protoplasma rundliche Chromatinbrocken lagern.“ Ich habe die vortreffliche Schilderung Hertwig's einfach hierher gesetzt, weil ich selbst nicht eine bessere Beschreibung liefern könnte. Ich füge nur noch hinzu, dass die Chromidialmasse einen fein alveolären Bau besitzt und dass sie auch am lebenden Thier gut von dem übrigen Plasma und dem Kern zu unterscheiden ist.

¹⁾ cf. l. c. Festschrift für Kupffer. 1899, p. 370.

Während der hintere Theil der Schale von dem Kern, der ihn umgebenden Chromidialmasse und wenig hyalinem Plasma eingenommen wird, ist der vordere mit allerlei Inhaltskörpern erfüllt. Das mehr oder weniger grob-vacuoläre Plasma schliesst zahlreiche aufgenommene Nahrungskörper ein; an der Grenze gegen den Chromidialtheil häufen sich ferner meist die krystallinischen Exkretkörner, hier treten auch vor der Knospungstheilung zuerst die Kittsubstanztröpfchen für die Tochterchale auf. Ausserdem finden sich hier die in der Ein- bis Mehrzahl (je nach Grösse der Thiere) zu beobachtenden pulsirenden Vakuolen.

Die Vermehrung dieser vegetativen Stadien erfolgt in ähnlicher Weise, wie bei anderen Testaceen, z. B. *Euglypha* durch die eigenthümliche, die Eigenschaften der Knospung und Theilung vereinigende Fortpflanzungsart, die ich in Ermangelung einer passenderen Bezeichnung vorläufig „Knospungs-Theilung“ nennen will und bei der ein der Mutter ähnliches Tochterindividuum an der Mündung der Mutterschale entsteht.

Thiere, welche sich zu diesem Vorgang anschicken, sind leicht daran zu erkennen, dass sie das Baumaterial für die Tochterchale im vorderen Theil ihres Körpers dicht gedrängt aufgespeichert haben. Dieses Baumaterial, das aus allerlei Fremdkörpern, kleinen Kieselstückchen, Diatomeenpanzern etc. besteht, verleiht bei seiner dichten Lagerung diesen Stadien ein so charakteristisches Aussehen, dass man sie schon bei schwacher Vergrösserung als Fortpflanzungs-Kandidaten erkennen und isoliren kann.

Der Knospungsvorgang beginnt damit, dass das Plasma unter starker Flüssigkeitsaufnahme aus der Mündung der Schale herausquillt und sogleich die für das Mutterthier charakteristische Gestalt, nur in umgekehrter Lagerung, annimmt. Hierbei zieht sich der in der Schale verbleibende Theil des Plasmas, der den Kern und das Chromidium enthält, vom Hintergrunde und der Schalenwand allseitig zurück und berührt letztere nur an der Mündung; die Mutterschale ist hierdurch zur Hälfte leer geworden. Bei der lebhaften Plasmaströmung werden von dem Chromidium kleinere und grössere Partikel losgetrennt und in dem herausgequollenen Theil des Weichkörpers zerstreut. Die Baumaterialien und Kittsubstanztröpfchen werden ebenfalls vertheilt und ihr Anfangs dichtes Gefüge stark aufgelockert. Allmählich sammeln sie sich auf der Oberfläche des herausgequollenen Plasmakörpers an; die Fremdkörper ordnen sich in einer Lage und werden mit der Kittsubstanz zu einer der Mutterschale ähnlichen Hülle verklebt. Auch die charakteristischen Stacheln am Hinterende werden durch Abscheidung von Schalensubstanz auf der Oberfläche von Pseudopodien-ähnlichen Plasmafortsätzen sofort gebildet. Der in der Mutterschale zurückgebliebene Plasmappropf hat sich immer mehr verdichtet, die Chromidialmasse umgiebt als dicke Hohlkugel den noch im Ruhestadium befindlichen Kern. Erst nachdem die Tochterchale ganz fertiggestellt ist und das in derselben befindliche Plasma sich von der neuen Schalenwand zurückgezogen hat, tritt eine Vergrösserung des Plasmappropfs in der Mutterschale ein, er zieht sich wieder mehr in die alte Schale zurück; jetzt erst beginnen die Kernveränderungen, die zur Theilung führen. Der ruhende Kern besitzt eine recht mannigfaltige Struktur, auf deren Veränderungen während des vegetativen Lebens ich hier

nicht näher eingehen will. Vor der Theilung ist meist das Kernnetz von kleinen Nucleolen, die aus Platin und Chromatin bestehen, gleichmässig und dicht erfüllt. Bei der Auflockerung des dichten Plasmapfropfs nach Ausbildung der Tochterschale nimmt auch der Kern viel Flüssigkeit auf, er vergrössert sich um das Doppelte, die Nucleolen verschwinden, es werden äusserst feine Chromosomen gebildet; die Ausbildung einer tonnenförmigen Spindel mit Polkappen erfolgt nun in ähnlicher Weise wie bei *Euglypha*; die Anordnung der Chromosomen zu einer Aequatorialplatte, ihre Theilung und das Auseinanderrücken der Tochterplatten bietet nichts besonders abweichendes, sodass ich die ausführliche Schilderung in dieser Mittheilung übergehe. Ebenso wie der Kern lockert sich auch die Chromidialmasse stark auf und zerfällt in immer kleinere Fetzen und Brocken, die allmählich während der Kerntheilungsvorgänge durch das ganze Plasma vertheilt werden. Wenn die Tochterkerne auseinanderrücken, steigert sich die Plasmaströmung zwischen den an der Mündung der beiden Schalen zusammenhängenden und hier hantelförmig eingeschnürten Plasmahälften so stark, dass die Chromidien ganz fein vertheilt werden und gleichmässig beide Plasmahälften als faserig-körnige Massen durchsetzen¹⁾. Während dieser Strömungen findet ein Ausgleich der Plasmamengen in beiden Schalen statt; der eine Kern rückt in die Tochterschale, in der er bald seine Lage im Fundus des Gehäuses einnimmt; ebenso begiebt sich der Kern in der Mutterschale an die entsprechende Stelle. Die Chromidien, die durch das ganze Plasma gleichmässig vertheilt waren, sammeln sich um die beiden Kerne in gleichen Massen an, indem sie sich aus dem übrigen Plasma zurückziehen, und vereinigen sich zu den korbartig durchbrochenen die Kerne umhüllenden Schalen. Die Plasmaleiber trennen sich an den aufeinander gepressten Mündungen, und die Thiere rücken auseinander in dem Zustande, von dem wir ausgingen.

Zahlreiche Messungen der Gehäuse in Theilung befindlicher Doppelthiere haben mir bewiesen, dass die Tochterschale grösser angelegt wird als die Mutterschale. Bei diesen mit fester, nicht ausdehnungsfähiger Schale versehenen Organismen ist das Schalenwachsthum periodisch und nur an die Theilung geknüpft. Da die Plasmamenge in der grossen Schale der Tochter aber nur die Hälfte der des Mutterthieres ist, kann sie recht lange wachsen, bis ihr die Schale zu eng wird und eine neue Theilung nothwendig ist. Dies erklärt, dass man verhältnissmässig selten die Vermehrungsstadien findet. In reich genährten Kulturen, bei denen z. B. im Quadratcentimeter nicht weniger als 1376 Individuen gezählt wurden, fanden sich nur 16 Thiere in Theilung. Eben aus der Tochterschale hervorgegangene isolirte Tochterthiere

¹⁾ Dieses Stadium bildet R. Hertwig (Festschrift f. Kupffer, l. c. Taf. 39 Fig. 12) ab; die Tochterkerne hat er nicht gefunden und glaubt, dass sie ganz aufgelöst sind. Dies ist nicht der Fall. Die im Leben deutlich als Blasen erkennbaren Tochterkerne sind sehr reich an Flüssigkeit, aber arm an Chromatin. Bei ungenügender Konservirung wird die Kernblase oft zerstört und das feinkörnige Chromatin zu einem Klumpen zusammengeschoben, der dann von den gröberen Chromidien oft nicht leicht zu unterscheiden ist. Aber vorhanden sind die Kerne stets, wie die zahlreichen Theilungsstadien, die ich besitze, beweisen. Die von einem Schüler Hertwig's mit Eisenhaematoxylin gemachte Bestätigung der Befunde seines Lehrers an vielen Stadien ist mir räthselhaft geblieben. In meinen Eisenhaematoxylinschnitten nach Sublimat-Alkohol-Fixirung sind die Kerne in allen Theilungsstadien deutlich.

brauchten bei reicher Nahrung 4—18 Tage, bis sie wieder zur Theilung schritten. Die Kultur eines Individuums auf einem üppigen Diatomeenrasen ergab nach 3 Monaten 87 Individuen. Die genauen Protokolle über diese und zahlreiche ähnliche statistische Untersuchungen werde ich in meiner ausführlichen Arbeit geben.

Wie bei anderen Testaceen findet man auch bei *Centropyxis* häufig 2 und mehr Thiere mit ihren Mündungen aneinander gelagert in plasmogamischer Verbindung, am häufigsten tritt dieser Vorgang in älteren Kulturen auf, in denen zahlreiche Individuen auf engem Raume aber bei reichlicher Nahrung zusammen leben. Besonderes Interesse beanspruchen nun die Theilungen solcher plasmogamisch vereinigter Thiere, die zu einer Fülle von Monstrositäten und Doppelbildungen führen. Ich will hier nur wenige Beispiele erwähnen, die mir besonders wichtig erscheinen¹⁾. 1) Zwei plasmogamisch verbundene Thiere schritten gleichzeitig zur Knospung, ohne ihre Verbindung aufzugeben, sie produzierten gemeinsam eine Tochterschale, die aber noch durch den Besitz eines doppelten Fundus und zweier Kerne mit zwei Chromidialnetzen ihre Entstehung aus 2 Mutterthieren kundgab. Die Kerntheilung erfolgte hierbei in beiden Mutterthieren gleichzeitig. Dieses zweikernige Monstrum bildete nach längerer Zeit eine Tochterschale, die ganz normal aussah, nur ebensoviel Stacheln als die Grossmütter zusammen besass, während die Mutter 1 weniger aufwies. Die Kerne waren getrennt geblieben und hatten sich synchron getheilt; also ein zweikerniges Individuum produzierte wieder ein zweikerniges. In ähnlicher Weise wurde die Entstehung eines 3kernigen Monstrums aus 3 plasmogamisch verbundenen Mutterthieren verfolgt. — 2) Zwei plasmogamisch verbundene Thiere produzierten gemeinsam ein Tochterthier mit normal geformter Schale aber doppelter Stachelzahl. Es blieb mehrere Stunden zweikernig, dann näherten sich die Kerne, die Chromidialmassen mischten sich, die Kerne legten sich aneinander und vorschmolzen vollständig zu einem vom gewöhnlichen Typus nicht abweichenden Kern. Nach 7 Tagen trat einfache normale Knospung ein. Wir werden sehen, dass diese häufig beobachtete Kernverschmelzung ebensowenig wie die Plasmogamie etwas mit der Befruchtung zu thun hat. Wenn man also Befruchtung nur als Verschmelzung zweier Kerne und Plasmakörper definirt, so scheint der geschilderte Vorgang darauf hinzuweisen, dass diese Definition nicht das Wesentliche des Prozesses bezeichnet²⁾. — 3) Von zwei plasmogamisch verbundenen Thieren schickt sich nur eines zur Knospung an, der Kern des anderen bleibt in Ruhe, doch verbraucht das erstere bei der Bildung des Tochterthieres das ganze Plasma des anderen bis auf den Kern und die Chromidialmasse, die am Hinterende der im Uebrigen entleerten Schale zurückbleibt und zu Grunde geht.

Diese 3 Haupttypen sind nun durch mancherlei Uebergänge verbunden, auf die ich hier aber nicht eingehen kann.

Ganz andersartige Monstrositäten, verwachsene Thiere mit 2 oder 3 Mündungen

¹⁾ Auf die zahlreichen bisherigen Forschungen über dieses Kapitel, namentlich die vielen Beobachtungen und interessanten Auseinandersetzungen in den Schriften L. Rhumbler's kann ich erst in meiner ausführlichen Arbeit eingehen.

²⁾ Vgl. den interessanten Vortrag R. Hertwig's, Ueber Wesen und Bedeutung der Befruchtung in: Sitzber. math.-phys. Cl. Acad. München v. 32. 1902. Heft 1.

und 2—3 Kernen, oder auch mit 2 Mündungen und einem Kern entstehen dadurch, dass zwei gleichzeitig knospende Thiere so nahe zusammen liegen, dass sie nicht ausweichen können (z. B. in einem Algenfilz) und die Knospen mit den Hinter- oder Seitentheilen zur Verschmelzung gelangen. Wie schon erwähnt, können auch hierbei Kernverschmelzungen vorkommen. Die Zahl der Variationen dieser Vorgänge ist ebenso gross wie bei den vorhergehenden.

Wenn die Lebensbedingungen für diese Rhizopoden schlecht werden (Austrocknung, Nahrungsmangel), besitzen sie die Fähigkeit sich zu encystiren und in diesem Zustande längere Zeit auszuharren. Oft kann man übrigens für die Encystirung keine äusseren Ursachen ausfindig machen, es scheinen also auch innere, uns unbekannte Gründe diesen Zustand herbeiführen zu können. Bei der Encystirung entledigt sich der Weichkörper aller überflüssigen Inhaltsgebilde (Nahrungsstoffe, Fäces, Exkrete, Wasser etc.), kontrahirt sich im Fundus der Schale zu einer Kugel und umgibt sich mit einer Cystenhülle. Das Chromidium mischt sich bei dieser Kontraktion so innig mit dem spärlichen wasserarmen Plasma, dass es nur auf Schnitten als homogene dunkel gefärbte Zone um den Kern nachgewiesen werden kann. Nach dem Ausschlüpfen aus der Cyste nimmt das Plasma viel Wasser auf und füllt bald wieder die Schale aus, das Chromidium nimmt dann wieder seine alte Konfiguration an. Die Cystenhülle wird vollständig gelöst. Eine Auswanderung des Cysteninhalts aus der Schale habe ich niemals beobachtet, wie ich überhaupt im Laufe meiner ganzen Untersuchungen niemals einen Anhaltspunkt für das Vorkommen eines von manchen vermutheten sogen. Häutungsprozesses gefunden habe.

Wir haben erfahren, dass die bei der Knospung entstehenden Tochterthiere immer eine grössere Schale besitzen als die Mutterthiere, haben ferner gesehen, dass die Tochterthiere sich wieder durch Knospung fortpflanzen. Es erhob sich nun die Frage, ob auch die Mutterthiere, die sich einmal fortgepflanzt haben, noch ein zweites Mal im Stande sind, dieses zu thun. Ich habe sehr viele derartige Thiere isolirt, aber niemals ist es mir gelungen, trotz reichlicher Fütterung, sie zur Fortpflanzung zu bringen. Ich hege daher die Vermuthung, dass jedes Individuum nur einmal den Theilungsprozess durchmacht. Hierfür spricht auch der Umstand, dass in ganz alten (2—3jährigen) Kulturen fast nur noch die grössten Thiere mit Plasma gefüllt sind (und daneben viele ganz kleine, das hat aber später zu erörternde Ursachen). Man findet ausserdem Schalen in allen Grössen, aber meist leer. Die Grössendifferenzen der Schalen sind ganz bedeutende, die kleinsten messen ca. 0,04 mm, die grössten 0,25 mm.

Nachdem die Thiere ihre Maximalgrösse erreicht haben, verlieren sie die Fähigkeit, sich durch Theilung fortzupflanzen, es beginnen jetzt andere Vorgänge, die zur Bildung einer zweiten, anders gestalteten Generation führen. In diesen Riesenthieren fängt der Kern an, Degenerationserscheinungen zu zeigen. Es treten grosse Vakuolen in dem sonst dichten Kernnetz auf, die Nucleolen fliessen zu grösseren Klumpen zusammen, die Kernmembran bläht sich an einzelnen Stellen auf. Das Chromidialnetz hingegen ist sehr viel ausgedehnter geworden. Die Chromidien, die bei jüngeren Thieren nur den hinteren Theil der Schale einnehmen, haben sich so

vermehrt, dass sie bis in die vordersten über der Mündung gelegenen Plasmatheile sich ausbreiten; die Pseudopodien sind meist eingezogen. In gefärbtem Zustande nimmt das gesammte Plasma, wegen der dicht darin vertheilten Chromidien, eine ganz dunkle Kernfärbung an.

Dann beginnt ein Vorgang, der lebhaft an die Embryonenbildung von *Polystomella* erinnert. Das Plasma fliesst unter lebhafter amöboider Bewegung durch die Mündung aus der Schale. Nur ein kleiner Theil des Weichkörpers (etwa $\frac{1}{4}$) mit dem degenerirten Kern und dicht zusammengebackenen Chromidialsträngen bleibt in der Schale zurück und geht zu Grunde. Zuweilen wird dieser absterbende Theil auch von dem herausströmenden Plasma mitgerissen und erst ausserhalb der nun ganz leeren Schale abgestossen. Das herausgeflossene, in strömender Bewegung befindliche Plasma kriecht wie eine Amöbe mit stumpfen Pseudopodien langsam umher. Wenn man es fixirt und färbt, zeigt es genau dieselben Kernverhältnisse, wie das *Polystomella*-Plasma nach Austritt aus der Schale oder vor der Schwärmerbildung, es ist dicht mit Chromidialsträngen, Körnern und Brocken erfüllt, die ganz gleichmässig vertheilt erscheinen. Diese Plasmamasse zerfällt nun allmählich in mehr oder weniger zahlreiche, kuglige Theilstücke, 20—50 habe ich gezählt. Diese kriechen als kleine Amöben auseinander und bilden sich zu beschalteten Individuen einer zweiten Generation von *Centropyxis* um, die ganz anders aussieht als die erste. Jede kleine Amöbe besitzt anfangs keinen differenzirten Kern sondern nur einige Chromidien. Aus den letzteren wird dann durch Konzentration ein bläschenförmiger Kern gebildet, der ganz anderen Bau besitzt als der Kern der anderen Generation. Er hat nämlich wie die *Arcella*-Kerne ein grosses zentrales aus Plastin und Chromatin gebildetes Karyosom, das von einer hellen alveolären Zone umgeben ist. In den Knotenpunkten des optisch als Netzwerk erscheinenden Alveolensystems liegen feine färbbare Körnchen; dieselben scheinen an der Kernmembran dichter gedrängt. Die Entstehung dieser Kerne aus den Chromidialsträngen entspricht ganz den Vorgängen, die R. Hertwig für die Bildung der Sekundärkerne bei *Arcella*¹⁾ beschrieben und abgebildet hat, nur mit dem Unterschied, dass bei *Centropyxis* die gesammten Chromidien bei diesem Prozess verbraucht werden, wenigstens ist von denselben nach der vollständigen Ausbildung des Kernes keine Spur mehr nachzuweisen.

Während dieser Kernrekonstruktion kriecht die Amöbe umher und nimmt allerlei Fremdkörper in das Plasma auf, aus denen sie dann in einer längeren Ruhepause, während der sie sich halbkugelig abrundet, auf ihrer Oberfläche eine Schale baut, die in ihrem feineren Bau (Kittsubstanz-Struktur) ganz mit der Schale der ersten Generation übereinstimmt. Nur die Gestalt der Schale ist eine ganz andere. Die Kriechseite wird von einer weiten mit nur wenig eingebogenem Rand versehenen Mündung, die der Basis der Halbkugel entspricht, gebildet. Die grosse Mündung liegt also zentral; die Schale ist radiärsymmetrisch, nicht bilateral gebaut, wie die der ersten Generation.

Während bei manchen Bruten sich die Ausbildung der kleinen beschalteten Organismen in der beschriebenen Weise abspielt, findet man andere, bei denen die durch Zerfall des Plasmas entstandenen Amöben noch eine komplizirtere Entwicklung

¹⁾ l. c.

durchmachen, bevor sie sich eine Schale bauen. Sie vermehren sich nämlich auf die Zahl von je vier Individuen und sind dann entsprechend kleiner als die Sorte, welche sich direkt mit einer Schale umgiebt. Nachdem sich bei dieser zweiten Sorte von Amöben der Kern aus den Chromidien gebildet hat, theilt er sich zweimal hintereinander mit Hilfe des Karyosoms durch eine primitive Mitose, die ich hier nicht näher schildern will. Sie erinnert aber lebhaft an die Kerntheilungsmodi einiger Coccidien. Das vierkernige Plasmaklumpchen zerfällt in 4 einkernige Zellen. Erst diese kriechen auseinander und bauen sich eine ähnliche Schale wie die grossen Individuen, die ich vorher geschildert habe.

Während die grossen Formen sich zu Makrogameten entwickeln, stellen die kleinen Mikrogameten dar, welche die ersteren aufsuchen, um mit ihnen zu kopulieren. Die Makrogameten verwenden die aufgenommene Nahrung zur Anlage von feinkörnigen Reservestoffen, ihr Plasma wird dichter; sie unterscheiden sich, abgesehen von der Grösse, dadurch auch von den Mikrogameten, deren Weichkörper ganz hell und homogen bleibt. Wenn man nun eine Kultur von Makrogameten mit einer solchen von Mikrogameten in einem Tropfen der feuchten Kammer zusammenbringt, so finden in einigen Stunden fast alle Mikrogameten einen Makrogameten. Je einer legt sich mit seiner Mündung an die Mündung eines Makrogameten, die Plasmaleiber verschmelzen, die beiden Kerne auch; der gewöhnlich in den aufeinander gepressten Mündungen steckende und in beide Schalen hineinragende einheitliche Plasmakörper rundet sich kugelig oder oval ab und scheidet, indem er sich bedeutend verkleinert, zuerst eine gallertige, dann eine feste dicke Cystenhülle ab. In diesem Zustande verharret die Kopula kürzere oder längere Zeit (mehrere Tage oder Wochen bis Monate). Dann kriecht nach Platzen der Hülle der Inhalt als kleine Amöbe heraus. Der Kern besitzt noch den ähnlichen Bau, wie nach der Kopulation, nur ist das Karyosom bedeutend kleiner geworden, während sich die achromatische Zone um dasselbe erweitert und mit mehr nukleolenartigen Körnchen erfüllt hat. Anfangs sind noch Reservestoffe im Plasma vorhanden, diese werden aber unter Vergrösserung der Amöbe bald resorbirt. Während das Karyosom immer kleiner wird, dehnt sich der Kern mehr aus, in den Knotenpunkten des achromatischen Netzwerks werden die gefärbten Körnchen grösser; so verwandelt sich der Kern unter Auflösung des Karyosoms in den gewöhnlichen, dicht mit Nukleolen durchsetzten Kern des vegetativen Stadiums. Während dieser Vorgänge treten in der Nähe des Kerns auch die färbbaren Körnchen und Stränge auf. Es war mir nicht möglich sicher zu entscheiden, ob sie vom Kern abstammen oder nur diffus im Plasma vertheilt waren und nun durch Konzentration deutlicher werden. Nach einiger Zeit des Umherkriechens bildet die Amöbe aus aufgenommenen Fremdkörpern eine typische *Centropyxis-Schale*, das Chromidialnetz wird immer deutlicher, der Kern nimmt seine charakteristische Lage ein, und das junge Thier unterscheidet sich abgesehen von seiner winzigen Grösse in Nichts von den eingangs geschilderten vegetativen Stadien dieses Rhizopoden. Ich erwähnte vorher, dass man in gewissen alten sich selbst überlassenen *Centropyxis* Kulturen oft nur ganz grosse Stadien und ganz kleine lebend findet. Während die ersteren Thiere sind, die am Ende ihres vegetativen Zustandes stehen, befinden sich die kleinen am Anfang. Jene werden bald die Geschlechts-

generation bilden, diese sind aus einer solchen vor Kurzem hervorgegangen. Der Zeugungskreis von *Centropyxis* ist geschlossen. Er stellt einen Cyklus zweier verschiedener Generationen dar, die durch die Befruchtung vereinigt sind, es ist ein echter Generationswechsel wie bei *Polystomella*, *Trichosphaerium*, Coccidien, Haemosporeidien u. s. w.

Was ist das Chromidium? Die durch die ganze ungeschlechtliche Generation mit fortgepflanzte Substanz der Geschlechtskerne; also dasselbe Resultat wie bei *Polystomella*. Der Kern der vegetativen Generation entspricht dem Prinzipalkern, er geht bei der Bildung der Gameten zu Grunde. Die weitere Homologisierung der Kernverhältnisse bereitet hiernach keine Schwierigkeiten, die genauere Ausführung dieser theoretischen Erwägungen muss ich aber auf die ausführliche Arbeit zurückstellen.

III. *Chlamydophrys stercorea* Cienkowsky.

Cienkowsky¹⁾ hat diesen zierlichen, mit einer weichen, glashellen Schale bedeckten Wurzelfüssler in thierischen Fäces gefunden. Er gehört zur Gruppe der durch spitze, fadenförmige Pseudopodien ausgezeichneten Rhizopoden, von denen eine Anzahl nahe verwandter Formen (*Platoun*, *Lecythium*, *Pamphagus*, *Mikrogromia* etc.) aus dem Süßwasser und dem Meer bekannt ist. Wie die meisten Filosa, sind auch diese Gattungen sehr wenig genau untersucht, wir kennen fast nur die vegetativen Stadien und meist auch diese nur nach kurzen Beschreibungen des lebenden Thieres. Am genauesten ist meines Wissens neben *Mikrogromia* (Hertwig und Lesser) unsere Form und zwar durch Cienkowsky bekannt geworden; die Beobachtungen dieses Forschers kann ich im Wesentlichen bestätigen. Ich fand diesen Organismus nicht nur in verschiedenen thierischen Fäces (Kuhmist, Kaninchen-, Mäuse-, Eidechsen-Fäces), sondern auch im frisch abgelegten menschlichen Koth so häufig, dass ich ihn für weit verbreitet halten muss²⁾. Die künstlich herbeigeführte Infektion meines eigenen Darminhalts mit den Dauerstadien lieferte mir das Hauptmaterial meiner Untersuchung.

Der Plasmaleib von *Chlamydophrys* zeigt eine ähnliche zonale Gliederung wie bei *Euglypha* und *Centropyxis*; die hintere Hälfte der beutelförmigen Schale enthält den Zellkern, umgeben von der Chromidialmasse, die hier sehr fein und dicht strukturiert und schärfer als bei *Centropyxis* gegen das übrige Plasma abgesondert ist; sie umhüllt den Kern ringsum, erscheint am lebenden Thier ganz hyalin aber stärker lichtbrechend als alles übrige. Im fixierten Objekt nimmt sie mit Chromatinfarbstoffen eine tief dunkle Färbung an. Die Abgrenzung gegen den vorderen, der Nahrungsaufnahme und Verdauung dienenden Theil des Plasmas, bildet eine Zone, in der die Exkrete, Schalensubstanzenanlagen für die Tochterthiere und pulsirenden Vakuolen (eine bis mehrere) liegen; diese Zone grenzt vermöge der starklichtbrechenden Exkretkörner den Kerntheil von dem nutritiven Plasma so scharf ab, wie man es nur bei wenigen anderen Arten sieht. Das vordere Plasma enthält die Nahrungsvakuolen mit

¹⁾ l. c.

²⁾ Möglich ist es aber auch, dass es sich hierbei um mehrere nahe verwandte, aber doch verschiedene Arten handelt. Dies muss erst die weitere Forschung lehren.

der aufgenommenen Nahrung und viel Flüssigkeit; es erscheint daher grob vakuolisirt. Aus der mehr oder weniger halsartig vorgezogenen Mündung werden die spitzen, verästelten Pseudopodien ausgestreckt, oft entstehen sie erst von einem herausgetretenen Plasmahaufen.

Bezüglich des Entwicklungszyklus dieser Form kann ich mich kürzer fassen, nachdem ich den von *Centropyxis* ausführlicher geschildert habe. Ich erwähne nur die Uebereinstimmungen und Abweichungen der Vorgänge bei diesen beiden Organismen und verschiebe alle Einzelheiten auf die ausführliche Arbeit.

Die vegetative Vermehrung erfolgt bei *Chlamydomorphys* übereinstimmend mit *Centropyxis* durch die dort geschilderte Knospungs-Theilung. Auch hier wird die Tochterschale erst durch Knospung angelegt, erst dann erfolgt die Theilung des Kerns durch Mitose, und daran anschliessend die des Plasmaleibes. Während bei letzterer die Chromidialmasse von *Centropyxis* ganz aufgelockert wurde und in Gestalt fein vertheilter Chromidien auftrat, bleibt sie bei *Chlamydomorphys* als geschlossene Hohlkugel um den sich theilenden Kern bestehen und theilt sich beim Auseinanderrücken der Tochterkerne nach hantelförmiger Einschnürung in zwei gleiche Theile. Die Plasmogamie ist bei *Chlamydomorphys* noch häufiger zu beobachten als bei *Centropyxis*, sie führt oft zur Bildung grosser Kolonien von 20 und mehr Individuen; ebenso wie bei *Centropyxis* veranlasst die Knospungs-Theilung plasmogamischer Thiere die Ausbildung zahlreicher Monstrositäten, von denen schon Cienkowsky einige abbildet, ohne freilich ihre Entstehung richtig verstanden zu haben. Ich habe die Bildung acht- bis zwölkerniger Riesenindividuen beobachtet, bei denen dann alle Kerne zu einem Riesenkern zusammenflossen. Prinzipielle Unterschiede von den bei *Centropyxis* geschilderten Verhältnissen bestehen aber bei diesen, meines Erachtens, pathologischen Vorgängen nicht.

Die Encystirung im vegetativen Zustande ist schon von Cienkowsky richtig beobachtet, sie stimmt mit der Cystenbildung von *Centropyxis* überein.

Die Entstehung der Geschlechtsformen weicht aber in mehrfacher Hinsicht von den bei *Centropyxis* geschilderten Vorgängen ab. Dort floss das mit Chromidien durchsetzte Plasma heraus und liess die zu Grunde gehenden Theile zurück. Hier ist es umgekehrt; alle Fremdkörper und auch der degenerirte Zellkern werden ausgestossen und im Hintergrunde der Schale bleibt nur die Chromidialmasse mit wenig Plasma zurück und ballt sich zu einer Kugel zusammen. In dem ungetheilten Plasma differenziren sich aus dem dichten Chromidium die Geschlechtskerne in geringer Zahl (meist wurden 8 beobachtet)¹⁾, erst dann zerfällt die Plasmakugel innerhalb der Schale in so viel Theilstücke als Kerne vorhanden sind, diese anfangs kugeligen Zellen nehmen kurz ovale Gestalt an und entwickeln an einem Pol zwei Geisseln, mit deren Hilfe sie aus der Schale schwärmen.

¹⁾ Bei der Dichtigkeit der Chromidialmasse vermag ich über die Art der Bildung dieser Kerne nichts Sicheres auszusagen, im Leben ist die Masse so stark lichtbrechend, dass man keine deutlichen Differenzirungen erkennt; im gefärbten Präparat sieht man wohl mancherlei, doch wage ich vorläufig keine Deutung. Sicher ist nur, dass dann unter Aufhellung des Plasmas die Kerne plötzlich da sind, während vorher eine einheitliche Masse vorhanden war.

Diese Schwärmer, die in meinen Kulturen meist von vielen Thieren gleichzeitig gebildet wurden, stellen die Gameten dar; je zwei aus verschiedenen Schalen stammende kopuliren und bilden eine Cyste, die eine dicke Hülle besitzt. Nach kurzer Zeit wird die Hülle braun und höckerig, sodass diese kleinen Gebilde ein sehr charakteristisches Aussehen erhalten.

Im Gegensatz zu *Centropyxis* verlaufen bei *Chlamydothryx* alle Entwicklungsvorgänge sehr schnell. Wenn man z. B. nur wenige vegetative Stadien bei reicher Nahrung isolirt, so findet man schon nach 24 Stunden viele hunderte in der Kultur, nach einigen Tagen tausende und nach 1—2 Wochen ist in der ganzen Kultur, wenn sie nicht ganz eingegangen ist, neben wenigen vegetativen Stadien eine enorme Anhäufung der Geschlechtscysten vorhanden, die schliesslich allein übrig bleiben. Dies erleichtert natürlich die direkte Beobachtung der Entwicklungsvorgänge sehr, während andererseits die geringere Grösse dieser Form das Studium der Kernverhältnisse oft sehr erschwert.

Jetzt gilt es noch das weitere Schicksal der braunen Dauercysten von *Chlamydothryx* zu verfolgen. Lange Zeit blieb mir dasselbe räthselhaft, die Cysten blieben unter allen Bedingungen, in die ich sie brachte, unverändert.

Aufklärung und einen Wegweiser für weitere Experimente brachte nun folgende Beobachtung. Bei einem an chronischer Enteritis leidenden Kranken, dessen Fäces alkalische Reaktion zeigten und zahlreiche echte Darmparasiten, Amöben, Flagellaten und Infusorien zusammen enthielten, fand ich auch im eben frisch entleerten noch warmen Stuhl in beträchtlicher Anzahl *Chlamydothryx* im vegetativen Stadium. Dieses brachte mich auf den Gedanken, dass die Dauersporen dieser Form vielleicht den Darmkanal eines Thieres passiren müssen, um sich weiter zu entwickeln. Beim weiteren Suchen fand ich häufiger in diarrhoischen Stühlen vereinzelte vegetative Individuen und endlich auch in festen zweimal die charakteristischen leeren Cysten-hüllen. Ich untersuchte eine lange Zeit meine eigenen ganz normalen Fäces und machte auch Infusionen von denselben, ohne jemals *Chlamydothryx* zu finden. Es schien mir hiernach, dass mein Darm für einen Versuch geeignet sei. Ich verschluckte am 17. November 1899 zum ersten Mal den Inhalt von 8 feuchten Kammern, in denen sich unzählbare Dauercysten von *Chlamydothryx* befanden, die schon seit 2—3 Monaten unverändert gelegen hatten und konnte schon am 20. in einer Infusion der am 18. Abends entleerten festen Fäces zwei typische *Chlamydothryx* finden, am 24. waren sie so zahlreich, dass ich bereits in fast jedem Präparat 1—2 Individuen fand. Die am 19. entleerten Fäces ergaben ebenso wenig wie die ferneren *Chlamydothryx*, obwohl sie ebenso behandelt wurden.

Erst als ich gefunden hatte, dass auch auf den Fäces anderer Thiere *Chlamydothryx* lebt, gab ich die Versuche an der eigenen Person auf und benutzte Mäuse. Hier konnte ich dann auch die Entwicklung der Cysten ohne Schwierigkeit verfolgen. Oft kann man die Dauerstadien durch den Darm führen, ohne dass sie sich in demselben schon entwickeln, erst in den Fäces platzt die Cysten-hülle und eine kleine Amöbe tritt heraus, die sich alsbald mit der typischen *Chlamydothryx*-Schale umhüllt. In anderen Fällen schlüpft sie schon im Darm aus, bleibt dann aber meist ohne Schale,

erst nach der Entleerung wird dieselbe gebildet. In alkalischem Dickdarminhalt kann sie aber auch schon die Schale abscheiden und sich sogar vermehren, endlich kann bei solchem pathologisch veränderten Zustande des Dickdarmes, der die alkalische Reaktion des Inhaltes bedingt, auch ohne Bildung der Schale die Amöbe sich in atypischer Weise durch Theilung und Knospung vermehren; diese Stadien sind dann aber nicht mehr zu einer normalen Entwicklung fähig; nach einer kurzen lebhaften Vermehrungsperiode geht die ganze Brut unter Degenerationserscheinungen zu Grunde (solche Stadien stellt der von mir als *Leydenia gerromipara* beschriebene gelegentliche Kommensale der Ascites-Flüssigkeit dar, wie ich später ausführlich nachweisen werde).

Die isogamische Befruchtung von *Chlamydophrys* weist Beziehungen zu der *Polystomella*-Kopulation auf und unterscheidet sich erheblich von den entsprechenden Vorgängen bei *Centropyxis*, bei der schon eine geschlechtliche Differenzirung der Gameten sich entwickelt hat. Andererseits schliesst sich die vegetative Vermehrung nahe an die bei *Centropyxis* festgestellte an, sodass *Chlamydophrys* in ihrem Entwicklungszyklus eine Art Mittelstellung zwischen der lobosen *Centropyxis* und der retikulösen *Polystomella* einnimmt. Die Chromidialmasse stellt ebenso wie bei diesen beiden Formen die Geschlechtskernsubstanz dar.

IV. Die parasitären Amöben des menschlichen Darmkanals.

Meine Untersuchungen über dieses Thema haben mich zu dem Resultat geführt, dass die unter dem Namen *Amoeba coli* zusammengefassten Rhizopoden zwei ganz verschiedenen, nur in ihrem vegetativen Zustand äusserlich ähnlichen Arten angehören, deren Entwicklungsgang so different ist, dass man sie, meines Erachtens, nicht nur zu verschiedenen Arten, sondern sogar zu anderen Gattungen stellen könnte. Die eine dieser Formen lebt im gesunden Menschen und ist ausserordentlich weit verbreitet, sie vermehrt sich aber auch im kranken Darm (bei den verschiedensten Darmkrankheiten) und kann sogar mit der zweiten Form gemeinsam vorkommen. Letztere habe ich bisher nur in einer beschränkten Zahl von Fällen bei sogenannter Tropicdysenterie gefunden, es ist dies dieselbe Art, die in der neuesten sorgfältigen Arbeit von Jürgens¹⁾ behandelt wurde, sie erzeugt bei der Katze Darmgeschwüre, ich halte sie in Uebereinstimmung mit Jürgens für pathogen und erblicke in ihr den Erreger der anatomisch genau charakterisirbaren Amöbendysenterie.

Die harmlose Amöbe ist verhältnissmässig genau studirt, auch von ihrem Entwicklungsgang kennen wir bereits einige Etappen. Die beste Publikation über diese Form, die grosse Monographie von Casagrandi und Barbagallo²⁾, scheint in Deutschland ganz unbeachtet geblieben zu sein³⁾ und doch giebt sie nicht nur eine

¹⁾ Zur Kenntniss der Darmamöben und der Amöben-Enteritis von Oberarzt Dr. Jürgens. In: Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens. Heft 20, p. 110. Berlin (Hirschwald) 1902.

²⁾ cf. Casagrandi, Q. e P. Barbagallo, Entamoeba hominis s. Amoeba coli (Lösch). Studio biologico e clinico. In: Annali d'Igiene sperimentale, v. 7. fasc. 1. 1897.

³⁾ Weder eines der Protozoenlehrbücher, nicht einmal das den parasitären Formen speziell gewidmete von Doflein, berücksichtigt die Resultate dieser Forscher, noch scheint sie Jürgens gekannt zu haben.

gute Beschreibung des Baues, der Kernverhältnisse, sowie der Dauerstadien dieser Amöbe, sondern führt auch experimentell den exakten Nachweis, das diese Amöbe keine pathogenen Eigenschaften besitzt. Ich kann viele Angaben dieser Autoren nur bestätigen, besonders was das klinische Verhalten der Amöbe betrifft. Am wenigsten genau haben die Verfasser die Kernverhältnisse ermittelt, doch sind diese auch sehr kompliziert. Aus der Aufzählung des Materials, das ihrer Arbeit zu Grunde lag, geht hervor, dass ihnen bis auf einen Fall nur einheimische Dysenterie zu Gebote stand. Ich vermuthe daher, dass sie die echte tropische Dysenterieamöbe garnicht gesehen haben, denn sonst wären sie bei der Gründlichkeit ihrer Beobachtungen wohl auch auf die Unterschiede aufmerksam geworden.

Bezüglich der Identifizierung der den verschiedenen anderen Beobachtern vorgelegten Amöben ist man bei den oft kurzen Beschreibungen, in denen meist die wichtigsten Differenzpunkte gerade zufällig nicht erwähnt werden, in einer schwierigen Lage. Ich kann jedenfalls die harmlose Amöbe erst in Casagrandi's und Barbagallo's Arbeit deutlich wiedererkennen. Bezüglich der ersten Beschreibung von Lösch, der den Namen *Amoeba coli* aufgestellt hat, kann ich vorläufig nicht entscheiden, ob er die harmlose oder die pathogene Art vor sich gehabt hat. Für die zoologische Nomenklatur kommt aber die erste sichere Kennzeichnung in Frage. Casagrandi und Barbagallo nennen ihre Form *Entamoeba hominis*, meinen aber, das *Amoeba coli* Lösch dasselbe ist. Das weiss ich wie gesagt nicht und halte es auch für schwer feststellbar. Doch ist jedenfalls die Aufstellung der neuen Gattung *Entamoeba*, die diese Autoren begründet haben, berechtigt. Hingegen war damals der Name „*hominis*“ unberechtigt, da die Autoren ihre Art mit der von Lösch identifizierten, sie musste *Entamoeba coli* (Lösch) heissen.

Nach meiner Auffassung muss die Identifizierung der harmlosen Amöbe mit der von Lösch unsicher bleiben, aber da nur zwei Arten, um deren Nomenklatur es sich handelt, existiren, muss eine derselben den ältesten Namen behalten und ich bestimme hierzu die harmlose, sodass diese nunmehr heisst:

Entamoeba coli (Lösch) emend. Schaudinn. Alle übrigen Namen, die der *Amoeba coli* seit Lösch gegeben wurden, können vorläufig nur mehr oder weniger fragliche Synonyma hierzu bleiben, da bis auf Jürgens niemand die andere Art erkennbar charakterisirt hat¹⁾. Dieser Autor hat aber seiner Amöbe keinen neuen Namen gegeben. Ich will sie *Entamoeba histolytica* nennen, wegen ihrer gewebszerstörenden Fähigkeit und vorläufig auf die Aufstellung eines neuen Gattungsnamens verzichten, bis die Beziehungen zu anderen parasitären Amöben genauer erforscht sind.

¹⁾ Der positive oder negative Ausfall der Infektionen von Katzen mit amöbenhaltigen Fäces per anum sind, wie Casagrandi und Barbagallo nachgewiesen haben, nicht als Artkriterium zu verwerthen; daher kann man auch von der *Amoeba coli mitis* und *felis* Quincke's nicht sicher entscheiden, zu welcher Art sie gehören, obwohl es ebenso wie bei den Arbeiten von Koch, Kartulis, Kruse und Pasquale, Roos und anderen nicht unwahrscheinlich ist, dass beide Arten, also auch die pathogene vorgelegen haben. Auf diese Fragen, wie überhaupt auf die ganze kritische Litteraturverwerthung kann ich in dieser Mittheilung noch nicht eingehen.

1. *Entamoeba coli* Lösch.

Grassi¹⁾ hat diese Amöbe zuerst beim gesunden Menschen nachgewiesen, ferner fand sie dann Schuberg²⁾ bei mehreren gesunden Individuen nach Eingabe von Bittersalz. Die gesammte Litteratur, bis 1897, auf deren kritische Besprechung ich in meiner ausführlichen Arbeit eingehen werde, ist von Casagrandi und Barbagallo in ihrer schon erwähnten Monographie über diese Amöbe sorgfältig zusammengestellt, (vergl. ferner das vorzügliche Referat von Schuberg)²⁾. Mein Material stammte theils aus meiner Heimath, Ostpreussen, wo bei der Landbevölkerung die harmlose Amöbe in der Hälfte der untersuchten Fälle (68) konstatirt wurde, aus Berlin, wo nur ca. 20 % der untersuchten Fäces infiziert war, und aus dem österreichischen Küstenlande. Hier fand ich im Laufe der zwei letzten Jahre bei 385 untersuchten Fäcesproben diese Amöbe nicht weniger als 256 Mal. Meinen Darm habe ich zweimal künstlich selbst infiziert mit Hilfe der Cysten, einmal in Berlin und ein zweites Mal in Rovigno. In beiden Fällen war der künstlichen Infektion eine zweimonatliche, regelmässige Kontrolle meiner Fäces vorangegangen. Ausserdem wurden auch junge Katzen zum Studium der Cystenentwicklung nach dem Vorgange von Casagrandi und Barbagallo mit Erfolg infiziert. Die Resultate meiner Infektionsversuche an mir selbst wie den Versuchsthiereu stimmen vollkommen mit den Befunden dieser beiden italienischen Forscher überein, so dass ich hier nur auf ihre Arbeit zu verweisen brauche. Ebenso findet man bei ihnen eine genaue Beschreibung der Morphologie der Amöbe, ihrer Bewegung und ihres feineren Baues, selbst die verschiedenen Stadien der Kernstruktur sind richtig erkannt. Namentlich haben sie aber auch das Verhalten des hyalinen, schwach lichtbrechenden Protoplasmas bei der Bildung der Pseudopodien gut beschrieben und abgebildet. Während der Ruhe besitzt nämlich diese Amöbe nicht eine Sonderung von Ektoplasma und Entoplasma, sondern nur bei der Bewegung tritt dieselbe hervor, dann wird der als Pseudopodium vorquellende Theil des Körpers erst hyalin, behält aber immer schwächeres Lichtbrechungsvermögen als das übrige Plasma; auch im fixirten Präparat ist er stets schwächer färbbar als der übrige Weichkörper. Der Kern ist bläschenförmig, in der Ruhe kugelig, mit derber Kernmembran. Im Centrum liegen bei den meisten vegetativen Stadien ein oder mehrere aus Platin und Chromatin gebildete kleine Kernkörperchen, während das Chromatin in Gestalt feiner Körnchen durch das die Kernhöhle dicht erfüllende achromatische Netzwerk (Alveolensystem) vertheilt ist und besonders an der Kernmembran dichter gehäuft erscheint; von diesem Zustand führen allerlei Uebergangsstadien zu zahlreichen anderen Konfigurationen der Kernstruktur, die ich hier nicht schildern will.

Die Vermehrung während des vegetativen Zustandes erfolgt in zweifacher Weise, 1. durch einfache Theilung, 2. durch Schizogonie oder Brutbildung von 8 Tochterthieren. Bei der einfachen Theilung schnürt sich erst der Kern hantelförmig ein und theilt sich amitotisch, dann folgt die ganze Zelle nach dem Auseinanderrücken

¹⁾ B. Grassi, Dei protozoi parassiti e specialmente die quelli che sono nell'uomo. Sunto preventivo dell' Ac. Milano 1879 und in: Atti Soc. it. Sc. nat. vol. XXIV, Milano 1882.

²⁾ A. Schuberg, Die parasitischen Amöben des menschlichen Darmes. Kritische Uebersicht etc. In: Centralbl. f. Bakteriologie und Parasitenkunde, v. 13. 1893 Nr. 18, 19, 20.

der Tochterkerne. Bei der Schizogonie gehen komplizirtere Kernveränderungen voraus, die zu einer multiplen Kerntheilung, ähnlich wie ich sie bei *Calcutuba* beschrieben habe, führen. Und zwar entstehen normaler Weise stets 8 Kerne. Der Kern vergrößert sich durch Flüssigkeitsaufnahme, der Weichkörper entledigt sich aller Fremdkörper und stellt seine Bewegungen ein. Im Kern sondert sich die färbbare Kernsubstanz an der Peripherie in 8 grössere Anhäufungen, die nach Auflösung der Kernmembran im Plasma als Tochterkerne vertheilt werden. Gleich darauf zerfällt der Weichkörper, entsprechend der Zahl der Kerne in 8 kleine Amöben, die nach allen Seiten auseinander kriechen.

Casagrandi und Barbagallo haben bereits einige dieser Stadien gesehen; ihre Figuren 10, 11, 12 stellen Phasen der direkten Kerntheilung vor der Zweitheilung dar, Fig. 13 das 8-kernige Stadium kurz vor der Schizogonie. Fig. 8 dürfte einen Kern darstellen, der eben im Begriff war die Anlagen der Tochterkerne in seinem Innern zu bilden.

Die Vermuthung von Schuberg, dass im normalen Darm die Amöben nur im oberen Theil des Dickdarms für ihr vegetatives Leben die geeigneten Lebensbedingungen finden, ist richtig, wie ich mich bei mehreren Sektionen an anderen Krankheiten verstorbener Menschen überzeugt habe. Man kann sich aber die vegetativen Stadien beim lebenden Menschen durch Eingabe von Abführmitteln leicht zu Gesicht bringen, wie ich nach dem Vorgange Schuberg's an mir selbst wiederholt feststellen konnte. Bei der Eindickung der Fäces sterben die vegetativen Stadien der Amöben entweder ab, oder sie bilden, wenn sie in dem richtigen Stadium waren, die Dauercysten. Die parasitären Amöben verhalten sich ähnlich wie manche Coccidien, erst nach einer längeren Periode der vegetativen, ungeschlechtlichen Vermehrung, die wie dort zur Autoinfektion des Wirthes dient, werden durch Vermittelung eines Geschlechtsaktes die Stadien gebildet, welche zur Neuinfektion anderer Wirthe dienen. Die Länge der vegetativen Periode ist sehr wechselnd, sie hängt wahrscheinlich neben anderen inneren Gründen von den äusseren Lebensbedingungen ab. Bei günstigen Ernährungsverhältnissen, z. B. in diarrhoischen Stühlen dauert sie länger, als im normalen Darm, die Cysten treten daher in flüssigen Fäces erst sehr spät auf, doch ist zu ihrer Bildung nicht immer die Eindickung der Fäces nothwendig, sie scheint sie nur zu begünstigen.

Die von Grassi entdeckten Cysten haben durch seine Schüler Casagrandi und Barbagallo eine genaue Untersuchung erfahren. Vor allen haben diese Autoren die Entwicklung der jungen Amöben aus den Cysten bei der Neuinfektion schon festgestellt, ich kann ihre Untersuchungen hierüber ganz bestätigen. Ich bespreche daher hier nur die Kernveränderungen und die Befruchtung, die diese Autoren noch nicht erkannt haben, weil sie den ganzen Encystirungsvorgang nicht kontinuierlich am lebenden Thier verfolgen konnten. Sie schildern die Cysten als 1- bis 12-kernig und beschreiben eine merkwürdige Kernvermehrung, die an eine multiple erinnert (Fig. 19). — Am günstigsten für das Studium der Encystirung sind Stühle, die nach Diarrhöe auftreten und halbflüssige Konsistenz besitzen. In geeigneten Fällen findet man dann noch zahlreiche vegetative Stadien und daneben schon Cysten in ihren verschiedenen

Entwicklungsphasen. Es giebt wenig so günstige Objekte für Kernstudien an der lebenden Zelle wie diese Cysten, deren Plasma ganz rein von allen Fremdkörpern ist und bei künstlichem, richtig abgeblendetem Licht die Kerne fast so scharf und deutlich wie bei einem gefärbten Präparat erkennen lässt. Schon in den vegetativen Stadien, wenn sie nicht gerade zu stark mit Fremdkörpern vollgestopft sind, ist der Kern stets ausnehmend deutlich zu erkennen; bei der Encystirung werden nun alle fremden Inhaltsgebilde ausgestossen, das Plasma wird ganz hell und durchsichtig, hierdurch tritt der Kern noch deutlicher hervor.

Das erste Stadium des Encystirungsprozesses wird dadurch erreicht, dass die einkernige Amöbe sich kugelig oder oval abrundet, hierbei alle Fremdkörper und viel Flüssigkeit abgiebt und sich stark kontrahirt, zugleich wird auf der Oberfläche eine äusserst zarte und schwach lichtbrechende aber ziemlich dicke Gallertschicht abgeschieden. Hierauf theilt sich der Kern, nachdem er seine Struktur verändert hat, durch eine primitive Mitose in zwei gleiche Tochterkerne, die nach entgegengesetzten Enden des Plasmakörpers bis zur Peripherie auseinanderrücken. Das Plasma verdichtet sich um die beiden Kerne, hierdurch entsteht zwischen ihnen ein heller Raum, der den Weichkörper in zwei unvollständig getrennte Partien zerlegt. In diesem Zustande verharret der Organismus längere Zeit, die beiden Kerne werden allmählich undeutlicher und sind schliesslich am lebenden Objekt garnicht mehr wahrzunehmen. Bei der Färbung dieser Stadien erkennt man, dass die Kerne sich auflösen, und zwar geben sie ihr gesamntes peripher gelegenes Chromatin an das umgebende Plasma ab, das ganz dunkel färbbar wird, es bleibt nur eine sehr feinmaschige undeutlich gegen das Plasma abgegrenzte Partie des Kerns übrig. Aus dieser rekonstruirt sich dann wieder ein neuer, aber kleinerer Kern, als der ursprüngliche, der anfangs sehr chromatinarm ist. Am lebenden Objekt treten dementsprechend nach einiger Zeit die beiden Kerne wieder deutlicher, aber in kleinerer Gestalt hervor.

Diese Rekonstruktion der Kerne habe ich besonders genau bei vielen Thieren verfolgt, die Details kann ich hier ohne Abbildungen nicht schildern, das Resultat war aber, dass diese Vorgänge eine gewisse Variabilität aufweisen, deren Grenzen ich wenigstens hier andeuten möchte.

1. Fall. Die Tochterkerne lösen sich ganz auf, das Plasma ist nur mit chromatischen Körnchen und Strängen erfüllt, von denen die Hauptmasse resorbirt wird, während aus einem Theil die neuen Kerne rekonstruirt werden.

2. Fall. Die Tochterkerne lösen sich auf, nur eine kleine zentrale Partie bleibt erhalten, die chromatischen Stränge und Körner werden zum Theil aus der Zelle ausgestossen, zum Theil resorbirt.

3. Fall. Die Tochterkerne geben nur feine chromatische Partikel und Stränge an das Plasma ab, bleiben aber deutlich begrenzt erhalten und werden in toto ausgestossen, die Tochterkerne rekonstruiren sich aus den zurückgebliebenen Chromatinpartikeln.

4. Fall. Ein Kern folgt dem Modus von Fall 1 oder 2, der andere dem von Fall 3. Kurz es lassen sich alle Uebergänge und Kombinationen der ersten 3 Fälle auffinden.

Die von Casagrandi und Barbagallo richtig beobachtete „Automutilazione“ dieses zweikernigen Stadiums (Fig. 14, Tafel II ihrer Arbeit) gehört in die Reihe dieser Vorgänge beim Beginn der Encystirung.

Gemeinsam ist diesen verschiedenen Vorgängen, dass stets ein Theil der ursprünglich im Kern enthaltenen Substanzen zu Grunde geht, während aus einem anderen Theil der neue Kern rekonstruiert wird. Meine Beobachtungen zeigten mir nun, dass die angedeutete Variabilität mit dem Grad der Ausbildung der Cystenhülle in Verbindung steht. Ist nämlich die Gallerthülle erst ganz schwach entwickelt oder noch garnicht vorhanden und tritt dann schon die Rekonstruktion der Kerne ein, so ist ein Auswerfen der zu Grunde gehenden Theile möglich, ist aber die Gallerthülle bereits stark entwickelt, oder beginnt sogar schon auf der Oberfläche des Plasmas die Differenzirung der eigentlichen Cystenmembran, so verbleiben die zu Grunde gehenden Substanzen im Plasma, es kommt dann zu einer vollständigen Auflösung der Kerne.

Die rekonstruierten Kerne bleiben von nun ab auch im Leben erkennbar und sind daher bei ihren weiteren Schicksalen zu verfolgen. Sobald sie wieder aufgetaucht sind, liegen sie wie die primären Kerne an entgegengesetzten Polen des Körpers. Beide theilen sich nun gleichzeitig oder kurz nacheinander durch primitive Mitose, die aber in ihren Einzelheiten von der Primärtheilung abweicht in je zwei, sodass also die Zelle vierkernig ist, die Tochterkerne liegen paarweise an entgegengesetzten Polen. Auf jeder Seite schrumpft einer der Kerne zu einem Reduktionskörper zusammen, während der andere sich wieder theilt. Es liegen nun auf jeder Seite je drei Kerne, zwei zunächst noch gleich, der dritte in Degeneration. Einer der beiden neu entstandenen Kerne beginnt auch zu schrumpfen und verwandelt sich allmählich während der nun folgenden Vorgänge in einen zweiten glänzenden Reduktionskörper. Meist spielen sich diese Erscheinungen auf beiden Seiten der Zelle gleichzeitig ab, doch können sie auch differiren, überhaupt geht die Degeneration der zu Grunde gehenden Kerne in recht verschieden weiten Zeitgrenzen vor sich und ferner können hier ähnlich wie bei *Cyclospora* allerlei interessante pathologische Vorgänge die normale Weiterentwicklung unterbrechen. Diese verlangen ein besonderes Studium, hier kann ich auf dieselben nicht eingehen.

Nach der Reduktion beider Kerne findet man im günstigsten Falle nur sie beide allein vor, meist ist aber noch der eine oder andere Reduktionskörper erhalten.

Jetzt beginnt normaler Weise erst die eigentliche Encystirung, der Weichkörper kontrahirt sich noch mehr und scheidet auf seiner Oberfläche eine stärker lichtbrechende dünne aber feste Membran ab. Die Gallerthülle ist jetzt meist nicht mehr nachweisbar. Bei der Kontraktion ist die helle Zone, welche die beiden dichteren Plasmapartien um die Kerne trennte, verschwunden, die beiden reduzierten Kerne haben sich genähert.

Hierauf theilt sich jeder, wiederum mitotisch. Die langgestreckten Spindeln stellen sich hierbei parallel neben einander, meist im Centrum der Zelle. Dies erfolgt in der Weise, dass die von den entgegengesetzten Polen nach der Mitte der Zelle aufeinander zu rückenden Kerne, wenn sie sich fast berühren, die Kerntheilung beginnen, hierbei schiebt sich der eine Spindelpol an dem von entgegengesetzter Seite

kommenden vorbei, bis er auf die Höhe des entfernteren gekommen ist. Nachdem sich die parallelen Spindeln getheilt haben, rücken die beiden Tochterkernpaare, deren Paarlinge von verschiedenen Kernen abstammen, wieder nach entgegengesetzten Seiten auseinander, bis an die Peripherie und verschmelzen hier zu je einem, sodass wir nun wiederum eine zweikernige Zelle haben, wie vor dem Kopulationsprozess, der in mancher Hinsicht, besonders durch den Austausch der hinüber wandernden Kernhälften, an die Konjugationsvorgänge der Infusorien erinnert.

Die beiden durch Kopulation entstandenen Kerne theilen sich nun zweimal durch eine primitive Mitose, die aber wieder etwas von den früheren Kerntheilungsarten abweicht. Die Cyste, deren Membran inzwischen dichter geworden ist, besitzt nunmehr 8 Kerne und ist hiermit fertig ausgebildet, eine Theilung des Plasmas in 8 kleine Amöben findet erst beim Ausschlüpfen im Anfangstheil des Dickdarms des nächsten Wirthes statt, Vorgänge die schon von Casagrandi und Barbagallo richtig beobachtet sind; der Zeugungskreis der *Entamoeba coli* ist mit dem Ausschlüpfen der jungen Amöben geschlossen. Von den mit den Fäces entleerten Cysten macht meist nur ein kleiner Theil, ca. 10—20 % den geschilderten Entwicklungsgang bis zur 8-kernigen Cyste normal durch. Die meisten gehen vorher zu Grunde infolge irgend einer früher oder später eintretenden, durch innere Ursachen bedingten Entwicklungshemmung. Auf diese für die Zellpathologie interessanten Vorgänge, die ähnliche Phänomene betreffen, wie ich sie bei der Befruchtung der *Cyclospora caryolytica* geschildert habe, werde ich in meiner ausführlichen Arbeit genau eingehen, sie erklären auch die Bilder, welche Casagrandi und Barbagallo von einigen mehr als 8 Kerne enthaltenden Cysten gegeben haben. Ich betone nochmals, dass nur die 8-kernigen Cysten, die ausserordentlich charakteristisch sind und mit keinem Inhaltsgebilde der Fäces verwechselt werden können, entwicklungsfähig sind, hiervon habe ich mich durch das Experiment am eigenen Körper und an Katzen überzeugt. In alten trockenen Fäces sind auch stets nur noch diese Formen erhalten.

Ohne hier auf weitere theoretische Erwägungen und Homologisirungen näher einzugehen, möchte ich nur hervorheben, dass die Encystirung von *Entamoeba coli* in vielen Punkten mit der von *Actinosphaerium* nach den Untersuchungen R. Hertwig's¹⁾ übereinstimmt; *Actinosphaerium* unterscheidet sich zwar wesentlich durch die Vielkernigkeit im vegetativen Zustand. Aber die Kernrekonstruktionsvorgänge vor der Encystirung, ferner die Thatsache, dass bei der Kopulation zwei Tochterkerne desselben Mutterkerns nach zwei Reduktionstheilungen sich wieder vereinigen und das Vorhandensein von 5 verschiedenen Modifikationen der Kerntheilung bei diesen Entwicklungsvorgängen zeigen grosse Aehnlichkeit. Die Kopulation selbst weist andererseits auch Beziehungen zu der Befruchtung der Infusorien auf, die mit Hilfe eines stationären und eines Wanderkerns erfolgt. Während bei den Infusorien, bei *Polystomella*, *Centropyxis* und *Chlamydomorphys* sich die Geschlechtskernsubstanz während des vegetativen Lebens als besonderer Kern oder als Chromidialmasse von dem Stoffwechselkern getrennt entwickelt, ist sie bei *Entamoeba coli* mit der vegetativen

¹⁾ In: Abh. Ak. München; Cl. II, v. 19. Abth. 3, 1899.

Kernsubstanz in einem Kern vereinigt, zur Trennung kommt es nur vor der Kopulation, dann wird die Substanz des Stoffwechselkerns oder er selbst ganz ausgestossen oder in anderer Art vernichtet, für kurze Zeit tritt ein Chromidium auf, aus dem sich die Geschlechtskerne differenzieren. Ähnlich scheint es bei *Actinosphaerium* zu sein. Es ist hier von besonderem Interesse, dass in pathologischen Zuständen, wie Hertwig nachwies, auch im vegetativen Leben eine Trennung der beiden Kernsubstanzen hervorgebracht werden kann.

Die Aufgabe der weiteren Forschung wird es nun sein, auch die Zellen der höheren Wesen auf das Vorhandensein dieser zwei bei gewissen Protozoen für verschiedene Zwecke ausgebildeten Kernbestandtheile, der Stoffwechsel- und Geschlechtskernsubstanz zu untersuchen und ihr Verhalten zu einander festzustellen. Ich vermute, dass die Verhältnisse bei den meisten Zellen, die nur einkernig sind, ähnlich liegen werden, wie bei *Entamoeba coli* und *Actinosphaerium*, dass nämlich Geschlechts- und Stoffwechselkernsubstanz während des grössten Theils des Zellenlebens in einem einzigen morphologisch-differenzirten Zellkern vereinigt sind und dass nur bei pathologischen Vorgängen oder vor der Befruchtung eine Trennung stattfindet. Die Protozoenforschung wird aber nach weiteren Uebergängen und Variationen zwischen den Kernverhältnissen der Infusorien und der übrigen Einzelligen suchen müssen, denn die wenigen Beispiele, die ich hier gegeben habe, beweisen schon die Mannigfaltigkeit dieser komplizirten Beziehungen.

2. *Entamoeba histolytica* n. sp.

Diese Amöbe, welche identisch ist mit der von Jürgens¹⁾ bei Dysenterie, die aus China stammte, beschriebenen und experimentell untersuchten Form, habe ich in lebendem Zustande bisher nur 5 Mal längere Zeit studiren können. Es handelte sich bei allen 5 Fällen um in den Tropen erworbene Dysenterie, 2 Fälle stammten aus Aegypten, 2 aus China, 1 aus Siam. Nach meinen Angaben konservirtes Material von weiteren 7 Fällen verdanke ich Herrn Dr. Kartulis und Herrn Professor Loos in Aegypten. Bei diesem geringen Material und aus Gründen, die in der Natur der Amöben selbst liegen, muss ich noch eine grosse Lücke in dem Entwicklungszyklus dieser Form lassen, deren Ausfüllung erst späterer Forschung überlassen bleibt.

Die jüngeren, vegetativen Stadien der Amöbe, die in den dysenterischen Fäces und in dem erkrankten Darmepithel selbst gefunden werden, sind von Jürgens in zutreffender Weise geschildert worden. Der Hauptunterschied im lebenden Zustand gegenüber den entsprechenden Stadien der *Entamoeba coli*, fällt sofort in's Auge, wenn man beide Amöbenarten neben einander sieht. Bei *Entamoeba coli* ist das hyaline Pseudopodioplasma gegen das übrige Plasma nicht abgesetzt und wesentlich schwächer lichtbrechend, bei der Dysenterie-Amöbe ist stets ein deutlich entwickeltes Ektoplasma als besondere Plasmazone vorhanden und besitzt ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen als das Entoplasma. Wie Jürgens richtig erkannt hat, macht es einen glasigen Eindruck, es ist zähflüssig, und gerade dieser Hauptunterschied der lebenden Amöben bedingt auch die differenten Lebensäusserungen. Die harmlose *Entamoeba coli* vermag

¹⁾ l. c.

mit ihren weichen Pseudopodien garnicht in die gesunde Epithelschicht einzudringen, während die Dysenterie-Amöbe vermöge ihres zähen Ektoplasmas sich überall durchzwängen und eindringen kann. Dies ist leicht am frisch geschnittenen infizierten Katzendarm zu beobachten. Hier kriechen die Amöben oft noch stundenlang umher und drängen hier und da die Zellen des Epithels auseinander, schieben sie auch ganz fort, treiben sie vor sich her und zwängen sich in die engsten Spalten. Die vorzügliche Schilderung dieser Vorgänge, die Jürgens gegeben hat, kann ich hiernach vollständig bestätigen. Jeder, der diese Unterschiede in dem Verhalten der beiden Amöben einmal gesehen hat, wird, wie ich glaube, nicht nur von ihrer Verschiedenheit, sondern auch von der gewebezerstörenden Fähigkeit der Dysenterie-Amöbe überzeugt werden.

Während der Kern der *Entamoeba coli* im Leben als deutliche scharf begrenzte Blase, die mit kleinen oder grösseren stärker lichtbrechenden Körnern und Ballen erfüllt ist, fast stets leicht zu finden ist, stellt der Kern von *Entamoeba histolytica*, wenn er überhaupt gefunden wird, was oft grosse Schwierigkeit bereitet, ein fast ganz homogenes schwach lichtbrechendes Gebilde dar. Bei der Färbung treten die Unterschiede noch deutlicher hervor. Der Chromatinreichtum aller vegetativen Kernstadien von *Entamoeba coli* ist sehr charakteristisch gegenüber dem Vorhandensein ganz spärlicher färbbarer Substanzen im Kern der *Entamoeba histolytica*. Meist ist bei ihr nur ein einziger Nukleolus im Zentrum entwickelt und ausserdem an der Kerngrenze eine schmale verdichtete Chromatinzone. Ohne Abbildungen lassen sich aber die Differenzen in der feineren Kernstruktur nicht darstellen, ich will daher vorläufig nur erwähnen, dass ich kein übereinstimmendes Stadium bei beiden Amöben gefunden habe. Der Kern von *Entamoeba coli* macht im vegetativen Stadium einen starren Eindruck, er ist fast stets kugelig oder oval und lässt meist eine deutliche farblose aber verdichtete Kernmembran ausserhalb des Chromatinnetzes erkennen; bei *Entamoeba histolytica* ist das Gegentheil der Fall, der Kern verändert, wie man schon im Leben beobachten kann, oft seine Gestalt, wird von Fremdkörpern, die sich im Plasma befinden, während der Bewegungen leicht ganz verzerrt; eine achromatische Kernmembran lässt sich nicht nachweisen. Seine Lage ist stets exzentrisch, oft ganz an der Grenze des Ektoplasmas, gegen das er in vielen Stadien als platte Scheibe angepresst erscheint, was bei *Entamoeba coli* nie wahrzunehmen ist. So lassen sich noch viele andere Unterscheidungsmerkmale, sowohl für die lebenden als die konservierten Amöben finden, sodass man in keinem Stadium im Zweifel sein kann, welche der beiden Formen man vor sich hat.

Von den vegetativen Vermehrungsarten der *Entamoeba histolytica* habe ich bisher die Theilung und Knospung im Leben beobachten können. Die Theilung unterscheidet sich von der Knospung nur dadurch, dass die Tochterthiere bei ihr annähernd gleich sind, während die in Ein- oder Mehrzahl auftretenden Knospen kleiner sind, als das zurückbleibende Mutterthier. Die Kernvermehrung ist in beiden Fällen eine amitotische, aber ebenfalls entweder Theilung, oder einfache resp. multiple Knospung. Die multiple Knospung, das heisst die Abschnürung mehrerer kleinerer Thiere hatte ich längere Zeit für die einzige Art der Vermehrung gehalten, so lange ich nur die im Darm-

lumen vorkommenden Amöben beobachtete; als ich auch die lebensfrischen Darmschnitte untersuchte, fand ich die einfache Theilung und Knospung bei den zwischen den Zellen des Darmepithels eingezwängten Amöben. Diese Art der Vermehrung ist in diesem Medium ohne Zweifel die rationellere. In keinem Falle wurden aber Andeutungen von dem Vorhandensein einer Brutbildung von 8 Thieren, die für *Entamoeba coli* charakteristisch ist, gefunden.

Jürgens hat bei seiner Amöbe niemals Dauerstadien gefunden. Die 8-kernigen Cysten der *Entamoeba coli* hätte er sicher nicht übersehen, wenn sie vorhanden gewesen wären, man erkennt sie in den Fäces schon bei mittlerer Vergrößerung und gar in einem gefärbten Fäcesausstrich kann sie selbst ein ganz ungeübter Mikroskopiker leicht finden, wie ich mich bei Schülern, die erst anfangen mikroskopisch zu arbeiten, seit Jahren oft überzeugen konnte. Ich selbst habe zwar diese 8-kernigen Dauerstadien bei Infektionen mit der *Entamoeba histolytica* zuweilen gefunden, konnte aber stets feststellen, dass es sich um Doppelinfektionen mit beiden Amöben handelte. Bei Reininfektionen mit *Entamoeba histolytica* vermisste ich sie immer und fand auch nichts ähnliches, denn die Dauerstadien dieser Form sind winzig kleine (3—7 μ) Gebilde, wie wir sehen werden, sie fallen unter den zahlreichen Bestandtheilen der Fäces garnicht auf, um so weniger als sie in fertigem Zustande sehr zerstreut vertheilt sind.

Die Bildung der Dauerstadien der *Entamoeba histolytica* findet ebenso wie bei vielen anderen parasitären Protozoen erst statt, wenn die Lebensbedingungen nach einer längeren Periode einer lebhaften Vermehrung schlechter werden. Dieser Moment fällt bei der Dysenterie meist mit dem Beginn der Heilung zusammen. Die Dauerformen treten erst auf, wenn die Fäces fester werden, oder vielleicht richtiger ausgedrückt, wenn die vegetative Vermehrung der Amöben aufhört, tritt Heilung ein. Ich habe die Dauerstadien und die sie vorbereitenden Phasen der Parasiten niemals auf der Höhe des Krankheitsprozesses gefunden, eine Erscheinung, die auch bei den Coccidien oft festgestellt ist.

Der Beginn der Vorbereitungen für die Sporenbildung macht sich zuerst am Kernapparat bemerkbar. Die periphere Chromatinzone des Kerns wird allmählich breiter und dehnt sich in das umgebende Plasma aus, die Begrenzung des Kerns wird noch unschärfer als vorher. Dann giebt der Kern grosse Mengen von Chromatin an das Plasma ab. Diese Chromatinbrocken, deren Abstossung vom Kern man Schritt für Schritt in den gefärbten Stadien verfolgen kann, werden so stark vermehrt, dass sie schliesslich in Gestalt von Chromidien das ganze Plasma erfüllen, während der Kern selbst degenerirt. Beobachtet man solche Formen im Leben (wie bei *Entamoeba coli* liefert auch hierfür der halbflüssige Koth, der nach Erlöschen des akuten Stadiums der Krankheit auftritt, das günstigste Beobachtungsmaterial), so bemerkt man folgendes: Der Kern liegt ganz peripher, ist sehr verkleinert und meist in Gestalt einer platten Scheibe an der Grenze des Ektoplasmas zu finden, oft wird er unter den Augen des Beobachters ganz ausgestossen, indem sich ein Plasmabuckel mit ihm hervorwölbt und abschnürt. Die peripheren, ektoplasmatischen Theile des Plasmas, die zuerst ganz homogen sind, nehmen an verschiedenen Stellen unter Buckelbildung eine

parallel zur Oberfläche verlaufende feinfaserige Struktur an. Es wölben sich allmählich in 2—3 Stunden, oft unter heftigen Strömungserscheinungen im Innern des Plasmas immer mehr solcher kleinen Buckel hervor, sie erheben sich mehr über die Oberfläche und schnüren sich schliesslich als kleine konzentrisch-faserig strukturierte Kugeln von 3—7 μ Durchmesser ab. Bald scheiden diese Kugeln ohne ihre Struktur zu verändern auf ihrer Oberfläche eine anfangs farblose doppelt konturierte Membran ab. In einigen Stunden nimmt sie aber hellbräunlichgelbe Färbung und starkes Lichtbrechungsvermögen an; man kann nun im Innern der Kugel keinerlei Struktur mehr erkennen. Der Rest der Amöbe geht allmählich zu Grunde. Die Färbung dieser Stadien-Reihe ergab folgendes Resultat: Der Kern giebt Chromidien an das Plasma ab, während letztere sich vermehren und im ganzen Plasma vertheilen, degenerirt der Kern und wird ganz aufgelöst oder ausgestossen. Die Chromidien ziehen sich aus dem Entoplasma zurück und sammeln sich in den peripheren Theilen, indem sie sich in dichten faserigen Strängen im Ektoplasma ansammeln und letzteres schliesslich als gleichmässige netzförmige Chromidialmasse durchsetzen. Ektoplasmaabuckel dicht mit Chromidialmasse erfüllt treten hervor, sie sind dann als abgelöste Kugeln auf der Oberfläche der Zelle nachzuweisen, anfangs noch mit derselben Struktur; sobald die Hülle der Kugeln abgeschieden wird, dringen die Kernfarbstoffe nicht mehr gut ein, dieselbe Struktur ist aber noch nachweisbar auf Schnitten. Ist dann die gelbbraune Hülle gebildet, so ist auch im gefärbten Präparat nichts mehr im Innern der Kugel zu sehen, selbst die Schnitttechnik versagt vollkommen, die kleinen Kugeln springen vor dem Messer aus. Ich vermag also vorläufig über die weiteren Kernvorgänge im Innern dieser Sporen nichts mehr auszusagen. Bezüglich des Plasmarestes der Amöbe ergibt die Färbung dasselbe Resultat wie die Beobachtung im frischen Zustande. Hier muss ich also die vorher erwähnte Lücke in der direkten Beobachtung der Entwicklung lassen.

Ich schliesse hieran die Schilderung eines Experiments, welches ohne Beobachtung der Sporenentwicklung beweist, dass diese Gebilde die Neuinfektion vermitteln. Von demselben Fall in China erworbener Dysenterie, der die obige Schilderung der Sporenbildung geliefert hatte, nahm ich eine kleine Fäcesprobe, den Rest der Fäces, die zu der Untersuchung gedient hatten, und theilte ihn in 3 Portionen; jede dieser Portionen wurde an der Luft getrocknet und genügte in Wasser aufgeschwemmt für ca. 20 Quetschpräparate unter Deckgläsern (18 \times 22 mm). Diese Präparate wurden mit dem verschiebbaren Objektisch Stück für Stück bei starker Vergrösserung sorgfältig durchmustert, was viele Stunden beanspruchte. Es fanden sich keinerlei den Cysten der *Entamoeba coli* ähnliche Gebilde, nur die kleinen Sporen der *Entamoeba histolytica* wurden in grösserer Zahl bemerkt. Von Amöben war natürlich keine bei der Eintrocknung erhalten geblieben.

Die Deckgläser wurden nun abgenommen, die Fäces mit reinem Wasser abgespült, gesammelt und das Material von 10 solchen Präparaten mit Wasser so verdünnt, dass die Aufschwemmung ca. 1 cm betrug. Einer jungen anscheinend ganz gesunden, kräftigen Katze, deren feste Fäces auf Amöben und Amöbencysten sorgfältig untersucht wurden, aber nichts verdächtiges enthielten, gab ich mit Milch und

frischem Rindfleisch die obige Aufschwemmung zu fressen. Am Abend des 3. Tages bereits wurden von dieser Katze blutig-schleimige Fäces mit grossen Mengen der typischen *Entamoeba histolytica* entleert, am Nachmittag des 4. Tages war sie verendet. Die Sektion ergab typische ulceröse Dysenterie des Dickdarms, die Einwanderung der Amöben in das Epithel konnte in ganz entsprechender Weise, wie von Jürgens bei seinen Katzeninfektionen, die per anum erfolgt waren, festgestellt werden. Dieser und ein weiterer entsprechender Versuch, bei dem eine ältere Katze benutzt wurde, die auch bald erkrankte, aber nach 4 Wochen spontan ausheilte, ergaben nicht nur die Bestätigung der Befunde von Jürgens, der auch zwei Fälle von Infektion per os erwähnt, sondern zeigen auch den Zusammenhang der Neuinfektion mit den geschilderten Dauersporen. Ich kann hier nicht ausführlich meine weiteren Versuche schildern, nur noch eines Experimentes möchte ich Erwähnung thun, welches beweist, dass die Dauersporen allein die Neuinfektion hervorzubringen im Stande sind. Die Fäces der eben erwähnten Katzen enthielten, entsprechend meinen sonstigen Erfahrungen über die Encystirung, nur vegetative Stadien der Amöben (von diesen ist ja bekannt, dass sie, lebendig in den Darm einer Katze per anum gebracht, sich weiter entwickeln), Sporen wurden nicht gefunden und auch keine vorbereitende Stadien. Eine Katze erhielt grössere Quantitäten dieser Fäces zu fressen, Sie blieb ganz gesund und zeigte durch vier Wochen keine Amöben in den Fäces, dann wurde sie mit dem Rest der Fäces des dysenteriekranken Chinakriegers, der von dem ersten Versuch übrig geblieben und getrocknet war, gefüttert und zeigte nach 6 Tagen die ersten Amöben im Stuhl. Sie war aber widerstandsfähiger als die erste Katze (auch älter und grösser), sie starb erst 2 Wochen später an der typischen Amöbendysenterie.

Bezüglich meiner Untersuchungen über die pathologischen Veränderungen, die durch die *Entamoeba histolytica* hervorgerufen werden, komme ich zu demselben Resultat wie Jürgens, und zwar nicht nur bei Katzen, sondern auch beim Menschen. Ich finde die Amöben hier auch nicht selten an noch gesunden Stellen der Mukosa in den Lieberkühn'schen Drüsen und kann sie dann in die Submukosa verfolgen; die Unterminirung der Schleimhaut und die Abscessbildung in späteren Stadien des Krankheitsprozesses erklären sich, wie ich glaube, durch folgende Ueberlegungen. Die Epithelschicht dürfte ein gegen Eindringen von Fremdlingen widerstandsfähigeres Gewebe sein als die geschützteren tiefen Lagen der Darmwand, ferner besitzt sie grössere Regenerationsfähigkeit als die Submukosa und drittens nimmt die Zahl der Amöben durch Vermehrung beim Tieferdringen zu. Diese 3 Faktoren genügen meines Erachtens, um das charakteristische Bild der Amöbenenteritis mit ihren tiefen, oft sackförmig abgeschlossenen Geschwüren und Abscessen ungezwungen nur durch die natürlichen Wachstums- und Lebensbedingungen der Schmarotzer selbst und der von ihnen angegriffenen Gewebe zu erklären. Diese Ueberlegungen werde ich später ausführlicher darstellen. Sicher scheint mir aber auf Grund der Untersuchungen von Jürgens und jetzt von mir, dass die *Entamoeba histolytica* nicht eine harmlose Kommensale wie *Entamoeba coli* ist, sondern ein echter Gewebsschmarotzer wie die Myxosporidien und zwar von allen bisher bekannten der gefährlichste unter den Protozoen und dass er allein im Stande ist, eine schwere dysenterische, wohlcharak-

terisirte Darmerkrankung hervorzurufen; er ist nach meiner Ueberzeugung der Erreger der ulcerösen Amöben-Enteritis des Menschen.

Jürgens wirft die Frage auf, ob dieser Organismus überhaupt zu den Amöben gehört? Sie ist nicht leicht zu beantworten, da wir ja die Amöben als phylogenetisch irgendwie begründete Gruppe nicht anerkennen können. Die neuere Protozoenforschung hat die Vorstellung gezeitigt, dass in der Stammesgeschichte der Protozoen einst ein Weg von freilebenden rhizopodenähnlichen Organismen zu den parasitischen Myxosporidien geführt hat. Meine Untersuchungen über diese wenig erforschten Organismen, die ich später publiziren werde, und über die freilebenden und parasitären Rhizopoden führen mich allmählich immer mehr zu einer Bestätigung dieser Vorstellung. Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass sowohl *Entamoeba coli* als *Entamoeba histolytica* am Ende von Seitenwegen stehen, die von der erwähnten Verbindungsstrasse nach verschiedener Richtung sich einst abgezweigt haben. Der Weg, auf dem *Entamoeba histolytica* jetzt steht, führt in die Nähe des Wegenetzes der Myxosporidien. Mehr als diese Andeutungen, deren Ausführung später erfolgen soll, vermag ich bei dem jetzigen niederen Stand unserer phylogenetischen Kenntnisse von den Protozoen nicht zu geben, sie basiren hauptsächlich auf der vergleichenden Untersuchung der Kern- und Fortpflanzungsverhältnisse, die ja aber erst in ihren Anfangsstadien sind.

Für die weitere Erforschung des Komplexes verschiedener Darmerkrankungen, die unter dem Sammelnamen Dysenterie zusammengefasst werden, wird die Zusammenarbeit der Protozoenforschung und der Medizin, wie ich hoffe, gute Früchte tragen. Es handelt sich zunächst um folgende Dinge: 1. die geographische Verbreitung der *Entamoeba histolytica* zu studiren, 2. das Vorkommen von Kombinationen der bazillären und amöboiden Darmerkrankungen zu ermitteln. Der diphtherische Charakter der bazillären Dysenterie ist, wenn er rein ausgeprägt erscheint, scharf zu scheiden von dem ulcerösen der Amöbendysenterie; wie beeinflussen sich aber die beiden Krankheitserreger, wenn sie gemeinsam auftreten? Ferner ergibt sich die Frage, ob die ulceröse Dysenterie nur von den Amöben verursacht wird oder ob auch Bakterien ähnliche pathologische Bilder erzeugen können? Endlich ist der Nachweis noch nicht geliefert, dass der Erreger der diphtherischen Dysenterie nur durch eine einzige Bazillen-Art dargestellt wird. Zu dieser Frage möchte ich mir die Mittheilung einer kleinen Beobachtung erlauben. *Entamoeba coli*, die harmlose Amöbe, findet sich und vermehrt sich bei den verschiedensten Darmkrankheiten ebenso wie im gesunden Darm; auch bei bazillärer Dysenterie und echter Amöbendysenterie wird sie als Begleiterscheinung gefunden. Nur bei einer hier in Istrien zuweilen epidemisch auftretenden Form der diphtherischen Dysenterie habe ich die harmlose Amöbe stets vermisst, obwohl diese Amöbe gerade hier so verbreitet ist, wie ich es sonst nirgends gefunden habe. Ich verfüge über 29 derartiger Fälle und konnte bei einem Mann sogar nachweisen, dass er vor der Erkrankung und nach derselben *Entamoeba coli* besass, nur während der Krankheit war sie verschwunden. Es scheint hiernach, dass gewisse bakterielle Dysenterien tödlich für die harmlosen Amöben sind und wie ich hinzufügen will, nicht nur für diese, sondern auch für die anderen Kommensalen

des Darms, denn ich konnte in keinem dieser Fälle Flagellaten feststellen, die sonst in jedem Darm zu finden sind.

Bei der durch den Shiga-Flexner-Kruse'schen Bazillus verursachten diphtherischen Dysenterie ist dies Verhalten nicht zu beobachten.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, allen denen, die mich bei meinen Arbeiten über die parasitären Amöben des Menschen mit Material unterstützt haben, meinen besten Dank zu sagen. Vorzüglich konservirtes Material erhielt ich von dem besten Kenner der ägyptischen Dysenterie, Herrn Dr. Kartulis in Alexandrien und Herrn Kollegen Professor Loos. Besonderen Dank schulde ich auch dem Sanitätsreferenten des Küstenlandes, Herrn Statthaltereirath Dr. Bohata und dem Sanitätsinspektor, Herrn Dr. von Celebrini bei der Statthalterei in Triest. Die Untersuchungen über Dysenterie wären mir nicht möglich gewesen, wenn nicht die k. k. Statthalterei in Triest sämtliche Amtsärzte und Krankenanstalten des Küstenlandes angewiesen hätte, mir alle dysenterischen Erkrankungen zu melden und Fäcesproben zu senden. Hierfür erlaube ich mir meinen ergebensten Dank auszusprechen. Dieser gebührt auch dem Direktor des Seuchenhospitals St. Maria Maddalena in Triest, Herrn Dr. Marcovich, der mir die wichtigsten Fälle von tropischer Amöbendysenterie zugänglich gemacht und in liebenswürdigster Weise das musterhafte Laboratorium der Anstalt für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

Endlich möchte ich an alle Fachgenossen, die Gelegenheit haben Amöben bei Dysenterie zu beobachten, die ergebenste Bitte richten, mich mit kleinen, in Sublimat-Alkohol (2 : 1) konservirten und in Jodalkohol 80 % ausgewaschenen Fäcesproben bei der Materialsammlung für geographisch-statistische Studien zu unterstützen.

Rovigno, zoologische Station, den 20. Dezember 1902.

Untersuchungen über die sogenannte „rohe Karbolsäure“ mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zur Desinfektion von Eisenbahnviehtransportwagen.

Von

Dr. Carl Fischer und F. Koske,

Hülfсарbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Nach den Bundesrathsbestimmungen vom 20. Juni 1886, betreffend die Ausführung des Gesetzes vom 25. Februar 1876 über die Beseitigung von Ansteckungstoffen bei Viehbeförderungen auf Eisenbahnen¹⁾ soll die zur Desinfektion von Viehwagen u. s. w., in Fällen einer wirklichen Infektion des Wagens durch Rinderpest, Maul- und Klauenseuche etc. oder wegen des dringenden Verdachtes einer solchen Infektion, zu benutzende Karbollösung durch Mischen von einem Theil der im Handel als 100prozentige Karbolsäure oder Acidum carbolicum depuratum bezeichneten Karbolsäure mit achtzehn Theilen Wasser unter häufigem Umrühren hergestellt werden.

Dieses hier vorgeschriebene Präparat ist jedoch unter dem vorstehenden Namen und in der Zusammensetzung wie zur Zeit des Erlasses im Handel nicht mehr zu haben, es finden sich vielmehr jetzt zum Theil anders zusammengesetzte Präparate unter anderen Namen in den Preislisten der Grosshandlungen wie Cresolum crudum und Acidum carbolicum crudum $\frac{95}{100}$ 0/0.

Mit den beiden Namen Cresolum crudum und Acidum carbolicum crudum $\frac{95}{100}$ 0/0 wird dasselbe Präparat, nämlich das eigentliche Rohkresol der Technik bezeichnet. Der Name „rohe Karbolsäure“ „Acidum carbolicum crudum $\frac{95}{100}$ 0/0“ entstammt noch einer Zeit, als dieses Präparat eine ganz andere Zusammensetzung zeigte. Letztere hat im Laufe der Jahre mannigfache Aenderungen erfahren. Anfangs belegte man mit dem Namen „rohe Karbolsäure“ ein durch Destillation aus dem Steinkohlentheer gewonnenes Produkt, in welchem neben den gesammten Phenolen auch noch Naphthalin, Paraffin, Benzin und andere Kohlenwasserstoffe vorhanden waren. Dieses Präparat hatte einen unangenehmen, widerlichen Geruch und sollte nach der Ph. germanic. I mindestens 50 0/0 „Karbolsäure“ enthalten. In späterer Zeit wurden aus dieser „rohen Karbolsäure“ die Kohlenwasserstoffe entfernt, es blieb ein Präparat zurück, welches sämmtliche im Steinkohlentheer hauptsächlich vorkommende Phenole, wie Karbolsäure, Kresole, Xylenole u. a. enthielt.

Von diesen Phenolen ist zur Zeit die Karbolsäure am werthvollsten. Letztere

¹⁾ Centralblatt für das deutsche Reich 1886 S. 200.

wird deshalb bei den jetzigen Fabrikationsmethoden möglichst vollständig aus dem Rohprodukt abgeschieden; das im Handel häufig noch fälschlich als „Acidum carbolie. crud. $\frac{95}{100}$ %“ oder „rohe Karbolsäure $\frac{95}{100}$ %“ bezeichnete Präparat enthält daher fast gar keine Karbolsäure mehr, sondern nur die homologen Phenole, in erster Linie die Kresole.

Das Ausgangsmaterial für die Darstellung dieses Präparates im Grossen liefert fast ausschliesslich der Steinkohlentheer. Die Ausbeute an Phenol aus demselben beträgt etwa 0,4—0,5 %, während sie sich für Kresole auf 2—3 % steigern lässt. Die Abscheidung der rohen Karbolsäure erfolgt in nachstehender Weise: Zunächst wird der Theer durch Destillation in folgende Fraktionen getrennt:

1. Vorlauf.
2. Leichtöl.
3. Schweröl.
4. Anthracenöl.

Die Hauptmenge der Phenole findet sich in dem Leichtöl und dem Schweröl, welches im Handel auch als „Kreosotöl“ bezeichnet wird. Das Leichtöl ist reicher an der eigentlichen Karbolsäure, während das Schweröl mehr von deren Homologen, namentlich den Kresolen enthält. Die Karbolsäure, sowie die höheren Phenole werden dem Leicht- und Schweröl durch Behandeln mit Natronlauge, in welcher die Phenole löslich sind, entzogen und aus der Lauge, welche inzwischen von den nicht in Lösung gegangenen Produkten in zweckentsprechender Weise getrennt worden ist, durch einen Zusatz von Säure wieder ausgefällt. Die so abgeschiedenen Phenole werden dann einer fraktionirten Destillation unterworfen. Die Karbolsäure siedet von den Phenolen am niedrigsten, dann folgen die Kresole und schliesslich mit immer höheren Siedepunkten die höheren Phenole. Die Technik hat ein besonderes Interesse daran, die Karbolsäure möglichst quantitativ für sich abzuscheiden, da dieselbe, wie bereits erwähnt, wegen ihrer ausgedehnten Verwendung in der Farbstoff- und Sprengstoff-Fabrikation viel höher im Preise steht, als die höheren Phenole, deren Anwendung eine bei weitem beschränktere ist.

Das Rohkresol der Technik stellt eine durchsichtige, klare, brenzlich riechende Flüssigkeit dar, welche beim Stehen, namentlich im Licht, bald einen bräunlich gelben Farbenton annimmt. Es besteht, wie bereits oben ausgeführt wurde, der Hauptmenge nach, nämlich zu etwa 95 %, aus einem Gemisch der drei isomeren Kresole, während von der eigentlichen Karbolsäure nur geringe Mengen vorhanden sind.

K. E. Schulze¹⁾ schätzt die Zusammensetzung des Kresolgemisches folgendermassen:

m.-Kresol	etwa	40	Prozent
o.-Kresol	„	35	„
p.-Kresol	„	25	„

Die Bezeichnung „roh“, „crudum“, verdient das Präparat nur zum Theil, da es, wie aus der oben näher beschriebenen Darstellung hervorgeht, bereits eine weitgehende Reinigung von nicht phenolischen Bestandtheilen erfahren hat. Die Bezeichnung „Roh“-

¹⁾ K. E. Schulze: Notizen. Ber. d. deutschen chem. Ges. XX. S. 410.

Kresol soll daher nur ausdrücken, dass ein Gemisch von verschiedenen Phenolen, nicht aber dass ein Gemisch von solchen und nicht phenolartigen Stoffen vorliegt.

Ausser diesem Rohkresol unterscheidet man im Handel noch Produkte, welche mit Acidum carbolicum crudum $\frac{25}{30}$ 0/0, $\frac{50}{60}$ 0/0 u. s. w. bezeichnet werden. Es sind dieses in der That Rohprodukte, denn dieselben enthalten neben dem angegebenen Prozentgehalt an Phenolen noch neutrale Kohlenwasserstoffe, wie Toluol, Xylol und namentlich auch Naphthalin.

Schliesslich bleibt noch ein Produkt zu erwähnen übrig, nämlich die von England eingeführte Karbolsäure. Diese besteht jedoch nur zum vierten Theil ihrer Menge aus Rohkresol, im Uebrigen aus reiner krystallisirter Karbolsäure. Die englischen Fabriken gehen von etwas anders zusammengesetzten Rohtheerölen aus; in Folge dessen ist auch ihr Rohkresol von etwas anderer Zusammensetzung wie das deutsche und enthält meist grössere Mengen Naphthalin. Es löst sich daher nicht klar in Natronlauge und sein Gehalt an wirksamen Phenolen ist geringer als in dem inländischen Fabrikat.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dass sich im Handel eine ganze Reihe verschieden zusammengesetzte Roh-Karbolsäure-Präparate vorfinden. Die wichtigsten Handelsmarken sind die folgenden:

- I. Rohe Karbolsäure $\frac{25}{30}$ 0/0.
- II. Rohe Karbolsäure $\frac{50}{60}$ 0/0.
- III. Rohe Karbolsäure $\frac{95}{100}$ 0/0 (Rohkresol).
- IV. Die aus England eingeführte Karbolsäure.

Von diesen Präparaten enthält die „rohe Karbolsäure $\frac{95}{100}$ 0/0 (Rohkresol)“, um es nochmals hervorzuheben, fast ausschliesslich Kresole. Infolgedessen ist dieselbe auch bereits in der dritten Auflage des Arzneibuches für das deutsche Reich und in einer Reihe Preislisten der Grosshandlungen als Cresolum crudum bezeichnet.

Aus diesen Gründen soll auch in der nachfolgenden Abhandlung, soweit es sich nicht um Litteraturangaben handelt, von der nicht zutreffenden Bezeichnung „Rohe Karbolsäure $\frac{95}{100}$ 0/0“ ganz abgesehen und dieses Präparat nur als Cresolum crudum (Rohkresol) angeführt werden.

Wie durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt ist, sind die in dem Rohkresol enthaltenen Kresole sehr wirksame Desinfektionsmittel, welche die reine Karbolsäure an keimtödtender Kraft übertreffen. Auch ist der Preis des Rohkresols erheblich niedriger, als derjenige der reinen Karbolsäure. Ihrer allseitigen Verwendung steht jedoch die geringe Löslichkeit in Wasser entgegen, die im Mittel nur etwa $1\frac{1}{2}$ —2 0/0 beträgt. Eine „5 0/0 Karbolsäurelösung“, wie sie in dem oben angeführten Erlass vorgeschrieben ist, lässt sich vermittelst des Rohkresols gar nicht herstellen. Man kann aber die nicht gelösten Antheile durch häufiges Umrühren in dem Wasser sehr fein vertheilen und so eine Suspension erzeugen, welche ziemlich lange bestehen bleibt, denn die milchig getrübe Flüssigkeit klärt sich nur langsam. Für die regelrechte Ausführung der Desinfektion ist aber ohne Zweifel eine vollkommene Lösung der Bestandtheile einer nur theilweisen Lösung und einer blossen Mischung derselben

vorzuziehen. Denn bei einer Mischung liegt einerseits die Gefahr vor, dass ungelöste Theile des Rohkresols die Hände und Schleimhäute der die Desinfektion ausführenden Personen verätzen, andererseits wurden auch häufig Klagen laut, dass aus den Wagen, welche in der vorgeschriebenen Weise desinfiziert waren, der Kresol-Geruch längere Zeit hindurch nicht zu entfernen war und sich nicht allein den in solchen Wagen versandten Lebensmitteln, sondern auch lebenden Thieren mittheilte, sodass deren Fleisch in Folge dessen bei der Schlachtung beanstandet wurde. Gerade das lange Anhaften des Geruches dürfte vielleicht darauf zurückzuführen sein, dass sich ungelöste Theile des Desinfektionsmittels in den Fugen und Spalten der Wagen festsetzten.

Um nun die Löslichkeit des Rohkresols zu erhöhen, sind verschiedene Mittel in Vorschlag gebracht worden. So suchte man eine höhere Löslichkeit dadurch zu erreichen, dass man Präparate herstellte, welche aus reinen Kresolen bestanden, z. B. das Trikresol Schering und das Kresolum purum liquefactum Nördlinger. Ersteres ist ein aus dem Rohkresol isolirtes Gemisch der 3 Isomeren: Ortho-, meta- und para-Kresol. Die Löslichkeit dieses Präparates wurde von Schlepegrell¹⁾ nach zwei verschiedenen Methoden bestimmt und hierbei gefunden, dass in 100 g Wasser nach der einen Methode 3 g Trikresol, nach der andern Methode 2,34 beziehungsweise 2,57 g löslich waren.

Das Kresolum purum liquefact. Nördlinger ist nach Angabe der Fabrik ein durch Wasser verflüssigtes chemisch reines Orthokresol ($C_6H_4OHCH_3 + H_2O$). Die Löslichkeit dieses Präparates wurde von Schlepegrell²⁾ zu 3,14 g in 100 Th. Wasser ermittelt.

Ferner wurden die Rohkresole entweder durch Seife oder gewisse neutrale Salze in Lösung gebracht oder durch Behandeln mit Schwefelsäure „aufgeschlossen“ und zwar letzteres in der Weise, dass ein Theil des Kresols sulfurirt wurde und die entstandenen Sulfosäuren alsdann die Lösung des nicht sulfurirten Kresols beförderten. In der III. Ausgabe des Arzneibuches für das deutsche Reich z. B. wurde eine Vorschrift zur Bereitung von Kresolseifenlösung gegeben. Schon bevor diese Vorschrift aufgenommen wurde, befanden sich im Handel zahlreiche derartige Präparate, welche Gemische entweder von Harz- oder von Kaliseife mit rohen oder theilweise gereinigten Kresolen darstellen. Als Gemenge von Harzseifen mit kresolhaltigen Theerölen oder Rohkresol kommen beispielsweise in Betracht:

Kreolin Pearson, Desinfektol, Kresolin, Izal, Sapokarbol II.

Gemenge von Kaliseife mit rohen oder reinen Kresolen sind die Präparate:

Lysol, Kresolsaponat, Kresol Raschig, Kresapol, Phenolin, Sapokarbol 00, 0 und 1, Lysitol, Enterokresol, Lysosolveol u. a.

Als Kresolpräparate, in welchen durch Zusatz von neutralen Salzen das Kresol löslich gemacht ist, mögen das Solveol und das Solutol angeführt werden. Ersteres ist eine Lösung von Kresolen in kresotinsaurem Natrium, letzteres ist durch Kresolnatrium löslich gemachtes Kresol. Auch gehört zu dieser Klasse das Kresin, eine Auflösung von Kresolen in einer Lösung von kresoxylessigsäurem Natrium.

¹⁾ von Schlepegrell. Trikresol Schering und Kresolum purum liquefact. Nördlinger als Desinfektionsmittel. Inaugural-Dissertation Göttingen 1895.

²⁾ l. c.

Die Zusammensetzung der vorstehenden Präparate ist aber eine häufig wechselnde und nur ungefähr bekannt.

Ferner möge hier noch ein Verfahren zum Löslichmachen von Kresol in Wasser durch Vermischen desselben mit den Salzen der Sulfosäuren des rohen oder reinen Phenanthrens angeführt werden, welches der Aktiengesellschaft für Theer- und Erdöl-industrie in Berlin durch D. R. P. No. 128880 geschützt wurde.

Endlich seien noch das Kreolin-Artmann und das Sanatol erwähnt. Es sind dieses Präparate, welche aus roher Karbolsäure oder Rohkresol durch Vermischen mit Schwefelsäure hergestellt sind und auch deren Zusammensetzung eine nicht gleichmässige ist.

Da es nun für die Desinfektionstechnik besonders in den Fällen, wo es sich um Desinfektionen handelt, die regelmässig und im grossen Maassstabe vorzunehmen sind, z. B. bei der Desinfektion der Eisenbahnviehtransportwagen, von grösster Wichtigkeit ist, ein Desinfektionsmittel zu besitzen, welches sicher wirkt, wenig riecht, leicht anwendbar ist, die Wagen nicht zu sehr beschädigt und dabei nicht zu hoch im Preise steht, so wurden nach dieser Richtung hin hier eingehende Untersuchungen, welche sich auf nachstehende Präparate erstreckten, angestellt.

Es wurden geprüft:

I. Verschiedene Handelsmarken von Roh-Karbolsäure beziehungsweise Rohkresol.

II. Mehrere käufliche und selbst aus verschiedenen Rohkresolen bereitete Kresol-seifenlösungen.

III. Mischungen aus Rohkresol und Schwefelsäure.

IV. Einige neuere für die Lösung der vorliegenden Frage unter Umständen in Betracht kommende Kresolpräparate.

Um nun zunächst einen Einblick in die chemische Zusammensetzung der drei Handelspräparate, „Rohkresol“, „Rohe Karbolsäure von 50 %“ und „Rohe Karbolsäure von 25 %“ zu gewinnen, wurden drei Proben, welche dem freien Verkehr entnommen waren, eingehend untersucht. Da die übrigen Roh-Karbolsäuren des Handels, welche einen anderen Gehalt an Phenolen, wie oben angegeben ist, zeigen, durch Vermischen dieser 3 technischen Präparate unter sich oder durch Zusatz von hochsiedenden oder rückständigen Antheilen von der Fabrikation krystallisirter Säure gewonnen werden, so wurde von einer Untersuchung der Präparate mit anderem Phenolgehalt abgesehen.

Die Untersuchung der drei Präparate, welche nachstehend ausführlich geschildert werden soll, zeigte folgendes Ergebniss:

I. Rohkresol.

Das untersuchte Präparat entsprach zunächst allen Anforderungen des Arzneibuches. Es löste sich klar in 7,5 % Natronlauge auf, die Lösung trübte sich, selbst bei längerem Stehen, nicht. An Verunreinigungen wurden Wasser, sowie äusserst geringe Mengen von Pyridinbasen aufgefunden. Die Menge der letzteren wurde nicht genau bestimmt, sie betrug jedoch nicht mehr wie höchstens $\frac{1}{2}$ %. Diese wie die

nachstehenden Zahlen sind als Annäherungswerthe aufzufassen, wie sie eben bei der Untersuchung solcher Produkte überhaupt nur zu erlangen sind. Im vorliegenden Falle kommt es auch auf die absoluten Zahlen weniger an, als auf die Verhältnisszahlen, welche zeigen, in welchem Verhältniss die einzelnen Fraktionen der Phenole zu einander stehen.

Zur eingehenderen Untersuchung wurde das Präparat direkt der Destillation unter gewöhnlichem Druck unterworfen.

Von 384 g gingen über:

bis 188°	12,5 g = Vorlauf	3,26 ‰
von 188—202°	352,0 g = Hauptfraktion	91,67 ‰
es blieben zurück	16,5 g = Rückstand	4,30 ‰
zusammen = 381,0 g		= 99,23 ‰

Um genügende Mengen der einzelnen Fraktionen zu gewinnen, wurden noch 5 kg in Arbeit genommen.

Hiervon gingen über:

bis 188°	134,5 g	= Vorlauf	2,69 ‰
von 188—202°	4725,0 g	= Hauptfraktion	94,5 ‰
es blieben zurück	140,5 g	= Rückstand	2,81 ‰
zusammen	= 5000,0 g		= 100,00 ‰.

In den Vorlauf, einer getrübbten farblosen Flüssigkeit, ging neben Wasser das vorhandene Phenol, sowie auch etwas Kresol über.

Die Hauptfraktion war eine vollkommen farblose, klar durchsichtige, ölige Flüssigkeit von dem bekannten Phenolgeruch. Sie siedete zu ungefähr 90 % zwischen 192—195° und enthielt, wie aus dem Siedepunkt und der Löslichkeit in Natronlauge geschlossen wurde, im Wesentlichen nur die 3 isomeren Kresole. Der Rückstand enthielt die höher siedenden Phenole.

In dem Vorlauf wurde eine Bestimmung seines Gehaltes an Phenolen ausgeführt. Darnach enthält der Vorlauf 87 % an Phenolen.

Der Gesamt-Rückstand aus beiden Versuchen wurde der Destillation unterworfen.

Von 157 g gingen über:

von 200—202°	68,5 g	gelblich	gefärbt
„ 202—210°	81,0 g	„	„
„ 210—225°	3,5 g	„	„
Rückstand	4,0 g	schwarzes	Pech.

Demnach ergaben sich folgende Zahlen für die Zusammensetzung des Rohkresols:

		Siedepunkt
1) Wasser	0,35 %	} —188°
2) Phenole des Vorlaufs	2,34 %	
(Gemisch von Phenol mit Kresolen).		
3) Gemisch der isomeren Kresole	94,50 %	188—202°
4) Gemisch der Kresole mit wenig Xylenolen	1,23 %	200—202°
5) „ „ „ „ mehr „	1,45 %	202—210°
6) Höhere Phenole (Xylenole)	0,06 %	210—225°
7) Rückstand	0,07 %	
	zusammen 100,00 %	

Hieraus ergibt sich, dass das untersuchte technische Rohkresol zum weitaus grössten Theile aus dem Gemisch der drei Kresole bestand, Wasser und Rückstand betrugen zusammen etwa $\frac{1}{2}$ ‰. Von den Phenolen des Vorlaufs, in welchem die gesammte Menge der Karbolsäure enthalten war, bestand höchstens die Hälfte aus Karbolsäure. In dem verarbeiteten Rohkresol war daher höchstens 1—1,5 ‰ Karbolsäure enthalten.

Auf eine Verunreinigung des Präparates muss jedoch noch hingewiesen werden. Dasselbe enthielt, wie bereits erwähnt, geringe Mengen von Pyridinbasen, die sich in dem Präparat selbst durch den Geruch nicht bemerkbar machten, wohl aber — wenn auch nur sehr schwach — wenn das Kresol in Natronlauge gelöst wurde.

Bei der Destillation konzentrierten sich die Pyridinbasen in den über 200° siedenden Fraktionen, während die Hauptfraktion nach der Auflösung in Natronlauge nur einen sehr geringen Geruch entwickelte. Die Fraktionen 200—202°, 202—210° und 210—225° lösten sich daher nicht klar in Natronlauge, und diese trübe Lösung roch merklich nach Pyridinbasen.

Zur Reinigung von letzteren wurden die Fraktionen über 200° daher wieder vereinigt, in Aether gelöst und die ätherische Lösung mit kleinen Mengen Salzsäure geschüttelt und darnach mit Wasser bis zur neutralen Reaktion gewaschen. Nach dem Abdestilliren des Aethers wurde der Rückstand fraktionirt. Es gingen über

von 200—202°	58 g Gemisch der Kresole mit sehr wenig Xylenolen
„ 202—205°	70 g Gemisch der Kresole mit wenig Xylenolen
„ 205—215°	12 g Xylenole
Rückstand	3 g

Die Fraktion 200—202° und 202—205° war vollkommen wasserklar und farblos. Ihre Lösung in Natronlauge war nur äusserst schwach getrübt und roch nicht mehr nach Pyridinbasen.

Fraktion 205—215° war sehr schwach gelblich gefärbt. Ihre Lösung in Natronlauge war schwach getrübt und roch ebenfalls nicht mehr nach Pyridinbasen.

Die oben erhaltene salzsaure Lösung etwaiger Pyridinbasen wurde eingedampft und verbreitete hierbei einen starken Geruch nach Acetamid. Der schliesslich hinterbleibende Rückstand stellte einen dunkelbraunen Sirup dar. Wurde derselbe mit konz. Kalilauge versetzt, so schieden sich die Pyridinbasen als ölige Schicht von starkem, widerlichem Geruch ab. Ihre Menge war jedoch zu gering, um weiter untersucht werden zu können. Der Schätzung nach waren in dem untersuchten Rohkresol 0,3—0,5 ‰ dieser Base enthalten.

II. Untersuchung der rohen Karbolsäure von 50 ‰.

Die Roh-Karbolsäure von 50 ‰ stellte eine schwarze, undurchsichtige, schmierige, dicke Flüssigkeit dar, welche neben Phenolen noch Kohlenwasserstoffe, Pyridinbasen, Schwefelverbindungen, Brandharze u. a. enthielt. Dieselbe war von dem Rohkresol nicht allein durch die äussere Beschaffenheit, sondern auch dadurch unterschieden, dass in derselben erheblich mehr höhere Phenole vorhanden waren. Zur Untersuchung wurden 250 g des Materials mit 250 ccm Petroläther verdünnt, und die Lösung im

Scheidetrichter mit 1000 ccm 15 % Natronlauge und 1000 ccm Wasser mehrere Male kräftig durchgeschüttelt. Die Lauge, welche die Phenole mit schwarzbrauner Farbe löste, wurde absetzen gelassen, dann abgezogen und blieb hierauf 24 Stunden stehen, damit sich die mechanisch mitgerissenen theerigen Verunreinigungen zu Boden setzen konnten. Darnach wurde die stark nach Pyridinbasen riechende Lauge durch Asbest an der Wasserstrahlpumpe filtrirt und so vollkommen klar, wenn auch tiefdunkel gefärbt, erhalten. Im Ganzen wurde 1 kg Roh-Karbolsäure 50 % in Arbeit genommen. Je 2000 ccm der alkalischen Lauge wurden dann mit 300 g Kochsalz und 600 ccm Salzsäure vom spez. Gewicht 1,125 versetzt und die abgeschiedenen Phenole in Aether aufgenommen. Nach dem Abdestilliren des Aethers stellten die Phenole eine dicke, schwarzbraune Flüssigkeit dar, welche zunächst zu ihrer Reinigung mit Wasserdampf destillirt wurde. Die Phenole gingen nur langsam über; als nur noch wenig Oeltröpfchen übergingen, wurde die Destillation unterbrochen, die Destillate vereinigt, mit Kochsalz gesättigt und mit Aether ausgeschüttelt. Die ätherischen Ausschüttelungen wurden vereinigt, mit Wasser gewaschen und der Aether abdestillirt. Der Rückstand war eine hellgelb gefärbte Flüssigkeit von dem bekannten Phenolgeruch. Aus 1 kg des Rohmaterials konnten in der oben beschriebenen Weise nur 246 g Phenole isolirt werden. Bei der Destillation gingen über:

1) bis	120°	29,0 g	} Vorlauf
2) von	120—188°	5,0 g	
3) „	188—202°	77,0 g	Gemisch der Kresole
4) „	202—220°	108,0 g	Gemisch von Kresolen und Xylenolen
	Rückstand	26,0 g	

Die 3 ersten Fraktionen waren vollkommen farblos; die letzte schwach gelblich gefärbt in Folge einer geringen Zersetzung, welche zum Schluss der Destillation eintrat. Die Fraktionen 3 und 4 waren klar löslich in Natronlauge; bei starkem Verdünnen mit Wasser trübte sich die Lösung von 4 etwas. Fraktion 1 bestand hauptsächlich aus Aether und Wasser. Aus dem Vorstehenden ergiebt sich schon, dass die Roh-Karbolsäure von 50 % bei weitem mehr höhere Phenole enthält, als das Rohkresol.

Der bei der Dampf-Destillation hinterbleibende Rückstand stellte eine schwarzbraune, dickliche Flüssigkeit dar, welche theilweise in Wasser suspendirt war. Das Wasser wurde daher zur völligen Abscheidung etwa gelöster Phenole mit Kochsalz gesättigt, und das ganze mit Aether ausgeschüttelt. Hierbei entstand neben der wässrigen und ätherischen Schicht eine Suspension, welche in Aether nicht löslich war. Es wurde die ätherische Schicht daher von der Suspension durch Filtriren befreit, mit Wasser mehrere Male gewaschen, wieder filtrirt und dann der Aether abdestillirt. Es hinterblieben die höher siedenden Phenole in Gestalt einer schwarzbraunen, in Natronlauge klar löslichen Flüssigkeit. Die Suspension erwies sich in Natronlauge löslich. Die Lösung war tiefschwarz gefärbt. Beim Versetzen mit Salzsäure entstand ein flockiger Niederschlag. Dieser setzte sich bald ab, wurde von Wasser befreit und mit Aether geschüttelt. Der Aether nahm noch eine geringe Menge Phenole auf; der Niederschlag selbst verwandelte sich beim Schütteln mit Aether in einen in Aether unlöslichen schwarzen Schlamm. Dieser wurde mit Aether

noch ausgezogen, die ätherischen Auszüge vereinigt, mit Wasser gewaschen und der Aether abdestillirt. Der geringe Rückstand wurde mit den oben erhaltenen hochsiedenden Phenolen vereinigt. Von einer weiteren Untersuchung des Schlammes wurde abgesehen.

Das Gewicht der hochsiedenden Phenole betrug 62 g. Hierzu kommen noch 26 g Rückstand von der Destillation der mit Wasserdampf übergegangenen Phenole. Im Ganzen wurden aus 1 kg Roh-Karbolsäure isolirt $246 + 62 = 308$ g Phenole. Hiervon sind jedoch 29 g in Abzug zu bringen, welche, wie oben ausgeführt, bis 120° übergehen. Die Menge der isolirten Phenole beträgt demnach 279 g.

Die Destillation der hoch siedenden Phenole wurde zur Vermeidung einer Zersetzung im luftverdünnten Raume vorgenommen. Es destillirten über bei 15 mm Druck zwischen

110—120°	43 g
120—170°	9 g
170—250°	21,5 g
	<hr/> 73,5 g

Der Destillationsrückstand erstarrte zu einem schwarzen Pech. Alle 3 Fraktionen waren in Natronlauge von 15 % klar löslich; beim Verdünnen trübte sich die Lösung. Die Fraktion 110—120° entsprach der bei gewöhnlichem Druck von 202—220° siedenden Fraktion und wurde mit derselben vereinigt. Fraktion 120—170° (15 mm Druck) ist braungelb gefärbt und ist eine Zwischenfraktion. Fraktion 170—250° enthielt die höchst siedenden Phenole. Unter gewöhnlichem Druck würde die Siedetemperatur etwa zwischen 280—360° liegen. Die Fraktion stellt einen dicken, zähen, braunen Sirup dar.

Nach dem Vorstehenden sind an getrennten Phenolen aus 1 kg Rohkarbolsäure von 50 % isolirt worden:

1) Fraktion 188—202°	77 g Gemisch der 3 Kresole.
2) „ 202—220°	151 g Gemisch von Kresolen mit Xylenolen.
3) „ 120—170° (220—280)	9 g Zwischenfraktion.
	unter 15 mm Druck
4) „ 170—250° (280—360)	21,5 g höchst siedende Phenole.
	unter 15 mm Druck
	<hr/> 258,5 g

Hieraus geht hervor, dass in der rohen Karbolsäure von 50 % eine bei weitem grössere Menge von höher siedenden Phenolen enthalten ist, als im Rohkresol.

Da im Ganzen aus 1 Kilo der angewandten Roh-Karbolsäure 279 g Phenole isolirt wurden, so ergibt sich auf 100 % berechnet folgendes Verhältniss der einzelnen Phenole:

27,60 %	Kresole
54,10 %	Gemisch von Kresolen und Xylenolen.
10,90 %	höchst siedende Phenole.
7,40 %	Rest (Vorlauf etc.).
Zusammen 100	%.

Im Rohkresol sind auf 100 % Phenole enthalten:

Phenole des Vorlaufs (Karbolsäure, Kresole)	2,34 %
Gemisch der isomeren Kresole	94,50 %
Gemisch von Kresolen und Xylenolen . . .	2,68 %
Xylenole	0,06 %

Aus dieser Zusammenstellung ist schon die Verschiedenheit der beiden Präparate zu erkennen. Dieselben unterscheiden sich nicht nur durch das Mengenverhältniss, in welchem die einzelnen Phenole zu einander stehen, sondern auch dadurch, dass die höchst siedenden Phenole der Roh-Karbolsäure 50 % in dem Rohkresol überhaupt nicht vorkommen. Neben den Phenolen sind in der Karbolsäure von 50 % hauptsächlich aromatische Kohlenwasserstoffe, daneben aber auch Pyridinbasen in grösserer Menge und verschmierte Substanzen wie Brandharze und andere Stoffe enthalten.

III. Untersuchung der Roh-Karbolsäure von 25 % (Kreosotöl III).

Die Roh-Karbolsäure von 25 % gleicht in ihrer äusseren Beschaffenheit der Roh-Karbolsäure von 50 %. Auch sie stellt eine schwarze, undurchsichtige, schmierige, dicke Flüssigkeit dar. Der Gang der Untersuchung war folgender:

1000 ccm Kreosotöl III wurden mit 1000 ccm Petroläther verdünnt und mit 2000 ccm Natronlauge von 15 % und 1000 ccm Wasser in einer grossen Flasche anhaltend durchgeschüttelt. Die mittelst Scheidetrichters von der petrolätherischen Schicht getrennten alkalischen Laugen waren tiefbraun gefärbt und rochen stark nach Pyridinbasen. Sie wurden mittelst Filtriren durch Asbest von mechanischen Verunreinigungen befreit und so vollkommen klar erhalten. Im Ganzen wurden 2 kg des Präparates verarbeitet.

Je 2000 ccm der Lauge wurden mit 300 g Kochsalz und 800 ccm konz. Salzsäure versetzt. Die Anwesenheit von Pyridinbasen gab sich hierbei durch das Auftreten starker Nebel zu erkennen. Die Phenole schieden sich als schwarze Oelschicht auf der wässerigen Schicht ab und waren ziemlich dünnflüssig, da die wässrige Schicht ziemlich heiss war. Die wässrige Schicht wurde abgelassen und nach dem Erkalten einmal mit Aether ausgeschüttelt. Durch Zusatz der ätherischen Ausschüttelung zu den oben abgeschiedenen Phenolen schieden sich schwarze, schmierige Substanzen ab. Es wurde daher soviel Aether zugefügt, bis diese Abscheidungen sich nicht mehr stark vermehrten, die ätherische tiefschwarze Lösung zur Klärung über Nacht stehen gelassen und dann filtrirt. Das Filtrat stellte schliesslich eine braunroth gefärbte Lösung dar. Freilich wurde bis zur vollständigen Ausfällung des schmierigen Produktes sehr viel (mehrere kg) Aether verbraucht. Das Ausfällen wurde daher in verschiedenen Portionen vorgenommen und für die späteren Ausfällungen der von den früheren durch Abdestilliren jedesmal zurückgewonnene Aether benutzt. Vor Abdestilliren des Aethers wurden die ätherischen Lösungen mit Wasser gewaschen, um sie von Salzsäure zu befreien. Die Fällungen, welche durch den Aether entstanden, hatten zuerst ein schmieriges, pechartiges Aussehen und rochen nach Pyridinbasen. Die späteren Fällungen sahen in Aether pulverig aus, nach dem

Abfiltriren stellten sie einen braunschwarzen Schlamm dar. Die Fällungen sind jedoch nicht weiter untersucht worden.

Aus den ätherischen Lösungen wurde der Aether auf dem Wasserbade abdestillirt. Der Rückstand war eine braunroth gefärbte Flüssigkeit, welche den charakteristischen Phenolgeruch zeigte. Sie destillirte unter gewöhnlichem Druck ohne Zersetzung.

1) Phenole des Vorlaufes bis 188 °	etwa 10 g	gelblich gefärbt
2) Fraktion	188—202 °	80 g „ „
3) „	202—210 °	185 g „ „
4) „	210—220 °	63 g „ „
5) „	220—260 °	39 g bräunlich „
6) Rückstand		69 g

Aus 2 kg Roh-Karbolsäure 25 % = 446 g Phenole.

Alle Fraktionen lösten sich mehr oder minder trübe in Natronlauge auf; ein Geruch nach Pyridinbasen trat hierbei nicht auf.

Die Fraktionen 2—5 wurden daher wieder vereinigt und in Natronlauge gelöst, die trübe Lösung mit Aether einmal durchgeschüttelt, wodurch sie vollkommen klar wurde, und von der ätherischen Ausschüttelung getrennt. Die alkalische Lösung wurde dann mit Kochsalz gesättigt, mit Salzsäure versetzt, die sich ausscheidenden Phenole in Aether aufgenommen und die wässrige Schicht noch einmal mit Aether ausgeschüttelt. Die vereinigten ätherischen Auszüge wurden durch Waschen mit Wasser von anhaftender Salzsäure befreit und der Aether auf dem Wasserbade abdestillirt. Der Rückstand gab bei der Destillation folgende Fraktionen:

1) Phenole des Vorlaufes	etwa 10 g
2) Fraktion	190—202 ° 92 g
3) „	202—210 ° 177 g
4) „	210—220 ° 28 g
5) „	220—270 ° 16 g
Rückstand	4 g
Zusammen	327 g
In Arbeit genommen waren	367 g
wieder erhalten	327 g
Differenz	40 g

Diese Differenz vertheilt sich, wie man sieht, auf die Fraktionen 210—220 ° und 220—260 °, sodass in diesen der grösste Antheil der in Natronlauge nicht löslichen Substanzen enthalten war. Die ätherische Lösung, welche durch Ausschütteln der alkalischen Lösung der Phenole erhalten worden war, musste diese Produkte enthalten. Nach dem Waschen und Abdestilliren des Aethers hinterblieben hier 35 g einer Flüssigkeit, welche bei der Destillation zwischen 210—250 ° überging, nicht nach Pyridinbasen, sondern nach Theer roch, unlöslich in Natronlauge war und wahrscheinlich wohl aus neutralen Theerkohlenwasserstoffen bestand. Die vorerwähnten Phenolfractionen lösten sich nunmehr ohne Ausnahme klar in Natronlauge. Fraktion Nr. 5 war gelb gefärbt, die übrigen waren vollkommen farblos.

Es ergibt sich somit folgendes Endresultat. Von den in der Roh-Karbolsäure von 25 % enthaltenen Phenolen entfallen auf

1) Phenole des Vorlaufes (Kresole) etwa	20 g	} 112 g
2) Fraktion 188—202 ° (Kresole)	92 g	
3) „ 202—210 ° (Gemisch von Kresolen und Xylenolen)	177 g	
4) „ 210—220 ° (Xylenole)	28 g	
5) „ 220—270 °	16 g	
6) Ueber 270 ° siedende Phenole	73 g	
Zusammen		406 g

Mithin sind enthalten in der Roh-Karbolsäure von 25 % berechnet auf 100 % Phenole:

1) Phenole des Vorlaufes etwa	4,92 %
2) Kresole	22,66 „
3) Gemisch von Kresolen und Xylenolen	43,60 „
4) Xylenole	6,90 „
5) Ueber 220 ° siedende Phenole	3,94 „
6) „ 270 ° „	17,98 „
100,00 %	

Mithin in der Roh-Karbolsäure von 25 %

1) Nicht phenolische Substanzen (Kohlenwasserstoffe, Pyridinbasen, Schwefelverbindungen, Wasser, Harze) 75 %

2) Phenole

a) Phenole des Vorlaufes etwa	1,23 %
b) Kresole	5,67 „
c) Kresole und Xylenole	10,90 „
d) Xylenole	1,72 „
e) hochsiedende Phenole	5,48 „

25 %
Zusammen 100 %

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Menge der höher siedenden Phenole in der 50 % und 25 % rohen Karbolsäure erheblich grösser ist wie in dem Rohkresol. Während in letzterem auf 980,7 g Kresole nur 15,1 g höher siedende Phenole entfallen, kommen in der 50 % Säure auf 138 g Kresole 325 g höher siedende Phenole, in der 25 % Säure auf 69 g Kresole 181 g höher siedende Phenole.

Das Verhältniss der Kresole zu den höher siedenden Phenolen ist folgendes:

	Kresole:		höher siedende Phenole:
Rohkresol	65	:	1
Roh-Karbolsäure 50 %	1	:	2,35
„ „ 25 %	1	:	2,62

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die höher siedenden Phenole beim Rohkresol nur aus den Xylenolen, bei den beiden anderen Präparaten aber ausser diesen auch noch aus den höchst siedenden Phenolen bestehen. Die Zusammensetzung des Rohkresols, der 50 und 25 % rohen Karbolsäure ist demnach nicht allein quan-

titativ, sondern auch qualitativ durchaus verschieden. Auch die einzelnen Handelsmarken des Rohkresols sind, wie die später zu beschreibende Untersuchung ergab, nicht von gleicher Beschaffenheit. Aus diesen Gründen schien es erforderlich, zu den vergleichenden Untersuchungen nur chemisch möglichst eingehend untersuchte Präparate zu verwenden. Ein Vergleich der erhaltenen Ergebnisse mit früher ausgeführten Untersuchungen, besonders auch mit Kresolschwefelsäuremischungen, ist nicht angängig, weil die chemische Zusammensetzung der zu den früheren Versuchen benutzten Präparate von den Untersuchern nicht festgestellt ist.

In Anknüpfung an die oben beschriebenen Ermittlungen wurden auch die wichtigsten Fraktionen auf ihre Löslichkeit in Wasser geprüft. Zur Untersuchung wurden verwendet:

- 1) Fraktion 188—202 ° aus Rohkresol,
- 2) „ 202—210 ° aus „rohe Karbolsäure 25 %“,
- 3) „ 210—220 ° „ „ „ „

Die Ausführung der Untersuchung erfolgte in folgender Weise:

5 ccm der Fraktion 188—202 ° wurden mit Wasser von etwa 20 ° auf 100 ccm aufgefüllt. Je 2 ccm der Fraktionen 202—210 ° und 210—220 ° wurden in gleicher Weise mit Wasser auf 50 ccm aufgefüllt. Die Mischungen wurden während eines Tages häufig durchgeschüttelt und dann über Nacht absetzen gelassen. Es waren ungelöst zurückgeblieben:

- 1) 3,5 ccm,
- 2) 1,4 ccm,
- 3) 1,6 ccm.

Mithin waren gelöst:

- 1) in 96,5 ccm Lösung 1,5 ccm, also in 100 ccm = 1,55 ccm
- 2) „ 48,6 „ „ 0,6 „ „ „ „ 100 „ = 1,23 „
- 3) „ 48,4 „ „ 0,4 „ „ „ „ 100 „ = 0,83 „

Durch diese Prüfung war demnach festgestellt, dass die wichtigsten Fraktionen insonderheit die Fraktion 1, welche im Wesentlichen die 3 isomeren Kresole enthielt, nicht unerheblich in Wasser löslich waren. Dieser Befund steht in einem gewissen Gegensatz zu den Resultaten von C. Fränkel¹⁾, welcher fand, dass sämtliche Fraktionen, welche von ihm aus der rohen Karbolsäure durch fraktionirte Destillation abgeschieden waren, in Wasser unlöslich waren. Weder durch kräftiges Schütteln, noch unter dem Einfluss höherer Temperatur, noch endlich nach tagelanger Berührung mit destillirtem Wasser waren mehr als ganz geringfügige Spuren in Lösung übergegangen.

Nachdem durch die vorstehenden Untersuchungen die chemische Zusammensetzung insbesondere der prozentische Gehalt an höher und niedrig siedenden Phenolen

¹⁾ C. Fränkel, die desinfizirenden Eigenschaften der Kresole. Ein Beitrag zur Desinfektionsfrage. Zeitschr. für Hygiene Bd. 6, S. 521.

in den drei verschiedenen Handelspräparaten „Rohkresol“, „rohe Karbolsäure 50 %“ und „rohe Karbolsäure 25 %“ ermittelt war, wurde für die weiteren Untersuchungen von den Roh-Karbolsäuren 50 und 25 % abgesehen und lediglich das von dem Arzneibuch unter dem Namen Cresolum crudum vorgeschriebene Präparat weiter geprüft. Von letzterem gelangten mehrere Proben, die von verschiedenen Firmen entweder unter ausdrücklicher Bestellung als „Cresolum crudum den Anforderungen des Arzneibuches entsprechend“ oder unter der Hand bezogen waren, zur Untersuchung. Von einer der Firmen wurden mehrere Präparate, welche aus verschiedenen Sendungen stammten, untersucht. Die zur Untersuchung herangezogenen Kresole sind im Folgenden mit den Buchstaben A—G bezeichnet. Ausser diesen Rohkresolen wurde auch noch ein Kresol aus Toluidin geprüft.

Die Untersuchung erstreckte sich zunächst auf:

- I. Verhalten der einzelnen Kresole zur Arzneibuchprobe.
- II. Löslichkeit der verschiedenen Präparate in Wasser.
- III. Verhalten bei der fraktionirten Destillation.
- IV. Bestimmung des Gehaltes an m-Kresol.

1. Verhalten der einzelnen Kresole zur Arzneibuchprobe.

Das Arzneibuch für das deutsche Reich, IV. Ausgabe, schreibt für rohes Kresol folgende Prüfung vor: „50 ccm rohes Kresol, mit 50 ccm Natronlauge und 50 ccm Wasser in einem 200 ccm fassenden Messcylinder mit Stöpsel geschüttelt, dürfen nach längerem Stehen nur wenige Flocken abscheiden. Setzt man alsdann 30 ccm Salzsäure und 10 g Natriumchlorid hinzu, schüttelt und lässt darauf ruhig stehen, so sammelt sich die ölartige Kresolschicht oben an; diese soll 8,5—9 ccm betragen.

Die Farbe des rohen Kresols soll gelblich bis gelbbraun sein.“

Zu dieser Probe verhielten sich die oben näher bezeichneten Präparate folgendermassen:

Präparat A. Schwarzbraune Flüssigkeit, in Natronlauge vollkommen löslich zu einer hellbraunen, klaren Flüssigkeit. Beim Ansäuern der Lösung mit Salzsäure und auf Zusatz von Kochsalz schieden sich aus den angewandten 10 ccm 9—9,5 ccm eines dunkelen Oels ab.

Präparat B. 1. Sendung. Hellbraunes Oel, in Natronlauge vollkommen löslich. Die Lösung war farblos, jedoch ganz schwach milchig getrübt. Beim Ansäuern der Lösung mit Salzsäure und auf Zusatz von Kochsalz wurden 9—9,2 ccm rothgelbes Oel abgeschieden.

Präparat B. 2. Sendung. Gelbbraunes, klar durchsichtiges Oel. In Natronlauge vollkommen löslich zu einer klaren, hellbraunen Flüssigkeit. Beim Ansäuern der Lösung mit Salzsäure und auf Zusatz von Kochsalz wurden 9,2 ccm Kresol zurückerhalten.

Präparat B. 3. Sendung. Alles Uebrige wie vorstehend. Nur wurden statt 9,2 ccm 8,8 ccm Kresol zurückerhalten.

Präparat C. Schwarzbraunes Oel. Löst sich nicht klar in Natronlauge; ungelöst blieben von den angewendeten 10 ccm 1—1,5 ccm Oel.

Wurde von dem nicht gelösten Oel abfiltrirt und das Filtrat mit Salzsäure und Kochsalz versetzt, so schieden sich zwischen 8—9 ccm Oel ab.

Präparat D. Braunes Oel. Löst sich nicht klar in Natronlauge, sondern scheidet hierbei eine voluminöse, weisse Substanz ab, welche sich als Naphthalin erwies. Die Menge derselben war gering. Das Filtrat von Naphthalin schied beim Versetzen mit Salzsäure und Kochsalz 9 ccm Oel ab.

Präparat E. Vollkommen farbloses, wasserklares Oel. Löst sich vollständig in Natronlauge. Die Lösung ist ganz schwach milchig getrübt. Beim Versetzen der Lösung mit Salzsäure und Kochsalz wurden 9 ccm eines rothgelben Oels abgeschieden.

Präparat F. Vollkommen farbloses, wasserklares Oel. Giebt mit Natronlauge eine vollkommen klare, farblose Lösung. Beim Versetzen der Lösung mit Salzsäure und Kochsalz wurden 9 ccm Oel abgeschieden.

Präparat G. Dunkelbraunes, undurchsichtiges, dickes Oel, auch in dünner Schicht völlig undurchsichtig. In Natronlauge nur zum kleinen Theil trotz häufig wiederholten Durchschüttelns löslich. Von den angewandten 10 ccm Oel blieben 6 ccm ungelöst.

Kresol aus Toluidin. Schwarzbraunes, undurchsichtiges Oel. In Natronlauge ohne Abscheidung von Flocken fast ganz klar löslich. Beim Versetzen der Lösung mit Salzsäure und Kochsalz wurden fast 10 ccm Oel wieder abgeschieden.

Aus Vorstehendem ergibt sich, dass im Handel eine Anzahl von Rohkresol-Präparaten vorkommen, welche der Arzneibuchprobe nicht entsprechen. So sind die Proben C, D und G zu beanstanden. Abgesehen von dem geringen Naphthalingehalt ist die Probe D sonst ein gutes Präparat; dasselbe ist wahrscheinlich englischen Ursprunges. Präparat G hingegen ist völlig untauglich, dasselbe ist eine höchstens 40prozentige Lösung von Phenolen in neutralen Theerkohlenwasserstoffen.

Präparat A genügt allen Ansprüchen des Arzneibuches bis auf die Farbe. Das Arzneibuch schreibt eine gelbe bis gelbbraune Farbe vor, während dieses Präparat schwarzbraun gefärbt ist.

Die Proben E und F sind ganz auffallend gute Präparate. Es lässt sich jedoch der Verdacht nicht abweisen, dass diese Präparate für gewöhnlich nicht im Handel vorkommen, sondern von den Fabriken für vorliegenden Zweck in besonders sorgfältiger Weise hergestellt sind. Dieses ergibt sich zum Theil schon aus dem hohen Preise, welcher das 3—5fache des normalen Preises für Rohkresol betrug.

2. Löslichkeit der verschiedenen Rohkresole in Wasser.

Ueber die Löslichkeit des Rohkresols in Wasser finden sich in der Litteratur die widersprechendsten Angaben. Von C. Fränkel¹⁾ und Hüppe²⁾ z. B. werden die Kresole als in Wasser unlöslich bezeichnet, während Henle³⁾ feststellt, dass die

¹⁾ L. c. Ztschr. f. Hygiene Bd. VI. S. 521.

²⁾ Hüppe, Ueber Kresole als Desinfektionsmittel. Berliner klin. Wochenschrift 1891. No. 45. S. 1096.

³⁾ Henle, Ueber Kreolin und seine wirksamen Bestandtheile. Archiv f. Hygiene Bd. 9. 1889. Arb. a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. XIX.

selben in geringem Grade wasserlöslich sind. Nocht¹⁾ giebt an, dass Proskauer gelegentlich Versuche über die Löslichkeit der 100 % Karbolsäure gemacht und dieselbe bei verschiedenen Sorten zwischen 1 % und 4 % wechselnd gefunden habe. In Hager's Handbuch der pharmazeutischen Praxis²⁾ findet sich die Angabe: „In Wasser ist das Kresol sehr viel schwerer löslich als die ihm ähnliche Karbolsäure. Es löst sich erst in etwa 200 Th. Wasser von 15°.“ Im Gegensatz hierzu stellt Nördlinger³⁾ fest, dass die Kresole zu etwa zwei bis drei Theilen zu 100 löslich sind. Von Gruber⁴⁾ wurden über diesen Gegenstand ausgedehntere Untersuchungen angestellt und wurde hierbei ermittelt, dass die Löslichkeit sowohl der rohen Karbolsäure wie auch der 3 isomeren Kresole garnicht so unerheblich ist.

Zur Bestimmung der Löslichkeit wandte Gruber drei verschiedene Verfahren an, und zwar stellte derselbe einerseits gesättigte, wässrige Lösungen her, mass bestimmte Volumina davon ab und schied daraus die Kresole durch Sättigung mit Kochsalz unter Zusatz von etwas Salzsäure ab. Nach vollständiger Scheidung wurde das Volumen der Oelschicht gemessen. Andererseits wurden fein abgestufte Kresolmengen unter gleichen Bedingungen mit gleich grossen Wassermengen zusammen geschüttelt und so jene Mengen festgestellt, welche eben noch vollständig in Lösung gingen. Drittens wurde eine gemessene Menge Kresol mit gesättigtem Kresolwasser geschüttelt und die Volumzunahme festgestellt, welche es durch Wasseraufnahme erlitt. Eine gemessene Menge solchen wassergesättigten Kresols wurde hierauf mit einer gemessenen, unzureichenden Wassermenge geschüttelt und aus dem Volumen des ungelöst bleibenden die Menge des gelösten Kresols ermittelt. Auch aus diesen Daten liess sich dann die Löslichkeit des wasserfreien Präparates berechnen.

Bei den wiederholten Versuchen fand Gruber⁵⁾ im Mittel folgendes Resultat:

	I.	II.	III. Methode.
Orthokresol	2,5	—	—
Metakresol	0,53	—	—
Parakresol	1,8	—	—
Kresol aus Toluidin	2,2	—	—

Kresolgemisch aus Theeröl 2,55 2,40 2,36.

Nach diesen von Gruber angegebenen Verfahren wurden auch hier mit den Rohkresolen A—G und dem Kresol aus Toluidin Löslichkeitsversuche angestellt. Oft liess sich aber mit diesen Methoden ein scharfes Resultat nicht ermitteln, aus dem Grunde, weil sich entweder, auch nach mehrtägigem Stehen, die Kresole nicht vollständig abschieden, sondern einzelne Tröpfchen an der Wandung des Messzylinders hängen blieben, welche sich nicht mit der Hauptmenge vereinigen liessen, oder weil

¹⁾ Nocht, Ueber die Verwendung von Kresolseifenlösungen zu Desinfektionszwecken. Ztschr. f. Hygiene Bd. 7. S. 530.

²⁾ Hager's Handbuch der pharm. Praxis, II. B. 1902. S. 240.

³⁾ Nördlinger. Zur Geschichte der Anwendung reinwässriger Kresollösungen für Desinfektionszwecke. Ztschr. f. angewandte Chemie 1894. S. 166.

⁴⁾ Gruber, Ueber die Löslichkeit der Kresole in Wasser und über die Verwendung ihrer wässrigen Lösungen zur Desinfektion. Archiv f. Hygiene 1893. S. 619.

⁵⁾ l. c.

die Rohkresole geringe Mengen völlig unlösliche theerartige Bestandtheile enthielten, sodass nicht scharf entschieden werden konnte, wann noch Lösung eingetreten war.

Um nun möglichst einwandfreie Resultate zu erzielen, wurde deshalb noch in folgender Weise verfahren: 5 ccm Kresol wurden mit 110 ccm Wasser von ungefähr 18° 24 Stunden lang unter häufigem Umschütteln stehen gelassen, alsdann wurden 100 ccm durch ein doppeltes, angefeuchtetes Filter von dem nicht gelösten Kresol abfiltrirt, mit 10 g Kochsalz versetzt und zweimal mit je 40 ccm Aether ausgeschüttelt. Die vereinigten, ätherischen Ausschüttelungen wurden einmal mit wenig Wasser gewaschen, der Aether abdestillirt und der Rückstand im aufrechtstehenden Erlenmeyer-Kölbchen 40 Minuten im Wassertrockenschrank getrocknet und dann nach dem Erkalten gewogen. Auf diese Weise konnte genau ermittelt werden, wie viel von dem betreffenden Kresolpräparat gelöst wurde. Ein nennenswerther Verlust an Kresol war durch das Trocknen im Wassertrockenschrank nicht zu befürchten, da durch die auf Seite 616 näher zu beschreibenden praktischen Versuche festgestellt war, dass zunächst ein 40 Minuten langes Trocknen genügte, und dass hierbei kaum ein Verlust an Kresol stattfindet.

Die im Folgenden zusammengestellten Resultate sind unter I, II und III nach den von Gruber angegebenen Methoden, unter IV nach dem oben beschriebenen Verfahren ermittelt:

	I.	II.	III.	IV.
Kresol A	2,40	2,50	2,56	2,48
„ B	—	2,20	2,26	2,25
„ C	—	1,40	1,45	1,53
„ D	—	2,15	2,35	2,49
„ E	—	1,60	1,65	1,81
„ F	—	—	2,24	2,22
„ G	—	—	0,83	0,96
Kresol aus Toluidin:	—	—	—	2,07

Zu dieser Zusammenstellung ist zu bemerken, dass sich die Werthe unter I, II und III auf Volumprocente, unter IV auf Gewichtsprocente beziehen.

3. Verhalten der einzelnen Kresole bei der fraktionirten Destillation.

Um ein Urtheil über die Zusammensetzung der oben näher bezeichneten Kresole A—F zu gewinnen, wurden dieselben der fraktionirten Destillation unterworfen. Von einer Prüfung des Präparates G nach dieser Richtung hin wurde abgesehen, da dasselbe in keiner Weise den Anforderungen des Arzneibuches entsprach.

Wesentlich für die Güte eines Präparates ist in erster Linie die Menge der Fraktion von 188—202°, welche das Gemisch der eigentlichen 3 Kresole darstellt. Diese Fraktion wurde daher auch stets auf ihre Löslichkeit in Natronlauge untersucht. Angewendet wurden in allen Fällen 500 g der Präparate.

Tabelle I.

Bezeichnung der Präparate	A.	B. I. Send.	B. II. Send.	B. III. Send.	C.	D.	E.	F.	Kresol aus Toluidin
Menge des Vorlaufs bis 188°	26 g	11,1 g	16,4 g	9,3 g	24,2 g	6,5 g	0,5 g	2,8 g	5,5 g
Menge der Fraktion 188—202°	441,5 g	474,3 g	461,9 g	471,5 g	447,7 g	474,5 g	484,2 g	489,7 g	480,9 g
Menge des Rückstandes des	32,5 g	14,6 g	21,7 g	19,2 g	28,1 g	19,0 g	15,3 g	7,5 g	13,6 g
	500,0 g	500,0 g	500,0 g	500,0 g	500,0 g	500,0 g	500,0 g	500,0 g	500,0 g
Demgemäss enthalten dieselben an Prozenten d. Fraktion 188—202° .	88,3 %	94,9 %	92,4 %	94,3 %	89,5 %	94,9 %	96,8 %	97,9 %	96,2 %

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, dass bei dem Kresol aus Toluidin von der Mittelfraktion fast die ganze Menge zwischen 188—193° übergang.

Aus den bei der fraktionirten Destillation gefundenen Zahlen ergibt sich der Grad der Güte der untersuchten Präparate von selbst. Die Kresole C und D müssen jedoch ausgeschaltet werden, weil sich bei ihnen nicht, wie bei den übrigen Präparaten, die Fraktionen 188—202° klar in Natronlauge lösen. Bei C bleiben Oeltröpfchen, bei D Naphthalin ungelöst zurück. Jedoch ist die Menge des Ungelösten in jedem Falle sehr gering.

Im Uebrigen stellen die Fraktionen 188—202° vollkommen farblose, wasserklare Flüssigkeiten dar.

4. Bestimmung des meta-Kresol-Gehaltes der einzelnen Präparate.

Da von verschiedenen Seiten dem meta-Kresol eine höhere desinfektorische Wirkung zugeschrieben wird, wie dem ortho- und para-Kresol, so ist es für die Frage der Bewerthung eines Rohkresols in Bezug auf seinen Desinfektionswerth von Wichtigkeit, den meta-Kresol-Gehalt zu kennen. Die Siedepunkte der drei Kresole liegen aber so nahe zusammen, dass durch fraktionirte Destillation eine Trennung und Bestimmung nicht möglich ist. Von den zahlreich vorhandenen Methoden zur quantitativen Bestimmung der einzelnen Kresole eignet sich für die Praxis am besten das von F. Raschig¹⁾ angegebene Verfahren, welches es ermöglicht, ziemlich rasch und hinreichend genau den meta-Kresol-Gehalt in Gemischen festzustellen. Die anderen zu diesem Zwecke angegebenen Verfahren sind entweder sehr umständlich und zeitraubend, oder sie geben keine hinreichend genauen Werthe. Zwar sollen auch die nach der Methode von Raschig ermittelten Werthe etwas zu niedrig ausfallen im Vergleich zu den Bestimmungen, welche von F. Russig und G. Fortmann²⁾ nach einer von ihnen angegebenen Methode ausgeführt wurden. Nach letzterer Methode wurden nach Angabe der Verfasser aus 50 g chemisch reinem m.-Kresol 87,8 g =

¹⁾ F. Raschig. Verfahren, Meta-Kresol in Kresolgemischen zu bestimmen. Ztschr. f. angewandte Chemie Jahrg. 1900. S. 759.

²⁾ F. Russig u. G. Fortmann, Zur Kresolbestimmung. Ztschr. f. angewandte Chemie Jahrg. 1901. S. 157.

175,6 % Trinitrokresol gewonnen, während nach dem Verfahren von Raschig wohl in Folge nicht so vollkommener Nitrirung nur 174,0 % gefunden wurden. Die von Russig und Fortmann angegebene Methode ist aber sehr viel zeitraubender wie das Raschig'sche Verfahren; letzteres wurde deshalb, da es sich bei der vorliegenden Arbeit weniger um absolut genaue Werthe wie um Vergleichszahlen handelte, zur Bestimmung des meta-Kresol-Gehaltes herangezogen. Die Methode von Raschig beruht darauf, dass beim Behandeln eines Kresolgemisches mit einem Ueberschuss von Salpetersäure in der Siedehitze ausschliesslich aus dem m.-Kresol Trinitro-m.-Kresol entsteht, während ortho- und para-Kresol vollständig zu Oxalsäure verbrennen. Die Ausführung der Bestimmung erfolgt in nachstehender Weise:

„Genau 10 g Kresol werden in einen kleinen Erlenmeyer-Kolben gewogen und mit 15 ccm gewöhnlicher Schwefelsäure von 66° Bé. gemischt. Der Kolben bleibt dann mindestens eine Stunde in einem durch Dampf geheizten Trockenschrank stehen. Alsdann giesst man seinen Inhalt in einen weithalsigen Kolben von etwa 1 l Fassungsraum und kühlt diesen unter Umschwenken an der Wasserleitung ab. Dabei legt sich die in der Wärme dünnflüssige Sulfosäure als dicker Syrup an die Wände des Literkolbens.

Nunmehr giesst man in den Erlenmeyer-Kolben, welcher zur Sulfurirung diente und dem noch geringe Reste der Sulfosäure anhaften, zum Ausspülen dieser Reste 90 ccm gewöhnliche Salpetersäure von 40° Bé., bringt durch Umschwenken die Sulfosäurerückstände in Lösung und giebt sodann dieses ganze Quantum Salpetersäure auf einmal in den Literkolben. Dieser wird dann sofort kräftig umgeschüttelt, bis alle Sulfosäure gelöst ist, was etwa 20 Sekunden dauern mag. Dann stellt man den Kolben sogleich unter einen Abzug. Nach Verlauf von ungefähr 1 Minute tritt eine heftige Reaktion ein; der Inhalt kommt in lebhaftes Kochen, wobei viel rothe Dämpfe entweichen; dann trübt sich die bis dahin klare Flüssigkeit plötzlich, Oeltropfen von Trinitrokresol scheiden sich aus und sammeln sich am Boden, und nach 5 Minuten scheint die ganze Reaktion beendet. Man lässt aber noch mindestens fernere fünf Minuten stehen, weil doch noch geringe Nachnitrirung stattfindet; alsdann giesst man den ganzen Kolbeninhalt in eine Schale, die bereits 40 ccm Wasser enthält und spült mit weiteren 40 ccm nach. Bei diesem Mischen mit Wasser erstarrt das Oel unter Aufquellen und Entweichen nitroser Gase zu einem Krystallbrei von Trinitro-m.-Kresol. Dieser bleibt bis zum völligen Erkalten der Flüssigkeit, mindestens zwei Stunden, stehen, wird dann mit einem Pistill grob zerdrückt und auf ein papiernes Saugfilter gebracht. Das Filtriren verläuft sehr schnell; man wäscht mit 100 ccm Wasser, welche man am besten aus einem in eine Spitze ausgezogenen Trichter auf die Krystalle fliessen lässt, nach, trocknet mit dem Filter bei 95—100° und wiegt mit ihm, wobei man ein Filter von gleicher Grösse als Gegengewicht benutzt.“

10 g chemisch reines Metakresol liefert, auf diese Weise behandelt, genau 17,4 g Trinitrokresol. Man findet demnach den Prozent-Gehalt eines Rohkresols an m.-Kresol, indem man das Gewicht des aus 10 g des Präparates erhaltenen Trinitrokresols durch 1,74 dividirt und dann mit 10 multipliziert.

In den oben näher bezeichneten Präparaten A—G wurde nach dem vorstehenden Verfahren der meta-Kresol-Gehalt bestimmt. Da es sich aber hierbei herausstellte, dass der Gehalt an m.-Kresol in den untersuchten Rohkresolen ein sehr wechselnder war, so wurde, um eine grössere Anzahl Vergleichszahlen zu erhalten, in den meisten Fällen, ausser in den eingehend untersuchten Kresolen A—G, auch noch in einer Anzahl anderer Präparate, welche von denselben Firmen zu verschiedenen Zeiten bezogen waren, der Gehalt an m.-Kresol ermittelt.

Zu der Ausführung der Bestimmung ist jedoch Folgendes zu bemerken. Nach dem oben angegebenen Verfahren wird das Trinitrokresol auf einem papiernen Saugfilter gesammelt und bei einer Temperatur von 95—100° mit dem Filter getrocknet.

Das Trinitrokresol, welches aus den meisten der hier untersuchten Rohkresole durch Nitrirung erhalten wurde, konnte jedoch nicht ohne Weiteres bei 95—100° auf dem Filter getrocknet werden, weil das erhaltene Trinitroprodukt entweder bei der Temperatur schon ganz oder wenigstens theilweise geschmolzen war. Nur zwei Trinitrokresole, welche aus verschiedenen Rohkresolen, die von der Firma F. bezogen waren, dargestellt wurden, blieben bei 99° fest. In der Abhandlung von F. Raschig wird zwar darauf hingewiesen, dass bei stark phenol- oder xylenolhaltigen Kresolgemischen das Nitroprodukt im Trockenschrank bei 95—100° nicht festbleibt, sondern zerfliesst oder wenigstens zu einem weichen Brei wird. Dieses trifft aber bei den untersuchten Rohkresolen mit Ausnahme von Präparat G, welches durchaus minderwerthig ist, nicht zu. Wie die Destillationsprobe ergab, enthalten vielmehr die eingehender untersuchten Proben A, B 1. 2. 3., C, D, E, F mindestens 88 % zwischen 188—202° siedende Bestandtheile, das Vorhandensein einigermaßen erheblicherer Mengen an Phenol beziehungsweise Xylenolen würde durch einen grösseren Gehalt an niedriger wie 188° beziehungsweise höher wie 202° siedende Bestandtheile angezeigt werden.

Um dem Uebelstand des Erweichens beziehungsweise Schmelzens des Trinitroproduktes zu begegnen, wurde dasselbe auf einem gewogenen Filter gesammelt und mit dem Filter in einer gewogenen Platinschale im Wassertrockenschrank bis zum gleichbleibenden Gewicht getrocknet.

Falls das Rohkresol, wie wohl in fast allen Fällen, Phenol, wenn auch nur in sehr geringer Menge, enthält, dann scheidet sich auf Zusatz von Mineral-Säuren aus dem Waschwasser Pikrinsäure ab; das Gewicht derselben wurde in einigen Fällen bestimmt und folgende Werthe erhalten:

10 g Rohkresol B gaben:

- | | | | |
|--------|---------|---|-------------|
| 1) | 0,68 | g | Pikrinsäure |
| 2) | 0,61 | g | „ |
| Mittel | = 0,645 | g | „ |

Diese Zahlen entsprechen:

- | | | | |
|--------|--------|---|--------|
| 1) | 2,8 | % | Phenol |
| 2) | 2,5 | % | „ |
| Mittel | = 2,65 | % | „ |

10 g Rohkresol F gaben:

0,505 g Pikrinsäure = 2,07 % Phenol.

Reine Pikrinsäure hat einen Schmelzpunkt von 122°; die aus dem Waschwasser ausgeschiedenen Pikrinsäuren zeigten folgende Schmelzpunkte:

120°, 121°, 118°, letztere nach nochmaligem Umkrystallisiren 121° und 120,5°.

Das aus dem Rohkresol B 1. Sendung dargestellte m.-Trinitrokresol zeigte nach dem Umkrystallisiren aus heissem Wasser den Schmelzpunkt: 106° und 105,5°.

Bei den Rohprodukten wurde ein Schmelzpunkt meist zwischen 90—100° beobachtet, sodass die Präparate noch nicht völlig rein waren. Die gefundenen Zahlen geben also nur mit annähernder Genauigkeit den Gehalt an m.-Kresol an, sind aber doch unter sich vergleichbar.

Bei dem Kresol aus Toluidin wurde ein sehr niedriger Gehalt an m.-Kresol ermittelt. Es war dieses eigentlich schon zu erwarten, da das Präparat bei der frak-

Tabelle II.

Bestimmung des meta-Kresol-Gehaltes in Kresolen.

Bezeichnung des Präparates	Farbe des Kresols	Farbe des Trinitro-kresols	Schmelzpunkt des Trinitrokresols	Gewicht des Trinitrokresols	Procentgehalt an m-Kresol	Bemerkungen
A. 1. Sendung . .	schwarzbraun	bräunlich	95° erweicht; 99° geschmolzen	5,87 g	33,7 %	Fraktion unter 188° = 6,05 %; 188—202° = 62,5 %.
A. 2. Sendung . .	schwarz, theerartig	schwarzbraune, harzige Masse	93° flüssig	3,52 g	20,2 %	
Kontrollbestimmung .	schwarz, theerartig	schwarzbraune, harzige Masse	93° „	3,61 g	20,7 %	
Fraktion 188—202° aus A. 2	farblos, fluorescirend	bräunlich	93° „	4,87 g	27,9 %	
A. 3. Sendung . .	bräunlich	gelb	93° erweicht; 99° geschmolzen	6,28 g	36,1 %	Pikrinsäure aus dem Waschwasser 0,645 g = 2,65 % Phenol.
B. 1. Sendung . .	hellbraun	schwach bräunlich	95° erweicht; 99° geschmolzen	4,7 g	27,0 %	
B. 2. Sendung . .	„	gelb	95° fest; 99° theilweise geschmolzen	6,13 g	35,2 %	
B. 3. Sendung . .	„	„	95° fest; 99° theilweise geschmolzen	6,20 g	35,6 %	
Fraktion 188—202° aus B. 1	wasserhell	„	95° etwas erweicht; 99° geschmolzen	5,46 g	31,3 %	—
C. 1. Sendung . .	dunkelbraun	gelb	95° erweicht; 99° theilw. geschmolzen	5,55 g	31,9 %	
C. 2. Sendung . .	braun	„	95° erweicht; 99° geschmolzen	5,11 g	29,3 %	
D. 1. Sendung . .	dunkelbraun	schwach bräunlich	95° fest; 99° sehr wenig erweicht	6,05 g	34,7 %	
D. 2. Sendung . .	schwarzbraun	gelbbraunlich	95° fest; 99° sehr wenig erweicht	6,11 g	35,1 %	—
E. 1. Sendung . .	hellbraun	rein gelb	95° fest; 99° fast alles geschmolzen	6,25 g	35,9 %	
E. 2. Sendung . .	farblos	„ „	95° fest; 99° theilweise geschmolzen	5,66 g	32,5 %	
E. 3. Sendung . .	„	„ „	95° fest; 99° etwas erweicht	6,19 g	35,6 %	
F. 1. Sendung . .	farblos	gelb	95° fest; 99° fest	5,32 g	30,5 %	Pikrinsäure aus dem Waschwasser 0,505 g = 2,07 % Phenol.
F. 2. Sendung . .	schwach bräunlich	„	95° fest; 99° fest	6,71 g	38,5 %	
Fraktion 188—202° aus F. 1	farblos	„	95° fest; 99° fest	6,51 g	37,4 %	
G.	schwarz	harzartig, weich	flüssig	1,89 g	10,8 %	
Kresol aus Toluidin .	schwarz, undurchsichtig	bräunlich	95° fest; 99° theilweise geschmolzen	2,21 g	12,70 %	—

tionirten Destillation fast ganz bei 188—193° übergang, der Siedepunkt des m.-Kresols aber ungefähr 8° höher liegt. Ein Vergleich zwischen dem m.-Kresol-Gehalt bei Rohkresolen und bei Kresol aus Toluidin ist aber aus dem Grunde nicht angängig, weil letzteres ein synthetisch gewonnenes Präparat darstellt.

In vorstehender Tabelle (S. 597) sind die bei der Untersuchung der einzelnen Präparate erhaltenen Werthe zusammengestellt. Von einigen Kresolen wurde auch in der zwischen 188—202° siedenden Fraktion der m.-Kresol-Gehalt bestimmt.

Wie aus der vorstehenden Tabelle hervorgeht, schwankt der Gehalt an m.-Kresol bei den einzelnen Präparaten innerhalb weiter Grenzen von 20,2—38,5 %. Das Präparat G und das Kresol aus Toluidin ist hierbei nicht berücksichtigt.

Nachdem in der vorstehend beschriebenen Weise die chemischen Eigenschaften einer Reihe Handelsmarken von „roher Karbolsäure“ beziehungsweise von „Rohkresol“ ermittelt waren, wurde die bakteriologische Prüfung der einzelnen Präparate vorgenommen.

Bakteriologische Prüfung des Rohkresols.

Ueber den hohen Desinfektionswerth des Rohkresols wurden zuerst von C. Fränkel¹⁾ eingehende Untersuchungen angestellt. Derselbe wies nach, dass dieser in erster Linie in den Kresolen, welche er durch fraktionirte Destillation abschied, zu suchen sei. Die so gewonnenen Kresole erwiesen sich sämmtlich als in Wasser unlöslich, sodass die desinfizirenden Eigenschaften dieser Substanzen nicht näher festgestellt werden konnten. Fränkel stellte sich nun wässrige Lösungen der drei Kresole, welche in reinem Zustande aus der chemischen Fabrik von Kahlbaum bezogen waren, her. Trotzdem die Löslichkeit in Wasser eine sehr geringe war, zeigten die Kresole eine nicht unerhebliche desinfizirende Kraft.

Von Ohlmüller²⁾ und Jäger³⁾ ist ebenfalls auf die stärkere Wirkung der Kresole im Vergleich mit den Phenolen hingewiesen worden.

Henle⁴⁾ fand bei seinen Versuchen, dass die $\frac{1}{4}$ % Lösung des käuflichen Kresols stärker als die $\frac{1}{2}$ % Karbolsäure wirkte. Eine Lösung von 2 % käuflichem Kresol hatte schon nach 5 Minuten *Staphylococcus pyogenes aureus* abgetödtet. Einige Versuche, die mit einer von anderen Firmen bezogenen rohen Karbolsäure angestellt wurden, ergaben, dass diese bei Weitem stärker desinfiziert als die durch wiederholtes Destilliren gereinigte. Dieser Unterschied der Wirkung sei einzig und allein dem Gehalt der rohen Karbolsäure an höher siedenden Phenolen zuzuschreiben.

¹⁾ C. Fränkel, Die desinfizirenden Eigenschaften der Kresole. Ein Beitrag zur Desinfektionsfrage. Ztschr. für Hygiene Bd. 6. S. 521.

²⁾ Ohlmüller, Versuche über die desinfizirende Kraft der synthetischen Karbolsäure im Vergleich zur Karbolsäure der Pharmacopoea germ. ed. II und zur Karbolschwefelsäure. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 6. S. 91.

³⁾ Jäger, Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener chemischer Desinfektionsmittel bei kurz dauernder Einwirkung auf Infektionsstoffe. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. V. S. 276.

⁴⁾ Henle, Ueber Kreolin und seine wirksamen Bestandtheile. Archiv f. Hygiene Bd. IX 1889.

Auch Hammer¹⁾ fand die rohe Karbolsäure energisch desinfizierend, trotzdem sie in Wasser vollständig unlöslich ist. Man müsse, um mit der rohen Karbolsäure eine halbwegs sichere Desinfektion zu erzielen, dieselbe in relativ hohen Konzentrationen (5 %) anwenden, wobei jedoch einerseits die ätzende Wirkung, andererseits ihre Giftwirkung auf den Organismus berücksichtigt werden müsse.

Vahle²⁾ kommt auf Grund eingehender Versuche zu dem Ergebniss, dass Lösungen des Kresols in ihrer Wirksamkeit auf Milzbrandsporen und Eiterkokken ungefähr die gleiche Desinfektionskraft besitzen, als die gleich konzentrierten Lösungen der reinen Karbolsäure oder die letztere sogar noch stellenweise übertreffen.

Buttersack³⁾ untersuchte 9 verschiedene Kresolpräparate der Firma F. v. Heyden in Radebeul bei Dresden, sowie 2 Präparate von Dr. G. Krämer Kresol 33 % in neutralen Sulfonsalzen gelöst und ein anderes Präparat, Kresolin genannt. Desinfektionsversuche mit dem Staphylococcus pyogenes aureus ergaben, dass in Bouillonkulturen, welche mit 1 % des Desinfektionsmittels versetzt waren, die Abtödtung bei 6 Kresolarten nach 1 Minute, bei 3 Arten nach 3 Minuten und bei einer Art nach 5 Minuten erfolgte, während eine Kresolart, sowie eine gleichprozentige Karbollösung auch nach 10 Minuten langer Einwirkung noch keine Abtödtung der Staphylokokken bewirkte.

Gruber⁴⁾ stellte hinsichtlich der Wirksamkeit des Theerölkresols fest, dass eine Lösung von 1 Volumen desselben in Wasser den Staphylococcus pyogenes aureus binnen $\frac{1}{2}$ Minute mit Sicherheit tödtet, $\frac{1}{2}$ Volumprozent dieselbe Bakterienart binnen 10—12 Minuten.

Gruber macht ferner darauf aufmerksam, wie rasch die Desinfektionswirkung aller Phenole und Phenolpräparate mit der Zunahme der Verdünnung abnimmt. Zum Beispiel tödtete 1 % Kresollösung Staphylococcus pyogenes aureus binnen $\frac{1}{2}$ Minute, $\frac{1}{2}$ % aber erst nach 10—20 Minuten; in $\frac{1}{4}$ % Lösung blieben die Aureuskeime noch stundenlang am Leben.

Zur Prüfung der bakterientödtenden Kraft eines chemischen Desinfektionsmittels auf experimentellem Wege sind in der Litteratur eine grosse Reihe von Verfahren angegeben. Aus diesen mögen nachstehend einige hervorgehoben werden, welche sich durch ihre Anordnung in erheblichem Masse unterscheiden.

Die von Koch⁵⁾ angegebene Methode zur Prüfung von chemischen Desinfektionsmitteln wird auch jetzt noch im Wesentlichen angewandt: Imprägniren von sterilen Seidenfäden mit den reingezüchteten Agarkulturen, Einlegen dieser Seidenfäden in die Desinfektionsflüssigkeit, Herausnehmen in bestimmten Zeiträumen, Abspülen in destillirtem, sterilem Wasser und Verbringen in eine geeignete Nährsubstanz.

¹⁾ Hammer. Ueber die desinfizierende Kraft der Kresole und die Herstellung neutraler wässriger Kresollösungen. Archiv f. Hygiene 1891. Bd. 12. S. 360.

²⁾ Vahle, Ueber den Desinfektionswerth des Raschig'schen Kresols und des v. Heyden'schen Solveols gegenüber der reinen Karbolsäure. Hyg. Rundschau 1893. No. 20.

³⁾ Buttersack, Beiträge zur Desinfektionslehre und zur Kenntniss der Kresole. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. VIII. Heft 2. S. 357—367.

⁴⁾ Gruber, Ueber die Löslichkeit der Kresole in Wasser und über die Verwendung ihrer wässrigen Lösung zur Desinfektion. Archiv für Hygiene. Bd. XVII. S. 618.

⁵⁾ Koch, Ueber Desinfektion. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. I. S. 234.

In ähnlicher Weise wurden auch von Löffler¹⁾, Hüppe²⁾, Behring³⁾ und Laplace⁴⁾ Untersuchungen über die Desinfektionswirkung verschiedener Präparate angestellt.

Ausser dem soeben besprochenen Verfahren, die Desinfektionswirkung eines Mittels festzustellen, kann man die Versuche noch in der Weise anordnen, dass zu einer Reinkultur derjenigen Bakterien, gegen welche die Desinfektionskraft festgestellt werden soll, bestimmte Mengen der Desinfektionsflüssigkeit zugesetzt werden. Die Einwirkungsdauer, welche erforderlich ist, um die geprüften Bakterien durch das Desinfektionsmittel abzutöden, wird in der Weise ermittelt, dass man in angegebenen Zwischenräumen Proben entnimmt und diese auf geeignete Nährböden überträgt. Ein solches Verfahren haben besonders Liborius⁵⁾, Esmarch⁶⁾ und auch Laplace⁷⁾ vorgeschlagen.

Diese Anordnung befolgten Buttersack⁸⁾, Hammer⁹⁾ und Eisenberg¹⁰⁾.

Auch C. Fränkel¹¹⁾ führte seine Desinfektionsversuche in der von Esmarch vorgeschlagenen Weise aus und erhielt so ganz ausserordentlich sichere und bestimmte Resultate. Er hält dieses Verfahren für alle diejenigen Fälle für empfehlenswerth, in welchen man das umständlichere und häufig sogar unzulässige Antrocknen der betreffenden Mikroorganismen an Seidenfäden u. s. w. vermeiden will.

Behring¹²⁾ machte darauf aufmerksam, dass die entwicklungshemmenden Eigenschaften irgend einer Substanz oder Lösung vor allen Dingen in eiweisshaltigen Flüssigkeiten untersucht werden müssen. Für diesen Zweck hält er die Benutzung der Nährbouillon oder der gewöhnlichen Nährgelatine nicht für angängig und empfiehlt an ihrer Stelle das an Eiweisskörpern sehr reiche Blutserum anzuwenden. Zu 10 ccm Blutserum giebt er genau dosirte Mengen des zu prüfenden Desinfektionsmittels. Man

¹⁾ Löffler, Die Aetiologie der Rotzkrankheit. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 1. S. 142.

²⁾ Hüppe, Das Aseptol. Berliner klinische Wochenschrift 1886. No. 37. S. 609.

³⁾ Behring, Desinfektionsmittel u. Desinfektionsmethoden. Ztschr. f. Hyg. Bd. IX. 1890.

⁴⁾ Laplace, Rohe Schwefelkarbolsäure als Desinfektionsmittel. Deutsche medicin. Wochenschrift 1888. No. 7. S. 122.

⁵⁾ Liborius, Untersuchungen über die desinfizierende Wirkung des Kalkes. Ztschr. für Hygiene. Bd. 2. S. 15.

⁶⁾ Esmarch, Das Kreolin. Centralblatt für Bakteriologie. 1887. Bd. 1. Heft 10 u. 11. S. 295 u. 329.

⁷⁾ Laplace, Saure Sublimatlösung als desinfizirendes Mittel. Deutsche medicinische Wochenschrift 1887. No. 40. S. 866.

⁸⁾ Buttersack, Beiträge zur Desinfektionslehre und zur Kenntniss der Kresole. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 8. S. 357.

⁹⁾ Hammer, Ueber die desinfizierende Wirkung des Kresols. Archiv für Hygiene. Bd. XII. S. 370.

¹⁰⁾ Eisenberg, Ueber die desinfizierende Wirkung und die praktische Anwendungsweise des Kreolins. Wiener med. Wochenschrift 1888. No. 17, 18, 19.

¹¹⁾ Fränkel, Ein Beitrag zur Desinfektionsfrage. Ztschr. für Hygiene. Bd. VI. Heft I. S. 520.

¹²⁾ Behring, Bekämpfung der Infektionskrankheiten. Infektion und Desinfektion. Versuch einer systematischen Darstellung der Lehre von den Infektionsstoffen und Desinfektionsmitteln. Leipzig 1894.

entnimmt dieser Mischung jetzt mit der Platinöse einen Tropfen, der auf ein Deckglas gebracht, mit einer Spur frischen Milzbrandblutes oder einer Milzbrandkultur u. s. w. infiziert und in einem hohlen Objektträger eingeschlossen wird. Bei Beobachtung im Brutschrank kann man, je nachdem Wachsthum der Milzbrandbazillen eingetreten oder ausgeblieben ist, entscheiden, ob die untersuchte Substanz in eiweisshaltigen Flüssigkeiten in einer bestimmten Verdünnung noch entwicklungshemmend wirkt oder nicht.

Seybold¹⁾ setzte zu einer Bakterienaufschwemmung die gleiche Menge Desinfektionsflüssigkeit hinzu und verimpfte sowohl auf feste wie auf flüssige Nährböden. Trat in letzteren Trübung auf, so wurden zur Kontrolle Agarplatten gegossen, um einwandfrei festzustellen, ob die Trübung durch den verwendeten Mikroorganismus oder von einer Verunreinigung herrühre.

Gruber²⁾ hat auf dem internationalen Kongress für Hygiene in London 1892 vorgeschlagen, zur Vornahme von Desinfektionsversuchen die fertigen Bouillonkulturen vor der Verwendung durch vorher sterilisirte Filter zu filtriren und nun erst mit dem Desinfektionsmittel zu mischen. Dies sollte den Zweck haben, dass die Bakterien im Filtrat besser vertheilt sind und von dem Desinfektionsmittel leichter angegriffen werden können, ferner dass grobe Partikelchen und Fetzen entfernt werden, welche von dem Nährboden herrühren und welche sich in Folge ihrer grösseren Schwere sehr bald zu Boden senken, dabei eine Zahl von Bakterien mitreissen, verdecken und der Einwirkung des Desinfektionsmittels entziehen.

Ferner empfiehlt Gruber von der ersten Verimpfung sofort eine zweite Impfung auf Bouillon vorzunehmen, weil dadurch die mit überimpfte Menge des Desinfektionsmittels in der zweiten Bouillon mehr verdünnt würde und das Auswachsen noch eintreten soll, wenn solches in den ersten Verimpfungen bereits ausblieb.

In ähnlicher Weise wie Gruber stellten Geppert³⁾ und Heider⁴⁾ ihre Desinfektionsversuche an. Ersterer verwendete auch Milzbrandsporen als Testobjekte. Dieselben wurden an ausgeglühten Nägeln angetrocknet, da die Sublimatlösung, mit welcher Geppert Versuche anstellte, zu fest an den Seidenfäden haftete.

Vahle⁵⁾ brachte in die Desinfektionslösungen eine Oese einer 2tägigen Agarkultur von Eiterkokken und an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen, schüttelte gut durch und übertrug in wechselnden Zeiten Proben in Nährbouillon.

Die Kontrollröhrchen wurden in der Weise angelegt, dass die Bouillon direkt

¹⁾ Seybold, Ueber die desinfizirende Wirkung des Metakresols Hauff im Vergleich zu Orthokresol, Parakresol, Trikresol Schering, Phenol und Guajakol. Zeitschrift für Hygiene Bd. 29 I Heft S. 384.

²⁾ Gruber, Ueber die Methoden zur Prüfung von Desinfektionsmitteln. Referat vom VII. internationalen Kongress für Hygiene und Demographie. Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde 1892 Nr. 11.

³⁾ Geppert, Ueber desinfizierende Mittel und Methoden. Berliner klinische Wochenschrift 1890 Nr. 11.

⁴⁾ Heider, Ueber die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel bei erhöhter Temperatur. Archiv für Hygiene 1892 Bd. XV, S. 341.

⁵⁾ Vahle, Ueber den Desinfektionswerth des Raschig'schen Kresols und des von Heyden'schen Solveols gegenüber der reinen Karbolsäure. Hyg. Rundschau 1893 Nr. 20.

von den Agarkulturen geimpft und dann eine Oese des betreffenden Desinfiziens hinzugefügt wurde.

Ohlmüller¹⁾ benutzte zu seinen Desinfektionsversuchen Blättchen sterilisirten Filtrirpapiers von ungefähr 0,5 qcm Grösse, an welchen die betreffenden Bakterienarten angetrocknet waren, oder es dienten sterilisirte Seidenfäden diesem Zweck. Nach bestimmten Zeiten wurden diese in sterilem Wasser abgespült, auf Gelatine oder Bouillonröhrchen verimpft und bei Zimmertemperatur gehalten.

Oehmichen²⁾ verfuhr bei seinen Untersuchungen in der Weise, dass er Staph. pyog. aur. und tuberkulöses Sputum, dessen Gehalt an Tuberkelbazillen und deren Virulenz durch Impfung erwiesen war, auf glattes, steriles Holz ausstrich und antrocknen liess. Dieses Objekt wurde der Einwirkung der zu untersuchenden Lösungen ausgesetzt, in bestimmten Zeiträumen mit sterilem Wasser abgespült, mit sterilem Instrument abgeschabt und auf Meerschweinchen verimpft.

Krönig und Paul³⁾ haben in einer sehr werthvollen und ausführlichen Arbeit die Bedingungen festgestellt, welche bei den Desinfektionsversuchen eingehalten werden müssen, um direkt vergleichbare Resultate zu erzielen. Abweichend von anderen Autoren ist die Anordnung bei ihren Versuchen folgende: Von den Bakterien wird eine wässerige Aufschwemmung bereitet und diese nach dem Filtriren an sorgfältig gereinigte böhmische Tarir-Granaten gleicher Grösse im Exsiccator bei niedriger Temperatur antrocknet. Eine gewisse Menge dieser mit Bakterien oder Sporen beschickten Granaten bringt man in die auf einer bestimmten Temperatur gehaltene Desinfektionsflüssigkeit, nimmt eine bestimmte Anzahl derselben nach verschiedenen, passend gewählten Zeitabschnitten heraus und befreit sie durch Behandeln mit geeigneten Chemikalien vom anhängenden Desinfiziens. Nach mehrmaligem Abspülen mit Wasser werden die Granaten in Reagensgläschen energisch mit etwas Wasser geschüttelt, wobei die Bakterien oder Sporen von den Granaten abgesprengt werden. Hierauf mischt man die so erhaltene, wässerige Bakterienaufschwemmung mit einem geeigneten, fest werdenden Nährboden, giesst in Petrischalen aus und stellt nach gewissen Zeitabschnitten die Zahl der bei einer bestimmten Temperatur entwickelten Kolonien fest.

Die Desinfektionsversuche müssen, wenn es sich darum handelt, im Grossen die praktische Verwendbarkeit eines Desinfektionsmittels zu erproben, naturgemäss anders angeordnet werden, als wenn es sich lediglich um Laboratoriumsversuche handelt.

So haben Guttman und Merke⁴⁾ Desinfektionsversuche angestellt, durch welche die Brauchbarkeit des Mittels für die Desinfektion von Zimmern und Krankenzustuben geprüft werden soll. Es wurden zu dem Zwecke Reinkulturen pathogener Bakterien

¹⁾ Ohlmüller, Versuche über die desinfizierende Kraft der synthetischen Karbolsäure im Vergleich zur Karbolsäure der Pharmacopoea Germ. ed. II. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. VI, S. 83.

²⁾ Oehmichen, Beiträge zur Desinfektionslehre. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. XI, S. 275.

³⁾ Krönig und Paul, Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Zeitschrift für Hygiene Bd. XXV, Heft 1, S. 8 ff.

⁴⁾ Guttman und Merke, Ueber Desinfektion von Wohnungen. Virchow's Archiv Bd. 107, Heft 3, S. 459.

und Sporen an Seidenfäden angetrocknet, diese an den Wänden befestigt und hier mit einem Sprühregen des Desinfektionsmittels bearbeitet. Nach völliger Durchnässung der Objekte liess man die Wände mit den daran befestigten Seidenfäden trocknen und übertrug dann die letzteren auf Nährmaterial zur Beobachtung, ob dieselben entwicklungsfähig geblieben oder abgestorben waren.

In ganz ähnlicher Weise verfuhr Redard¹⁾. Er brachte infizierte Objekte in Rinnen, welche in Bretter eingeschnitten waren, übergoss diese mit der Desinfektionsflüssigkeit und impfte das so behandelte Material auf Thiere über.

Auch Jäger²⁾ hielt für seine Untersuchungen die Methode am zweckmässigsten, bei welcher die pathogenen Mikroorganismen an Wänden u. s. w. befestigt und mit dem zu untersuchenden Desinfektionsmittel überstrichen wurden.

Versuchsanordnung.

Bei den in dieser Arbeit vorgenommenen Desinfektionsversuchen wurde lediglich von dem Grundsatz ausgegangen, die im Laboratorium vorgenommenen Prüfungen möglichst so zu gestalten, dass sie unter sich vergleichbare Ergebnisse lieferten. Den absoluten Desinfektionswerth eines Mittels vermögen wir nicht anzugeben; wie auch Krönig und Paul³⁾ hervorheben, muss man sich darauf beschränken, vergleichende Werthe festzustellen. Es kam wesentlich darauf an, einen Ersatz für die 5% Mischung von Rohkresol mit Wasser zu finden, welche augenblicklich vielfach zur Desinfektion der Viehwagen benutzt wird. Der hohe Preis der reinen Karbolsäure lässt die Verwendung dieses Präparates als unangebracht erscheinen. Natürlich durfte das gesuchte Mittel in seiner Wirksamkeit hinter der 5% Lösung der verflüssigten reinen Karbolsäure nicht zurückstehen. Deshalb wurde die letztere Lösung stets zum Vergleich bei den folgenden Versuchen herangezogen. Es konnte darauf verzichtet werden, die verschiedenen Versuchsanordnungen anderer Untersucher heranzuziehen, da mit der gewählten Methode hinreichend vergleichbare Ergebnisse erzielt wurden.

Die Anordnung der Versuche wurde in ähnlicher Weise, wie von Abel⁴⁾ angegeben, so getroffen, dass die auf ihre keimtödtende Kraft zu prüfende Desinfektionsflüssigkeit eine möglichst dicke Bakterien-schicht zu durchdringen hatte. Wir gingen hierbei von der Voraussetzung aus, dass, wenn die Bakterien in dieser Schicht nach derselben oder kürzerer Einwirkungszeit wie durch 5% Karbolsäurelösung von dem geprüften Mittel abgetödtet waren, auch unter Verhältnissen, wie sie bei der Desinfektion in der Praxis besonders in Eisenbahnwagen vorliegen, eine ausreichende Wirkung zu erwarten war.

¹⁾ Redard, De la desinfection des waggons ayant servi au transport des animaux sur les voies ferres. Paris 1885.

²⁾ Jäger, Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener, chemischer Desinfektionsmittel bei kurz dauernder Einwirkung auf Infektionsstoffe. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. V. 1889, S. 259.

³⁾ Krönig und Paul, Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Zeitschrift für Hygiene. Bd. XXV, Heft 1.

⁴⁾ Abel, Ueber die antiseptische Kraft des Ichthyols. Zentralblatt für Bacteriologie- und Parasitenkunde. Bd. 14. 1893, S. 416.

Für unsere Versuche benutzten wir hauptsächlich vegetative Bakterienformen, nämlich einen frisch gezüchteten, virulenten Rotzbazillus, einen im Laboratorium fortgezüchteten Schweinepestbazillus und einen sehr widerstandsfähigen *Staphylococcus pyogenes aureus*. Von Dauerformen wurden Milzbrandsporen gewählt.

In Bezug auf die Thierseuchen hatten Vorversuche ergeben, dass die Rotz- und Schweinepestbazillen an Widerstandskraft gegen chemische Desinfizientien die Erreger der Schweineseuche, der Geflügelcholera und des Schweinerothlaufs übertrafen. Von den bei den Erkrankungen des Menschen vorkommenden Bakterienarten war der *Staph. pyog. aur.* als der widerstandsfähigste erkannt worden. Dieses Bakterium war zu den Versuchen auch deshalb besonders geeignet, weil eine Entwicklungshemmung durch in den Nährboden übertragene Spuren des Desinfektionsmittels nicht zu befürchten war, wie durch besondere Kontrollversuche festgestellt werden konnte.

Es wurden von Rotzbazillen auf schräg erstarrtem 2% Glycerinagar, von Schweinepestbazillen und *Staph. pyog. aur.* auf gewöhnlichem Agar, welchem 1,5% Soda über den Neutralpunkt gegen blaues Lackmuspapier zugesetzt war, 24 stündige gut gewachsene Kulturen hergestellt. Die zu prüfenden Bakterien wurden nun so auf der Oberfläche von Agarplatten vertheilt, dass nach 48 stündigem Aufenthalt im Brutschrank bei 37° ein dichter Bakterienrasen in der Ausdehnung eines Thalers oder Fünfmarkstückes gebildet war.

Zur Herstellung der Agarplatten wurden die gebräuchlichen 9 cm im Durchmesser haltenden Petrischalen mit 2 cm hohem Rand benutzt. Die Schalen wurden nach mehrmaligem Sterilisiren bei 45° angewärmt und dann 20 ccm Agar hineingegossen. Am besten verwendet man etwa 4 Wochen alten Fleischwasserpepton-Agar, welcher weniger Feuchtigkeit besitzt als frisch hergestellter Nährboden. Bei Verwendung des letzteren kam es häufig vor, dass die Kolonien, besonders diejenigen beweglicher Bakterien sich über die ganze Fläche des Nährbodens verbreitet hatten. Um das Heruntertropfen des am Deckel der Petrischale sich bildenden Kondenswassers und damit ein Verbreiten der Keime einer Kolonie über die ganze Agarplatte zu verhüten, wurde zuerst das von Miller¹⁾ angegebene Verfahren angewandt. Dieser vermied das lästige Ansammeln von Kondenswasser an dem Deckel der Petrischale dadurch, dass er die Schale verkehrt in den Brutschrank stellte. Es sammelte sich jedoch trotzdem Kondenswasser zwischen dem Rand der Schale und dem Deckel an und floss beim Gebrauch auf den Nährboden. Es wurde daher bei den späteren Versuchen das von Krönig und Paul²⁾ angegebene Verfahren, zwischen Deckel und Schale sterilisirte Filtrirpapierscheiben zu legen, bevorzugt. Nach 24 stündigem Verweilen der Plattenkulturen im Brutschrank bei 37° war die gebildete Bakterien-schicht noch nicht genügend dick. Dagegen war nach 48 Stunden ein fast gleichmässiger, nur an den Rändern etwas stärkerer Rasen gewachsen. Sämmtliche 3 Bakterienarten gaben scharf abgegrenzte Kulturen in der Ausdehnung von etwa einem Fünfmarkstück.

¹⁾ Miller, Einige kurze Notizen in Bezug auf bakteriologische Untersuchungsmethoden. Zentralblatt für Bacteriologie- und Parasitenkunde. Bd. XV, S. 895.

²⁾ Krönig und Paul, Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Zeitschrift für Hygien. Bd. XXV. Heft 1, S. 22.

Es wurden zu jedem Versuch eine grössere Anzahl von Platten geimpft als zum Gebrauch notwendig waren und die in gleicher Ausdehnung bewachsenen Platten sorgfältig ausgesucht.

Die Desinfektionsversuche wurden stets in demselben Zimmer, welches nach Norden gelegen war, und in welchem zu allen Jahreszeiten fast die gleiche Temperatur herrschte, vorgenommen. Sowohl die zur Verwendung kommenden Agarplatten wie die zu prüfenden Lösungen standen vor Beginn des Versuches mehrere Stunden in diesem Zimmer. Bei einigen im Hochsommer vorgenommenen Versuchen wurden sowohl die Platten als auch die Desinfektionsflüssigkeit durch längeres Einstellen in Wasser von 17—18° auf diese Temperatur, welche gewöhnlich in dem benutzten Zimmer herrschte, gebracht.

Zur Vornahme der Desinfektionsversuche wurde eine Platte mit 50 ccm der Desinfektionsflüssigkeit überschichtet. Das Eingiessen der Flüssigkeit erfolgte vorsichtig vom Rande der Schale aus, um ein Abheben der Kultur von dem Nährboden zu verhüten. Dann wurde in bestimmten Zeitabschnitten stets mit derselben Platinöse 1 Oese voll des Rasens jedesmal an einer andern Stelle entnommen. Hierbei wurde genau darauf geachtet, dass keine Theile des Nährbodens mit aufgenommen wurden. Dies war leicht zu bewerkstelligen, da infolge der Einwirkung der Desinfektionsflüssigkeit die Bakterienmassen in den weitaus meisten Fällen sich leicht ablösen und ohne Schwierigkeit in die Oese bringen liessen. Die an der Platinöse haftende Bakterienmenge wurde nun in ein mit 20 ccm Nährbouillon gefülltes Erlenmeyer-Kölbchen gebracht und in diesem durch Umschütteln vertheilt. Die Menge von 20 ccm Bouillon wurde gewählt, um die der Platinöse anhaftenden Spuren von Desinfektionsflüssigkeit stark zu verdünnen, so dass eine entwicklungshemmende Einwirkung auf die Bakterien, welche durch energisches Umschütteln gleichmässig vertheilt wurden, nicht zu befürchten war. Bei dieser Versuchsanordnung ist es selbstverständlich nicht ausgeschlossen, dass die Zahl der in ein Bouillonkölbchen verbrachten Bakterien in allerdings geringen Grenzen schwankt. Wir suchten die bei allen derartigen Versuchen mit vegetativen Formen überhaupt schwer oder garnicht zu vermeidenden Ungleichmässigkeiten dadurch auszugleichen, dass mit fast jeder Desinfektionsflüssigkeit unter denselben Bedingungen zu wechselnden Zeiten 3 Prüfungen auf ihre bakterientödtende Kraft angestellt und aus den sich ergebenden Resultaten die Mittelwerthe genommen wurden. Die Zahlen wurden nach oben abgerundet.

Von jeder Plattenkultur wurde, bevor sie mit der Desinfektionsflüssigkeit überschichtet war, ein Kontrollkölbchen geimpft. Sämmtliche Kölbchen wurden in einen auf 37° eingestellten Brutschrank gebracht und 8 Tage lang beobachtet. Meist trat bei den von uns benutzten Bakterienarten Wachsthum, wenn überhaupt, am 1. oder 2. Tage ein; auch hieraus geht das Fehlen entwicklungshemmender Einflüsse der Spuren Desinfektionsflüssigkeit, welche an den Bakterien haften blieb, hervor. Die Kölbchen, in denen Wachsthum eingetreten war, wurden mikroskopisch darauf geprüft, ob sich die ausgesäten Bakterien darin in Reinkultur befanden.

Die Abtödtung wurde als erfolgt angesehen, wenn nach 8 tägiger Beobachtung Wachsthum in der Bouillon nicht eingetreten war.

Von den zu diesen Versuchen verwendeten Bakterienarten zeigten der Rotz- und Schweinepestbazillus gegen die Desinfektionsflüssigkeiten zu verschiedenen Zeiten nicht immer ein gleichmässiges Verhalten, während bei dem im Laboratorium fortgezüchteten Stamm des Staph. pyog. aur. eine grosse Gleichmässigkeit seiner Widerstandsfähigkeit zu verzeichnen war. Der Rotzbazillus zeigte, frisch aus dem Thierkörper gezüchtet, eine hohe Widerstandsfähigkeit, welche aber bei dem Fortzüchten von Kultur zu Kultur allmählich abnahm. Aus diesem Grunde und wegen der grossen Infektionsgefahr wurde bei dem letzten Theil der Versuche das Arbeiten mit Rotzbazillen aufgegeben. Dieselben wurden nur zu den die Desinfektionsversuche an Eisenbahn-Viehtransportwagen betreffenden Untersuchungen herangezogen. Der Schweinepestbazillus erwies sich etwas gleichmässiger in seinem Verhalten, doch zeigten sich auch bei ihm Schwankungen in der Widerstandsfähigkeit, so dass bei den späteren vergleichenden Untersuchungen auch von ihm abgesehen und nur noch mit Staph. pyog. aur. gearbeitet wurde. Es geschah dies nicht allein aus dem oben angeführten Grunde, sondern auch vor allen Dingen deshalb, weil es sich bei sämtlichen Versuchen herausgestellt hatte, dass der Staphylococcus erheblich widerstandsfähiger war, als die Rotz- und Schweinepestbazillen. Wie schon erwähnt, zeigte der hier benutzte Staph. den Desinfektionsmitteln gegenüber fast gar keine Schwankungen in seiner Widerstandsfähigkeit. Den besten Beweis hierfür lieferten Desinfektionsversuche mit einer Lösung von Acidum carbolicum liquefactum 5:100, welche von Zeit zu Zeit auf die oben geschilderte Weise angestellt wurden, um sich über die Widerstandsfähigkeit des Aureusstammes zu vergewissern, und deren im Verlaufe des letzten Jahres gewonnenen Ergebnisse in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Tabelle III.
Acid. carbol. liquéf. 5:100 Wasser

Vornahme des Versuches am	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Min.
3. X. 01	15—20
15. X. 01	15—20
2. XII. 01	15—20
9. I. 02	15—20
23. I. 02	15—20
3. II. 02	15—20
31. III. 02.	15—20
7. V. 02	15—20
13. IX. 02	15—20
11. X. 02	15—20

Man sieht aus dieser Tabelle, dass bei allen Versuchen die Abtödtung des Staph. pyog. aur. nach 15—20 Minuten erfolgte.

Nach unseren Untersuchungen scheint demnach der Staph. pyog. aur. ein sehr gutes, in seiner Widerstandskraft gegen Desinfektionsmittel sich gleichmässig verhaltendes Testobjekt zu sein.

Für die Prüfung auf sporenhaltiges Material wurden einheitliche an Seidenfäden

angetrocknete Milzbrandsporen, welche 3 Minuten Dampfesistenz besaßen, verwandt. Die Herstellung der Milzbrandsporensidenfäden erfolgte in der Weise, dass 48 stündige Agarkulturen vorsichtig abgekratzt, mit sterilem Wasser aufgeschwemmt und die Aufschwemmung durch Glaswolle filtrirt wurde, um etwaige Theilchen des Nährbodens zurückzubehalten. Die Seidenfäden wurden mit dieser Aufschwemmung getränkt, im Exsikkator getrocknet und im Ohlmüller'schen Apparat auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber strömendem Wasserdampf geprüft. Zur Vornahme der Desinfektionsversuche wurden die Seidenfäden in die Desinfektionsflüssigkeit eingelegt, hierauf in 5 ccm sterilem, destillirtem Wasser, und zwar jeder Seidenfaden für sich in eigenem Gläschen abgespült, dann in Bouillonkölbchen übertragen und 8 Tage lang beobachtet.

Bakteriologische Prüfung einzelner Rohkresole in reinwässriger Lösung.

Von den chemisch untersuchten Rohkresolpräparaten wurden in rein wässriger Lösung nur einige auf ihren Desinfektionswerth geprüft. Die Prüfung wurde mit den 1% Lösungen vorgenommen, weil es sich bei den höher prozentigen Lösungen herausstellte, dass dieselben nur durch längeres Umschütteln und oft auch nur theilweise in Lösung zu bringen waren, eine Schwierigkeit, welche in der Praxis bei Herstellung von grösseren Mengen der Lösung zu Unannehmlichkeiten führen kann. Die mit den 1% Lösungen vorgenommenen Prüfungen gegen Rotz- und Schweinepestbazillen und *Staphylococcus pyogenes aureus* ergaben folgendes Resultat:

Rotzbazillen wurden abgetödtet von:

1% Kresol B 1 nach 5—10 Min.

1% „ C „ 3—4 „

1% „ D „ 5—10 „

Die Bakterien der Schweinepest zeigten kein Wachsthum mehr bei Einwirkung von:

1% Kresol B 1 nach 5—10 Min.

1% „ C „ 5—10 „

1% „ D „ 10 „

Staphylococcus pyogenes aureus wurde abgetödtet von:

1% Kresol B 1 nach 30—35 Min.

1% „ C „ 25—30 „

Eine im Vergleich zu den Kresollösungen geprüfte Lösung von *Acidum carbo-licum liquefactum* 5:100 tödtete Rotzbazillen nach 1½—2 Minuten, die Bakterien der Schweinepest nach 2—3 Minuten und *Staphyl. pyog. aur.* nach 15—20 Minuten.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Wirkung der Kresole unter sich eine nicht gleichmässige ist, und dass die bakterientödtende Kraft der 1% Lösung im Vergleich zu der daneben geprüften 5% Lösung von *Acidum carbo-licum liquefactum* eine geringere ist.

Ausser diesen Rohkresolen gelangte auch eine Probe der auf der Desinfektionsanstalt eines grösseren Bahnhofs zur Desinfektion der Eisenbahn-Viehtransportwagen verwendeten „Karbolsäure“ zur Untersuchung. Das Präparat, bezeichnet „Karbolsäure-Mischung“, ist von dunkelbrauner Farbe, dickflüssig und mit Wasser in jedem

Verhältniss mischbar. Die wässerige Lösung stellt eine braunrothe Flüssigkeit dar, die infolge der suspendirten, theerartigen Antheile undurchsichtig ist. Die Lösung reagiert stark alkalisch.

In 100 g der „Karbolsäure-Mischung“ wurden ermittelt:

49,1 g wasserfreie Kresole, 0,4 g einer schwarzbraunen, unlöslichen, theerigen Flüssigkeit und 16,06 Natriumhydroxyd.

Demnach stellt die „Karbolsäure-Mischung“ ein Desinfektionsmittel dar, welches bereitet sein kann aus:

49,5 Theilen eines wasserfreien Rohkresols und 50,5 Theilen einer 31,8% Natronlauge.

Die in der Mischung enthaltene Menge Alkali reicht nicht ganz hin, um sämtliches, anwesendes Kresol in das Natriumsalz überzuführen. Um dies zu erreichen, müssten in 100 g 18,33 g Natriumhydroxyd (entgegen 16,06 g) enthalten sein.

Das Präparat wurde in 5% Lösung auf seinen Desinfektionswerth gegen Rotz- und Schweinepestbazillen und Staph. pyog. aur. geprüft. Zum Vergleich wurde eine 5% Lösung von Acidum carbolium liquefactum benutzt.

Tabelle IV.

Lösung 5%	Rotzbazillen Abtödtung nach Minuten	Schweinepest- bazillen Abtödtung nach Minuten	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten
Karbolsäuremischung	3—4	4—5	25—30
Acid. carbol. liquef.	1½—2	2—3	15—20

Aus der Tabelle IV geht hervor, dass die 5% Lösung der „Karbolsäure-Mischung“ zwar eine erhebliche Desinfektionskraft besitzt, der 5% Lösung von Acid. carbol. liquef. jedoch nicht gleichwerthig ist. Der Gehalt an Alkali ist jedenfalls die Ursache, dass die 5% Lösung dieser Mischung, welche etwa 2½% Kresole enthält, nur wenig stärker wirkt als eine 1% Lösung der oben angeführten Kresole in Wasser.

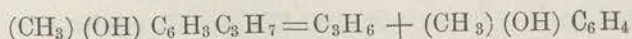
Aus einigen orientirenden Versuchen, welche von uns mit Kresollösungen unter Zusatz von grösseren oder kleineren Mengen Natronlauge vorgenommen wurden, ging hervor, dass die Desinfektionskraft dieser Mischungen, wie auch kaum anders zu erwarten war, bedeutend geringer ist, als diejenige des Rohkresols.

Untersuchung von Ortho-, Meta- und Parakresol.

Da das Rohkresol, wie schon an anderer Stelle ausgeführt wurde, wechselnde Mengen von Ortho-, Meta- und Parakresol enthält, so wurden zur Prüfung der Frage, welches von diesen 3 Isomeren die höchste Desinfektionskraft besitzt, auch hier 2 Handelsmarken o- m- und p-Kresol (von verschiedenen Firmen bezogene), nach dieser Richtung hin untersucht.

Für gröbere Desinfektionen kommen allerdings die reinen Verbindungen nicht in Betracht, da dieselben, trotzdem die Technik in der Darstellung auch dieser Präparate in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte zu verzeichnen hat, für diese

Zwecke zu theuer sind. Eine Trennung des Rohkresols in die Isomeren findet im gewöhnlichen Betriebe der Theerdestillation nicht statt, höchstens wird zuweilen aus dem Gemisch das Ortho-Kresol, dessen Siedepunkt am niedrigsten liegt und welches zur Darstellung von Ortho-Kresotinsäure dient, fabrikmässig in reinem Zustand abgeschieden. Zur Reindarstellung von o- und p-Kresol geht man vielmehr von den entsprechenden Toluidinen aus, deren Amidogruppe man mittelst der Diazoreaktion gegen die Hydroxylgruppe auswechselt. Zur Gewinnung des m-Kresols benutzte man früher die Zerlegung des Thymols beim Erhitzen mit Phosphorpentoxyd¹⁾.



Nach einem neueren Verfahren kann man es auch durch Erhitzen einer Naphthalintrisulfosäure mit Aetzkalkalien darstellen²⁾.

Erwähnt mögen hier auch zwei unter Patentschutz gestellte Verfahren werden — D.R.P. No. 112545 und 114975³⁾, — welche der Firma F. Raschig in Ludwigshafen zur Trennung von m- und p-Kresol ertheilt sind. Nach diesen Verfahren wird zunächst durch wiederholte fraktionirte Destillation aus dem Rohkresol das o-Kresol abgeschieden, das zurückbleibende Kresolgemisch, welches aus ungefähr 60% m-Kresol und 40% p-Kresol besteht, wird mit mindestens dem gleichen Gewicht rauchender oder dem 1½ fachen Gewicht konzentrirter Schwefelsäure sulfurirt. In der überschüssigen Schwefelsäure bleibt die Sulfosäure des m-Kresols gelöst, während die p-Kresolsulfosäure auskrystallisirt. Aus den Sulfosäuren kann man die Kresole durch Zerlegung mit überhitztem Wasserdampf gewinnen.

Die beiden hier zur Untersuchung vorliegenden Präparate zeigten sowohl in ihren physikalischen Eigenschaften, wie auch in Bezug auf ihre Desinfektionskraft Verschiedenheiten und zwar schien das Präparat A, besonders die p-Verbindung desselben dem Schmelzpunkt und dem äusseren Aussehn nach zu urtheilen, weniger rein zu sein wie das Präparat B.

o-Kresol A.		o-Kresol B.	
Farbe: etwas bräunlich gefärbte Krystalle		schwach rosa gefärbte Krystalle.	
F.P.	28,5°		29,8°
S.P.	187,5°		188,2°
Verhalten gegen Eisenchloridlösung:			
Blaufärbung, welche sehr bald in Grün übergeht.		Blaufärbung.	
m-Kresol A.		m-Kresol B.	
Farbe: etwas gelb gefärbte Flüssigkeit.		farblose Flüssigkeit.	
S.P.	199°		198,5°
Verhalten gegen Eisenchloridlösung:			
Blaufärbung.		Blaufärbung.	

¹⁾ Mase Shepard Southworth, Untersuchungen über die isomeren Kresole mit Rücksicht auf das Vorkommen derselben im Steinkohlentheer. Annalen 168. 268 (1873)

²⁾ Kalle und Comp, D.R.P. No. 81484. Chem. Centralblatt 1895 II, S. 327.

³⁾ Chem. Centralblatt 1900 II, S. 463 und S. 1141.

p-Kresol A.	p-Kresol B.
Farbe: bräunlich gefärbte, etwas schmierige Krystalle	weisse Krystalle.
F.P. 29,8°. Nach Trocknen im	35,5°
Vakumexsikkator 31,5°	
S.P. 198°	197,8°
Verhalten gegen Eisenchloridlösung:	
Blaufärbung.	Blaufärbung.

Ueber die Löslichkeit der 3 Kresole finden sich in der Litteratur verschiedene Angaben, z. B. sind nach Gruber¹⁾ in 100 Theilen Wasser löslich:

o-Kresol 2,5%
m-Kresol 0,53%
p-Kresol 1,8%

Nach Hager's²⁾ Handbuch der Pharmazeutischen Praxis ist das o-Kresol in 38 Theilen kalten Wassers löslich. Das m-Kresol dagegen wird als schwerlöslich in Wasser (etwa 0,6 g in 100 g Wasser) bezeichnet.³⁾ Auch in den Arbeiten von Schütz⁴⁾ und von Seybold⁵⁾ wird das m-Kresol als viel weniger löslich bezeichnet, wie das o- und p-Kresol. Nach den Angaben von Seybold ist aber eine bestimmte Handelsmarke von m-Kresol, nämlich das m-Kresol Hauff zu 2% in Wasser löslich, wohingegen das von der Firma Calle und Comp., Biebrich am Rhein, in den Handel gebrachte m-Kresol nur zu 0,5% in Wasser löslich sein soll. Diese letzteren Angaben werden von Reinhardt⁶⁾ dahin berichtet, dass diese Löslichkeit von 2% durchaus nicht eine spezifische Eigenschaft des Metakresols Hauff sei, sondern jeglichen entsprechend reinen Metakresols, und dass das m-Kresol „Calle“ sich leicht zu 2% in Wasser löse. Ob aber 2% die grösste Löslichkeit des absolut reinen Körpers sei, wird vorläufig unerörtert gelassen.

Die beiden oben näher bezeichneten Präparate verhielten sich bei der Prüfung auf die Löslichkeit in Wasser, welche nach dem auf Seite 593 beschriebenen Verfahren durch Ausziehen der gesättigten wässerigen Lösung mit Aether und Abdampfen der ätherischen Lösung bestimmt wurde, fast gleich. In 100 cem Wasser von ungefähr 18° waren nämlich löslich:

o-Kresol A. 2,77 g	o-Kresol B. 2,67 g
m- „ A. 2,21 g	m- „ B. 2,21 g
p- „ A. 2,09 g	p- „ B. 2,04 g

Ueber die desinfizirenden Eigenschaften der reinen Kresole gehen die Anschau-

¹⁾ Gruber, Ueber die Löslichkeit der Kresole in Wasser und über die Verwendung ihrer wässerigen Lösungen zur Desinfektion. Arch. f. Hyg. 1893 S. 619.

²⁾ Hager, Handbuch der pharmazeutischen Praxis. Bd. II. 1902 S. 245.

³⁾ In den Handbüchern der organischen Chemie von Beilstein, Richter u. A. sind Angaben über die Löslichkeit der isomenen Kresole nicht vorhanden.

⁴⁾ Schütz, Kresolpräparate. Hygienische Rundschau 1896. No. 7.

⁵⁾ Seybold, Ueber die desinfizirende Wirkung des Metakresols Hauff im Vergleich zu Orthokresol, Parakresol, Triakresol Schering, Phenol und Guajakol. Zeitschrift für Hygiene 1898 S. 380.

⁶⁾ Reinhardt, Ueber Metakresol synth. „Kalle.“ Zeitschrift für Hygiene. Bd. XXXII. Heft I. 1899 S. 327.

ungen in der Litteratur weit auseinander. So fand Hammer¹⁾, ebenso wie Fränkel²⁾ und Henle³⁾, dass das m-Kresol dem p-Kresol und dieses wieder dem o-Kresol an Desinfektionskraft überlegen sei. Nur in einem Fall war die Parakresollösung der Lösung von m-Kresol insofern überlegen, als die p-Kresollösung in 0,3% Lösung den *Mirrococcus prodigiosus* schon nach 10 Minuten langer Einwirkung abtödtete, was bei der m-Kresollösung erst nach 45 Minuten langer Einwirkung der Fall war.

v. Schlepegrell⁴⁾ hat das Kresolum purum liquefactum (o-Kresol bezw. dessen Hydrat) untersucht und gefunden, dass es sich als das am wenigsten wirksame der 3 isomeren Kresole erwies. Es ist an desinfizirender Kraft schwächer als das Trikresol, welches von Hammer⁵⁾ einer eingehenden Untersuchung unterzogen wurde. Seine Resultate, die auch von Andern bestätigt wurden, gehen dahin, dass das Schering'sche Trikresol in gleichprozentigen Lösungen eine doppelt so starke bakterizide Kraft besitzt, wie die Karbolsäure. Nach der Angabe der Fabrik besteht das Trikresol aus 40% m-Kresol, 35% o-Kresol und 25% p-Kresol und ist fast ganz frei von Pyridinen.

Das m-Kresol „Calle“ ist nach den Untersuchungen von Schütz⁶⁾ der Karbolsäure an desinfizirender Kraft erheblich überlegen, es hat aber nach Angabe des Verfassers den Nachtheil, dass es ohne Alkoholzusatz nur zu 0,5% in Wasser löslich ist.

Seybold⁷⁾ hat Untersuchungen in Bezug auf die Desinfektionskraft der o-, m- und p-Kresole der Firma Hauff in Feuerbach, welche zu 2% in Wasser vollkommen löslich sind, angestellt. Auf Grund seiner zahlreichen Versuche, welche er an dem *Bacillus prodigiosus* und *Staph. pyog. aur.* mit 1% und 1/2% Lösungen des o-, m- und p- und Trikresols anstellte, kommt er zu dem Ergebniss, dass die beste Desinfektionswirkung dem m-Kresol zuzuschreiben ist, dann folgt das p-Kresol. Die schwächste Desinfektionswirkung zeigt das o- und Trikresol.

Die von uns ausgeführten Desinfektionsversuche wurden an *Staph. pyog. aur.* mit 1%, 1,5% und 2% Lösungen der beiden Präparate A und B angestellt. Die Lösungen konnten durch Schütteln mit Wasser leicht bereit werden.

Aus nachstehenden Versuchen (Tab. V) geht hervor, dass die p-Kresollösung des Präparates A die beste Desinfektionskraft besitzt, während bei dem Präparat B das m-Kresol den beiden andern Isomeren an Wirksamkeit überlegen ist. Vielleicht ist dies darauf zurückzuführen, dass die p-Verbindung des Präparates A anscheinend sehr unrein war.

Ferner wurde eine Mischung von gleichen Theilen o-, m- und p-Kresol in 1,5%

¹⁾ Hammer, Ueber die desinfizirende Kraft der Kresole und die Herstellung neutraler wässriger Kresollösungen. Archiv für Hygiene. Bd. IX. S. 374.

²⁾ Fränkel, Die desinfizirenden Eigenschaften der Kresole. Ein Beitrag zur Desinfektionsfrage. Zeitschrift für Hygiene. Bd. 6.

³⁾ Henle, Ueber Creolin und seine wirksamen Bestandtheile. Archiv für Hygiene. Bd. 9. 1889.

⁴⁾ v. Schlepegrell, Trikresol Schering und Kresolum pur. liquef. Nördlinger als Desinfektionsmittel. Dissertation. Göttingen 1895.

⁵⁾ Hammerl: Ueber den Desinfektionswerth des Trikresols Schering. Archiv für Hygiene 1894. Band XXI.

⁶⁾ Schütz, Kresolpräparate. Hyg. Rundschau 1896. No. 7.

⁷⁾ Seybold, Ueber die desinfizirende Wirkung des Metakresols Hauff im Vergleich zu Orthokresol, Parakresol, Trikresol Schering, Phenol und Guajakol. Zeitschrift für Hygiene. Bd. 29. Heft 1, S. 380 ff.

Tabelle V.

Staph. pyog. aur. wird abgetötet nach Minuten:

Ortho-Kresol A. 1% Lsg.	noch nicht nach 50 M.	Ortho-Kresol B. 1% Lsg.	noch nicht nach 50 M.
„ „ „ 1½% „	„ „ „ 50 „	„ „ „ 1½% „	„ „ „ 50 „
„ „ „ 2% „	„ „ „ 50 „	„ „ „ 2% „	„ „ „ 50 „
Meta-Kresol A. 1% Lsg.	noch nicht nach 50 M.	Meta-Kresol B. 1% Lsg.	noch nicht nach 50 M.
„ „ „ 1½% „	Abtödtung nach 40 „	„ „ „ 1½% „	„ „ „ 50 „
„ „ „ 2% „	„ „ 35-40 „	„ „ „ 2% „	Abtödtg. nach 35-40 „
Para-Kresol A. 1% Lsg.	Abtödtung nach 40 M.	Para-Kresol B. 1% Lsg.	noch nicht nach 50 M.
„ „ „ 1½% „	„ „ 35-40 „	„ „ „ 1½% „	„ „ „ 50 „
„ „ „ 2% „	„ „ 30-35 „	„ „ „ 2% „	„ „ „ 50 „

Lösung ebenfalls gegen Staph. pyog. aur. geprüft. Das für Trikresol Schering angegebene Mischungsverhältniss wurde nicht gewählt, da bei der früheren, bereits erwähnten Untersuchung der Rohkresole ermittelt wurde, dass die Menge des m-Kresols in keinem Falle 40% erreicht, vielmehr innerhalb der Grenzen von 20,2 bis 38,5% schwankte.

Diese 1½% Lösung des Gemisches aus o-, m- und p-Kresol tödtete Staph. pyog. aur. nach 45—50 Minuten andauernder Einwirkung ab, sie kommt also der Wirkung der 2% m-Kresollösung nicht gleich.

Kreselseifenlösungen.

Wie aus den Versuchen auf S. 607/608 hervorgeht, erwies sich die in der Praxis leicht herzustellende 1% Lösung von Kresolum crudum desinfektorisch als zu schwach. Eine 1½% Lösung, welche auch noch nicht allen Anforderungen entspricht, ist zwar im Laboratorium durch anhaltendes Schütteln der meisten Rohkresole mit Wasser herstellbar, in der Praxis aber, bei Herstellung grösserer Mengen von Desinfektionsflüssigkeit, würde die Bereitung einer so gesättigten Lösung auf Schwierigkeiten stossen.

Zwar befinden sich im Handel, wie bereits oben durch Versuche dargethan wurde, Rohkresole, deren Löslichkeit erheblich höher ist. Andererseits giebt es aber auch wieder Präparate, deren Löslichkeit in Wasser nur 1% oder noch weniger beträgt. Bei diesen Rohkresolen bleiben in den damit hergestellten, wässerigen Lösungen grosse Mengen ungelöst, welche in grösseren oder kleineren Tropfen theils zu Boden sinken, theils an der Oberfläche schwimmen. Da die desinfizierende Wirkung eines solchen Präparates eine ziemlich fragwürdige ist, sich ausserdem beim Gebrauch einer derartigen wässerigen Lösung zur Desinfektion von Möbeln, Kleidungsstücken u. s. w. grosse Uebelstände herausgestellt hatten, suchte die Industrie die Kresole durch Seifen in eine wasserlösliche Form überzuführen.

So empfiehlt Schneider¹⁾ gleiche Mengen von 100% Karbolsäure und von Seife im Dampfbade zusammen zu schmelzen. Das Produkt löst bezw. emulgirt sich in Wasser vollständig.

Nach Nocht²⁾ lässt sich die vollständige Auflösung der 100% Karbolsäure da-

¹⁾ Schneider, Pharmaceut. Centralhalle 1889 S. 34.

²⁾ Nocht, Ueber die Verwendung von Karbelseifenlösungen zu Desinfektionszwecken. Zeitschrift für Hygiene, Bd. VII. Heft I, S. 530.

durch bewirken, dass man sich eine heisse, wässrige Seifenlösung herstellt und dann die Karbolsäure unter starkem Umschütteln bzw. Umrühren hineingiesst. Es bildet sich fast augenblicklich eine ganz klare Lösung von heller bis braunrother Farbe, je nach der Farbe der Karbolsäure, in welcher keine Spur von Oeltropfen mehr zu bemerken ist. 3% Seifenlösungen lösen bei etwa 60° noch bis zu 6% Karbolsäure klar, 6% Seifenlösungen über 12% Karbolsäure. Dabei ist es gleichgültig, welche Art von Seife angewandt wird, Harzseife, Schmierseife oder gewöhnliche Waschseife leisten die gleichen Dienste. Beim Abkühlen fangen die klaren Kresolseifenlösungen an zu opalesziren und werden schliesslich zu feinen Emulsionen, aus denen aber ebenfalls keine Karbolsäure in Form von grossen Tropfen abgeschieden wird. Die desinfizierende Kraft wurde in Lösungen von 3% und 6% Seifengehalt geprüft, es zeigte sich dabei, dass der Seifengehalt nicht in Frage kommt, dass aber die Temperatur, bei welcher die Desinfektion stattfindet, von wesentlichem Einfluss ist. Sporenfreie Bakterien, so Cholera- und Typhusbazillen, Staph. pyog. aur. wurden nach Nocht's¹⁾ Versuchen durch kalte Seifenlösungen von 1½% Karbolsäuregehalt in ½ Stunde sicher abgetötet. Milzbrandsporen wurden durch eine Kresolseifenlösung von 5% Karbolsäuregehalt in 6 Stunden abgetötet.

Die hier angestellten Versuche hatten zunächst den Zweck festzustellen:

- I. Die Löslichkeit von Rohkresol in Seifenlösung verschiedener Konzentration.
 - II. Die Löslichkeit der Hauptfraktionen des Rohkresols in Seifenlösung von 3%.
 - III. Untersuchung von Kresolseifenlösungen.
 - IV. Die Desinfektionswirkung:
 - a. mit fertig bezogenen Kresolseifen.
 - b. mit selbst bereiteten Kresolseifenlösungen.
- Diese Versuche hatten folgendes Ergebniss:

I. Löslichkeit von Rohkresol in Seifenlösung verschiedener Konzentration.

Seifenlösung von 3%

50 ccm Seifenlösung, versetzt mit 2,0 ccm Rohkresol ergaben klare Lösung

„	„	„	„	„	2,2	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	2,3	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	2,4	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	2,5	„	„	„	„	schwach getrübe Lös.

Mithin in 52,4 ccm Lösung 2,4 ccm Rohkresol noch klar löslich.

Seifenlösung von 2%

50 ccm Seifenlösung, versetzt mit 1,0 ccm Rohkresol ergaben klare Lösung

„	„	„	„	„	1,4	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	1,8	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	1,9	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	2,0	„	„	„	„	schwach getrübe Lös.
„	„	„	„	„	2,1	„	„	„	„	stark

Mithin in 51,9 ccm Lösung 1,9 ccm Rohkresol noch klar löslich.

¹⁾ Nocht, l. c.

Seifenlösung von 1 %

50 ccm Seifenlösung, versetzt mit 1,0 ccm Rohkresol, ergaben klare Lösung

„ „	„	„	„	1,2	„	„	„	„	„
„ „	„	„	„	1,4	„	„	„	„	„
„ „	„	„	„	1,5	„	„	„	schwach	getrübte Lsg.
„ „	„	„	„	1,6	„	„	„	stark	„

Mithin in 51,4 ccm Lösung 1,4 ccm Rohkresol noch klar löslich.

Wie aus diesen Untersuchungen hervorgeht, ist die Löslichkeit von Rohkresol in Seifenlösung verschiedener Konzentration demnach folgende:

- 1) 3 % Seifenlösung: in 100 g Lösung sind 4,58 g noch klar löslich.
- 2) 2 % „ „ 100 g „ „ 3,66 g „ „ „
- 3) 1 % „ „ 100 g „ „ 2,72 g „ „ „

Zu den Versuchen wurde das Rohkresol benutzt, dessen eingehende Untersuchung bereits auf Seite 581 angegeben ist. Zur Herstellung der Seifenlösungen fand immer reine Kaliseife — Sapo Kalinus des Arzneibuches — Verwendung.

II. Löslichkeit der Hauptfraktionen des Rohkresols in Seifenlösungen von 3 %.

Im Anschluss hieran wurde auch die Löslichkeit der aus diesem Kresol isolierten Hauptfraktionen in Seifenlösung von 3 % festgestellt. Alle Versuche wurden bei einer Temperatur von etwa 20° ausgeführt.

1) Fraktion 188—202° (Gemisch der isomeren Kresole.)

20 ccm Seifenlösung von 3 %, vers. mit 0,6 ccm Fraktion 188—202° ergab. klare Lösung

„ „	„	„	3 %	„	„	0,8	„	„	„	„	„
„ „	„	„	3 %	„	„	0,9	„	„	„	„	„
„ „	„	„	3 %	„	„	1,0	„	„	„	schwach	getrübte Lsg.
„ „	„	„	3 %	„	„	1,1	„	„	„	stark	„

Mithin in 20,9 ccm Lösung 0,9 ccm Fraktion 188—202° noch klar löslich.

2) Fraktion 202—210° (Gemisch der Kresole mit Xylenolen).

20 ccm Seifenlösung von 3 %, vers. mit 0,5 ccm Fraktion 202—210° ergab. klare Lösung

„ „	„	„	3 %	„	„	0,6	„	„	„	„	„
„ „	„	„	3 %	„	„	0,8	„	„	„	„	„
„ „	„	„	3 %	„	„	0,9	„	„	„	schwach	getrübte Lsg.
„ „	„	„	3 %	„	„	1,0	„	„	„	stark	„

Mithin in 20,8 ccm Lösung 0,8 ccm Fraktion 202—210° noch klar löslich.

3) Fraktion 210—220° (Xylenole).

20 ccm Seifenlösung von 3 %, vers. mit 0,5 ccm Fraktion 210—220° ergab. klare Lösung

„ „	„	„	3 %	„	„	0,6	„	„	„	„	„
„ „	„	„	3 %	„	„	0,7	„	„	„	schwach	getrübte Lsg.
„ „	„	„	3 %	„	„	0,8	„	„	„	stark	„

Mithin in 20,6 ccm Lösung 0,6 ccm Fraktion 210—220° noch klar löslich.

In Seifenlösung von 3 % sind demnach löslich:

Fraktion 188—202°: in 100 g Lösung 4,30 g noch klar löslich.

„ 202—210°: „ 100 g „ 3,85 g „ „ „

„ 210—220°: „ 100 g „ 2,91 g „ „ „

Da das spezifische Gewicht des hier verwendeten technischen Rohkresols = 1,0445 bei 20° und der 3 isomeren Kresole — o-Kresol spez. Gew. - 1,043, m-Kresol spez. Gew. - 1,035, p-Kresol spez. Gew. - 1,034 — nur wenig höher wie 1,0 ist, so spielen hier Unterschiede zwischen Raum- und Gewichtsprozenten keine wesentliche Rolle. Mit Rücksicht darauf, dass bei der Verwendung in der Praxis das Abmessen der Desinfektionsmittel allein in Frage kommt, weil das Wägen derselben sich nicht durchführen lässt, sind bei allen Bestimmungen, soweit ein Abmessen sich nicht durch die Natur der verwendeten Substanz verbietet, die Lösungen stets raumprozentig.

III. Untersuchung von Kresolseifenlösung.

Das Deutsche Arzneibuch giebt zur Darstellung von Kresolseifenlösung — Liquor Kresoli saponatus — folgende Vorschrift: Man stellt dieselbe dar, indem man im Wasserbade 1 Theil Kaliseife erhitzt und in kleinen Antheilen allmählich 1 Theil Kresol solange darin verrührt, bis eine gleichmässige, von ungelöster Seife freie Mischung entsteht.

Die Kresolseifenlösung ist im Handel käuflich. Um nun zu prüfen, ob dieselbe den vorgeschriebenen Gehalt von 50% Kresol besitzt, kann man in folgender Weise verfahren:

20 ccm Kresolseifenlösung werden in einem Destillationskolben mit Wasser verdünnt, mit Methylorange versetzt und mit Schwefelsäure bis zur kräftigen Rothfärbung angesäuert. Dann wird mit Wasserdampf destillirt. Sobald das Destillat, welches anfangs milchig getrübt übergeht, klar geworden ist, wird die Kühlung abgestellt, damit der Dampfstrom alle noch im Kühler verbliebenen Kresoltröpfchen mitnehmen kann. Sobald Dampf aus dem Kühlrohr austritt, wird die Kühlung wieder eingestellt; man lässt dann noch 5 Minuten lang destilliren. Das Destillat wird mit 20 g Kochsalz versetzt und dann mit 100 ccm Aether einmal gehörig ausgeschüttelt. Der Aether wird abdestillirt und das zurückbleibende Kresol in aufrecht stehendem Kolben 40 Minuten lang bei 100° getrocknet.

Um die Genauigkeit dieses Verfahrens zu prüfen, wurde nach obiger Vorschrift sowohl eine bestimmte Menge Rohkresol wie auch eine selbst hergestellte Kresolseifenlösung destillirt.

Bestimmung von Kresol allein:

Angewandt 10,25 g Kresol.

Kolben + Kresol nach der Destillation des Aethers 73,86 g.

Kolben + Kresol nach 20 Minuten Trocknen bei 100° 72,27 g

„ „ „ „ 40 „ „ „ 71,82 g

„ „ „ „ 60 „ „ „ 71,54 g

Kolben leer 61,76 g

Es ergibt sich daraus, dass ein Trocknen von 40 Minuten genügt. Man erhält dann folgende Zahlen:

Angewandte Menge Kresol:	10,25 g
Wiedergefundene „ „	
nach einem Trocknen von 40 Minuten	10,06 g
Differenz	0,19 g
„ —	1,85%

Man kann Kresol ohne nennenswerthen Verlust trocknen; es ergibt sich dieses aus folgenden Bestimmungen:

Kolben + Rohkresol bei Beginn	82,94 g
nach 25 Min. Trocknen bei 100°	82,85 g
„ 1 Stunde „ „ „	82,84 g
„ 2 „ „ „ „	82,78 g
„ 2½ „ „ „ „	82,74 g
Differenz nach 2½ Stunden	0,20 g

Um zu prüfen, ob bei der Destillation von Kaliseife allein mit Wasserdampf unter Umständen flüchtige Fettsäuren übergehen können, wurden 11,93 g Kaliseife (Sapo Kalinus des Arzneibuches) in Wasser gelöst und in oben beschriebener Weise destillirt. Das Ergebniss war folgendes:

Kolben und Rückstand nach 20 Minuten	72,76 g
„ „ „ „ 40 „	72,72 g
Kolben leer	72,69 g

Differenz 0,03 g = übergegangene

Menge Fettsäure.

Bestimmung einer selbst bereiteten Kresolseifenlösung:

Angewandt 20,5 ccm Kresolseifenlösung. Gewicht derselben = 21,4 g. Es waren darin enthalten:

10,7 g Kresol

Kolben + Kresol nach 20 Min. Trocknen	72,48 g
„ „ „ „ 40 „ „	72,15 g
Kolben leer	61,75 g
Differenz	10,40 g Kresol.

Angewandte Menge Kresol	10,7 g
Wiedergefundene „ „	10,4 g

Differenz 0,3 g der angewandten
= 2,80%

10,7 g Kresol

Die Analyse einiger fertig bezogener Kresolseifenlösungen ergab folgende Differenz des berechneten Gehaltes an Kresol:

- a) — 3,13%
- b) — 3,00%

Ferner wurde in einer Probe „Pettenkofer'sche Mischung“ welche aus gleichen Theilen Kresol und Schmierseife hergestellt wird, der Kresolgehalt bestimmt.

Es wurde in je 20 ccm = 20,91 g gefunden: 10,42 g und 10,13 g Kresol. Die 20 ccm sollten enthalten 10,455 g Kresol, also Differenz = —0,33% und —3,10% auf 100 g Kresol berechnet.

Aus diesen Kontrollbestimmungen ergibt sich, dass die oben angegebene Methode

zur Bestimmung des Kresolgehaltes in Kresolseifenmischungen recht brauchbare Resultate liefert, und dass bei den untersuchten fertig bezogenen Kresolseifenlösungen der ermittelte Kresolgehalt innerhalb der Fehlergrenze liegt.

IV. Desinfektionswirkung.

Die Desinfektionswirkung sowohl der fertig bezogenen Kresolseifen, wie auch der Kresolseifen, welche hier zu den Versuchen aus den eingehend untersuchten Rohkresolen nach der Vorschrift des Arzneibuches hergestellt waren, wurde in 4%, 5%, 6%, 7,5% und 10% Lösung gegen Rotz- und Schweinepestbazillen und Staph. pyog. aur. festgestellt. Schon in ihrem Aeusseren zeigten die fertig bezogenen sowie die selbst bereiteten Kresolseifen gewisse Unterschiede. Von den fertig bezogenen Kresolseifenlösungen waren alle mit einer Ausnahme — Präparat VI — in Wasser klar löslich, die Lösung des Präparates VI dagegen war trübe und zeigte einen starken Bodensatz. Mit den selbst bereiteten Kresolseifenlösungen aus den Präparaten A, C und D konnten nur leicht getrübe Lösungen hergestellt werden.

Bei der Untersuchung zeigten einige der Kresolseifenlösungen einen abweichenden geringeren Desinfektionswerth. Dies trat besonders bei der Seifenlösung VI zu Tage, welche von derselben Firma bezogen war, die das überaus minderwerthige Kresol G geliefert hatte. Im Allgemeinen wurde durch die Untersuchung festgestellt, dass die selbstbereiteten Kresolseifen, welche aus Kresolen gewonnen waren, die den Anforderungen des Arzneibuches entsprachen, auch hinreichend desinfizierend wirkten.

Unter den Kresolseifen des Handels schienen sich jedoch nach unseren Untersuchungen einige zu befinden, zu deren Herstellung ein Kresol benutzt war, welches den Anforderungen des Arzneibuches nicht entsprach. Während von den 8 untersuchten Kresolseifenlösungen 5 einen fast übereinstimmenden gleich guten Desinfektionswerth zeigten, standen ausser dem bereits erwähnten desinfektorisch ganz minderwerthigen Präparat VI auch noch 2 andere Präparate den ersterwähnten 5 Präparaten an Desinfektionswerth, wenn auch nur unerheblich, nach. Es ergibt sich hieraus die Nothwendigkeit, dass zur Bereitung der Kresolseifenlösung nur einwandfreies Kresol zu benutzen ist, wie es das Arzneibuch vorschreibt, und dass beim Bezug derselben aus Fabriken diesem Umstande Rechnung getragen werden muss.

Ausser Seifen sind auch gewisse neutrale Salze zur Lösung der Kresole empfohlen worden. (Solveol und Solutol). Eingehend untersucht wurden diese Präparate von Buttersack¹⁾ Hammer²⁾ und Hüppe³⁾.

Dem Gesundheitsamt wurde von der Aktiengesellschaft für Theer- und Erdölindustrie in Berlin ein theerölsulfosaures Natron bezeichnetes Präparat zur Verfügung gestellt, das in Anlehnung an das inzwischen verfallene D.R.P. Nr. 51515 („Verfahren zur Herstellung von Sulfosäuren bezw. deren Salzen aus von Phenolen befreiten Theerkohlenwasserstoffen“) zu Desinfektionszwecken aus dem Theeröl dargestellt worden war. Dasselbe

¹⁾ Buttersack, Beiträge zur Desinfektionslehre und zur Kenntniss der Kresole. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 8. 1893.

²⁾ Hammer, Ueber die desinfizierende Wirkung der Kresole und die Herstellung neutraler und wässriger Kresollösungen. Archiv für Hygiene, Bd. XIV, 1892, S. 121.

³⁾ Hüppe, Ueber Kresole als Desinfektionsmittel. Berlin. Klin. Wochenschrift 1891, Nr. 45, S. 1096.

ist eine schwarzbraune, klare Flüssigkeit von ganz schwach saurer Reaktion, in Wasser leicht löslich. Wird ein Volumtheil Kresol mit dem gleichen Volumtheil des theerölsulfosauren Natron gemischt, so entsteht keine völlige Lösung. Wird jedoch doppelt soviel theerölsulfosaures Natron als Kresol angewandt, so entsteht eine zwar vollständige aber schwach getrübbte Lösung des Kresols.

Das theerölsulfosaure Natron wurde zuerst für sich in 3% und 5% Lösung gegen Staph. pyog. aur. geprüft. Es zeigte sich, dass eine 60 Minuten lange Einwirkung der Lösung nicht im Stande war, diese Bakterien abzutöden. Es wurden nun Lösungen von theerölsulfosaurem Natron hergestellt, welche 1%, 1,5%, 2% und 2,5% Kresol enthielten. Zum Vergleich wurde eine 1½% Lösung des zu den Lösungen verwendeten Kresols herangezogen. Bei keiner der mit theerölsulfosaurem Natron hergestellten Lösungen trat, wie Tab. VI zeigt, Desinfektionswirkung nach 60 Minuten ein, während die 1½% Kresollösung Staph. pyog. aur. nach 15–20 Minuten abtödete.

Tabelle VI.

Lösungen	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten
1,0% Kresol + 0,8 g theerölsulfos. Na.	noch nicht nach 60 Minuten
1,5% Kresol + 1,2 g theerölsulfos. Na.	„ „ „ 60 „
2,0% Kresol + 1,6 g theerölsulfos. Na.	„ „ „ 60 „
2,5% Kresol + 2,0 g theerölsulfos. Na.	„ „ „ 60 „
Kresol B 1½%	Abtödtung „ 15–20 „

In neuerer Zeit wurde durch D.R.P. 128880 vom 2. April 1901 der oben genannten Firma, Aktiengesellschaft für Theer- und Erdölindustrie, ein Verfahren zum Löslichmachen von Kresol in Wasser durch Vermischen desselben mit den Salzen der Sulfosäuren des rohen oder reinen Phenantrens unter Patentschutz gestellt. Nach Angabe des Patentes wird technisches Phenantren durch Behandeln mit konzentrierter Schwefelsäure sulfurirt, das rohe Sulfurierungsgemisch von dem ungelösten getrennt und in eine gesättigte Kochsalzlösung einfließen gelassen. Die Masse erstarrt zu einem krystallinischen Kuchen, welcher zweckentsprechend gereinigt wird. Das erhaltene Salz wird auf seinen Wassergehalt untersucht und ohne Trocknung mit der entsprechenden Menge Kresol und Wasser gemischt. Auf 200 kg Trockensubstanz werden zweckmässig 250 kg Kresol und soviel Wasser gegeben, dass das Gesamtvolumen 1000 l beträgt. Die eventuell durch Erwärmen erhaltene Lösung wird, wenn nöthig, filtrirt und ist nun gebrauchsfertig. Eine solche Lösung soll, zweckentsprechend verdünnt, zur Desinfektion dienen.

Zur Untersuchung wurde von obiger Firma 1 kg des trocknen, phenantrensulfosauren Salzes bezogen. Das Präparat hat eine gelbbraune Farbe und einen schwachen Naphthalingeruch. Es enthält geringe Mengen Feuchtigkeit. Beim Trocknen bei 100° erleidet dasselbe einen Gewichtsverlust von 2,9%. Wird das Trocknen bei 125° fortgesetzt, so tritt ein weiterer Gewichtsverlust von 1,2% ein. In Wasser ist dasselbe nur theilweise und zwar in der zehnfachen Menge bei gewöhnlicher Temperatur zu etwa 70% löslich, die wässrige Lösung reagirt ganz schwach sauer. Die Bestimmung der Löslichkeit wurde in der Weise ausgeführt, dass 20 g des bei 100° bis zum gleich-

bleibenden Gewichte getrockneten Salzes in einem Messkolben mit Wasser zu 200 ccm aufgefüllt wurden. Die Mischung wurde dann 1 Stunde auf dem Wasserbade erwärmt und blieb dann 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur unter häufigem Umschütteln stehen. Nach dieser Zeit wurde abfiltrirt und von dem Filtrat 20 ccm auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft und schliesslich bei ungefähr 100° bis zum gleichbleibenden Gewicht getrocknet. Das Gewicht des Rückstandes betrug 1,185 g. Bei Kontrollbestimmungen, nach demselben Verfahren ausgeführt, wurden, wie kaum anders zu erwarten war, etwas abweichende Werthe erhalten z. B. 1,234 und 1,290 g. Das Mittel aus diesen 3 Bestimmungen beträgt: 1,24. Diese 1,24 g phenantrensulfosaures Natron nehmen ungefähr einen Raum ein von 2 ccm, in der Weise annähernd bestimmt, dass 10 g des feinen Pulvers in einen engen Messcylinder fest eingestampft wurden. In 18 ccm Wasser sind demnach 1,24, in 100 ccm = 6,9 g des Salzes löslich oder mit andern Worten: von dem vorliegenden phenantrensulfosaurem Natron wurden von der 10 fachen Menge Wasser ungefähr 70% gelöst.

Zur Prüfung der Frage, ob das Salz ätherlösliche Substanzen enthielt, wurden 20 g des bei 100° getrockneten Pulvers mit 200 ccm Aether eine Stunde am Rückflusskühler gekocht. Die ätherische Lösung wurde nach dem Erkalten abfiltrirt und der Rückstand in einem gewogenen Erlenmeyer-Kölbchen 40 Minuten im Wassertrockenschrank getrocknet. Es blieb eine in der Wärme flüssige, in der Kälte krystallinisch erstarrende, braune Masse zurück, deren Gewicht 0,097 g betrug. Das untersuchte phenantrensulfosaure Natron enthält demnach ungefähr 1% ätherlösliche Stoffe. Von einer Untersuchung dieser Stoffe wurde jedoch abgesehen.

An Gesamtschwefelsäure wurden in der veraschten Substanz 19,65% ermittelt.

Zur Prüfung der Desinfektionskraft wurden dem in der Patentschrift angegebenen Mengenverhältniss entsprechend 100 g phenantrensulfosaures Natron, 125 g Kresol mit Wasser zu 500 ccm verdünnt und die Mischung längere Zeit auf dem Wasserbade erwärmt. Nach dem Erkalten wurde abfiltrirt, der Filtrerrückstand ausgewaschen und das Filtrat auf 500 ccm aufgefüllt. Das Filtrat ist in jedem Verhältniss in Wasser löslich.

Zu den Versuchen wurde das auf Seite 632 näher beschriebene Kresol benutzt.

Um zu prüfen, ob in dem Filtrerrückstand Kresol zurückblieb, wurde derselbe getrocknet und mit Aether mehrere Stunden extrahirt. Nach Verdunsten des Aethers blieben 6,5 g zurück, welche fast ausschliesslich aus Kresol bestanden.

Zunächst wurde das phenantrensulfosaure Natron allein in 3% und 5% Lösung gegen *Staph. pyog. aur.* geprüft. Beide Lösungen äusserten auch bei 60 Minuten langer Einwirkung keine bakterizide Wirkung.

Zur weiteren bakteriologischen Prüfung wurden Lösungen herangezogen, welche 1%, 1,5%, 2% und 2,5% Kresol enthielten. Die Lösungen mit 1% und 1,5% Kresol waren bräunlich, diejenigen mit 2% und 2,5% graubräunlich gefärbt. Letztere beiden Lösungen nahmen nach 24 Stunden eine schiefergraue Farbe an und wurden trübe.

Zum Vergleich wurde dasselbe Kresol, mit welchem die Lösungen hergestellt wurden, in 1,5% Lösung zur Prüfung benutzt. Als Testobjekt diente der *Staph. pyog. aur.*

Tabelle VII.

Lösungen	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten
1% Kresol + 0,8 g phenantrens. Na. .	noch nicht nach 60 Minuten
1,5% Kresol + 1,2 g phenantrens. Na. .	„ „ „ 60 „
2,0% Kresol + 1,6 g phenantrens. Na. .	„ „ „ 60 „
2,5% Kresol + 2,0 g phenantrens. Na. .	„ „ „ 60 „
Kresol 1½%	Abtödtung „ 15—20 „

Es hatten demnach die 1% bis 2,5% Kresol enthaltenden Lösungen des phenantrensulfosauren Natrons Staph. pyog. aur. in 1 Stunde nicht abzutöden vermocht, während bei der 1½% Kresollösung Wachstum nach 15—20 Min. nicht mehr eintrat.

Durch die vorstehenden Untersuchungen war somit nachgewiesen, dass die Desinfektionswirkung des Kresols durch den Zusatz sowohl von theerölsulfosaurem als auch phenantrensulfosaurem Natrium in ungünstigem Sinne beeinflusst war.

Eine ähnliche Beobachtung wurde von B. Krönig und Th. Paul¹⁾ gemacht. Eine Reihe von Versuchen mit 4% Phenollösungen, die verschiedene Salze in äquimolekularen Mengen gelöst enthielten, ergaben, dass benzoësaures Natron eine abschwächende Wirkung auf die Karbolsäure ausübte.

Von den vorstehend erwähnten Kresolpräparaten, die aus Mischungen von Rohkresolen mit Substanzen bestehen, welche die Löslichkeit der Kresole in Wasser zu erhöhen bestimmt sind, würde sich demnach allein die Kresolseifenlösung zu groben Desinfektionen eignen, umsomehr, als sie ausser ihrer keimtödtenden noch eine auflösende und reinigende Wirkung entfaltet, wenn nicht ihr verhältnissmässig hoher Preis eine Verwendung in grossen Mengen erschwerte. Während 100 Liter einer 5% Mischung von Rohkresol mit Wasser bei einem Durchschnittspreis von 40 Pfg. pro Kilo sich auf 2 Mk. stellen, würde die gleiche Menge einer 8% Lösung von Seifenkresol bei einem Durchschnittspreis von 60 Pf. das Kilo 4,80 M, also mehr als das Doppelte kosten. Die einzig mögliche Verbilligung des Mittels durch Verwendung geringerer Mengen Seife lässt sich für praktische Zwecke nicht benutzen. Nach den oben beschriebenen Versuchen sind zwar in einer 3% Seifenlösung noch 4,58 g Rohkresol löslich; es ist jedoch hierbei zu berücksichtigen, dass bei Verwendung von hartem Wasser zur Lösung des Desinfektionsmittels, wie es in der Praxis häufig vorkommt, ein Theil der Seife durch die Kalk- und Magnesiumsalze des Wassers ausgefällt wird, dass in der Stammlösung also immer ein Ueberschuss von Seife vorhanden sein muss. Man würde daher mit dem Seifengehalt nur um Bruchtheile eines Prozentes heruntergehen können und eine ins Gewicht fallende Ersparniss somit nicht erzielen.

Mischungen von Rohkresol mit Säuren.

Ausser den bislang besprochenen Stoffen kommt auch noch ein Zusatz von Säuren zum Löslichmachen des Rohkresols in Betracht. Bereits im Jahre 1866 empfahl Wiederhold²⁾ zu diesem Zwecke die Anwendung von Schwefelsäure, indem er zu-

¹⁾ Krönig und Paul, l. c. Zeitschrift für Hygiene. Bd. XXV. Jahrgang 1897. S. 85.

²⁾ Wiederhold, Neue Gewerbeblätter für Kurhessen, 1866, Nr. 49. S. 836. Nach Wagners Jahresberichte 1866 S. 527.

gleich auf die hervorragend desinfizierende Kraft dieser Mischung hinwies. Diese Mittheilung von Wiederhold scheint aber in den beteiligten Kreisen keine Beachtung gefunden zu haben, denn erst durch die ungefähr 22 Jahre später ausgeführte Untersuchungen von Laplace¹⁾, welcher die Roh-Karbol-Schwefelsäuremischungen eingehend prüfte, wurden auch weitere Kreise auf die hervorragende Desinfektionswirkung dieser Mischungen aufmerksam. E. Laplace¹⁾ verwandte zu seinen Versuchen eine Mischung aus gleichen Theilen roher Schwefelsäure und 25% roher Karbolsäure. Die Substanzen wurden nach dem Mischen zusammen erhitzt. Die Zeitdauer und die Temperatur, bei welcher das Erhitzen stattfand, wird jedoch nicht angegeben. Eine so bereitete Schwefelkarbolsäuremischung vermochte in vierprocentiger Lösung Milzbrandsporen in 24 Stunden, in zweiprocentiger Lösung in 72 Stunden zu vernichten, während die von Laplace zum Vergleich geprüften 2% Karbolsäure- oder Kreolinlösungen auf Milzbrandsporen ganz ohne Einfluss waren.

Bei einer Wiederholung der Versuche von Laplace benutzte Fränkel²⁾ sowohl Mischungen von Schwefelsäure und 25% roher Karbolsäure, welche genau nach der von Laplace gegebenen Vorschrift hergestellt waren, als auch unter Abkühlen bereitete Mischungen. Zunächst fand Fränkel, dass die letzteren die ersteren an desinfektorischem Können bedeutend übertrafen und ferner in vollster Bestätigung der Laplace'schen Befunde eine erhebliche Ueberlegenheit der Schwefelkarbolsäure vor dem reinen Phenole. Da durch weitere Untersuchungen festgestellt wurde, dass die aus der rohen Karbolsäure zwischen 185—205° isolirten Fraktionen, welche hauptsächlich die 3 isomeren Kresole enthielten, die grösste Desinfektionskraft besaßen, so benutzte Fränkel zu seinen weiteren Versuchen, da sich die reinen Substanzen als zu wenig löslich in Wasser erwiesen, Mischungen aus gleichen Gewichtsmengen konz. Schwefelsäure mit o-, m- und p-Kresol. Von diesen wirkten am stärksten die mit m-Kresol bereiteten Lösungen, die zu 4% Milzbrandsporen schon nach 8 Stunden abtödteten. Ihnen folgte die para-Verbindung, welche dieselbe Wirkung in 10 Stunden ausübte, und schliesslich, allerdings in einigem Abstand, die ortho-Verbindung. Fernerhin wurden Versuche angestellt mit Mischungen von Rohkresol aus Toluidin und Schwefelsäure, welche unter sorgfältiger Kühlung bereitete waren. Diese Mischungen, die mit Wasser sehr leicht und in jedem Verhältniss gelbliche, trübe, stark riechende Emulsionen bildeten, zeigten Milzbrandsporen gegenüber ausserordentlich starke desinfizierende Eigenschaften. Nach der Ansicht von Fränkel sollen diese Eigenschaften aber nicht einer neuen innigen Verbindung zukommen, die in dem Gemisch von Schwefelsäure und Rohkresol etwa hätte entstehen können, sondern vielmehr darauf beruhen, dass beim Mischen von Schwefelsäure und Rohkresol, wenn dasselbe unter Kühlung erfolgt, der Hauptsache nach das Kresol und die Schwefelsäure jedes für sich erhalten bleibt, und dass der wirksame Bestandtheil in diesem Gemisch lediglich das Kresol ist. Durch die Schwefelsäure ist das Kresol in eine lösliche Form übergeführt worden. Die überwiegende

³⁾ Laplace E., Rohe Schwefel-Karbolsäure als Desinfektionsmittel. Deutsche medizinische Wochenschrift 1888 Nr. 7.

¹⁾ Fränkel C., Die desinficirenden Eigenschaften der Kresole, ein Beitrag zur Desinfektionsfrage. Zeitschrift für Hygiene, Bd. VI, 1889, S. 521.

Menge derselben soll noch in völlig freiem Zustand in der Lösung enthalten sein. Eine von Th. Weyl ausgeführte Schwefelsäurebestimmung ergab in 2 Lösungen, die jedesmal aus 4 ccm der concentrirten Mischung auf 100 ccm dest. Wasser bestanden, also 2 ccm Schwefelsäure entsprachen, 3,433 und 3,46 Gewichtstheile freie Schwefelsäure d. h. also etwa 1,88 bis 1,94 Volumprocent reine Schwefelsäure, „das heisst mit andern Worten: Bei der Vereinigung von Schwefelsäure und dem hier benutzten Rohkresol ist der Hauptsache nach nicht etwa eine neue Verbindung, eine Kresolsulfosäure entstanden, sondern das Kresol und die Schwefelsäure sind jedes für sich erhalten geblieben, und es ist nur das erstere durch die letztere in Lösung gebracht, in einen löslichen Zustand übergeführt, aufgeschlossen worden.“

Gegen diese Anschauung von Fränkel wendet sich schon J. Biel¹⁾. Es ist demselben nicht gelungen, Mischungen von Kresol und Schwefelsäure herzustellen, in denen beide Komponenten frei nebeneinander vorhanden waren, selbst dann nicht, wenn er beide Substanzen vor dem Mischen gründlich in Eis kühlte, dann die erkaltete Schwefelsäure in ganz kleinen Portionen in das in Eis stehende Kresol eintrug und die ganz kalt gebliebene Mischung noch eine Stunde im Eise stehen liess. Die von ihm angestellten Versuche ergaben, dass zwar nach einer Stunde die zum Vergleich herangezogene Karbolsäure weiter sulfurirt war als die Kresolverbindung, dass aber die Differenz zwischen beiden Präparaten mit jedem Tage kleiner wurde und nach drei Tagen vollkommen ausgeglichen war, wobei berücksichtigt werden musste, dass das Phenol in geschmolzenem Zustande, also ca. 30° warm, angewandt worden war, da es sich sonst nicht mit der Schwefelsäure mischen liess, und dass ferner das Phenol vermöge seines niedrigeren Molekulargewichtes eine entsprechend grössere Menge Schwefelsäure zu binden vermag, als das Kresol.

Aus den zahlreichen Analysen mögen folgende hervorgehoben werden:

1) 50 g geschmolzenes Phenol und 50 g in Eis gekühlte konz. Schwefelsäure wurden unter Abkühlen in Eis vorsichtig gemischt. Die Mischung enthielt nach einer Stunde:

24,54% freie Schwefelsäure
42,31% Phenolsulfosäure.

Nach dreitägigem Stehen:

14,99% freie Schwefelsäure
58,88% Phenolsulfosäure.

2) Herstellung der Mischung wie 1) aus gleichen Gewichtstheilen Kresol und Schwefelsäure.

Nach einer Stunde: 34,96% freie Schwefelsäure
26,81% Kresolsulfosäure.

3) 50 g 100% rohe Karbolsäure wurden mit 50 g Schwefelsäure vorsichtig, unter guter Kühlung mit Wasser, gemischt. Die Mischung enthielt nach einem Tage:

47,21% Kresolsulfosäure.

Auf Grund seiner Untersuchung kommt J. Biel zu dem Schluss, dass, wie schon

¹⁾ J. Biel, St. Petersburg, Untersuchungen über das Löslichmachen von roher Karbolsäure in Wasser durch Behandlung mit konz. Schwefelsäure. Berichte der pharmac. Gesellschaft 3. Jahrgang, 1893 S. 113.

an dieser Stelle erwähnt werden mag, auch durch die hier angestellten und später näher zu beschreibenden Versuche bestätigt wurde, wir es in allen Gemischen der sog. rohen Karbolsäure mit Schwefelsäure stets mit wirklicher Kresolsulfosäure neben freier Schwefelsäure zu thun haben.

Gelegentlich einer Arbeit über die desinfizierende Kraft der synthetischen Karbolsäure im Vergleich zur Karbolsäure des Arzneibuches II. Ausg. und zur Karbolschwefelsäure wendete Ohlmüller¹⁾ zu seinen Versuchen sowohl Karbolschwefelsäuremischungen an, welche nach den Angaben von Fränkel bereitet waren, als auch Mischungen von roher Karbolsäure mit verdünnter Schwefelsäure. Auf Grund seiner Untersuchungen kommt Ohlmüller zu dem Schluss, dass die desinfizierende Wirkung der Mischung von roher Karbolsäure mit Schwefelsäure eine stärkere ist, als diejenige der reinen Karbolsäure, und dass die mit verdünnter Schwefelsäure hergestellte Karbolschwefelsäuremischung der nach Fränkels Angabe mit konz. Schwefelsäure hergestellten an desinfektorischem Werthe gleich ist.

Von Jäger²⁾ wurden sowohl Mischungen von roher Karbolsäure mit Schwefelsäure als auch mit Salzsäure geprüft. Bei den vergleichenden Untersuchungen fand Jäger, dass eine Mischung von Salzsäure und roher Karbolsäure wirksamer ist, als eine solche von Schwefelsäure und Karbolsäure.

Dem Vorgange von Jäger folgend, wurden hier zunächst Untersuchungen über den Einfluss von Salzsäure auf die desinfizierende Wirkung des Rohkresols ausgeführt. Zu dem Zweck wurden Lösungen der Kresole B 1, B 2, C, D und F unter Zusatz von Salzsäure hergestellt und gegen Rotz- und Schweinepestbakterien geprüft. Die Prüfung wurde mit Lösungen vorgenommen, welche in 100 ccm 1,5 ccm Kresol und 0,15 ccm Salzsäure enthielten. Zum Vergleich wurde eine 1,5% Lösung derselben Kresole ohne Zusatz von Salzsäure geprüft.

Tabelle VIII.

Lösungen auf 100 ccm 1,5 ccm Kresol + 0,15 Salzsäure	Rotzbazillen Abtödtung nach	Schweinepest- bazillen Abtödtung nach	Lösungen auf 100 ccm 1,5 ccm Kresol	Rotzbazillen Abtödtung nach	Schweinepest- bazillen Abtödtung nach
B 1. Sendung	4—5 Min.	4—5 Min.	B 1. Sendung	5—10 Min.	5—10 Min.
B 2. „	5—6 „	3—4 „	B 2. „	5—10 „	5—10 „
C	5—6 „	2—3 „	C	6—7 „	7—10 „
D	5—6 „	3—4 „	D	5—10 „	5—10 „
F	5—6 „	3—4 „	F	5—10 „	5—10 „

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, wurde durch den Zusatz von Salzsäure die Desinfektionskraft des Kresols erhöht, jedoch nicht in erheblichem Masse. Die Löslichkeit der Kresole wurde jedoch durch die Salzsäure nicht befördert. Um nun diese zu erhöhen, wurde an Stelle der Salzsäure konzentrierte Schwefelsäure verwandt. Zur Prüfung der Frage, welcher Zusatz von Schwefelsäure nothwendig ist,

¹⁾ Ohlmüller, L. c. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 6, S. 594.

²⁾ Jäger, L. c. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 5, Heft 2, S. 276.

um die günstigste Desinfektionswirkung und zugleich eine leichte Löslichkeit zu erzielen, wurden wechselnde Mengen Schwefelsäure und zwar anfangs nur 10 und 15% den Kresolen zugesetzt. Zu den Versuchen wurden auch in diesem Fall sämtliche schon früher bezeichnete Kresole herangezogen, um zu prüfen, ob hier ebenfalls ein Unterschied in der Desinfektionswirkung wie bei den Versuchen mit wässrigen Kresollösungen und Kreselseifenlösungen festzustellen war. Die Herstellung der Gemische erfolgte in der Weise, dass 10 ccm Kresol und 1,0 ccm bzw. 1,5 ccm konz. Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur vermischt wurden; die Temperatur stieg beim Mischen von 100 ccm um 13,5 bzw. 16,2°. Da die mit diesen Mischungen bereiteten 1% Kresol enthaltenden Lösungen zum Theil schwach getrübt waren, so wurden die trüben Lösungen vor dem Gebrauch filtrirt. Die Desinfektionswirkung der Lösungen wurde gegen Rotz- und Schweinepestbazillen und Staphylococcus pyogenes aureus geprüft.

Tabelle IX.

Kresol der Firma	Rotzbazillen		Schweinepestbazillen		Staph. pyog. aur.	
	Kresol 1 + 0,1 Schwefelsäure zu 100 Wasser	Kresol 1 + 0,15 Schwefelsäure zu 100 Wasser	Kresol 1 + 0,1 Schwefelsäure zu 100 Wasser	Kresol 1 + 0,15 Schwefelsäure zu 100 Wasser	Kresol 1 + 0,1 Schwefelsäure zu 100 Wasser	Kresol 1 + 0,15 Schwefelsäure zu 100 Wasser
A	Abtödtg. nach 2—3 M.	Abtödtg. nach 1—2 M.	Wachsthum n. 5 M.	Abtödtg. nach 2—3 M.	Wachsthum n. 5 M.	Abtödtg. nach 3—4 M.
B 1. Send.	„ sofort	„ sofort	„ nach 5 „	„ n. 2—3 „	„ nach 5 „	„ n. 4—5 „
B 2. „	„ n. 1—2 „	„ n. 1—2 „	„ nach 5 „	„ sofort	„ nach 5 „	„ n. 3—4 „
C	„ n. 1—2 „	„ n. 1—2 „	Abtödtg. nach 4—5 M.	„ sofort	Abtödtg. nach 4—5 M.	„ n. 4—5 „
D	„ n. 2—3 „	„ n. 1—2 „	„ n. 2—3 „	„ n. 2—3 „	Wachsthum n. 5 M.	„ n. 3—4 „
E	„ sofort	„ sofort	„ n. 2—3 „	„ n. 1—2 „	„ nach 5 „	„ n. 3—4 „
F	„ sofort	„ sofort	Wachsthum n. 5 M.	„ n. 1—2 „	„ nach 5 „	„ n. 4—5 „

Zum Vergleiche mögen in nachstehender Tabelle die Desinfektionswirkungen der Kresole B 1 Send., C und D in 1% Lösung ohne Säurezusatz angegeben werden:

Tabelle X.

Kresole der Firma:	Rotzbazillen	Schweinepestbazillen	Staph. pyog. aur.
B 1. Sendung .	Abtödtg. nach 5—10 Min.	Abtödtg. nach 5—10 Min.	Abtödtg. nach 30—35 Min.
C	„ „ 3—4 „	„ „ 10 „	„ „ 25—30 „
D	„ „ 5—10 „	„ „ 10 „	„ „ 30—35 „

Wie aus diesen Tabellen hervorgeht, erwiesen sich die 10 bzw. 15% Schwefelsäure enthaltenden Kresolschwefelsäuregemische den Rohkresollösungen an Desinfektionskraft bedeutend überlegen, genügten aber noch nicht allen Anforderungen.

Durch einige Versuche wurde nun zwar festgestellt, dass Lösungen, welche 1,5% Kresol und 0,1% Schwefelsäure enthielten, eine noch gesteigerte Desinfektionskraft ausübten, so wurden z. B. durch die 1,5% Lösungen der Kresole A, B 1. Send., B 2. Send., C, D, E und F, welche 0,1% Schwefelsäure enthielten, Rotzbazillen theils so-

fort, theils in 1—2 Minuten, im ungünstigsten Falle in 2—3 Minuten, Schweinepestbazillen in 2—3 Minuten, im ungünstigsten Falle in 3—4 Minuten vernichtet. Bei dieser Konzentration trat aber sofort wieder die Schwierigkeit der Löslichkeit bei einigen Kresolen hervor. Zwar liessen sich die 1 1/2 % Kresol und 0,1 % Schwefelsäure enthaltenden Lösungen in kleineren Mengen durch längerwährendes kräftiges Umschütteln in einer Flasche noch herstellen, bei selbst 5 Minuten dauerndem Umrühren in einem grösseren Gefässe blieben aber einzelne Theile Kresol ungelöst.

Um nun die Löslichkeit der Kresole so zu steigern, dass dieselben auch in der Praxis leicht gelöst werden können, und um die Desinfektionswirkung noch zu erhöhen, wurde 1 Raumtheil Kresol und 1/2 Raumtheil konz. Schwefelsäure gemischt und die Mischung unter der Wasserleitung gekühlt. Von den so bereiteten Kresolschwefelsäuremischungen, zu welchen die Kresole B 2. Send. und C Verwendung fanden, wurden 1 %, 1,5 %, 2 % und 2,5 % Lösungen hergestellt und gegen Rotz- und Schweinepestbazillen und Staph. pyog. aur. im Vergleich zu 1,5 % Kresollösungen, 5 % Kresolseifenlösungen und einer 5 % Lösung von Acid. carbol. liquef. geprüft.

Tabelle XI.

Lösungen	Rotzbazillen Abtödtung	Schweine- pestbazillen Abtödtung	Staph. pyog. aur. Abtödtung
1,0% Kresolschwefelsäuremisch. aus Kres. B 2. Send.	nach 2—3 M.	nach 3—4 M.	n. 5—10 M.
1,5% " " " " "	" 1—2 "	" 3—4 "	" 4—5 "
2,0% " " " " "	sofort	" 1—2 "	" 3—4 "
2,5% " " " " "	sofort	" 1/2—1 "	" 2 1/2—3 "
1,0% " " " C "	" 2—3 "	" 2—3 "	" 4—5 "
1,5% " " " " "	" 1 1/2—2 "	" 1 1/2—2 "	" 2 1/2—3 "
2,0% " " " " "	sofort	" 1—1 1/2 "	" 2—2 1/2 "
2,5% " " " " "	sofort	" 1/2—1 "	" 1 1/2—2 "
1,5% Kresollösung aus Kresol B 2. Send.	" 5—10 "	" 5—10 "	" 15—20 "
1,5% " " " C "	" 5 "	" 5 "	" 10—15 "
5,0% Kresollösung aus Kresol B 2. Send. in Seife	" 1—2 "	" 2 "	" 5—10 "
5,0% " " " C "	" 1—2 "	" 1—2 "	" 5—10 "
5,0% Acid. carbol. liquef.	" 1—2 "	" 2—3 "	" 15—20 "

Die Tabelle Nr. XI zeigt, dass der 2,5 % Kresolschwefelsäurelösung von beiden geprüften Kresolpräparaten, welche zwar unter sich in ihrem Verhalten gegen Staph. pyog. aur. geringe Abweichungen aufweisen, im Vergleich zu den daneben geprüften Desinfektionsmitteln die grössere Wirkung zukommt.

Wie bereits am Anfang der Arbeit ausgeführt ist, wurden die vorliegenden Versuche aus dem Grunde angestellt, um ein brauchbares Ersatzmittel der zur Zeit vorgeschriebenen 5 % Lösung von Acidum carbol. depurat. zur Desinfektion von Eisenbahn-Viehtransportwagen aufzufinden. Durch die vorstehenden Versuche war mit Sicherheit nachgewiesen, dass die Kresolschwefelsäuremischung die übrigen hier in Betracht kommenden Desinfektionsmittel wie Rohkresol, Kresolseifenlösung, reine Karbolsäure in ihrem desinfektorischen Können erheblich übertrifft.

Zur Prüfung der praktischen Verwendbarkeit der Kresolschwefelsäuremischung

wurden an Eisenbahn-Viehtransportwagen im grossen Massstabe Versuche angestellt, deren eingehende Beschreibung unten erfolgen soll. Zu diesen Desinfektionsversuchen, welche sich über $\frac{1}{4}$ Jahr erstreckten, wurde eine Kresolschwefelsäuremischung benutzt, von welcher im Laboratorium am selben Tage ungefähr 50 l in der Weise bereitet waren, dass jedesmal 1 l Kresol mit $\frac{1}{2}$ l roher Schwefelsäure unter Wasserkühlung gemischt wurden. Das Mischen erfolgte in verhältnissmässig kleinen Portionen, weil kleinere Mengen besser abgekühlt werden konnten und auch so eine innigere Mischung erzielt wurde.

Die so bereitete Kresolschwefelsäuremischung war von dunkelbrauner Farbe, ziemlich dickflüssig und zeigte bei 15° ein spez. Gewicht von 1,3599. Der charakteristische Kresolgeruch machte sich nur in geringem Grade bemerkbar. Die Löslichkeit in Wasser stieg mit der Zeit des Aufbewahrens, nach einiger Zeit war dieselbe in jedem Verhältniss in Wasser löslich. Die Löslichkeit nahm in folgendem Verhältniss zu:

Probe I. 20 ccm Kresolschwefelsäuremischung wurden 2 Stunden nach der Herstellung in einem eingetheilten Cylinder mit Wasser von ungefähr 20° auf 100 ccm aufgefüllt, die Mischung wurde häufig durchgeschüttelt und 24 Stunden stehen gelassen. Es waren ungelöst 15,9 ccm, demnach waren in 84,10 ccm Flüssigkeit 4,10 ccm Kresolschwefelsäuremischung gelöst. In 100 ccm Flüssigkeit waren also löslich 4,87 ccm Kresolschwefelsäuremischung.

Probe II. Von der 24 Stunden alten Mischung waren in 100 ccm löslich 14,53 ccm

Probe III. „ „ 2 Tage „ „ „ „ 100 „ „ 15,61 ccm

Probe IV. „ „ 3 „ „ „ „ 100 „ „ 15,96 ccm

Probe V. „ „ 10 „ „ „ „ 100 „ „ 19,76 ccm

Probe VI. Die 6 Wochen alte Mischung war in jedem Verhältniss in Wasser löslich.

Beim Mischen von Phenolen mit konz. Schwefelsäure bilden sich leicht die Sulfosäuren der entsprechenden Phenole. Je nach der Temperatur und der Dauer der Einwirkung ist die Sulfurirung eine mehr oder minder vollkommene. Von den Sulfosäuren bildet sich am leichtesten die Monosulfosäure, die Di- und Trisulfosäuren entstehen erst bei höherer Temperatur oder bei Verwendung von Schwefelsäureanhydrit. Werden die Phenole mit Schwefelsäure unter Wasserkühlung vermischt, so entstehen fast ausschliesslich Monosulfosäuren, wie aus der nachstehenden Analyse der aus dem Gemisch isolirten Sulfosäure bzw. deren Baryumsalz hervorgeht. Zur Darstellung der Kresolsulfosäure wurden 200 ccm Kresolschwefelsäuremischung, welche 1 Jahr alt war und 48,49 g gebundene Schwefelsäure entsprechend 93,02 g Kresolsulfosäure in 100 ccm enthielt, mit Wasser zu 4000 ccm verdünnt, und die Lösung alsdann mit Baryumkarbonat neutralisirt. Die freie Schwefelsäure wurde als Baryumsulfat abgeschieden, die Kresolsulfosäure dagegen befand sich als Baryumsalz in Lösung. Die Lösung wurde nach dem Filtriren, um das vorhandene unveränderte Kresol zu entfernen, zwei Mal mit Aether ausgeschüttelt, und dann zur Entfernung des in Lösung gegangenen Aethers kurze Zeit auf dem Wasserbade erwärmt. In einer Probe des Filtrates wurde das vorhandene Baryum bestimmt, und alsdann in einem genau abgemessenen Theil des Filtrates das Baryum durch die berechnete Menge Schwefelsäure gefällt. Ein anderer Theil des Filtrates wurde auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft. Aus der von dem schwefelsauren Baryum

abfiltrirten Lösung, welche in 100 ccm 4,28 Gewichtsprocente Kresolsulfosäure enthielt, wurde versucht, die freie Kresolsulfosäure in reinem Zustande zunächst durch Eindampfen auf dem Wasserbade zu isoliren. Beim Eindampfen der wässrigen Lösung erfolgte jedoch, sobald die Konzentration der Flüssigkeit ungefähr 15% betrug, unter Dunkelfärbung eine Zersetzung. Um nun letztere zu vermeiden, wurde die Lösung im luftverdünnten Raum bei einer Temperatur von 76° eingedampft. Aber auch in diesem Falle erfolgte, sobald die Konzentration ungefähr 50% betrug, unter derselben Erscheinung Zersetzung. Da auch beim Absaugen im Vakuumexsiccator bei Vermeidung jeder Temperaturerhöhung Zersetzung eintrat, sobald die Lösung fast ganz vom Wasser befreit war, so wurde von weiteren Versuchen, die reine Sulfosäure zu erhalten, abgesehen. Zu den später zu beschreibenden Desinfektionsversuchen mit Kresolsulfosäure fand die verdünnte wässrige Lösung Verwendung.

Um durch die Analyse festzustellen, ob durch das Behandeln von Kresol mit konz. Schwefelsäure in dasselbe eine oder mehrere Sulfogruppen eingetreten waren, wurde das Baryumsalz zur Analyse herangezogen, da ja durch die vorbeschriebenen Versuche es nicht gelungen war, die freie Sulfosäure zu isoliren. Das durch Eindampfen auf dem Wasserbade erhaltene Baryumsalz wurde zwei Mal aus 90% Alkohol umkrystallisirt. Der amorphe Krystallbrei wurde dann abgesaugt und getrocknet. Von dem lufttrockenen Salz wurde eine bestimmte Menge zunächst im Wassertrockenschrank und schliesslich, um alles Krystallwasser auszutreiben, bei allmählich steigender Temperatur bei 150° bis zum gleichbleibenden Gewicht getrocknet. Die trockne Substanz wurde dann mit einigen Tropfen konz. Schwefelsäure befeuchtet und verascht. Drei verschiedene Bestimmungen ergaben nachstehende Werthe:

Angewandte Substanz:

A. 0,8802 B. 2,2332 C. 1,6854.

Gefundene Menge Baryumsulfat:

A. 0,4096 B. 1,0398 C. 0,7822.

Diese Mengen entsprachen nachstehenden Prozenten Baryum:

A. 27,35% B. 27,37% C. 27,28%

Die gefundene Menge Baryum stimmt einigermassen für kresolmonosulfosaures Baryum, welches 26,81% Baryum enthält, unter Berücksichtigung des Umstandes, dass das zum Sulfuriren benutzte Kresol nicht rein, sondern noch geringe Mengen Phenol und Xylenole enthielt, und die Baryumsalze der Sulfosäuren dieser Verbindungen einen anderen Gehalt an Baryum aufweisen. Das phenolmonosulfosaure Baryum beispielsweise enthält 28,36% Baryum, während das xylenolsulfosaure Baryum nur 25,41% Baryum enthält. Hätten sich beim Sulfuriren des Kresols auch nur verhältnissmässig geringe Mengen Kresoldisulfosäuren gebildet, so hätte das analysirte Salz einen höheren Baryumgehalt besitzen müssen, da in dem kresoldisulfosauren Baryum 33,99% Baryum enthalten sind.

Durch die vorstehende Analyse ist also bewiesen, dass beim Mischen von Kresol mit Schwefelsäure bei Wasserkühlung in erster Linie Kresolmonosulfosäuren entstehen.

Entgegen der Ansicht von Fränkel — vgl. S 622 — wurde durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen, dass in jedem Falle beim Vermischen von Kresolen mit

Schwefelsäure ein Theil der Kresole sulfurirt wird. Auch bei sorgfältigster Kühlung gelang es weder aus gewöhnlichem Rohkresol noch aus Toluidin-Kresol-Mischungen herzustellen, in welchen die beiden Bestandtheile Kresol und Schwefelsäure vollständig unverändert nebeneinander vorhanden waren. Zur Bestätigung mögen die nachstehenden Analysen dienen:

I. Mischung aus 2 Vol. Kresol und 1 Vol. Schwefelsäure. Die Mischung wurde sorgfältig mit Eiswasser gekühlt. Die Temperatur stieg beim Vermischen nicht über 15° . Zwei Stunden nach der Mischung wurde ein Theil derselben mit Wasser verdünnt und in 100 ccm 27,10 g freie Schwefelsäure und 27,76 g gebundene Schwefelsäure ermittelt.

II. Je 100 ccm Rohkresol und 50 ccm konz. Schwefelsäure wurden in einer Kältemischung auf -5° abgekühlt und dann durch kräftiges Umschütteln gemischt. Das Mischgefäß verblieb hierbei in der Kältemischung, trotzdem stieg die Temperatur beim Mischen auf $+8^{\circ}$, jedoch sank dieselbe sehr bald wieder unter 0° . Die Temperatur der Mischung wurde eine Stunde lang auf 0° gehalten, dann wurden 10 ccm mit Wasser auf 250 ccm verdünnt. Es trat jedoch nicht vollständige Lösung ein, vielmehr blieben 1,1 ccm ungelöst zurück. Von dem Ungelösten wurde abfiltrirt, und in je 10 ccm des Filtrates die freie und gebundene Schwefelsäure bestimmt. Es wurden in 100 ccm ermittelt:

49,72 g freie Schwefelsäure

4,24 g gebundene Schwefelsäure.

Die so unter Kühlung bereitete Lösung blieb 18 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen, dann wurden wieder 10 ccm zu 250 ccm verdünnt und in der nunmehr vollständig klaren Lösung die Schwefelsäure bestimmt. Es wurden nun in 100 ccm gefunden:

30,60 g freie Schwefelsäure

23,59 g gebundene Schwefelsäure.

III. Der Versuch II wurde noch in der Weise wiederholt, dass das Kresol und die Schwefelsäure noch stärker wie oben abgekühlt wurden. Die Anordnung des Versuches war folgende: 100 ccm Kresol und 50 ccm Schwefelsäure wurden auf -12° abgekühlt. Dann wurde unter fortwährender Kühlung die Schwefelsäure ganz allmählich tropfenweise in das Kresol eingegossen, jedoch so langsam, dass die Temperatur nicht über -7° stieg. Nach 2 stündigem Stehen bei einer Temperatur von -7° bis -0° wurden 10 ccm zu 250 ccm verdünnt, die trübe Lösung filtrirt und dann untersucht.

Es wurden nun in 100 ccm ermittelt:

49,16 g freie Schwefelsäure

4,96 g gebundene Schwefelsäure.

IV. Der folgende Versuch wurde genau in der von Fränkel angegebenen Weise ausgeführt. An Stelle des Rohkresols wurde Kresol aus Toluidin, welches auch von Fränkel benutzt war, und an Stelle der rohen reine Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,8340 angewendet. Sowohl die Schwefelsäure wie das Kresol wurden auf 0° abgekühlt. Die Schwefelsäure wurde tropfenweise in das Kresol eingetragen mit der Vorsicht, dass die Temperatur nicht über $+6^{\circ}$ stieg. Die Mischung blieb eine

Stunde in Eiswasser stehen und wurden dann 10 ccm auf 250 ccm verdünnt. Einige Tröpfchen blieben ungelöst zurück. Durch Untersuchung der filtrirten Lösung wurden in 100 ccm ermittelt:

47,30 g freie Schwefelsäure
10,75 g gebundene Schwefelsäure.

Wie aus diesen Versuchen hervorgeht, werden, wenn auch in geringem Masse, selbst dann Kresolsulfosäuren gebildet, wenn die Mischung des Kresols und der Schwefelsäure unter 0° vorgenommen wird. In den ersten Stunden nach der Mischung nimmt der Gehalt an freier Schwefelsäure rasch ab, aber auch bei längerem Stehen der Kresolschwefelsäuremischung findet noch eine stete, wenn auch sehr langsame Abnahme der freien Schwefelsäure statt. Zum Beweise hierfür mögen die nachstehenden Analysen angeführt werden.

A. Gehalt an freier Schwefelsäure in 100 ccm einer Mischung, welche unter guter Wasserkühlung aus 2 Vol. Kresol und 1 Vol. roher Schwefelsäure bereitet war. Die ursprüngliche Mischung enthielt 56,70 g Schwefelsäure in 100 ccm.

1 Stunde nach der Mischung verdünnt: 41,92 g freie Schwefelsäure
24 „ „ „ „ „ 29,81 g „ „
10 Tage „ „ „ „ „ 19,72 g „ „
6 Wochen „ „ „ „ „ 13,50 g „ „

B. Gehalt an freier Schwefelsäure in 100 ccm einer Kresolschwefelsäuremischung, welche ohne Kühlung bei gewöhnlicher Temperatur aus 2 Vol. Kresol und 1 Vol. Schwefelsäure hergestellt war. Die Temperatur stieg bei der Darstellung von 1,5 l von 15° auf ungefähr 50°.

2 Minuten nach der Mischung verdünnt: 46,25 g freie Schwefelsäure
20 „ „ „ „ „ 29,80 g „ „
1 Stunde „ „ „ „ „ 29,72 g „ „
24 „ „ „ „ „ 26,82 g „ „
9 Tage „ „ „ „ „ 19,10 g „ „
1 Monat „ „ „ „ „ 13,39 g „ „
6 „ „ „ „ „ 9,78 g „ „
12 „ „ „ „ „ 8,44 g „ „
14 „ „ „ „ „ 8,03 g „ „

Wird das Kresolschwefelsäuregemisch erhitzt, dann geht der Gehalt an freier Schwefelsäure sehr schnell zurück. Wurde z. B. eine Mischung, welche 10 Minuten nach der Herstellung 35,67 g Schwefelsäure in 100 ccm enthielt, innerhalb 4 Minuten auf 130°, in der nächsten Minute auf 140° und dann in den folgenden 2 Minuten auf 142° also im Ganzen 7 Minuten lang erhitzt und dann schnell abgekühlt, so waren in 100 ccm nur noch 9,07 g freie Schwefelsäure vorhanden.

In gleicher Weise findet eine rasche Abnahme der freien Schwefelsäure bei längerem Erwärmen auf dem Wasserbade statt. Die vorerwähnte Mischung enthielt z. B. nach einstündigem Erwärmen auf dem Wasserbade noch 11,10 g freie Schwefelsäure in 100 ccm, nach vierstündigem Erwärmen ging der Gehalt an freier Schwefelsäure auf 7,02 g zurück.

Wie aus diesen Ausführungen hervorgeht, hängt die Menge der freien und gebundenen Schwefelsäure davon ab, ob die Mischungen unter Kühlung, bei gewöhnlicher Temperatur oder unter Erwärmen bereitet werden. Zur Prüfung der Frage, ob die Desinfektionswirkung durch die Art der Darstellung erheblich beeinflusst wird, wurden mit Kresolschwefelsäuremischungen, welche aus dem Kresol B 2. Sendung und roher Schwefelsäure hergestellt und unter diesen verschiedenen Bedingungen bereitet waren, Desinfektionsversuche vorgenommen. Die Kühlung erfolgte mit Eiswasser, die Erhitzung auf dem Wasserbade eine Stunde lang, wobei das Gemisch eine Temperatur von etwa 92° zeigte. Es wurden von dem gekühlten, dem bei gewöhnlicher Temperatur bereiteten und dem erhitzten Kresolschwefelsäuregemisch 1 Stunde nach ihrer Bereitung 2% Lösungen hergestellt und auf ihre Desinfektionswirkung gegen Staph. pyog. aur. geprüft.

Tabelle XII.

2% wässrige Lösung der Kresol-schwefelsäuremischung. Kresolschwefelsäuremischung wurde:	Gehalt an freier Schwefelsäure in 100 ccm	Gehalt an gebundener Schwefelsäure in 100 ccm	Verhalten gegen Staph. pyog. aur.
Unter Kühlung bereitet und nach 1 Stunde verdünnt	46,09 g	9,39 g	Abtödtg. nach 2—2½ Min.
Bei gewöhnlicher Temperatur bereitet und nach 1 Stunde verdünnt . .	34,25 g	20,65 g	„ „ 2½—3 „
Nach dem Mischen 1 Stunde auf dem Wasserbade bei 92° erhitzt und dann verdünnt	11,10 g	44,20 g	„ „ 5—5½ „

Andererseits wurden Gemische, welche in derselben Weise unter Kühlung, bei gewöhnlicher Temperatur und unter Erwärmen hergestellt waren, vier Wochen nach ihrer Bereitung verdünnt und ebenfalls gegen Staph. pyog. aur. geprüft. In diesem Falle waren, um auch zu prüfen, ob die Zeitdauer der Erhitzung von Einfluss auf die Desinfektionswirkung ist, die Mischungen gleich nach ihrer Bereitung verschieden lange Zeit erhitzt. Die Verdünnung mit Wasser erfolgte aber in allen Fällen erst nach 4 Wochen.

Tabelle XIII.

2% wässrige Lösung der Kresol-schwefelsäuremischung Kresolschwefelsäuremischung wurde	Gehalt an freier Schwefelsäure in 100 ccm	Gehalt an gebundener Schwefelsäure in 100 ccm	Verhalten gegen Staph. pyog. aur.
Unter Kühlung bereitet und nach 4 Wochen verdünnt	16,3 g	38,45 g	Abtödtg. nach 3—3½ Min.
Bei gewöhnlicher Temperatur bereitet und nach 4 Wochen verdünnt .	15,85 g	39,85 g	„ „ 3—3½ „
Nach dem Mischen:			
a) 30 Minuten lang auf dem Wasserbade erhitzt	11,03 g	43,04 g	„ „ 5—5½ „
b) 60 Minuten lang erhitzt . .	9,39 g	45,49 g	„ „ 5—6 „
c) 2 Stunden lang erhitzt;			
a, b, c nach 4 Wochen verdünnt	6,60 g	49,13 g	„ „ 6½—7 „

Aus einem Vergleich der Tabelle XII und der Tabelle XIII geht hervor, dass die nicht erhitzten Lösungen den erhitzten Lösungen gegenüber eine höhere Desinfektionskraft besitzen, und dass, je länger das Erhitzen dauert, die Desinfektionskraft abnimmt. Die unter Kühlung und bei gewöhnlicher Temperatur bereiteten Lösungen nähern sich jedoch bei längerem Stehen in ihrem Wirkungswerth. Dies dürfte unter Berücksichtigung des Umstandes, dass nach einiger Zeit die freie Schwefelsäure grösstentheils gebunden wird, und sich so die Lösungen in ihrer chemischen Zusammensetzung nähern, nicht verwunderlich erscheinen.

Um nun experimentell zu prüfen, welchen Einfluss der Zeitpunkt des Verdünnens auf die Desinfektionskraft der Kresolschwefelsäuremischung ausübt, wurde sowohl eine unter Kühlung als auch eine bei gewöhnlicher Temperatur bereitete Mischung zu den nachstehend verschiedenen Zeiten mit Wasser verdünnt, und gegen Staph. pyog. aur. geprüft. In der Tabelle XIV sind die Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle XIV.

Kresolschwefelsäure- mischung nicht abgekühlt, 2% wässrige Lösung.	Staph. pyog. aur. wurde abgetödtet nach	Kresolschwefelsäure- mischung, abgekühlt, 2% wässrige Lösung	Staph. pyog. aur. wurde abgetödtet nach
I. nach 2 Min. verdünnt	1½—2 Min.	I. nach 2 Min. verdünnt	1—1½ Min.
II. „ 15 „ „	1½—2 „	II. „ 15 „ „	1½—2 „
III. „ 20 „ „	2—2½ „	III. „ 20 „ „	2—2½ „
IV. „ 1 Std. „	2—2½ „	IV. „ 1 Std. „	2—2½ „
V. „ 24 „ „	2½—3 „	V. „ 24 „ „	2—2½ „
VI. „ 5 Tagen „	3—3½ „	VI. „ 5 Tagen „	2—2½ „
VII. „ 9 „ „	3—3½ „	VII. „ 9 „ „	2½—3 „

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass ein geringer Unterschied in der Desinfektionskraft zwischen den unter Kühlung und bei gewöhnlicher Temperatur bereiteten Mischungen vorhanden war, ein grösserer Unterschied aber machte sich zwischen den kurz nach der Mischung und den erst einige Zeit später verdünnten Lösungen bemerkbar. Um nun dieses genauer zu verfolgen und vor allen Dingen auch um festzustellen, in welchem Mischungsverhältniss das Kresolschwefelsäuregemisch die grösste Desinfektionskraft entfalte, wurde eine Kresolschwefelsäuremischung bei gewöhnlicher Temperatur hergestellt und hiervon Proben zu verschiedenen Zeiten, wie sie in Tabelle XIV angegeben sind, mit Wasser verdünnt. Da es in der Praxis am bequemsten ist, solche Mischungen bei gewöhnlicher Temperatur herzustellen, so wurde auch bei den nachstehenden Versuchen von einer Kühlung abgesehen, obwohl nicht verkannt werden soll, dass die unter Kühlung bereiteten Mischungen eine etwas höhere Desinfektionskraft zeigen.

Da bereits durch zahlreiche Versuche festgestellt war, dass die einzelnen Rohkresole in ihrem Wirkungswerth verschieden waren, so wurde zu diesen und den folgenden Versuchen und zu den Desinfektionsversuchen mit Eisenbahn-Viehtransportwagen stets dasselbe Kresol benutzt, welches aus einer grösseren Sendung der Firma B stammte,

deren Kresole sich bei einem verhältnissmässig niedrigen Preise in ihrer Desinfektionswirkung als mit zu den besten gehörend erwiesen hatten.

Auch fand zu sämtlichen Versuchen, wenn nicht anders ausdrücklich erwähnt, dieselbe rohe Schwefelsäure Verwendung. Dieselbe zeigte bei 15° ein spez. Gewicht von 1,825, welches einem Gehalte von 91% Schwefelsäure entspricht.

Das benutzte Rohkresol war von gelbbrauner Farbe und hatte bei 15° ein spez. Gewicht von 1,0515. Es war vollkommen löslich in Natronlauge. Beim Ansäuern der Lösung mit Salzsäure und auf Zusatz von Kochsalz wurden 9,0 ccm eines gelben Oeles abgeschieden. Die so abgeschiedene Oelschicht gab die vom Arzneibuch vorgeschriebene Eisenchloridreaktion.

Bei der fraktionirten Destillation gingen von 146,6 g über:

bis 188°	13,3 g = 9,07%
von 188—202°	130 g = 88,67%
Rückstand	2,1 g = 1,43%
	<u>99,17%</u>

Nach dem bereits an anderer Stelle ausführlich beschriebenen Raschig'schen Verfahren wurde der Gehalt an m-Kresol bestimmt und hierbei gefunden:

- a) 39,9% m-Kresol
- b) 41,3% „ „
- Mittel = 40,6% „ „

In Bezug auf seine Desinfektionswirkung verhielt sich das Ausgangs-Präparat folgendermassen:

Tabelle XV.

	Rotzbazillen Abtödtung nach	Schweinepestbazillen Abtödtung nach	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach
1½% Kresollösung . .	3—4 Min.	4—5 Min.	20—25 Min.
2% „ . . .	1—2 „	2—3 „	15—20 „

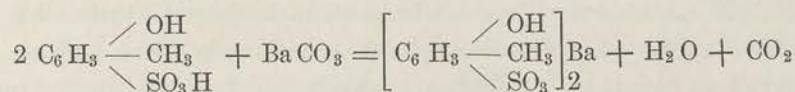
Bei den vergleichenden Untersuchungen wurde in allen Fällen sowohl die freie wie auch die gebundene Schwefelsäure bestimmt.

Zu der Technik der Bestimmungen ist folgendes zu erwähnen: Der Gehalt an freier Schwefelsäure wurde durch Fällen mit Baryumchloridlösung ermittelt. Der Zusatz von Baryumchlorid erfolgte stets zu der schnell fast zum Kochen erhitzten, mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuerten, stark verdünnten Lösung. Es ist wichtig, bei allen Bestimmungen in derselben Weise zu verfahren, da sonst unter Umständen abweichende Resultate erlangt werden können, je nachdem die Fällung in der mehr oder weniger heissen Lösung vorgenommen wird. Bei einer unter starker Kühlung bereiteten Kresol-schwefelsäuremischung wurde z. B. die freie Schwefelsäure unter wechselnden Bedingungen bestimmt; es wurden hierbei die folgenden erheblich von einander abweichenden Werthe erhalten:

- a) Die verdünnte Lösung wurde ohne Erwärmen mit Baryumchlorid gefällt
= 46,59% Schwefelsäure

- b) Die verdünnte Lösung wurde 80° heiss mit Baryumchlorid gefällt
 = 47,80% Schwefelsäure
- c) Die verdünnte Lösung wurde einmal aufgekocht und dann gefällt
 = 47,80% Schwefelsäure
- d) Die verdünnte Lösung wurde 1/2 Minute lang gekocht und dann gefällt
 = 48,17% Schwefelsäure

Da die Baryumsalze der Sulfosäuren in Wasser löslich sind, so wird die gebundene Schwefelsäure, falls sie neben freier Schwefelsäure vorhanden ist, gewöhnlich in der Weise bestimmt, dass die wässrigen Lösungen derselben mit einem Ueberschuss von Baryumkarbonat behandelt werden. Die freie Schwefelsäure wird als unlöslicher schwefelsaurer Baryt abgeschieden, wohingegen die sich bildenden Baryumsalze der Sulfosäuren in Lösung gehen. Der aus Baryumsulfat und Baryumkarbonat bestehende Niederschlag wird dann nach dem Absetzen abfiltrirt, ausgewaschen und kann in dem Filtrat das an die Sulfosäuren gebundene Baryum durch Schwefelsäure gefällt werden. Ein Molekül schwefelsaures Baryum entspricht zwei Molekülen gebundener Schwefelsäure nach der Gleichung:



Die Bestimmung der freien Schwefelsäure kann mit dieser Bestimmung vereinigt werden. Zu dem Zweck wird der auf dem Filter befindliche Niederschlag aus überschüssigem Baryumkarbonat und Baryumsulfat mit der im Becherglase befindlichen Hauptmenge des Niederschlages vereinigt, das Baryumkarbonat durch Zusatz von Salzsäure und längeres Erwärmen auf dem Wasserbade in Lösung gebracht und das zurückbleibende Baryumsulfat bestimmt.

Dieses Verfahren zur Bestimmung der gebundenen und freien Schwefelsäure ist aber ziemlich umständlich und giebt dabei wenig befriedigende Resultate. Letzteres hat seinen Grund darin, dass das Baryumkarbonat in Wasser nicht ganz unlöslich ist. Dasselbe ist nämlich auch in kohlensäurefreien Wasser im Verhältniss von 1:14,000 löslich. Wird Wasser mit ganz reinem Baryumkarbonat, welches in sorgfältigster Weise ausgewaschen ist, geschüttelt, so entsteht im Filtrat auf Zusatz von Schwefelsäure ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryum. Wird nun der oben erwähnte Rückstand aus Baryumkarbonat und -sulfat mit Wasser ausgewaschen, so ist erstens in gewohnter Weise durch Prüfung des Filtrates mit Schwefelsäure nicht nachzuweisen, wann der Niederschlag genügend ausgewaschen ist, zweitens werden beim Auswaschen stets geringe Mengen Baryumkarbonat gelöst. Infolge dessen werden grössere Mengen gebundener Schwefelsäure gefunden, als in Wirklichkeit vorhanden sind. Wenn auch die Löslichkeit des Baryumkarbonats nur eine geringe ist, so kann trotzdem die Differenz verhältnissmässig gross werden. Folgendes Beispiel möge dies erläutern.

Angenommen zum Auswaschen des überschüssigen Baryumkarbonates werden 300 ccm ausgekochtes Wasser benutzt, so sind hierin löslich 0,0214 g Baryumkarbonat; diese 0,0214 g Baryumkarbonat entsprechen 0,0253 g Baryumsulfat. Würden nun in

der zu untersuchenden Substanz 0,4 g gebundene Schwefelsäure vorhanden sein, so würden nicht 0,4755 g Baryumsulfat entsprechend 0,4 g gebundener Schwefelsäure, sondern 0,5008 g Baryumsulfat gefunden werden. Es entspricht dieses nicht 0,4 g gebundener Schwefelsäure, sondern 0,4212 g oder auf Prozente berechnet nicht 100% sondern 105,3% gebundener Schwefelsäure.

Wie aus diesem Beispiel hervorgeht, ist das Verfahren, die gebundene Schwefelsäure mit Baryumkarbonat zu bestimmen, mit erheblichen Fehlerquellen verbunden. Aus diesem Grunde wurden hier die Bestimmungen der gebundenen Schwefelsäure nach nachstehender Methode, die zwar auch keine absolut genauen aber doch bessere Werthe giebt wie das obige Verfahren, ausgeführt. Dabei lassen sich die Bestimmungen viel einfacher und schneller ausführen. Das Verfahren ist folgendes:

„10 ccm der 2 bis 4% Lösung werden in etwa 200 ccm Wasser gelöst, schnell fast zum Sieden erhitzt und mit 3 Tropfen einer Methylorangelösung (1:100), welche sich als Indikator für den vorliegenden Zweck am geeignetsten erwiesen hatte, versetzt. Alsdann wird die heisse, rothgefärbte Flüssigkeit mit einer genau eingestellten ungefähr $\frac{1}{5}$ n Barytlauge bis zur rein gelben Farbe titirt. Da es besonders zu Anfang wegen des in der Flüssigkeit suspendirten Baryumsulfates oft nicht ganz leicht ist, den Endpunkt der Reaktion scharf zu erkennen, so empfiehlt es sich, wenigstens anfangs, eine Vergleichsflüssigkeit zu benutzen, bei welcher der Neutralpunkt durch Tüpfeln auf empfindliches Lackmuspapier genau eingestellt ist. Schon nach einigen Bestimmungen kann man diese Vergleichsflüssigkeit entbehren und auch ohne diese den Endpunkt der Sättigung trotz des suspendirten Baryumsulfates leicht erkennen.

Nach der Sättigung wird die rein gelbe Flüssigkeit mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert und 24 Stunden bei Seite gestellt. Nach dieser Zeit lässt sich der aus schwefelsaurem Baryum bestehende Niederschlag in der Regel leicht abfiltriren und in gewohnter Weise zur Wägung bringen.

Das klare Filtrat, welches die gebundene Schwefelsäure als Baryumsalz in Lösung enthält, wird heiss mit verdünnter Schwefelsäure versetzt. Der entstehende Niederschlag von schwefelsaurem Baryum lässt sich schon bald abfiltriren. Wie bereits erwähnt, entspricht 1 Mol. schwefelsaurer Baryt 2 Mol. gebundener Schwefelsäure.“

Nach diesem Verfahren wurde besonders anfangs hier die freie und gebundene Schwefelsäure bestimmt. Um die Brauchbarkeit des Verfahrens zu erproben, wurden bei mehreren Bestimmungen 10 ccm der Lösung mit 40 ccm einer 10% Natriumkarbonatlösung ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$) und 2 ccm einer 10% Natriumnitratlösung verascht. In der Asche wurde alsdann die Gesamtschwefelsäure bestimmt. Das Veraschen konnte aber nur unter grösster Vorsicht ausgeführt werden, weil sehr leicht Verpuffung eintrat, namentlich in den Fällen, wo erheblich mehr gebundene wie freie Schwefelsäure vorhanden war. Aus diesem Grunde war auch die Menge des Salpeterzusatzes möglichst klein gewählt.

Bei den späteren Bestimmungen wurde das Verfahren noch vereinfacht. Es wurde dann zunächst in einer Probe mit Baryumchloridlösung die freie Schwefelsäure bestimmt, eine andere Probe wurde in der beschriebenen Weise mit Barytlauge titirt. Aus dem ermittelten Gehalt an freier Schwefelsäure und aus der verbrauchten Menge

Barytlauge liess sich alsdann mit genügender Genauigkeit der Gehalt an gebundener Schwefelsäure berechnen. Folgendes Beispiel möge dieses erläutern:

Angewandt 10 ccm einer 4% Kresolschwefelsäuremischung.

Freie Schwefelsäure durch Fällung mit Baryumchlorid = 0,4576 g Baryumsulfat = 48,10 g Schwefelsäure.

Zur Titration verbraucht = 20,37 ccm Barytlauge, von welcher 10 ccm = 0,1023 Schwefelsäure entsprechen.

Die Rechnung ist nun folgende:

$$\begin{aligned} \text{BaSO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4 &= 0,4576 : x \\ &= 0,1924 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,1023 \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ entsprechen } 10 \text{ ccm Barytlauge} &= 0,1924 \text{ entsprechen } x \\ &= 18,80 \text{ ccm Barytlauge.} \end{aligned}$$

Von den im ganzen verbrauchten 20,37 ccm Barytlauge sind demnach 18,80 ccm für die freie Schwefelsäure in Abzug zu bringen. Die übrig bleibenden 1,57 ccm entfallen auf die gebundene Schwefelsäure. Diese 1,57 ccm entsprechen 0,01606 Schwefelsäure, da 10 ccm Barytlauge 0,1023 g Schwefelsäure sättigen. Da ein Mol. Baryumsulfat zwei Mol. gebundener Schwefelsäure entspricht, so ist die Zahl 0,01606 zu verdoppeln = 0,03212. In 0,4 ccm angewandter Substanz wurden demnach gefunden 0,03212 g gebundener Schwefelsäure oder in 100 ccm = 8,03 g.

Die Kresolschwefelsäuremischung enthielt also in 100 ccm:

48,10 g freie Schwefelsäure,
8,03 g gebundene Schwefelsäure.

In dieser selben Mischung wurde auch die freie und gebundene Schwefelsäure durch Behandeln mit Baryumkarbonat und in der Anfangs beschriebenen Weise durch Titration mit Barytlauge und nachfolgender Fällung mit Schwefelsäure bestimmt. Zur Kontrolle wurde der Gehalt an Gesamtschwefelsäure in der mit Soda und Salpeter veraschten Substanz ermittelt.

	Freie Schwefelsäure in 100 ccm:	Gebundene Schwefelsäure in 100 ccm:	Gesamt- schwefelsäure in 100 ccm:
I. Fällung mit Baryumkarbonat	47,87 g	10,25 g	58,12 g
II. Titration mit Barytlauge und Fällung des kresol- schwefelsauren Baryums mit Schwefelsäure . . .	47,96 g	8,25 g	56,21 g
III. Bestimmung der freien Schwefelsäure mit Baryum- chlorid, der gebundenen durch Titration mit Baryt- lauge	48,10 g	8,03 g	56,13 g
IV. Durch Veraschen mit Soda und Salpeter	—	—	56,75 g

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, geben die Verfahren II und III, nach welchen, um es nochmals hervorzuheben, die Bestimmungen sich viel schneller ausführen lassen wie nach dem Verfahren I, verhältnissmässig ganz gute Resultate. Der nach dem Verfahren I ermittelte Gehalt an gebundener Schwefelsäure ist offenbar zu hoch.

Zur weiteren Bestätigung der Brauchbarkeit der Methoden II und III möge aus der grossen Anzahl der hier nach diesen Verfahren vorgenommenen Bestimmungen auch noch die Analyse einer Lösung von ortho-Phenolsulfosäure, welche sich im Handel unter dem Namen Aseptol befindet, nachstehend angegeben werden.

Das untersuchte Präparat enthielt keine freie Schwefelsäure. In 100 ccm wurden gefunden:

I. Bestimmung mit Baryumkarbonat = 44,80 g Phenolsulfosäure. Zum Auswaschen des überschüssigen Baryumkarbonats waren 250 ccm Wasser verbraucht.

Bei einer Kontrollbestimmung nach demselben Verfahren wurden zum Auswaschen nur 125 ccm Wasser angewandt. Es wurden jetzt ermittelt = 42,33 g Phenolsulfosäure.

II. Titration und nachfolgendes Füllen mit Schwefelsäure = 41,66 g Phenolsulfosäure.

III. Nur durch Titration = 41,30 g Phenolsulfosäure.

IV. Veraschen mit Soda und Salpeter = 41,56 g Phenolsulfosäure.

Auch aus dieser Analyse geht hervor, dass die Bestimmung der gebundenen Schwefelsäure mit Baryumkarbonat zu hohe Werthe liefert.

Zu den Desinfektionsversuchen, durch welche der Einfluss der Zeit des Verdünnens auf die Desinfektionswirkung festgestellt werden sollte, wurden 2 ccm einer Kresolschwefelsäuremischung, die bei gewöhnlicher Temperatur bereitet war, nach 2 Minuten, nach 15 Minuten, 20 Minuten, einer Stunde, 24 Stunden, 5 Tagen und 9 Tagen mit Wasser zu 100 ccm verdünnt. Die Kresolschwefelsäuremischung hatte zur Zeit der Verdünnung folgende chemische Zusammensetzung:

Tabelle XVI.

	Freie an Kresol nicht gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Kresolsulfosäure aus der gebundenen Schwefelsäure berechnet g in 100 ccm	Gesamtschwefelsäure durch Veraschen ermittelt g in 100 ccm	Gesamtschwefelsäure berechnet g in 100 ccm
I. nach 2 Minuten verdünnt	46,25	9,80	18,8	56,72	56,05
II. „ 15 „ „	31,65	24,48	46,96	56,57	56,13
III. „ 20 „ „	29,80	26,68	51,18	56,80	56,48
IV. „ 1 Stunde „	29,72	26,95	51,70	57,02	56,67
V. „ 24 „ „	26,82	29,85	57,25	57,00	56,67
VI. „ 5 Tagen „	21,72	34,75	66,66	56,70	56,47
VII. „ 9 „ „	19,10	37,85	72,60	57,12	56,95

Die Bestimmung der freien Schwefelsäure wurde in obigen Lösungen nach 4 Monaten wiederholt. Hierbei zeigte sich nun, dass der Gehalt an freier Schwefelsäure ein grösserer geworden war, und zwar enthielten hauptsächlich die beiden Proben No. I und No. II 1,15—1,85 g mehr freie Schwefelsäure in 100 ccm wie 4 Monate zuvor. Das Verhältniss war folgendes:

Probe I.	46,25 g freie Schwefelsäure, nach 4 Monaten	48,10 g
„ II.	31,65 g „ „ „ 4 „	32,80 g
„ III.	29,80 g „ „ „ 4 „	30,17 g

Probe IV.	29,72 g	freie Schwefelsäure,	nach 4 Monaten	30,07 g
„ V.	26,82 g	„	„ 4 „	27,12 g
„ VI.	21,72 g	„	„ 4 „	22,17 g
„ VII.	19,10 g	„	„ 4 „	19,42 g

Um nun zu entscheiden, ob dieser Mehrgehalt an freier Schwefelsäure auf eine Spaltung von Kresylschwefelsäure zurückzuführen oder in anderer Weise zu erklären war, wurden verdünnte Lösungen von Kresolschwefelsäuremischungen, die unter den verschiedensten Bedingungen bereitet waren, mehrere Stunden am Rückflusskühler gekocht, um so denselben Erfolg, wie durch ein längeres Aufbewahren, zu erzielen.

Versuch I. 100 ccm Rohkresol und 50 ccm Schwefelsäure wurden in einer Kältemischung auf -5° abgekühlt und dann gemischt. Die Temperatur stieg beim Mischen auf $+8^{\circ}$, sank jedoch sehr bald wieder. Die Temperatur wurde konstant während einer Stunde auf 0° gehalten, alsdann wurden 10 ccm mit Wasser auf 250 ccm verdünnt. Die Mischung wurde, da nicht vollständige Lösung erfolgte, filtrirt und im Filtrate die freie und gebundene Schwefelsäure bestimmt. Dann wurden 100 ccm der Lösung 4 Stunden lang am Rückflusskühler gekocht, nach dem Erkalten wurde wieder genau auf 100 ccm aufgefüllt und in je 10 ccm die freie und gebundene Schwefelsäure bestimmt. Bei diesen Bestimmungen wurden folgende Werthe ermittelt:

Vor dem Kochen:	Nach dem Kochen:
freie Schwefelsäure = 49,72 g	freie Schwefelsäure = 51,75 g
Kontrolle = 49,73 g	Kontrolle = 51,82 g
gebundene Schwefelsäure = 4,24 g	gebundene Schwefelsäure = 2,27 g

Versuch II. Die wie vorstehend beschrieben unter starkem Abkühlen bereitete Mischung blieb 18 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen, nach dieser Zeit wurden 10 ccm zu 250 ccm verdünnt und in je 10 ccm der Verdünnung die freie und gebundene Schwefelsäure bestimmt. Dann wurden wie bei Versuch I 100 ccm der Lösung am Rückflusskühler gekocht und darauf untersucht.

Es wurden gefunden:

Vor dem Kochen:	Nach dem Kochen:
freie Schwefelsäure = 30,60 g	freie Schwefelsäure = 31,32 g
Kontrolle = 30,69 g	Kontrolle = 31,34 g
gebundene Schwefelsäure = 23,59 g	gebundene Schwefelsäure = 22,90 g

Versuch III. Um zu sehen, ob auch noch in einer längere Zeit aufbewahrten Mischung von Kresolschwefelsäure beim Kochen eine Spaltung erfolgte, wurden 10 ccm einer $13\frac{1}{2}$ Monate alten Mischung, welche unter Kühlung mit Eiswasser bereitet war und seitdem im Laboratorium stand, auf 250 ccm verdünnt. Diese Verdünnung wurde sowohl vor wie auch nach vierstündigem Erhitzen am Rückflusskühler untersucht, hierbei konnten folgende Mengen an freier und gebundener Schwefelsäure in 100 ccm festgestellt werden:

Vor dem Kochen:	Nach dem Kochen:
freie Schwefelsäure = 8,05 g	freie Schwefelsäure = 8,45 g
Kontrolle = 8,07 g	Kontrolle = 8,42 g
gebundene Schwefelsäure = 48,13 g	gebundene Schwefelsäure = 47,59 g

Versuch IV. Ein weiterer Versuch wurde in der Weise ausgeführt, dass nicht das gewöhnliche Rohkresol, welches noch mit Phenol, Xylenolen und ähnlichen Verbindungen verunreinigt ist, sulfurirt wurde, sondern an dessen Stelle ein aus Toluidin synthetisch dargestelltes Kresol, welches fast nur aus den 3 isomeren Kresolen bestand.

Die Kresolschwefelsäuremischung wurde in der Weise bereitet, dass 50 ccm Kresol aus Toluidin und 25 ccm reiner Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,8340 abgekühlt wurden, und dass dann die Schwefelsäure tropfenweise in das Kresol eingetragen wurde mit der Vorsicht, dass die Temperatur nicht über $+6^{\circ}$ stieg. Die Mischung blieb eine Stunde in Eiswasser stehen. Die Temperatur derselben betrug während dieser Zeit ungefähr $3-4^{\circ}$. Nach einer Stunde wurden 10 ccm mit Wasser auf 250 ccm verdünnt (Probe a.), der Rest der Mischung wurde noch 4 Stunden lang bei ungefähr 92° auf dem Wasserbade erhitzt. Nach dieser Zeit wurde das erhitzte Gemisch schnell auf 15° abgekühlt und auch von dieser Mischung 10 ccm zu 250 ccm verdünnt (Probe b).

In beiden Proben a und b wurde sowohl sofort nach dem Verdünnen wie auch nach vierstündigem Erhitzen der 4% Lösung die freie und gebundene Schwefelsäure bestimmt. In 100 ccm wurden ermittelt:

Probe a.

Vor dem Kochen:	Nach dem Kochen:
freie Schwefelsäure = 47,30 g	freie Schwefelsäure = 53,05 g
Kontrolle = 47,41 g	Kontrolle = 53,05 g
gebundene Schwefelsäure = 10,75 g	gebundene Schwefelsäure = 5,30 g

Probe b.

Vor dem Kochen:	Nach dem Kochen:
freie Schwefelsäure = 7,02 g	freie Schwefelsäure = 7,15 g
Kontrolle = 7,02 g	Kontrolle = 7,12 g
gebundene Schwefelsäure = 50,85 g	gebundene Schwefelsäure = 50,60 g

Durch die vorstehend beschriebenen Versuche war bewiesen, dass die wässrigen Lösungen der Kresolschwefelsäuremischungen nach längerem Erhitzen am Rückflusskühler mehr freie Schwefelsäure enthalten wie vor dem Erhitzen. Dieser Mehrgehalt an freier Schwefelsäure kann durch verschiedene Ursachen bedingt sein. Zunächst wäre es möglich, dass durch das Kochen der wässrigen Lösungen ein Theil der Kresolsulfosäuren in ähnlicher Weise in Kresol und freie Schwefelsäure gespalten würde wie beim Behandeln der Kresolsulfosäuren mit überhitztem Wasserdampf.

Diese Möglichkeit scheint hier aber nicht vorzuliegen, denn in dem Falle müssten gerade die Lösungen, welche die meiste Kresolsulfosäure enthalten, nach dem Kochen auch einen entsprechend erheblich höheren Gehalt an freier Schwefelsäure besitzen, wie die Lösungen mit weniger Kresolsulfosäure. Durch die Versuche III und IV b ist aber gerade das Gegentheil bewiesen. Probe III enthielt vor dem Kochen 8,05 g freier und 48,13 g gebundener Schwefelsäure. Nach dem Kochen ist der Gehalt an freier Schwefelsäure nur auf 8,45 g gestiegen. Noch deutlicher tritt dieses bei Ver-

such IVb zu Tage. Hier ist in der Kresolschwefelsäuremischung durch längeres Erwärmen der Gehalt an freier Schwefelsäure auf 7,02 g zurückgegangen, durch das Kochen der verdünnten wässrigen Lösung steigt der Gehalt an freier Schwefelsäure nur auf 7,13 g, trotzdem die Lösung 50,85 g gebundene Schwefelsäure enthält.

Eine andere Erklärung für den höheren Gehalt an freier Schwefelsäure in den längere Zeit aufbewahrten oder erhitzten Lösungen wäre entweder darin zu suchen, dass bei der Einwirkung von Schwefelsäure auf Kresol, besonders wenn die Mischung unter Kühlung vorgenommen wird, geringe Mengen eines Phenol-(Kresol)esters entstehen, welche beim Kochen oder längeren Stehen zerfallen, oder dass sich bei der Einwirkung der Schwefelsäure besonders in der Kälte ortho-Phenol- beziehungsweise Kresolsulfosäuren bilden, welche beim Erwärmen oder längeren Stehen in die para-Säure übergehen, wie es bei der ortho-Phenolsulfosäure der Fall ist.

Diese Umlagerung erfolgt wahrscheinlich in der Weise, dass die ortho-Säure zunächst in das entsprechende Phenol und in freie Schwefelsäure gespalten wird, und dass darauf die Schwefelsäure — wenigstens in der nicht verdünnten Lösung — von neuem substituierend einwirkt. In der verdünnten Lösung würde diese Umlagerung unter Bildung freier Schwefelsäure, welche in dem Falle nicht wieder substituierend einwirken kann, vor sich gehen.

Da die Klärung dieser Fragen eine Reihe experimenteller Untersuchungen erfordern würde, so wurde von weiteren Untersuchungen nach dieser Richtung hin, als zu sehr den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschreitend, abgesehen. Jedenfalls war aber durch die vorstehenden Versuche bewiesen, dass die wässrigen Lösungen der Kresolschwefelsäuremischungen nicht unbegrenzt haltbar sind, sondern bei längerem Aufbewahren, wenn auch nur in geringem Masse, eine Aenderung in ihrer Zusammensetzung erleiden.

Doch kehren wir zur Prüfung der Frage, in welchem Masse die bakterizide Wirkung der Kresolschwefelsäuremischung durch den Zeitpunkt des Verdünnens beeinflusst wird, zurück. Die Beantwortung dieser Frage dürfte am klarsten aus nachstehender Tabelle XVII hervorgehen.

Tabelle XVII.

2% wässrige Lösung der Kresolschwefelsäuremischg.	Gehalt an freier Schwefelsäure g in 100 ccm	Gehalt an gebundener Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Kresolschwefelsäuremischg.: nach 2 Minuten verdünnt	46,25	9,80	1—1½ 1—1½ 1—1½	1—1½
„ 15 „ „	31,65	24,48	1½—2 1½—2 1—1½	1½—2
„ 20 „ „	29,80	26,68	2—2½ 1—1½ 2—2½	2—2½

2% wässrige Lösung der Kresolschwefelsäuremischg.	Gehalt an freier Schwefelsäure g in 100 ccm	Gehalt an gebundener Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Kresolschwefelsäuremischg.: nach 1 Stunde verdünnt	29,72	26,95	2—2½ 2—2½ 2—2½	2—2½
„ 24 Stunden „	26,82	29,85	2—2½ 2½—3 2—2½	2—2½
„ 120 „	21,72	34,75	2—2½ 2½—3 2½—3	2½—3
„ 9 Tagen „	19,10	37,85	2½—3 2½—3 2½—3	2½—3

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die nach 2 Minuten verdünnte Kresolschwefelsäuremischung den höchsten Desinfektionswerth besitzt, welcher nun allmählich, entsprechend dem Rückgang des Gehaltes an freier Schwefelsäure, je nach der Zeit der Herstellung der Verdünnung abnimmt. Um zu erfahren, ob bei Rotz- und Schweinepestbazillen dieselbe Erscheinung sich bemerkbar machte, wurden dieselben Lösungen gegen diese beiden Bakterienarten geprüft.

Tabelle XVIII.

2% wässrige Lösung der Kresolschwefelsäuremischung	Gehalt an freier Schwefelsäure g in 100 ccm	Gehalt an gebundener Schwefelsäure g in 100 ccm	Schweinepestbazillen Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Kresolschwefelsäuremischg.: nach 2 Minuten verdünnt	46,25	9,80	½—1 1—1½ 1—1½	1—1½
„ 15 „	31,65	24,48	½—1 1—1½ 1—1½	1—1½
„ 20 „	29,80	26,68	1—1½ 1—1½ 1—1½	1—1½
„ 1 Stunde „	29,72	26,95	1½—2 1½—2 1½—2	1½—2
„ 24 Stunden „	26,82	29,85	1½—2 1½—2 1½—2	1½—2
„ 120 „	21,72	34,75	2—2½ 2—2½ 2—2½	2—2½
„ 9 Tagen „	19,10	37,85	2½—3 2—2½ 2—2½	2½—3

Tabelle XIX.

2% wässrige Lösung der Kresolschwefelsäuremischung	Gehalt an freier Schwefelsäure g in 100 ccm	Gehalt an gebundener Schwefelsäure g in 100 ccm	Rotzbazillen Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Kresolschwefelsäuremischg.: nach 2 Minuten verdünnt	46,25	9,80	$\frac{1}{2}$ —1 $\frac{1}{2}$ —1 $\frac{1}{2}$ —1	$\frac{1}{2}$ —1
„ 15 „ „	31,65	24,48	$\frac{1}{2}$ —1 $\frac{1}{2}$ —1 $\frac{1}{2}$ —1	$\frac{1}{2}$ —1
„ 20 „ „	29,80	26,68	1—1 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ —1 1—1 $\frac{1}{2}$	1—1 $\frac{1}{2}$
„ 1 Stunde „	29,72	26,95	1—1 $\frac{1}{2}$ 1—1 $\frac{1}{2}$ 1—1 $\frac{1}{2}$	1—1 $\frac{1}{2}$
„ 24 Stunden „	26,82	29,85	1—1 $\frac{1}{2}$ 1 $\frac{1}{2}$ —2 1—1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$ —2
„ 120 „ „	21,72	34,75	1 $\frac{1}{2}$ —2 1 $\frac{1}{2}$ —2 1 $\frac{1}{2}$ —2	1 $\frac{1}{2}$ —2
„ 9 Tagen „	19,10	37,85	1 $\frac{1}{2}$ —2 1 $\frac{1}{2}$ —2 2—2 $\frac{1}{2}$	2—2 $\frac{1}{2}$

Auch diese beiden Tabellen zeigen, dass die Desinfektionskraft der Kresolschwefelsäuremischung sofort nach der Verdünnung am stärksten ist und dann allmählich zurückgeht. Es lag nun nahe, auch die länger aufbewahrten Kresolschwefelsäuremischungen zu untersuchen, um festzustellen, ob die Desinfektionswirkung der Kresolschwefelsäuremischung auch bei einem mehrere Monate dauernden Aufbewahren dieselbe blieb, oder ob dieselbe allmählich mit dem Rückgang des Gehaltes an freier Schwefelsäure an Wirkungskraft abnahm. In nachstehender Tabelle XX sind die Untersuchungsergebnisse zusammengestellt, welche bei der Prüfung von Kresolschwefelsäure-Gemischen erzielt wurden, die in einem Zeitraum von 14 Monaten zu verschiedenen Zeiten mit Wasser verdünnt wurden.

Als Prüfungsobjekte dienten ausser Rotz- und Schweinepestbakterien und Staph. pyog. aur. Milzbrandsporen, welche an Seidenfäden angetrocknet waren.

Tabelle XX.

2 1/2 % Lösung der Kresolschwefelsäuremischung hergestellt	Freie Schwefel- säure in 100 ccm g	Rotzbazillen Abtödtung nach Minuten	Schweine- pestbazillen Abtödtung nach Minuten	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten
nach 22 Tagen	14,17	1/2—1	1—1 1/2	2 1/2—3
„ 50 „	12,39	1/2—1	1—1 1/2	2 1/2—3
„ 12 Wochen	11,71	1/2—1	1—1 1/2	2 1/2—3
„ 6 Monaten	9,78	1/2—1	1 1/2—2	2 1/2—3
„ 7 „	8,98	1—1 1/2	1 1/2—2	3 1/2—4
„ 12 „	8,44	1—1 1/2	1—1 1/2	4—4 1/2
„ 14 „	8,03	1—1 1/2	1 1/2—2	4 1/2—5

Tabelle XXI.

Lösung	Milzbrandsporen an Seidenfäden angetrocknet. Ab- tödtung nach Tagen	Gehalt an freier Schwefelsäure in 100 ccm g
Acid. carbol. liquef. 5:100 . .	36	
2 1/2 % Lösung der Kresolschwefel- säuremischung, 2 Minuten nach der Herstellung verdünnt . .	5	46,25
2 1/2 % Lösung der Kresolschwefel- säuremischung, 1 Tag nach der Herstellung verdünnt . . .	7	26,82
2 1/2 % Lösung der Kresolschwefel- säuremischung, 10 Tage nach der Herstellung verdünnt . .	8	16,84
2 1/2 % Lösung der Kresolschwefel- säuremischung, 1 Jahr nach der Herstellung verdünnt . .	12	8,44

Im Anschluss hieran wurden Kresolschwefelsäuremischungen, welche von zwei Firmen fertig bezogen waren, untersucht. Die beiden Präparate stimmten in ihrem Aussehen mit der von uns selbst hergestellten Kresolschwefelsäuremischung überein. Ihr spezifisches Gewicht betrug bei 15° A = 1,3720, B = 1,3815.

Auch diese Präparate zeigten bei längerem Aufbewahren eine Abnahme ihres Desinfektionswerthes, wie aus nachstehender Tabelle S. 643 hervorgeht.

Da bei der Desinfektion der Viehtransportwagen, welche zu allen Jahreszeiten vorgenommen werden muss, verschiedene Temperaturen in Frage kommen, schien es wichtig, auch nach dieser Richtung hin einige Versuche anzustellen. Bereits Koch¹⁾

¹⁾ Koch. Ueber Desinfektion. Mitthlg. aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd. I S. 235 ff.

Tabelle XXII.

L ö s u n g 2½%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Verhalten gegen Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten
Präparat A. sofort nach dem Empfang untersucht	16,42	43,86	3—3½
nach 6 Monaten	8,10	51,61	4—4½
Präparat B. sofort nach dem Empfang untersucht	18,12	44,02	2½—3
nach 6 Monaten	9,40	52,87	3½—4

wies in seiner Arbeit über Desinfektion darauf hin, dass sich wahrscheinlich manche unter gewöhnlichen Verhältnissen unzulängliche Desinfektionsmittel durch Kombination mit einer mässig gesteigerten Temperatur zu einer ausreichenden Wirksamkeit bringen lassen. Ausführliche Untersuchungen über die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel bei verschiedenen Temperaturen wurden sowohl von Henle¹⁾, wie auch von Nocht²⁾ Behring³⁾ und Heider⁴⁾ angestellt. Von allen diesen Forschern konnte festgestellt werden, dass bei höheren Temperaturen die Desinfektionswirkung erheblich gesteigert wurde, und dass selbst unbedeutende Unterschiede in der Temperatur schon höchst auffällige Abweichungen in der Wirksamkeit der Desinfizienten bedingten. Die Erklärung dieser Thatsachen dürfte nach Henle einerseits von der durch die niedrigen Temperaturen herabgesetzten chemischen Aktivität der desinfizirenden Substanzen herrühren, andererseits aber auch aller Wahrscheinlichkeit nach in der durch die Kälte bedingten Verminderung des Stoffwechsels der Mikroorganismen, welche natürlich einer Aufnahme der umgebenden Flüssigkeit in das Innere der Bakterien hinderlich ist.

Da in der Desinfektionstechnik wohl meistens, abgesehen von aussergewöhnlichen Fällen, Temperaturen von 0° bis 25° vorkommen, so wurde bei Temperaturen innerhalb dieser Grenzen die Wirksamkeit einer 24 Stunden nach der Mischung hergestellten 2% Kresolschwefelsäurelösung geprüft, welche in 100 ccm 27,75 g freie und 27,13 g gebundene Schwefelsäure enthielt. Die Prüfung wurde bei einer Temperatur von 0°, 5°, 10°, 15°, 20° und 25° vorgenommen. Die Versuche wurden in nachstehender Weise ausgeführt:

Es wurden 48stündige Agarkulturen von Staph. pyog. aur. in starkwandigen (um das Herumschwimmen und Umfallen der nur theilweise gefüllten Schalen zu ver-

¹⁾ Henle. Ueber Kreolin und seine wirksamen Bestandtheile. Arch. f. Hygiene. Bd. IX. 1889. S. 188.

²⁾ Nocht. Ueber die Verwendung von Karbelseifenlösungen zu Desinfektionszwecken. Zeitschr. f. Hyg. Bd. VII 1889.

³⁾ Behring. Desinfektion, Desinfektionsmittel und Desinfektionsmethoden. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. IX. 1892. S. 404.

⁴⁾ Heider. Ueber die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel bei erhöhter Temperatur. Archiv f. Hygiene. Bd. XV. 1892. S. 395.

hindern) Glasschalen nach Paul¹⁾ mit aufgeschliffenem Deckel von etwa 3,5 cm Höhe und 7 cm Durchmesser in ein grosses, mit ungefähr 20 l Wasser gefülltes Blechgefäss gebracht, welches aussen mit Asbest umgeben war. Etwa 2 cm unterhalb der Wasseroberfläche befand sich ein Siebboden zum Tragen der die Kultur enthaltenden Glasschalen. In dem Blechgefäss befand sich ein Umrührer, welcher während der Versuche langsam auf- und abbewegt werden konnte, damit stets überall eine gleichmässige Temperatur herrschte.

Eine Temperatur von 0° wurde durch Salzwasser, welches mit Eis gekühlt war, erzielt. Die zum Desinfektionsversuch zu benutzende Schale wurde ebenso wie die in einer 200 ccm fassenden Flasche befindliche Desinfektionsflüssigkeit 1 Stunde vor dem Gebrauch in das Wasser gestellt und die Temperatur sowohl des Wasserbades als der Desinfektionsflüssigkeit genau kontrollirt. Stimmten die Temperaturen beider genau miteinander überein, so wurde die Kultur mit der Desinfektionsflüssigkeit überschichtet und nach den dem Versuch zu Grunde gelegten Zeiten eine Oese Kultur entnommen und in Bouillonkölbchen gebracht. Diese wurden dann, wie gewöhnlich, 8 Tage lang im Brutschrank bei 37° beobachtet. Die Platte blieb während der Dauer des Versuches in dem Wasserbade stehen.

Durch langsames Anwärmen des Wasserbades wurden die übrigen hier in Frage kommenden Temperaturen erzielt. Folgende Tabelle ergiebt eine Uebersicht über die Versuchsergebnisse:

Tabelle XXIII.

2% Lösung der Kresolschwefelsäuremischung nach 24 Stunden verdünnt	Staph. pyog. aur. abgetödtet nach Minuten:	Mittelwerth Minuten
auf 0° abgekühlt	15—20 10—15 15—20	14—19
auf 5° abgekühlt	10—15 9—10 10—15	10—14
auf 10° abgekühlt	8—9 9—10 8—9	8½—9
auf 15° abgekühlt	6—7 6—7 5—6	6—7
auf 20° erwärmt	2½—3 2½—3 2½—3	2½—3
auf 25° erwärmt	2—2½ 2—2½ 2—2½	2—2½

¹⁾ Paul. Entwurf zur einheitlichen Werthbestimmung chemischer Desinfektionsmittel. 1892 S. 19. Berlin. Verlag von Julius Springer.

Wie man aus diesen Versuchen ersieht, ist die Temperatur von ganz erheblichem Einfluss auf die Desinfektionswirkung. Ferner geht aber auch aus diesen Untersuchungen hervor, dass die Forderung von Krönig und Paul¹⁾, die Desinfektionsversuche bei einer bestimmten, genau regulirbaren Temperatur vorzunehmen, durchaus berechtigt ist.

Fassen wir die Ergebnisse der mit Kresolschwefelsäuremischung angestellten Versuche zusammen, so wird durch dieselben Folgendes nachgewiesen:

1) Die unter Kühlung bereitete Kresolschwefelsäuremischung wirkt stärker wie die bei gewöhnlicher Temperatur und unter Erwärmen bereitete.

2) Die kurz nach der Herstellung verdünnte Mischung besitzt eine stärkere Desinfektionswirkung als die einige Zeit später hergestellten Lösungen.

3) Die 2½ % bei gewöhnlicher Temperatur bereitete Kresolschwefelsäuremischung tödtet bei der gewählten Versuchsanordnung die untersuchten, widerstandsfähigen Bakterien bei mittlerer Temperatur innerhalb 2—3 Minuten ab.

Die grösste Desinfektionswirkung ist mit einer unter Kühlung bereiteten und kurze Zeit nachher verdünnten Lösung zu erzielen. In der Praxis ist es aber nicht angängig, wenigstens wenn es sich um Bereitung grösserer Kresolschwefelsäuremengen handelt, dieselbe von Arbeitern unter Kühlung bereiten zu lassen. Ein zweites Bedenken gegen die Verwendung einer solchen Lösung ist dadurch geboten, dass in derselben erhebliche Mengen freier Schwefelsäure enthalten sind. Andererseits ist aber durch die angestellten Desinfektionsversuche nachgewiesen, dass eine bei gewöhnlicher Temperatur und auch einige Zeit nach ihrer Herstellung verdünnte Kresolschwefelsäuremischung genügende desinfizierende Kraft gegen hier in Betracht kommende, vegetative Formen der Mikroorganismen entwickelt. Der Vortheil einer solchen Lösung besteht aber darin, dass sie bequem auch von weniger geübten Arbeitern bereitet und längere Zeit aufbewahrt werden kann. Der Gehalt an freier Schwefelsäure ist soweit zurückgegangen, dass eine einigermaßen ins Gewicht fallende Schädigung der Wagen, wie durch die praktischen Versuche nachgewiesen wurde, nicht eintritt. Allerdings müssen bei dem Zeitpunkt der Verdünnung gewisse Grenzen inne gehalten werden. Denn wie aus Tabelle XX hervorgeht, tritt doch bei einer allzulange aufbewahrten Lösung ein zu grosser Rückgang in der Desinfektionswirkung ein. Es dürfte deshalb vorzuschreiben sein, dass die auf einmal hergestellte Kresolschwefelsäuremischung frühestens 24 Stunden nach ihrer Herstellung benutzt und innerhalb eines bestimmten Zeitraumes, beispielsweise 3 Monate, verbraucht wird²⁾. Der Gehalt an freier Schwefelsäure würde dann im ungünstigsten Falle in 1 l der 3 volumprozentigen Lösung

¹⁾ Krönig und Paul. Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Ztschr. f. Hyg. u. Infektionskrankheiten. Bd. 25. 1. Heft. 1897.

²⁾ Durch Rundschreiben des preussischen Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten betr. Gesundheitsschädigungen durch Ueberschwemmungen werden zur Desinfektion ausser gebranntem Kalk Lösungen einer Mischung von roher Karbolsäure mit roher Schwefelsäure empfohlen. Die Mischung ist derart herzustellen, dass zu derselben auf je 10 l roher Karbolsäure 5½ l roher Schwefelsäure genommen werden. Die beiden Flüssigkeiten müssen gut gemischt und das Ganze dann 2 bis 3 Tage ruhig stehen gelassen werden. (Veröff. d. K. G. A. 1888 S. 263.)

ungefähr 8 g, im günstigsten Falle etwa 3,5 g betragen. Da für die Desinfektion eines Wagens nach dem später zu beschreibenden Verfahren mit dem Lübbcke'schen Desinfektionsapparat 6 l Desinfektionsflüssigkeit erforderlich sind, würden also ungefähr 20 bis 48 g Schwefelsäure in sehr verdünnter Form zur Einwirkung gelangen. Hiervon wird in den mit Vieh beladenen Wagen ein Theil durch das im Dünger sich entwickelnde Ammoniak gebunden und unschädlich gemacht.

Nachdem der hohe Desinfektionswerth der Kresolschwefelsäuremischung durch die vorhergehenden zahlreichen Untersuchungen bewiesen war, erschien es weiter von Werth, festzustellen, ob einem von den in dem Kresolschwefelsäuregemisch enthaltenen Körpern allein dieser Desinfektionswerth zukommt, oder ob dem Gemisch als Ganzem die hohe Desinfektionskraft eigen ist. Zu diesem Zwecke wurden Desinfektionsversuche mit folgenden Körpern, welche in dem Kresolschwefelsäuregemisch enthalten sind, angestellt.

- 1) Reine Schwefelsäure.
- 2) Reine Kresolschwefelsäure.
- 3) Kresolschwefelsäure und Schwefelsäure.
- 4) Kresolschwefelsäure und Kresol.
- 5) Kresol und Schwefelsäure.
- 6) Kresolschwefelsäure, Kresol und Schwefelsäure.

Bemerkt sei dabei, dass die Lösungen gewichtsprozentig gewählt wurden, weil die Kresolschwefelsäure nur in verdünnter, wässriger Lösung vorlag, ein Abmessen derselben deshalb unmöglich war.

1) Reine Schwefelsäure.

Durch entsprechendes Verdünnen von konzentrierter Schwefelsäure wurden Lösungen hergestellt, welche 1 und 2 Gewichtsprozent reiner Schwefelsäure enthielten. Diese Lösungen wurden gegen Staph. pyog. aur. geprüft.

Tabelle XXIV.

Lösung von Schwefelsäure	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
1 %	5—5½ 5½—6 5½—6	5½—6
2 %	3½—4 4—4½ 4—4½	4—4½

2) Reine Kresolschwefelsäure.

Die zu diesem Versuch benutzte reine Kresolschwefelsäure wurde in der auf S. 626 beschriebenen Weise bereitet und in 1 bis 4 gewichtsproz. Lösung geprüft. Mit Absicht wurde zu den Desinfektionsversuchen eine Kresolschwefelsäure benutzt, welche

aus dem zu den übrigen Versuchen benutzten rohen Kresolschwefelsäuregemisch isolirt war und in Folge dessen nicht nur aus den Sulfosäuren des Kresols bestand, sondern auch noch, wenn auch in geringer Menge, die Sulfosäuren der übrigen im Rohkresol vorhandenen Phenole enthielt.

Tabelle XXV.

L ö s u n g	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
4 % (4,0 g reine Kresolschwefelsäure : 100 g Wasser)	4—4½ 3½—4 3½—4	4—4½
3 % (3,0 g reine Kresolschwefelsäure : 100 g Wasser)	6—6½ 6—6½ 6—6½	6—6½
2 % (2,0 g reine Kresolschwefelsäure : 100 g Wasser)	10—15 10—15 10—15	10—15
1 % (1,0 g reine Kresolschwefelsäure : 100 g Wasser)	noch nicht nach 60 60 60	60

3) Kresolschwefelsäure mit Schwefelsäure.

Es wurden 1 bis 4 gewichtsprozentige Lösungen einer Mischung von gleichen Gewichtstheilen Kresolschwefelsäure und reiner Schwefelsäure hergestellt. Das Prüfungsergebniss war Folgendes:

Tabelle XXVI.

L ö s u n g	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
4 % gleiche Theile Kresolschwefel- säure und Schwefelsäure	3½—4 3—3½ 3—3½	3½—4
3 % wie oben	4½—5 3½—4 3½—4	4—4½
2 % wie oben	5½—6 5½—6 7—7½	6—6½
1 % wie oben	15—20 10—15 15—20	13½—18½

4) Kresolschwefelsäure und rohes Kresol.

Von einer Mischung aus gleichen Gewichtstheilen Kresolschwefelsäure und Kresol wurden 1—4 gewichtsprozentige Lösungen bereitet.

Tabelle XXVII.

Lösung	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
4 % gleiche Gewichtstheile Kresol- schwefelsäure und Kresol	4—4½ 3—3½ 3½—4	3½—4
3 % wie oben	4½—5 6—6½ 6½—7	6—6½
2 % wie oben	20—25 20—25 20—25	20—25
1 % wie oben	50—55 50—55 55—60	55—60

5) Kresol und Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure war vor dem Zusatz mit Wasser verdünnt, um eine Einwirkung auf das Kresol zu verhindern.

Tabelle XXVIII.

Lösung	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
4 % gleiche Gewichtstheile von Kresol und Schwefelsäure	3½—4 3½—4 3½—4	3½—4
3 % wie oben	4½—5 5—5½ 5—5½	5—5½
2 % wie oben	5½—6 5½—6 5—5½	5½—6
1 % wie oben	10—15 10—15 8—10	10—14

6) Kresolschwefelsäure, Kresol und Schwefelsäure.

Mischungen von gleichen Gewichtstheilen Kresolschwefelsäure, Kresol und Schwefelsäure wurden in 1—4 gewichtsprozentigen Lösungen ebenso wie die vorhergehenden auf ihre Desinfektionskraft geprüft.

Tabelle XXIX.

L ö s u n g	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
4 % Kresolschwefelsäure, Kresol und Schwefelsäure zu gleich. Theilen	$\frac{1}{2}$ —1 $\frac{1}{2}$ —1 $1\frac{1}{2}$ —2	$1\frac{1}{2}$ —2
3 % wie oben	2— $2\frac{1}{2}$ $1\frac{1}{2}$ —2 $1\frac{1}{2}$ —2	2— $2\frac{1}{2}$
2 % wie oben	$3\frac{1}{2}$ —4 $3\frac{1}{2}$ —4 $3\frac{1}{2}$ —4	$3\frac{1}{2}$ —4
1 % wie oben	$5\frac{1}{2}$ —6 6— $6\frac{1}{2}$ 6— $6\frac{1}{2}$	6— $6\frac{1}{2}$

Die Desinfektionsversuche mit den oben bezeichneten Lösungen lehren, dass diejenige Mischung, in welcher Kresolschwefelsäure, Kresol und freie Schwefelsäure zu gleicher Zeit vorhanden sind, die beste bakterientödtende Kraft zeigen.

Vergleichen wir von den Tabellen XXVII, XXVIII und XXIX diejenigen Lösungen, welche gleiche Mengen Kresol enthalten, so ergibt sich das in nachstehender Tabelle zusammengefasste Resultat:

Tabelle XXX.

L ö s u n g e n	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
2 % gleiche Gewichtstheile von Kresol- schwefelsäure und Kresol	20—25 20—25 20—25	20—25
2 % gleiche Gewichtstheile von Kresol und Schwefelsäure	$5\frac{1}{2}$ —6 $5\frac{1}{2}$ —6 5— $5\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$ —6
3 % gleiche Gewichtstheile von Kresol- schwefelsäure, Kresol und Schwefelsäure	2— $2\frac{1}{2}$ $1\frac{1}{2}$ —2 $1\frac{1}{2}$ —2	2— $2\frac{1}{2}$

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass von den Lösungen, welche die gleiche Menge Kresol und zwar 1 % enthielten, diejenigen Mischungen, in welchen neben Kresol noch freie Schwefelsäure und Kresolschwefelsäure vorhanden ist, die höchste Desinfektionskraft ausübt. Ein Vergleich der beiden andern Lösungen unter sich führt zu dem Schluss, dass die Desinfektionskraft des Kresols durch einen Zusatz von Schwefelsäure mehr erhöht wird wie durch einen Zusatz von Kresolschwefelsäure.

Ferner wurden mit den drei isomeren Reinkresolen, und zwar mit den Präparaten der Firma A., welche die auf S. 609 angegebenen chemischen Eigenschaften besaßen, Mischungen von 1 Vol. der betreffenden Reinkresole mit $\frac{1}{2}$ Vol. konzentrierter Schwefelsäure bereitet und auf ihre keimtödtende Kraft gegen Staph. pyog. aur. geprüft. Die Ortho- und Paraverbindungen waren vor dem Mischen geschmolzen und wieder auf Zimmertemperatur abgekühlt, bei welcher sie noch einige Zeit nach dem Schmelzen flüssig blieben.

Die Lösungen waren sämtlich 2 volumprozentig, die Verdünnung der Mischung wurde 2 Minuten, 20 Minuten und 9 Tage nach der Herstellung vorgenommen, um auch hier zu sehen, ob die Zeit des Verdünnens, ebenso wie bei dem Kresolschwefelsäuregemisch des Rohkresols, einen Einfluss auf die Desinfektionskraft ausübt. In jedem Falle wurden 60 ccm der Mischung bereitet. Die Temperaturerhöhung beim Mischen der Bestandtheile war eine verschiedene. Beim Vermischen von o.-Kresol mit Schwefelsäure stieg die Temperatur nach 2 Minuten auf 56° , bei m.-Kresol auf 65° und bei p.-Kresol auf 44° . In allen Fällen wurde die Mischung nach 2 Minuten schnell auf ungefähr 20° abgekühlt.

Tabelle XXXI.

Lösungen 2%	Verdünnung nach	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Ortho-Kresolschwefelsäuremischung	2 Min.	31,92	25,16	$2\frac{1}{2}$ —3 3— $3\frac{1}{2}$ 2— $2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$ —3
dto.	20 „	25,46	39,21	$3\frac{1}{2}$ —4 4— $4\frac{1}{2}$ 4— $4\frac{1}{2}$	4— $4\frac{1}{2}$
dto.	9 Tag.	11,29	45,61	7—8 7—8 7—8	7—8

Tabelle XXXII.

Lösungen 2%	Verdünnung nach	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Meta-Kresolschwefelsäuremischung	2 Min.	31,14	26,85	$3\frac{1}{2}$ —4 $3\frac{1}{2}$ —4 $3\frac{1}{2}$ —4	$3\frac{1}{2}$ —4
dto.	20 „	26,14	32,63	4— $4\frac{1}{2}$ $3\frac{1}{2}$ —4 $4\frac{1}{2}$ —5	$4\frac{1}{2}$ —5
dto.	9 Tag.	9,63	48,02	6—7 7—8 7— $7\frac{1}{2}$	7— $7\frac{1}{2}$

Tabelle XXXIII.

Lösungen 2%	Verdünnung nach	Freie Schwefel- säure g in 100 ccm	Gebundene Schwefel- säure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Para - Kresolschwefelsäure- mischung	2 Min.	45,98	10,89	1½—2 2—2½ 2—2½	2—2½
dto.	20 „	38,16	20,40	2½—3 3—3½ 3—3½	3—3½
dto.	9 Tag.	14,12	42,60	4½—5 4½—5 4½—5	4½—5

Die nach 2 Minuten verdünnte p-Kresolschwefelsäuremischung war in Wasser nicht völlig klar löslich, und schieden sich einige Oeltröpfchen ab, welche durch Filtriren entfernt wurden.

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, dass die Desinfektionswirkung der 3 isomeren Kresolschwefelsäuremischungen eine geringere ist, als die des Rohkresol-Schwefelsäuregemisches, dass ferner der Parakresolschwefelsäuremischung, in gleicher Weise wie es beiden wässrigen Kresollösungen dieses Präparates der Fall war, die höchste Desinfektionskraft zukommt, während die der o- und m-Kresolschwefelsäuremischung sich fast gleich verhalten. Auch hier tritt, noch schroffer als bei dem Kresolschwefelsäuregemisch, der Unterschied der Desinfektionswirkung in den zu verschiedenen Zeiten verdünnten Lösungen zu Tage. Anscheinend ist von den Kresolen die Paraverbindung am schwersten zu sulfuriren. Während das Gemisch aus o- und m-Kresolschwefelsäure 2 Minuten nach der Mischung nur noch etwa 31 g Schwefelsäure in 100 ccm enthielt, besitzt die Paraverbindung in 100 ccm nach 2 Min. noch fast 46 g freie Schwefelsäure. Es war nun die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass dem höheren Gehalt an freier Schwefelsäure in der p-Kresolschwefelsäuremischung die bessere Desinfektionswirkung im Vergleich zu Ortho- und Meta-Verbindung zuzuschreiben sei. Es trifft dieses aber nicht zu, denn bei den nach 9 Tagen verdünnten Mischungen ist der Gehalt an freier Schwefelsäure auch in der p-Kresolschwefelsäuremischung soweit zurückgegangen, dass er nur einige Prozent mehr wie in den andern Mischungen beträgt. Die Desinfektionswirkung ist aber trotzdem eine viel bessere.

Da sich aus den vorstehenden Tabellen ergibt, dass die Wirksamkeit obiger Lösungen nicht der Wirkung des Kresolschwefelsäuregemisches entsprechen, wurden auch die in dem letzteren enthaltenen anderen Produkte, Phenol und Xylenol in Phenol- bzw. Xylenolschwefelsäuremischungen untersucht. Von einer Prüfung des Xylenols in reinwässriger Lösung musste abgesehen werden, da sich dasselbe, besonders die Paraverbindung, als zu wenig löslich in Wasser erwies.

Die mit letzterem hergestellte, konzentrierte, wässrige Lösung enthielt nur 0,4 g Xylenol. Desinfektionsversuche mit dieser 0,4% Lösung, sowie mit 0,4% Lösungen

der Ortho- und Meta-Verbindung verliefen insofern ergebnisslos, als bei allen 3 Lösungen nach 60 Minuten Staph. pyog. aur. nicht abgetödtet wurde.

Gleichzeitig wurde bei einem unreinen Xylenol, welches durch fraktionierte Destillation aus der 25% rohen Karbolsäure abgeschieden war und dessen konzentrierte wässrige Lösung 0,83% Xylenol enthielt, auch innerhalb 60 Minuten eine Wirkung gegen Staph. pyog. aur. nicht beobachtet.

Um nun die Xylenole in Lösung zu bringen, wurden in ähnlicher Weise wie bei den Rohkresol-Schwefelsäure-Mischungen 1 Vol. bzw. von den festen Verbindungen 1 Gewichtstheil mit $\frac{1}{2}$ Vol. konzentrierter Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur gemischt. Zu den Versuchen wurde sowohl das oben erwähnte Rohxylenol wie auch einige Reinxylenole benutzt. Von den 6 isomeren Xylenolen wurden die 3 im Handel befindlichen Präparate untersucht. Diese haben nach Angabe der Firma folgende Stellung der Methyl- und Hydroxylgruppe:

	CH ₃	CH ₃	OH
O	1	2	4
M	1	3	4
P	1	4	5

Die hier benutzten Verbindungen zeigten folgende Eigenschaften:

Ortho-Verbindung	F.	P. 66°	wässrige Lösung mit Eisenchloridlösung	Blaufärbung
Meta-	"	"	"	"
Para-	"	"	76,5°	grünlich blau.

Geprüft wurde sowohl die Rohxylenolschwefelsäuremischung, wie auch die chemisch reinen Verbindungen in 2% Lösungen, welche nach 2 und 20 Minuten bzw. 9 Tagen verdünnt waren. Auch hier sollte festgestellt werden, ob die Zeit der Verdünnung einen Einfluss auf die Desinfektionswirkung ausübt.

Tabelle XXXIV.
Rohxylenolschwefelsäuremischung.

Lösung 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Mischung nach 2 Minuten verdünnt	33,70	22,19	1—1 $\frac{1}{2}$ 1—1 $\frac{1}{2}$ 1—1 $\frac{1}{2}$	1—1 $\frac{1}{2}$
Mischung nach 20 Minuten verdünnt	25,30	30,25	2 $\frac{1}{2}$ —3 2—2 $\frac{1}{2}$ 2 $\frac{1}{2}$ —3	2 $\frac{1}{2}$ —3
Mischung nach 9 Tagen verdünnt	18,05	37,82	3 $\frac{1}{2}$ —4 3—3 $\frac{1}{2}$ 3—3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ —4

Von dieser Mischung wurden 30 ccm bereitet. Die Temperatur stieg beim Mischen auf 52°. Die wässrigen Lösungen des Gemisches wurden durch einige harzartige Tröpfchen getrübt. Dieselben wurden durch Filtriren entfernt.

Zur Darstellung der o- und p-Xylenol-Schwefelsäuremischung wurden die entsprechenden Xylenole vor dem Mischen geschmolzen. Infolgedessen war die Temperatur der o- und p-Xylenolschwefelsäuremischung eine höhere wie bei der aus m-Xylenol bereiteten Mischung.

Tabelle XXXV. Ortho-Xylenolschwefelsäuremischung.

Lösung 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Mischung nach 2 Minuten verdünnt	25,45	30,99	4—4½ 5—5½ 4—4½	4½—5
Mischung nach 20 Minuten verdünnt	20,19	36,93	5—5½ 5—5½ 4—4½	5—5½
Mischung nach 9 Tagen ver- dünnt	4,41	52,58	7—8 5½—6 7—8	7—7½

Tabelle XXXVI. Meta-Xylenolschwefelsäuremischung.

Lösung 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Mischung nach 2 Minuten verdünnt	40,07	16,32	2—2½ 2½—3 2½—3	2½—3
Mischung nach 20 Minuten verdünnt	38,74	17,26	3½—4 3½—4 3½—4	3½—4
Mischung nach 9 Tagen ver- dünnt	16,23	40,92	3½—4 4—4½ 4—4½	4—4½

Tabelle XXXVII. Para-Xylenolschwefelsäuremischung.

Lösung 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Mischung nach 2 Minuten verdünnt	16,57	40,10	5½—6 6—6½ 5—5½	5½—6
Mischung nach 20 Minuten verdünnt	14,63	41,94	6—6½ 6½—7 5—5½	6—6½
Mischung nach 9 Tagen ver- verdünnt	9,75	47,05	9—10 7—7½ 6½—7	8—8½

Die Tabellen zeigen, dass die Rohxylenolschwefelsäuremischung den reinen Verbindungen gegenüber eine höhere Desinfektionskraft besitzt. Von den isomeren Verbindungen ist die in der Metastellung befindliche die wirksamste, dann folgt die Ortho- und zum Schluss die Para-Verbindung. Auch hier treten wiederum bei allen 4 Lösungen die Unterschiede in der Wirksamkeit hervor, je nach welcher Zeit die Lösungen mit Wasser verdünnt sind. Da, wie aus obigen Versuchen hervorgeht, dem Rohxylenol eine wesentlich höhere Desinfektionskraft zukommt als den Reinxylenolen, so war anzunehmen, dass hier in gleicher Weise wie bei den Kresolen eine Mischung der Isomeren stärker wirke als die Einzelverbindung für sich. Es wurden deshalb die 3 Isomeren zu gleichen Theilen miteinander gemischt und 1 Vol. der Mischung mit $\frac{1}{2}$ Vol. concentrirter Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur zusammengebracht.

Tabelle XXXVIII.
Ortho-, Meta-, Para-Xylenolschwefelsäuremischung.

Lösung 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Mischung nach 2 Minuten verdünnt	40,40	15,93	$2\frac{1}{2}$ —3 2— $2\frac{1}{2}$ $2\frac{1}{2}$ —3	$2\frac{1}{2}$ —3
Mischung nach 20 Minuten verdünnt	33,80	22,92	$3\frac{1}{2}$ —4 3— $3\frac{1}{2}$ $3\frac{1}{2}$ —4	$3\frac{1}{2}$ —4
Mischung nach 9 Tagen verdünnt	18,20	38,42	$5\frac{1}{2}$ —6 $4\frac{1}{2}$ —5 $5\frac{1}{2}$ —6	$5\frac{1}{2}$ —6

Aus der Tabelle geht hervor, dass obige Mischung der 3 isomeren Xylenole die Rohxylenol-Schwefelsäuremischung an Wirksamkeit nicht erreicht. Die Zeit der Verdünnung zeigt auch hier wieder ihren Einfluss.

Wählen wir von den mit den fünf verschiedenen Xylenolen bereiteten Schwefelsäuremischungen diejenigen aus, welche ungefähr den gleichen Gehalt an freier Schwefelsäure besitzen, so finden wir auch hier, wie aus nachstehender Tabelle XXXIX hervorgeht, dass dem Rohxylenol-Schwefelsäuregemisch die höchste Desinfektionskraft zukommt.

Tabelle XXXIX.

2% Lösung	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten
Roh-Xylenolschwefelsäuremischung nach 9 Tagen verdünnt .	18,05	$3\frac{1}{2}$ —4
Ortho-Xylenolschwefelsäuremischung nach 20 Min. verdünnt	20,19	5— $5\frac{1}{2}$
Meta-Xylenolschwefelsäuremischung nach 9 Tagen verdünnt .	16,23	4— $4\frac{1}{2}$
Para-Xylenolschwefelsäuremischung nach 2 Min. verdünnt .	16,57	$5\frac{1}{2}$ —6
O-, M-, P.-Xylenolschwefelsäuremischung nach 9 Tagen verdünnt	18,20	$5\frac{1}{2}$ —6

Desinfektionsversuche mit einer Mischung aus 1 Vol. krystallisirter Karbolsäure und $\frac{1}{2}$ Vol. konzentrirter Schwefelsäure zeigten die nachstehenden Ergebnisse. Die Karbolsäure wurde bei etwa 42° geschmolzen und rasch mit Schwefelsäure gemischt. Die Temperatur stieg hierbei auf 72° . Von der so bereiteten Mischung wurden wiederum nach 2 und 20 Minuten und nach 9 Tagen 2% Lösungen hergestellt.

Tabelle XXXX Phenolschwefelsäuremischung.

Lösung 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Mischung nach 2 Minuten verdünnt	21,82	37,39	4— $4\frac{1}{2}$ $4\frac{1}{2}$ —5 $3\frac{1}{2}$ —4	4— $4\frac{1}{2}$
Mischung nach 20 Minuten verdünnt	13,37	46,64	$5\frac{1}{2}$ —6 $5\frac{1}{2}$ —6 5— $5\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$ —6
Mischung nach 9 Tagen verdünnt	9,90	45,76	7—8 7—8 7—8	7—8

Auch die Phenolschwefelsäuremischung kommt somit dem Kresolschwefelsäuregemisch nicht an Desinfektionswerth gleich.

Zum Vergleich wurde auch mit der im Handel unter dem Namen Aseptol oder Sozolsäure befindlichen Ortho-Phenolschwefelsäure Desinfektionsversuche ausgeführt. Dieses Präparat wurde von Hüppe¹⁾ eingehend auf seinen Desinfektionswerth geprüft. Trotzdem hierbei festgestellt wurde, dass demselben eine erhebliche Desinfektionswirkung zukommt, hat es jedoch anscheinend weitergehende Anwendung und Verbreitung nicht gefunden. Das Aseptol soll nach Angabe der Litteratur eine $33\frac{1}{3}\%$ Lösung der Ortho-Phenolsulfosäure darstellen und ein spez. Gewicht von 1,155 besitzen. Das hier untersuchte Präparat zeigte bei 15° ein spez. Gewicht von 1,1568; es war schwach gelblich gefärbt und gab weder mit Bariumchlorid noch mit Schwefelsäure eine Reaktion. Es waren demnach weder freie Schwefelsäure noch Barytsalze darin enthalten. In ihm wurde im Mittel 41,61% Phenolsulfosäure ermittelt.

Tabelle XII.

Lösung Aseptol	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
2 Gew. % reine Phenolsulfosäure enthaltend	10—15 15—20 10—15	12—17

Wie aus diesem Versuch hervorgeht, ist die Wirkung der Phenolsulfosäure etwas schwächer wie die der Kresolsulfosäure, die in 2 gewichtsproz. Lösung Staph. pyog. aur. in 10—15 Minuten abtödtet.

¹⁾ Hüppe, Aseptol, Berliner klin. Wochenschrift, 1888. Nr. 37.

Um zu prüfen, ob durch 3 Methylgruppen die Desinfektionskraft der Phenole noch mehr gesteigert wird, wurde noch ein Phenol mit 3 Methylgruppen zur Untersuchung herangezogen. Von Phenolen mit 3 Methylgruppen sind 5 isomere Verbindungen bekannt nämlich: das Hemelithenol, Cumenol (Pseudo-Cumenol), (α) Cumenol, Xylocumenol und das Mesityl. Da von diesen das Pseudo-Cumenol durch den Handel zu beziehen ist, so wurde dieses Präparat zu den vergleichenden Untersuchungen benutzt. Leider liess sich aber dies nicht in der gewünschten Masse durchführen, da das Präparat, ein rothbraunes Pulver vom Schmelzpunkt $70-71^{\circ}$, nicht in Wasser löslich war. Nur durch Zusatz grösserer Mengen von Schwefelsäure wie zu den übrigen Versuchen verwandt, war eine Lösung möglich. Versuche, dasselbe in der gleichen Weise wie das Kresol durch Vermischen mit dem halben Volumen konzentrierter Schwefelsäure zur Lösung zu bringen, verliefen ergebnisslos. Das Schwefelsäure-Cumenolgemisch erwies sich auch nach 9 tägigem Stehen und selbst nach kürzerem Erwärmen auf dem Wasserbade als in Wasser unlöslich. Bei Zusatz grösserer Mengen Schwefelsäure dagegen schien die Löslichkeit eine bessere zu sein. Es wurden deshalb 10 g Cumenol geschmolzen und auf dem Wasserbade mit 10 ccm reiner Schwefelsäure 5 Minuten lang erwärmt. Das Gemisch hatte eine Temperatur von etwa 80° .

Von diesem Gemisch wurden sowohl nach 2 Minuten, wie nach 20 Minuten und 9 Tagen 2% Lösungen hergestellt. Durch einige Minuten langes Erwärmen konnte eine einigermaßen klare Lösung erzielt werden. Von dem geringen, ungelösten Rückstand wurde die Lösung durch Filtriren befreit. Wenn auch diese Lösungen in anderer Weise und im anderen Verhältniss wie die entsprechenden Kresol- und Xylenol-schwefelsäure-Mischungen bereitet waren und so ein Vergleich des Desinfektionswerthes nicht gut möglich war, so mögen doch nachstehend die Ergebnisse der bakteriologischen Prüfung angegeben werden. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass auch dem Cumenol, also eine Verbindung mit 9 Atomen Kohlenstoff im Molekül, hohe desinfizierende Eigenschaften zukommen. Bei einem Vergleich mit dem Kresol und Xylenol ist aber immer zu berücksichtigen, dass hier auf 2 Volumen Cumenol-Schwefelsäuremischung nur 1 Theil Cumenol kommt, während bei der Kresol- und Xylenolschwefelsäure-Mischung auf 2 Volumen fast 1,4 Theile Kresol bzw. Xylenol entfallen. Das Ergebniss der bakteriologischen Prüfung war folgendes:

Tabelle XLII. Cumenolschwefelsäuremischung.

Lösung 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Mischung nach 2 Minuten verdünnt	65,84	$2\frac{1}{2}-3$ $3-3\frac{1}{2}$ $2\frac{1}{2}-3$	$3-3\frac{1}{2}$
Mischung nach 20 Minuten verdünnt	64,10	$3\frac{1}{2}-4$ $3\frac{1}{2}-4$ $3\frac{1}{2}-4$	$3\frac{1}{2}-4$
Mischung nach 9 Tagen verdünnt .	61,26	$4-4\frac{1}{2}$ $4\frac{1}{2}-5$ $4-4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}-5$

Aus den vorstehenden Versuchen geht also hervor, dass die mit Reinkresolen, Xylenolen und Phenol bereiteten Schwefelsäuremischungen einen niedrigeren Desinfektionswerth hatten als die mit dem Rohkresol hergestellten, in welchem eine ganze Reihe verschiedener Phenole enthalten waren. In nachstehender Tabelle mögen nochmals die 2% Lösungen 2 Minuten nach der Mischung verdünnt mit einander verglichen werden.

Tabelle XLIII.

Lösungen 2%	Freie Schwefelsäure g in 100 ccm	Gebundene Schwefelsäure g in 100 ccm	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten	Mittelwerth Minuten
Kresolschwefelsäuremischung	46,25	9,80	1—1½ 1—1½ 1—1½	1—1½
Phenolschwefelsäuremischung	21,82	37,39	4—4½ 4½—5 3½—4	4—4½
Ortho-Kresolschwefelsäure- mischung	31,92	25,16	2½—3 3—3½ 2—2½	2½—3
Meta-Kresolschwefelsäure- mischung	31,14	26,85	3½—4 3½—4 3½—4	3½—4
Para-Kresolschwefelsäure- mischung	45,98	10,89	1½—2 2—2½ 2—2½	2—2½
Ortho-Xylenolschwefelsäure- mischung	25,45	30,99	4—4½ 5—5½ 4—4½	4½—5
Meta-Xylenolschwefelsäure- mischung	40,07	16,32	2—2½ 2½—3 2½—3	2½—3
Para-Xylenolschwefelsäure- mischung	16,57	40,15	5½—6 5—5½ 6—6½	5½—6

Andererseits geht aber auch aus allen vorstehenden Versuchen hervor, dass nicht allein die Natur des Phenols sondern auch der Gehalt an freier Schwefelsäure einen ganz erheblichen Einfluss auf die Desinfektionswirkung ausübt. Aber auch unter Berücksichtigung dieses Umstandes kommt trotzdem der Schwefelsäuremischung aus Rohkresol eine höhere Desinfektionskraft zu, als den aus den anderen Phenolen bereiteten Schwefelsäuremischungen, wie aus nachstehender Zusammenstellung, in welcher die Schwefelsäuremischungen der einzelnen Phenole mit Kresolschwefelsäuremischungen von annähernd dem gleichen Gehalt an freier Schwefelsäure verglichen sind, hervorgeht.

Tabelle XLIV.

2% Lösung der Schwefelsäuremischung mit	Gehalt an freier Schwefelsäure 100 ccm enthalten g	Staph. pyog. aur. wird abgetödtet nach Minuten	2% Lösung der Schwefelsäuremischung mit	Gehalt an freier Schwefelsäure 100 ccm enthalten g	Staph. pyog. aur. wird abgetödtet nach Minuten
Rohkresol: nach 120 Stunden verdünnt	21,72	2½—3	Phenol (Karbolsäur.): nach 2 Min. verd.	21,82	4—4½
Rohkresol: nach 24 Stunden verdünnt	26,82	2—2½	o.-Kresol: nach 20 Minuten verdünnt	25,46	4—4½
Rohkresol: nach 24 Stunden verdünnt	26,82	2—2½	m.-Kresol: nach 20 Minuten verdünnt	26,14	4½—5
Rohkresol: nach 2 Minuten verdünnt	46,25	1—1½	p.-Kresol: nach 2 Minuten verdünnt	45,98	2—2½
Rohkresol: nach 24 Stunden verdünnt	26,82	2—2½	Rohxylenol: nach 20 Minuten verdünnt	25,30	2½—3
Rohkresol: nach 24 Stunden verdünnt	26,82	2—2½	o.-Xylenol: nach 2 Minuten verdünnt	25,45	4½—5
Rohkresol: nach 10 Tagen verdünnt .	16,84	2—3	m.-Xylenol: nach 9 Tagen verdünnt .	16,23	4—4½
Rohkresol: nach 10 Tagen verdünnt .	16,84	2—3	p.-Xylenol: nach 2 Minuten verdünnt	16,57	5½—6
Rohkresol: nach 10 Tagen verdünnt .	16,84	2—3	o., m., p.-Xylenol: nach 9 Tagen verd.	18,20	5½—6

Durch die vorstehenden Versuche wurde auch hier wiederum die in der Arbeit von Rotter¹⁾ niedergelegte Ansicht bestätigt, das ein Gemisch verschiedener Desinfektionsmittel, wie es in dem Rohkresol-Schwefelsäuregemisch vorliegt, eine höhere Desinfektionskraft besitzt, als jedes einzelne für sich.

Praktische Desinfektionsversuche an Eisenbahn-Viehtransportwagen.

War somit durch die Untersuchungen theoretisch auch der hohe Werth der Kresolschwefelsäuremischungen als Desinfektionsmittel erwiesen, so musste doch durch praktische Versuche noch nachgeprüft werden, ob dieselben auch für den vorliegenden Zweck d. h. zur Desinfektion von Eisenbahn-Viehtransportwagen praktisch verwendbar waren, da ja immerhin die Möglichkeit vorlag, dass die in dem Präparat enthaltene freie Schwefelsäure und Kresolschwefelsäure zu sehr auf den Anstrich und die Eisentheile der zu desinfizirenden Wagen schädigend einwirkte.

Die praktischen Versuche wurden im Einverständniss und unter Zusiehung von Sachverständigen der beteiligten Verwaltungen an sechs Eisenbahn-Viehtransportwagen während eines Vierteljahrs vorgenommen.

Durch die Versuche sollte in erster Linie ermittelt werden, ob durch die Kresolschwefelsäuremischung eine Beschädigung des Farbenanstriches und der Eisentheile der Wagen stattfindet. Ferner sollte festgestellt werden, wie lange der Kresolgeruch in den mit Kresolschwefelsäuremischung desinfizierten Wagen haften blieb.

¹⁾ Rotter, Zur Antiseptik. Centralblatt für Chirurgie 1888 Nr. 40 S. 731.

Unter diesen Wagen waren 2 Etagenwagen, welche zu dem vorliegenden Zweck neugestrichen waren, und 4 gedeckte Güterwagen, welche sich etwa seit $\frac{1}{4}$ Jahre im Betrieb befanden.

Die beiden Etagenwagen wurden mit 3% Kresolschwefelsäuremischung, einer der gedeckten Güterwagen wurde zur Hälfte mit diesem Desinfektionsmittel, zur anderen Hälfte mit 5% Rohkresollösung, die beiden übrigen gedeckten Güterwagen nur mit 5% Rohkresollösung behandelt. Die Desinfektion der genannten Wagen erfolgte nach stattgehabtem Gebrauch zum Viehtransport während $\frac{1}{4}$ Jahres hindurch wöchentlich einmal.

Die benutzte Kresolschwefelsäuremischung wurde aus Kresol und Schwefelsäure, deren chemische Untersuchung auf Seite 632 angegeben ist, hergestellt.

Die Vornahme der Reinigung und Desinfektion erfolgte in der üblichen Weise: die Wagen wurden zuerst mit warmem Wasser unter Druck mittelst eines Schlauches und darauf durch Scheuern mit einem Besen gereinigt. Dann erfolgte das Auftragen der 3% Kresolschwefelsäuremischung bzw. der 5% Rohkresollösung auf die Wandflächen mit einem langen, weichen Pinsel.

Gleichzeitig wurde an demselben Tage die bakteriologische Prüfung der beiden Desinfektionsmittel im Laboratorium gegen Rotz- und Schweinepestbazillen und Staph. pyog. aur. vorgenommen. Wie bei der Besprechung über die Desinfektionswirkung schon erwähnt, wurden die 3 oben genannten, vegetativen Formen als die widerstandsfähigsten von den hauptsächlich in Betracht kommenden Bakterienarten gewählt.

Da es mit den bisher bekannten Desinfektionsmitteln nicht gelungen ist, Dauerformen — Milzbrandsporen — in so kurzer Zeit abzutöten, wurde in diesem Falle auch von einer Prüfung der Kresolschwefelsäuremischung gegenüber den Milzbrandsporen als aussichtslos abgesehen, nachdem eine Untersuchung gelehrt hatte, dass die 2 Minuten nach der Herstellung verdünnte $2\frac{1}{2}$ % Kresolschwefelsäuremischung fünf Tage zum Abtöten dieser Keime gebraucht.

Bei den bakteriologischen Untersuchungen des zu den Versuchen benutzten Rohkresols wurden folgende Ergebnisse erzielt, wobei noch bemerkt sein möge, dass von der bakteriologischen Prüfung der 5% Kresollösung, wie sie zum Desinfizieren der Wagen benutzt wurde, abgesehen werden musste, da das Kresol, wie bereits mehrfach erwähnt, nur zu 2% in Wasser löslich war. Bei dieser sogenannten 5% Lösung, welche zur Desinfektion von Eisenbahn-Viehtransportwagen nach der alten Vorschrift angewandt wurde, lag keine wirkliche Lösung, sondern nur eine Suspension vor.

Tabelle XLV.

Lösung $1\frac{1}{2}$ % Kresol hergestellt nach Tagen	Rotzbazillen Abtötung nach Minuten	Schweinepest- bazillen Abtötung nach Minuten	Staph. pyog. aur. Abtötung nach Minuten
10	5—10	5—10	15—20
17	5—10	5—10	20—25
23	5—10	5—10	20—25
30	5—10	5—10	20—25
40	5—10	5—10	20—25
49	5—10	5—10	15—20
57	5—10	5—10	20—25
65	5—10	5—10	20—25
69	5—10	5—10	20—25
70	5—10	5—10	20—25
77	5—10	5—10	20—25
117	5—10	5—10	20—25

Tabelle XLVI.

Lösung 2% Kresol hergestellt nach Tagen	Rotzbazillen Abtötung nach Minuten	Schweinepest- bazillen Abtötung nach Minuten	Staph. pyog. aur. Abtötung nach Minuten
10	5—10	5—10	15—20
17	5—10	4—5	15—20
23	4—5	5—10	15—20
30	5—10	4—5	15—20
40	5—10	5—10	15—20
49	4—5	5—10	15—20
57	5—10	5—10	15—20
65	5—10	4—5	15—20
69	5—10	4—5	15—20
70	5—10	5—10	15—20
77	5—10	4—5	15—20
117	5—10	5—10	15—20

Bei den nachstehenden Versuchen mit Kresolschwefelsäuremischung wurde von der Prüfung einer 3% Lösung abgesehen. Es konnte durch die vorhergehende bakteriologische Prüfung bereits nachgewiesen werden, dass eine 2—2½% Lösung zur Vornahme von vergleichenden Untersuchungen eine genügend starke Desinfektionskraft entwickelte, während bei Anwendung einer 3% Lösung die Zeit zwischen der Einwirkung des Mittels und der Abtötung der Testobjekte zu sehr abgekürzt wurde. Zur Desinfektion der Eisenbahn-Viehtransportwagen dagegen wurde eine 3% Kresolschwefelsäuremischung benutzt, da für die praktische Verwendung eines Desinfektionsmittels zu berücksichtigen ist, dass die experimentell befundenen Zahlen, welche die untere Grenze der desinfizierenden Wirkung angeben, sich auf solche Verhältnisse beziehen, in welchen das Desinfektionsmittel unverkürzt zur Geltung kommt, d. h. direkt auf die abzutötenden Bakterien einwirken kann. Eine stärkere Konzentration des Desinfektionsmittels wird aber dann erforderlich sein, wenn Koth und andere Ausscheidungen desinfiziert werden sollen, da hierin Schwefelwasserstoff, Ammoniak und andere Stoffe enthalten sind, welche die Wirkung der Kresolschwefelsäuremischung beeinträchtigen können.

Tabelle XLVII.

1½% Lösung von Kresolschwefelsäure- mischung hergestellt nach Tagen	Gehalt an freier Schwefelsäure g in 100 ccm	Rotzbazillen Abtötung nach Minuten	Schweinepest- bazillen Abtötung nach Minuten	Staph. pyog. aur. Abtötung nach Minuten
10	16,84	1—2	3—4	4—5
17	14,94	2—3	3—4	5—10
24	14,39	4—5	2—3	5—10
31	13,92	sofort	3—4	5—10
38	13,42	1	2—3	5—10
45	13,02	1—2	4—5	5—10
52	12,49	sofort	4—5	5—10
69	12,16	2—3	3—4	5—10
76	11,82	1—2	2—3	5—10
83	11,71	1—2	3—4	5—10
90	11,51	2—3	2—3	5—10
97	11,33	2—3	2—3	5—10

Tabelle XLVIII.

2 $\frac{1}{2}$ % Lösung von Kresolschwefelsäure- mischung hergestellt nach Tagen	Gehalt an freier Schwefelsäure g in 100 ccm	Rotzbazillen Abtödtung nach Minuten	Schweinepest- bazillen Abtödtung nach Minuten	Staph. pyog. aur. Abtödtung nach Minuten
10	16,84	$\frac{1}{2}$ —1	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
17	14,94	$\frac{1}{2}$ —1	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
24	14,39	sofort	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
31	13,92	$\frac{1}{2}$ —1	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
38	13,42	sofort	sofort	2—3
45	13,02	sofort	$\frac{1}{2}$ —1	2—3
52	12,49	1—1 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ —1	2—3
69	12,16	$\frac{1}{2}$ —1	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
76	11,82	$\frac{1}{2}$ —1	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
83	11,71	1—1 $\frac{1}{2}$	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
90	11,51	$\frac{1}{2}$ —1	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3
97	11,33	$\frac{1}{2}$ —1	1—1 $\frac{1}{2}$	2—3

Man ersieht also aus den Tabellen XLVII und XLVIII, dass die bakterientödtende Wirkung der zu den Versuchen benutzten Kresolschwefelsäuremischung, welche 10 Tage nach ihrer Herstellung verdünnt war, innerhalb einiger Monate fast gar keine Schwankung aufwies. Vergleichen wir die Resultate der vorstehenden Tabellen XLVII und XLVIII und die der Tabellen XVII bis XIX so ist aus dem Vergleich ersichtlich, dass die bakterizide Wirkung der Kresolschwefelsäuremischung während der ersten Tage nach der Verdünnung einen steten Rückgang zeigt, während sie vom 10. Tage ab sich in dem Zeitraum eines Vierteljahrs kaum in ihrer Wirkung verändert.

Um festzustellen, ob eine nur einigermaßen ins Gewicht fallende Schädigung der mit dieser Lösung desinfizierten Eisenbahn-Viehtransportwagen stattgefunden hatte, fand nach Beendigung der praktischen Desinfektionsversuche eine Feststellung des Versuchsergebnisses durch eine Kommission statt. Die einzelnen Versuchswagen wurden eingehend besichtigt, das Ergebniss der vergleichenden Versuche ist kurz zusammengefasst Folgendes:

Die zur Beobachtung gelangten Nachtheile der Kresolschwefelsäuremischung gegenüber dem Rohkresol bestehen nach übereinstimmender Ansicht der Kommission im Wesentlichen in folgenden Punkten:

1. Das Desinfektionsmittel greift den Oelfarbenanstrich, namentlich den hellen Anstrich an der Decke etwas an, so dass entweder Flecke entstehen oder die Farbe gelockert wird und beim Auswaschen der Wagen abgerieben werden kann. Doch spielt hierbei die Zusammensetzung der Farbe eine nicht unwesentliche Rolle.

2. Die Rostbildung wird auf denjenigen Eisentheilen, auf welche die Kresolschwefelsäurelösung längere Zeit einwirken kann, begünstigt. Hauptsächlich kommen hierbei die Hakenschrauben des Fussbodens in Betracht.

Gegenüber diesen kleinen Nachtheilen sind die Vortheile der Kresolschwefelsäuremischung um so unverkennbarer:

1. Die Kresolschwefelsäuremischung löst sich zu 3% ohne jeden Rückstand in Wasser, weshalb ihre Desinfektionskraft vollständig ausgenutzt werden kann, während Rohkresol sich in der bisher gebräuchlichen 5% Mischung nur höchst unvollkommen löst.

2. Es berechnet sich die Herstellung von 100 kg Kresolschwefelsäuremischung zu ungefähr 22,85 Mk., während 100 kg Rohkresol zur Zeit 34,00 Mk. kosten.

3. Der durch die Desinfektion mit einer verdünnten Kresolschwefelsäuremischung verursachte Geruch ist unmittelbar nach vollendeter Desinfektion nur gering und nicht unangenehm, am nächsten Tage aber so gut wie verschwunden, so dass Vieh und andere Güter ohne Schädigung verladen werden können, während mit Rohkresol desinfizierte Wagen noch 8 Tage nach der Desinfektion leichten Kresolgeruch erkennen lassen.

4. Die bakterientödtende Kraft der Kresolschwefelsäuremischung ist eine bei Weitem höhere als die des Rohkresols.

Hinsichtlich der Einwirkung der 3% Kresolschwefelsäuremischung auf Kleider und Hände wurden seitens der Arbeiter Klagen nicht laut, doch konnte festgestellt werden, dass die Lösung auf zarte Haut und insbesondere auf Schleimhäute eine leicht ätzende Wirkung ausübt, jedoch ohne nachtheilige Folgen. Dagegen wurde bei Verwendung der 5% Rohkresollösung nicht allein ein starkes Brennen auf der Haut, sondern auch eine stärkere Verätzung der Schleimhäute durch ungelöste Theile des Desinfektionsmittels bei den die Desinfektion ausführenden Arbeitern bemerkt. Eine Schädigung des in den Wagen, welche mit Kresolschwefelsäuremischung desinfiziert waren, verladenen Viehes ist nicht bekannt geworden.

Nach Feststellung aller dieser Punkte wird der Behandlung der Wagen mit Kresolschwefelsäuremischung trotz der ihr anhaftenden Mängel der Vorzug gegenüber dem bisherigen Verfahren gegeben.

Ausser diesen Versuchen wurden auch noch von Seiten der Eisenbahn-Hauptwerkstätte in Tempelhof Untersuchungen vorgenommen, um die Einwirkung der Kresolschwefelsäuremischung auf den inneren Anstrich der bedeckten Güterwagen festzustellen. Zu diesem Zweck wurden folgende Probestücke hergerichtet:

1. Bretter mit gut erhaltenem alten Anstrich und zwar je mit heller Deckenfarbe, mit hellgrauer Seitenwandfarbe und mit dunkelgrauer Seitenwandfarbe.

2. Bretter mit altem Anstrich, der zweimal mit neuer Oelfarbe nachgestrichen ist und zwar je mit Deckenfarbe und mit Seitenwandfarbe.

3. Bretter mit vollständig neuem Oelanstrich nach den besonderen Bedingungen für die Ausführung und Lieferung der Güterwagen und zwar je mit Deckenfarbe und mit Seitenwandfarbe.

Die Probestücke wurden in je drei Theile getheilt und dann an jedem Versuchstage die ersten nur mit warmem Wasser und Bürste abgewaschen, die zweiten ebenso abgewaschen und in halbtrockenem Zustande mit 5% wässriger Rohkresollösung bestrichen, die dritten auch abgewaschen und dann in halbtrockenem Zustande mit 3% wässriger Kresolschwefelsäuremischung bestrichen. Die Bretter blieben nach dem Bestreichen mit den Desinfektionsmitteln in wagerechter Lage bis zum Eintrocknen liegen und wurden erst dann weggestellt.

Die Versuche wurden alle 8 Tage wiederholt und zwar wurden die Bretter mit altem Anstrich 10 mal, die anderen Bretter 9 mal mit Desinfektionsflüssigkeit behandelt.

Hierbei konnte folgendes Ergebniss festgestellt werden:

Durch das Auftragen von Rohkresol wird die Farbenhaut weich, so dass sie mit dem Fingernagel losgekratzt werden kann und schrumpft stellenweise etwas zusammen.

Beim Eintrocknen der Flüssigkeit stellte sich jedoch die ursprüngliche Härte der Farbenhaut wieder her. Der Farbenton nimmt eine bei jedem Versuch dunkler werdende, bräunliche Färbung an, entsprechend einem leichten Ueberzug von der Farbe des Rohkresols.

Diese Färbung lässt sich nicht wieder wegwaschen. Die Farbenhaut selbst hat sich während der Versuchszeit nicht merklich abgenutzt.

Die 3% Kresolschwefelsäuremischung dagegen weicht die Farbenhaut nicht auf, macht die Farbe aber stumpf und bildet nach dem Eintrocknen rothbraune, wolkige Flecken, die sich mit warmem Wasser und der Bürste zum grössten Theil wieder wegwaschen lassen.

Das Stumpfwerden der Farbe und die Fleckenbildung scheint darauf zu beruhen, dass die Farbenhaut durch die Kresolschwefelsäuremischung angegriffen wird. Eine merkliche Abnutzung konnte jedoch in der Versuchszeit nicht festgestellt werden.

Auch durch diese Versuche wurde bewiesen, dass die Einwirkung der Kresolschwefelsäuremischung auf den Farbenanstrich in den bedeckten Güterwagen nicht wesentlich stärker ist, als die des Rohkresols und es dürfte daher die Einwirkung auf den Farbenanstrich der Verwendung der Kresolschwefelsäuremischung als Desinfektionsmittel nicht entgegenstehen.

Bei den praktischen Versuchen hatte es sich herausgestellt, dass die gründliche Desinfektion der Wagen sehr viel Zeit in Anspruch nimmt und die bisher geübte Methode, die Desinfektionsflüssigkeit mit einem langhaarigen, weichen Pinsel aufzutragen, folgende Missstände herbeiführt. Es kam des Oefteren vor, dass die Ecken der Wagen, der Raum hinter einer vorspringenden Leiste garnicht von der Desinfektionsflüssigkeit berührt wurde. Ferner zeigte sich beim Anpinseln der Decke der Uebelstand, dass Tropfen der Desinfektionsflüssigkeit dem die Desinfektion ausführenden Arbeiter auf die Hände und in die Augen fielen. Ausserdem tropft durch das häufige Eintauchen des Pinsels in die Desinfektionsflüssigkeit ein grosser Theil derselben auf den Fussboden.

Um diesen Uebelständen zu begegnen wurden deshalb Versuche mit dem unter Patentschutz (D. R. P. 124676) stehenden Lübbecke'schen Desinfektionsapparat, dessen Beschreibung hier Platz finden möge, angestellt.

Der Apparat besteht aus einem grösseren, zweckmässig fahrbaren Behälter A (s. Abbildung 1), welcher bis auf einen am Boden befindlichen, verschliessbaren Einlass B und Auslass L, einen in der Decke befindlichen Auslass C und eine gleichfalls verschliessbare Einflussöffnung D geschlossen ist. Der Behälter ist cylinderförmig und enthält einen Kolben E, für welchen eine mittlere, feste Führungsstange F im Behälter A angeordnet ist. Der Auslass C ist mit einem Schlauch G versehen, welcher in ein Stahlmundstück endigt. Am Einlass B sitzt ein Anschlussstück H, welches

durch einen stärkeren Schlauch K an eine Wasser- oder Dampfleitung angeschlossen werden kann. Auf der Oeffnung D sitzt ein Fülltrichter J, welcher gleichzeitig als Maassgefäss so eingerichtet ist, dass die an ihm angebrachten Theilstriche neben dem Maass der Desinfektionsflüssigkeit auch den entsprechenden Prozentgehalt der herzu-

stellenden Lösung angeben. Der Apparat wird in der Weise zum Gebrauch fertig gemacht, dass der Zylinder durch den Fülltrichter J mit der Desinfektionsflüssigkeit unter Zusatz der nöthigen Wassermenge gefüllt wird. Die Lösung kann im Apparate selbst vorgenommen werden, da eine solche dadurch vollständig gewährleistet wird, dass nach der Füllung des Apparates ein diesem beigegebener Pinsel in der Flüssigkeit auf- und abbewegt wird.

Wird dann die Druckwasserleitung K H B geöffnet, so drängt das Druckwasser den Kolben allmählich hoch und treibt die Lösung strahlen- bzw. staubförmig aus dem geöffneten Mundstück des Schlauches G heraus. Der erzeugte Sprühregen ist fein genug, um die Desinfektionsflüssigkeit leicht und sicher bei nicht gleichmässig ebenen Oberflächen in die tiefer liegenden Theile und Winkel gelangen zu lassen. Der Wasser- bzw. Dampfdruck soll nicht unter 0,75 und nicht über 4 Atmosphären betragen.

Nach dem Verbrauch der Desinfektionsflüssigkeit wird die Oeffnung B geschlossen,

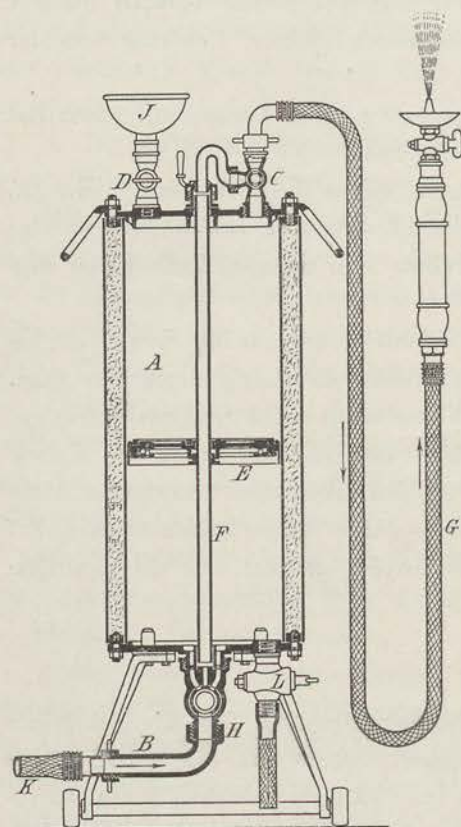


Fig. 1.

das Wasser des Behälters A durch Oeffnung L wieder abgelassen und dann der Apparat von J aus frisch gefüllt.

Die Vorzüge des Apparates gegenüber dem vorgeschriebenen Verfahren der Desinfektion durch sorgfältiges Bepinseln der Wagen mit der Desinfektionsflüssigkeit bestehen in Folgendem:

Der Apparat verbindet neben seiner leichten Transportfähigkeit und Handlichkeit den Vorzug, dass die Desinfektionsflüssigkeit in feinem Sprühregen herausgetrieben wird, welcher bei nicht ebener Oberfläche auch in die tiefer liegenden Theile und die Winkel eindringt.

Die Handhabung des Apparates ist so einfach, dass sie von einem geschickten Arbeiter in kürzester Zeit erlernt werden kann.

Während nach dem früheren Desinfektionsverfahren in der Stunde von einem Arbeiter nur 3 Wagen bedient werden konnten, ist es möglich, bei Anwendung des Apparates in derselben Zeit bis zu 30 Wagen einwandfrei zu desinfizieren.

Der Verbrauch an Desinfektionsflüssigkeit ist um das drei- bis vierfache geringer als beim alten Desinfektionsverfahren. Die Desinfektion der Viehwagen erforderte bei Anwendung des Pinsels 24 l für den Wagen, bei Anwendung des Lübbecke'schen Apparates genügten zur vollständigen Behandlung 6—8 l Desinfektionsflüssigkeit.

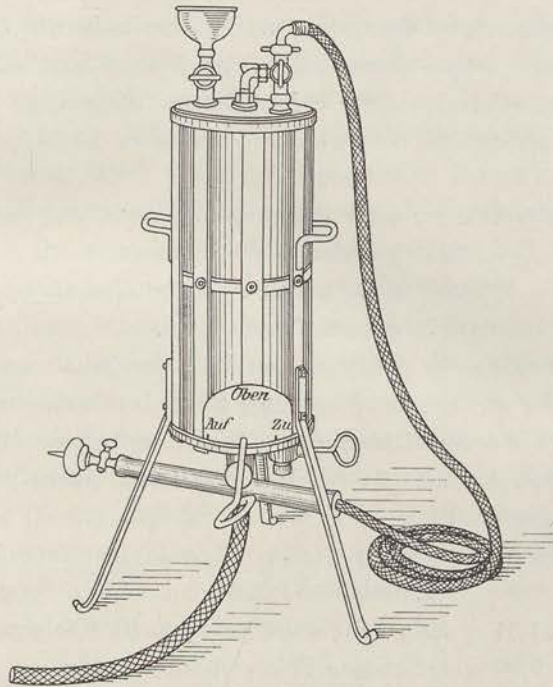


Fig. 2.

Untersuchung einiger anderer Kresolpräparate.

Nachdem die im Vorstehenden beschriebenen Präparate Kresol, Kresolseifenlösung und Kresolschwefelsäuremischung untersucht waren, wurden auch noch einige andere Desinfektionsmittel geprüft, die zu dem vorliegenden Zweck, das heisst zur Erprobung als Desinfektionsmittel für Viehtransportwagen entweder dem Gesundheitsamte zur Verfügung gestellt waren oder unter der Hand angekauft wurden. Die Untersuchung¹⁾ erstreckte sich sowohl auf die chemische Zusammensetzung wie auf die Prüfung der Desinfektionswirkung. Als Testobjekte dienten auch hier Rotz- und Schweinepestbakterien und *Staphylococcus pyogenes aureus*. Die Anordnung der Versuche war die gleiche wie bei den vorgeschriebenen Versuchen.

Sanatol.

Das unter dem Namen „Sanatol“ von der Firma H. F. W. Leonhardt in Zwickau i. S. in den Handel gebrachte Desinfektionsmittel stellt eine braunschwarze, stark nach schwefliger Säure und nach Theer riechende Flüssigkeit dar, die stark sauer reagiert und bei 15° ein spez. Gewicht von 1,2316 hat.

¹⁾ Die chemische Untersuchung der nachstehenden Desinfektionsmittel wurde zum Theil von dem früheren Hilfsarbeiter im Gesundheitsamte Herrn Dr. Fritzweiler ausgeführt.

Mit Wasser ist das Sanatol in jedem Verhältniss mischbar, mit dem Unterschiede, dass bei Zusatz des 12—15fachen Volumens Wasser kaum eine Ausscheidung stattfindet, während bei Zugabe von mehr Wasser eine grauschwarze Trübung eintritt, welche sich nach einigem Stehen zu Boden setzt und den Gefässwandungen fest anhaftet. In 100 ccm Sanatol waren enthalten 2,64 g in Wasser unlösliche theerartige Bestandtheile. Die wässrige Lösung gab mit Eisenchlorid die Phenolreaktion. Die im Sanatol vorhandenen freien Säuren sind Schwefelsäure und schweflige Säure.

Die Gesamtschwefelsäure (freie Schwefelsäure, schweflige Säure als Schwefelsäure bestimmt und gebundene Schwefelsäure) wurde zu 34,83 g in 100 ccm Sanatol ermittelt.

Die Gesamtschwefelsäure setzt sich zusammen aus:

18,04 g freier Schwefelsäure,
16,68 g gebundener Schwefelsäure,
0,075 g schwefliger Säure.

Die Zusammensetzung des Sanatols, besonders der Gehalt an freier Schwefelsäure scheint ein wechselnder zu sein, denn bei einer früher im Gesundheitsamt ausgeführten Analyse wurden andere Werthe erhalten wie bei der letzten Untersuchung. Hiervon wieder abweichende Ergebnisse wurden von G. Fendler bei einer im letzten Jahre ausgeführten Untersuchung ermittelt¹⁾.

Bei der früheren Untersuchung wurden folgende Werthe gefunden:

Spez. Gewicht 1,2285 bei 17,5°
24,81 g freie Schwefelsäure in 100 ccm
9,96 g gebundene Schwefelsäure „ 100 „
0,12 g schweflige Säure „ 100 „

Das von Fendler untersuchte Sanatol zeigte nachstehende Zusammensetzung:

Spez. Gewicht 1,234 bei 15°
16,5 g freie Schwefelsäure in 100 ccm
10,4 g gebundene Schwefelsäure „ 100 „
52,8 g Wasser „ 100 „
0,4 g Asche „ 100 „
2,2 g nicht sulfurierte Phenole und Kohlenwasserstoffe
17,7 g sulfurirte Phenole und Kohlenwasserstoffe (durch Differenz).

Die hier jetzt ausgeführte Untersuchung eines Sanatols, welches dem freien Verkehr entnommen war, ergab folgende Werthe:

18,04 g freie Schwefelsäure in 100 ccm
16,68 g gebundene Schwefelsäure „ 100 „
0,075 g schweflige Säure „ 100 „
55,79 g Wasser „ 100 „
0,042 g Asche „ 100 „
2,94 g nicht sulfurierte Phenole und Kohlenwasserstoffe.

Zu dieser Bestimmung ist Folgendes zu bemerken: Das Wasser wurde durch

¹⁾ Dr. G. Fendler, Ueber Sanatol und Phenolschwefelsäuren als Desinfektionsmittel Pharmaceutische Zeitung 1902 S. 242.

48 stündiges Trocknen im Vakuumexsikkator bestimmt. Zur Ermittlung des Gehaltes an nicht sulfurirten Phenolen und Kohlenwasserstoffen wurden 250 ccm Sanatol mehrmals mit Aether ausgeschüttelt, die ätherischen Ausschüttelungen durch Abdampfen von Aether befreit, und das Gewicht des Rückstandes nach 40 Minuten langem Trocknen im Wassertrockenschrank bestimmt. Der so erhaltene Rückstand war theerartig, tief schwarz gefärbt und in Wasser zum grössten Theil unlöslich. Wurden 5 ccm desselben mit 50 ccm einer 7,5 % Natronlauge geschüttelt, so entstand eine tiefschwarz gefärbte trübe Lösung, aus welcher sich bei längerem Stehen 3,5 ccm einer braunen unlöslichen Schicht abschieden. Hiernach bestand der Rückstand der ätherischen Ausschüttelung zum grössten Theil aus nicht phenolischen Körpern.

Aus der Analyse des Sanatols geht hervor, dass hier wahrscheinlich eine Mischung eines Rohkresols mit Schwefelsäure vorliegt, welche kurze Zeit nach ihrer Bereitung mit ungefähr dem gleichen Volumen Wasser verdünnt wurde. Das Sanatol ist demnach abgesehen von dem Wasser-Gehalt ein ähnliches Erzeugniss wie die im Vorhergehenden beschriebene Kresolschwefelsäuremischung. Das Sanatol unterscheidet sich jedoch von letzterer dadurch, dass es geringe Mengen freie schweflige Säure enthält, welche zuweilen beim Sulfuriren des Rohkresols auftreten.

Zur Ermittlung des Desinfektionswerthes wurde das Sanatol in 1 %, 1½ %, 2 %, 3 % und 5 % Lösung gegenüber Rotz- und Schweinepestbazillen und Staphylococcus pyogenes aureus geprüft. Als vergleichendes Desinfektionsmittel wurde die 3 % und 5 % Lösung von reiner flüssiger Karbolsäure herangezogen.

Die Prüfung zeigte folgendes Ergebniss:

Tabelle XLIX.

	Verhalten gegen Schweinepestbazillen	Verhalten gegen Rotzbazillen	Verhalten gegen Staph. pyog. aur.
1 % Sanatollösung . .	Wachsthum n. 10 Min.	Wachsthum n. 10 Min.	Wachsthum n. 10 Min.
1,5 % „ . .	„ „ 10 „	Abtödtung „ 2–3 „	„ „ 10 „
2 % „ . .	Abtödtung „ 5–10 „	„ „ 1–2 „	„ „ 10 „
3 % „ . .	„ „ 4–5 „	„ „ 1 „	Abtödtung „ 5–10 „
5 % „ . .	„ „ 1–2 „	„ „ ½–1 „	„ „ 4–5 „
3 % Lösung von Acid carbolic. liquef. . .	„ „ 5–10 „	„ „ 4–5 „	„ „ 20–25 „
5 % „ dto. . .	„ „ 2–3 „	„ „ 1½–2 „	„ „ 15–20 „

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, ist demnach die 3 % Sanatollösung schon der 5 % Lösung von Acid. carbol. liquef. an Desinfektionswerth mindestens gleichwerthig, während die Desinfektionswirkung der 5 % Sanatollösung jene der 5 % Karbolsäure-Lösung weit übertrifft.

Bazillol.

Das von der Firma Franz Sander in Hamburg in den Handel gebrachte Bazillol stellt eine braune, klare Flüssigkeit dar, die deutlich, aber nicht unangenehm nach Kresol riecht.

Das spez. Gewicht ist 1,055 bei 15°. In Wasser und in Alkohol löst sich das

Bazillol in jedem Verhältniss leicht und ohne Rückstand auf. Die Lösungen sind klar und gelblich bis gelbbraun gefärbt. Nur bei sehr grossen Verdünnungen tritt ein leichter Schleier auf.

Das Bazillol selbst, wie seine Lösungen reagiren in Folge des Gehaltes an Natronlauge alkalisch. In 100 g Bazillol ist soviel freies Alkali enthalten, als 2,37 g Natriumhydroxyd entspricht.

Das Bazillol stellt ein Kresolgemisch dar, welches mit Hülfe einer Seife löslich gemacht ist, die aus sulfurirtem ölsaurem Natron und freiem Natron bestehn dürfte.

Der Gehalt an wasserfreien Kresolen beträgt 46,7%.

Bei der Destillation der alkalischen Lösung des Bazillols erhält man aus 100 g 20,7 g Kresole. Nach dem Ansäuern destilliren mit Wasserdampf noch weitere 26 g Kresole.

Zurück bleibt eine stark sauer reagirende ölige Säure (sulfurirte Oelsäure), die im wasserfreien Zustande 14,3% des angewandten Bazillols ausmacht.

Die aus der alkalischen Lösung übergegangenen Kresole (20,7 g) destillirten wie folgt:

bis 100°	mit Spuren Wasser	0,2 g
von 100—183°	" " "	1,3 g
" 183—188°	. . . . .	0,4 g
" 189—198°	. . . . .	17,6 g
Rückstand (in kleinerem Kolben bis 200° vollständig übergehend)	. . . . .	1,2 g

Die aus der angesäuerten Lösung noch weiter übergegangenen Kresole (26,0 g) destillirten in nachstehender Weise:

bis 100°	mit Spuren Wasser	0,2 g
von 100—183°	" " "	2,2 g
" 183—188°	. . . . .	0,8 g
" 189—201°	. . . . .	21,2 g
Rückstand (bis 203° in kleinerem Kolben vollständig flüchtig)	. . . . .	1,6 g

Auf 100 Theile berechnet ergibt sich folgendes Verhältniss:

	I. aus der alkalischen Lösung	II. aus der angesäuerten Lösung
bis 100°	0,96%	0,77%
von 100—183°	6,28%	8,46%
" 183—188°	1,92%	3,08%
" 189—198°	85,02%	—
" 188—201°	—	81,53%
" Rückstand	5,79%	6,15%
	<u>99,97%</u>	<u>99,99%</u>

Aus den vorstehenden Zahlen geht hervor, dass zur Herstellung des Bazillols ein gutes Rohkresol verwendet worden ist.

Die Desinfektionsversuche wurden mit 2 Präparaten vorgenommen. Das eine

war direkt durch das Gesundheitsamt von der Firma Franz Sander in Hamburg bezogen, das andere dagegen war unter der Hand angekauft.

Beide Bazillolpräparate unterschieden sich im Aussehen, Farbe, Löslichkeit, Geruch und in der Desinfektionswirkung nicht von einander.

Als Testobjekte zur Prüfung der Desinfektionskraft dienten auch hier Rotz- und Schweinepestbazillen und *Staphylococcus pyogenes aureus*.

Das Ergebniss der Versuche, welche in derselben Weise wie bei den anderen Präparaten angeordnet waren, ist folgendes:

Tabelle L.

	Verhalten gegen Schweinepestbazillen	Verhalten gegen Rotzbazillen	Verhalten gegen Staph. pyog. aur.
1½% Bazillollösung .	Wachsthum n. 50 Min.	Abtödtung n. 30—40 Min.	Wachsthum n. 60 Min.
2% „ .	„ „ 30 „	„ „ 15—20 „	„ „ 40 „
5% „ .	Abtödtung „ 4—5 „	„ „ 2—3 „	Abtödtung „ 15—20 „
3% Lösung von Acid. carbol. liquef. . .	„ „ 5—10 „	„ „ 4—5 „	„ „ 20—25 „
5% „ dto. . .	„ „ 2—3 „	„ „ 1½—2 „	„ „ 15—20 „

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Desinfektionskraft der 5% Bazillollösung derjenigen der 5% Karbolsäurelösung fast gleichkommt.

Kresolin.

Das von der Firma Esser und Loersch in Cöln in den Handel gebrachte Kresolin ist eine undurchsichtige, braunschwarze Flüssigkeit von kresolartigem Geruch.

Das spec. Gewicht ist bei 15° = 1,109. Mit viel Wasser giebt das Kresolin eine schmutzig-weiße, mit wenig Wasser eine grünlich-graue Emulsion, die nach kurzer Zeit feste Antheile ausscheidet. Die wässrige Lösung reagirt stark alkalisch.

Das Kresolin ist, wie die chemische Untersuchung ergab, zusammengesetzt aus etwa 24,3% Kresolen, kresolartigen Verbindungen (Homologen der Phenols), Kohlenwasserstoffen und 75,7% Harzseife und Wasser.

Die bakteriologische Prüfung ergab Folgendes:

Tabelle LI.

	Verhalten gegen Schweinepestbazillen	Verhalten gegen Rotzbazillen	Verhalten gegen Staph. pyog. aur.
1% Kresolinlösung .	Wachsthum n. 20 Min.	Wachsthum n. 20 Min.	Wachsthum n. 20 Min.
1,5% „ .	„ „ 20 „	„ „ 20 „	„ „ 20 „
3% „ .	„ „ 20 „	Abtödtung „ 15—20 „	„ „ 20 „
5% „ .	Abtödtung „ 10—15 „	„ „ 10—15 „	Abtödtung „ 20—25 „
5% Lösung von Acid. carbol. liquef. . .	„ „ 2—3 „	„ „ 1½—2 „	„ „ 15—20 „

Man sieht also daraus, dass die Desinfektionskraft einer 5% Lösung von Kresolin nicht an die der 5% Karbolsäure heranreicht.

Ausser Kresolin wird von der gleichen Firma noch ein anderes Desinfektionsmittel, das Kresapolin, in den Handel gebracht.

Kresapolin.

Das Kresapolin ist eine durchsichtige rothbraune Flüssigkeit vom spez. Gewicht 1,033, stark alkalischer Reaktion und schwachem Kresolgeruch.

In Wasser ist das Kresapolin in jedem Verhältniss löslich. Es enthält 16,2% Kresole, die durch eine Seife in Lösung gebracht sind.

Das Mittel ist in seiner Zusammensetzung der Kresolseifenlösung des Arzneibuches ähnlich, aber nicht gleichwerthig, da es nur den dritten Theil an Kresolen enthält wie jene.

In seinem bakteriziden Verhalten zeigte sich das Kresapolin sehr wenig wirksam, denn in 1½ und 3% Lösung äusserte es Schweinepestbazillen, Rotzbazillen und Staph. pyog. aur. gegenüber nach 25 Minuten langer Einwirkung gar keine keimtödtende Kraft. Die 5% Lösung tödtete Rotz- und Schweinepestbazillen in 40—50 Minuten ab, während bei Staph. pyog. aur. noch nach 50 Minuten langer Einwirkung Wachsthum eintrat.

Schlussfolgerungen.

Vergleichen wir die Wirkung der vorstehend besprochenen Präparate in 5% Lösung mit der Desinfektionswirkung einer ungefähr einen Monat alten Kresolschwefelsäuremischung in 2½% Lösung und einer 5% Lösung von Acidum carbol. liquef., so kommen wir zu den Schluss, dass von allen diesen Präparaten die 2½% Kresolschwefelsäuremischung die höchste Desinfektionskraft entfaltet. Der 2½% Lösung der Kresolschwefelsäuremischung kommt am nächsten an baktericider Wirkung eine 5% Lösung des Sanatol, dessen wirksame Bestandtheile ähnliche sind, wie die der Kresolschwefelsäuremischung.

In nachstehender Tabelle sind die Ergebnisse der vergleichenden Prüfung zusammengestellt.

Tabelle LII.

	Rotzbazillen wurden abgetödtet nach Minuten	Schweinepest- bazillen wurden abgetödtet nach Minuten	Staphylococcus pyog. aureus wurde abgetödtet nach Minuten
Kresolschwefelsäuremischung 2½% .	1—1½	1—2	2—3
Acid. carbol. liquef. 5%	1½—2	2—3	15—20
Sanatol 5%	½—1	1—2	4—5
Bazillol 5%	2—3	4—5	15—20
Kresolin 5%	10—15	10—15	20—25
Kresapolin 5%	40—50	40—50	über 50

Das Gesammtresultat der vorstehenden Arbeit lässt sich in folgender Weise zusammenfassen:

Die im Handel befindlichen verschiedenen Handelsmarken von „Rohkresol“ — Cresolum crudum des Arzneibuches — sind von wechselnder chemischer Zusammensetzung; die Desinfektionswirkung der einzelnen

Rohkresole und der aus ihnen bereiteten Präparate, z. B. Kresolseifenlösung, ist in Folge dessen nicht gleichmässig.

Für die Herstellung von Kresolmischungen und Kresollösungen zu Desinfektionszwecken dürfen nur solche Präparate Verwendung finden, welche den Anforderungen des Arzneibuches für das Deutsche Reich betr. Cresolum crudum entsprechen.

Zur Ausführung von **groben** Desinfektionen und als Ersatz der zur Desinfektion von Eisenbahn-Viehtransportwagen vorgeschriebenen 5% Lösung von Acidum carbolicum depuratum empfiehlt sich am meisten die 3% wässrige Lösung einer aus 1 Volumen Rohkresol und $\frac{1}{2}$ Volumen roher Schwefelsäure bereiteten Mischung, da dieselbe in den in Betracht kommenden Konzentrationen leicht in Wasser löslich ist, ferner eine höhere desinfizierende Wirkung ausübt und dabei bedeutend niedriger im Preise steht, wie die vergleichsweise geprüften Präparate.

Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Beitrag zur Untersuchung der Erdfarben auf Arsen.

Von

Dr. Carl Fischer,

Hülfсарbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die Erdfarben, besonders die verschiedenen Ocker, enthalten vielfach Spuren von Arsenverbindungen, deren völlige Entfernung technisch schwer durchführbar und in Anbetracht des billigen Preises der Erdfarben häufig auch zu kostspielig ist. Nun ist nach § 10 des deutschen Farbengesetzes vom 5 Juli 1887 zur Herstellung von Gebrauchsgegenständen, z. B. Tapeten, die Verwendung von Farben gestattet, welche Arsen zwar nicht als konstituierenden Bestandtheil, sondern nur als Verunreinigung und höchstens in einer Menge enthalten, welche sich bei den in der Technik gebräuchlichen Darstellungsverfahren nicht vermeiden lässt.

Eine unmittelbare Grenzzahl ist somit im Gesetz nicht angegeben. Nur insofern die Farbe zum Färben von Gespinnsten oder Geweben oder zum Tapetendruck verwendet wird, ist eine Grenze vorhanden. Im § 7 desselben Gesetzes wird bestimmt, dass sich in 100 qcm des fertigen Gegenstandes nicht mehr als 2 mg Arsen vorfinden dürfen.

Hingegen sind von der „Freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie“ für die nach dem Gesetz zulässigen kleinsten Verunreinigungen Grenzzahlen angenommen worden.¹⁾ Hiernach sollen in 100 g bei 100° getrockneter Farbe nicht mehr als 0,26 g arsenige Säure, entsprechend 0,2 g Arsen enthalten sein. Da aber diese Grenzzahl, obgleich sie vielfach angewendet wird, als allgemein massgebend nicht zu betrachten ist, so wurden im chemischen Laboratorium des Gesundheitsamtes, um ein Urtheil über die Beschaffenheit der Erdfarben in Bezug auf ihren Arsengehalt zu gewinnen, 27 verschiedene, im Handel häufig vorkommende und dem freien Verkehr entnommene Farben untersucht, wobei hauptsächlich solche Farben ausgewählt wurden, welche zum Bedrucken der Tapeten Verwendung finden.

Die qualitative Prüfung auf Arsen wurde in der Weise ausgeführt, dass in jedem Falle 1,0 g der Farbe mit einer Mischung von Soda und Pottasche geschmolzen wurde. Die Schmelze wurde in verdünnter (1:5) reiner Schwefelsäure gelöst und die Lösung in bekannter Weise nach dem Verfahren von Marsh auf Arsen geprüft.

Von den 27 untersuchten Proben zeigten keinen Arsenspiegel 13 Proben,
einen ganz schwachen, durchsichtigen Arsenspiegel 10 Proben,
einen starken, undurchsichtigen Arsenspiegel 4 Proben.

Durch Vergleichen mit einem Arsenspiegel, der mit Hülfe von $\frac{1}{10}$ mg arseniger Säure hergestellt war, konnte festgestellt werden, dass die zehn Proben, welche einen ganz schwachen, durchsichtigen Arsenspiegel geliefert hatten, in je 1,0 g ursprünglicher Substanz weniger Arsen enthielten, als $\frac{1}{10}$ mg arseniger Säure entspricht.

In den vier Proben, welche einen starken, undurchsichtigen Arsenspiegel gaben, wurde das Arsen quantitativ bestimmt.

¹⁾ Hilger, Vereinbarungen betr. Unters. und Beurtheilung von Nahrungs- und Genussmitteln, sowie Gebrauchsgegenständen, Julius Springer, Berlin 1885, S. 224 u. 236.

Es wurden hierbei folgende Mengen ermittelt:

1. Ein Ocker, bezeichnet „gebrannter Salinobor“, enthielt 0,035% Arsen.
2. Eine zweite Erdfarbe, bezeichnet „Chinesergelb“, enthielt 0,028% Arsen.
3. Ein Ocker, bezeichnet „Cementroth“, enthielt 0,011% Arsen.
4. Ein anderer Ocker, „gebrannter Umbraun“, enthielt die grösste Menge Arsen, und zwar 0,049%.

Die Bestimmung des Arsens erfolgte in allen Fällen nach dem von Mayrhofer im Jahre 1888 auf der Versammlung der „Freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie“¹⁾ empfohlenem Verfahren zum Nachweis kleiner Mengen Arsen bei Konditoreiwaaren und Gebrauchsgegenständen. Dieses Verfahren, welches sich durch die Schnelligkeit seiner Ausführung auszeichnet, beruht bekanntlich darauf, dass das bei der Wasserstoffentwicklung aus arsenhaltigen Materialien sich entwickelnde Arsenwasserstoffgas in eine $\frac{1}{100}$ normal-Silbernitratlösung geleitet wird, welche sich in einer ansteigenden, mit sechs Kugeln versehenen Peligot'schen Röhre befindet. Nach Beendigung des Versuches wird durch Titration mit $\frac{1}{100}$ Normal-Rhodanlösung die Menge der nicht verbrauchten Silberlösung bestimmt; aus der Differenz wird dann der Arsengehalt berechnet.

Um die Brauchbarkeit dieses Verfahrens zu erproben, wurde der Arsengehalt in Lösungen von arseniger und von Arsensäure, sowie in einem stark arsenhaltigem Stoffe bestimmt. Bei diesen vergleichenden Untersuchungen konnte zunächst festgestellt werden, dass es sich empfiehlt, anstatt 20 g Zink, wie von Mayrhofer angegeben ist, einen erheblichen Ueberschuss und zwar 80,0–100,0 g anzuwenden. Auch eignet sich Stangen-zink besser als granulirtes Zink; der Gasstrom wird hierbei viel regelmässiger, und das Stangen-zink kann nach dem Gebrauch durch Abscheuern mit Sand und häufiges Abwaschen leichter gereinigt und so für spätere Bestimmungen wieder brauchbar gemacht werden. Für das Gelingen der Bestimmung ist es von grösster Wichtigkeit, für einen nicht zu schnellen, möglichst regelmässigen Wasserstoffstrom zu sorgen. Wie bekannt, entwickelt Zink unter Umständen nur äusserst träge Wasserstoff. Durch gewisse Kontaksubstanzen, in erster Linie durch Zusatz von Platinchlorid, lässt sich zwar die Wasserstoffentwicklung beschleunigen, die Genauigkeit der Bestimmung erleidet hierdurch aber, wie bereits von verschiedenen Seiten unter anderen auch von Mayrhofer in der oben erwähnten Arbeit experimentell nachgewiesen wurde, eine erhebliche Einbusse. Diese Thatsache wurde auch hier nochmals festgestellt. Ein Versuch, an Stelle reinen Zinks eine Legirung von solchem mit 5% Magnesium zu verwenden, verlief sehr unbefriedigend. Zwar war die Wasserstoffentwicklung bei Anwendung dieser Legirung recht lebhaft und regelmässig; die gefundene Menge Arsen war aber auch hier viel zu gering. Es wurden nämlich folgende Resultate erhalten:

Angewandte Menge arsenige Säure:	Gefunden:	Differenz:
1) 0,000963 g	0,000625 g	0,0003005 g
2) 0,000963 g	0,0006563 g	0,0003067 g

Wird indessen ein grosser Ueberschuss an Zink genommen und dieses vor dem Versuch sorgfältig mittelst Aether von Fett befreit und mit wenig Schwefelsäure angeätzt, so gelingt es, einen Wasserstoffstrom zu erhalten, der von Anfang an in dem wünschenswerthen Maasse lebhaft und gleichmässig ist. Nach diesem Verfahren haben sich die folgenden Zahlen ergeben:

A. Bestimmung des Arsens in einer Lösung von arseniger Säure.

Angewandte Menge Arsen:	Gefundene Menge Arsen:	Differenz:	Bemerkungen:
1) 0,000936 g	0,000775 g	0,000161 g	Vorlage: Peligot'sche Röhre mit nur einer Kugel.
2) 0,001872 g	0,001425 g	0,000447 g	Vorlage: Peligot'sche Röhre mit 6 Kugeln; jedoch ziemlich rasche Gasentwicklung.
3) 0,000936 g	0,000850 g	0,000086 g	Vorlage wie 2; langsamer Gasstrom.
4) 0,000936 g	0,00082875 g	0,00010725 g	Wie 3.
5) 0,000936 g	0,00086875 g	0,00006725 g	Wie 3.
6) 0,000468 g	0,0004025 g	0,0000655 g	Wie 3.
7) 0,000468 g	0,000445 g	0,000023 g	Sehr langsame Gasentwicklung. Am zweiten Tage nochmals Zusatz von 20,0 g Zink. Vorlage zwei Peligot'sche Röhren, eine mit 6 Kugeln, die zweite mit einer Kugel.

¹⁾ J. Mayrhofer, Ueber den Nachweis von Arsen und Zinn bei Konditoreiwaaren und Gebrauchsgegenständen. Bericht über die 7. Versammlung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie 1888, S. 141.

B. Bestimmung des Arsens in einer Lösung von Arsensäure.

Angewandte Menge Arsen:	Gefundene Menge Arsen:	Differenz:	Bemerkungen:
1) 0,0004475 g	0,0003992 g	0,0000483 g	Vorlage wie oben No. 7. Angewandte Menge Zink 80,0 g.
2) 0,0004475 g	0,0004146 g	0,0000329 g	Vorlage wie oben No. 7. Angewandte Menge Zink 100,0 g.

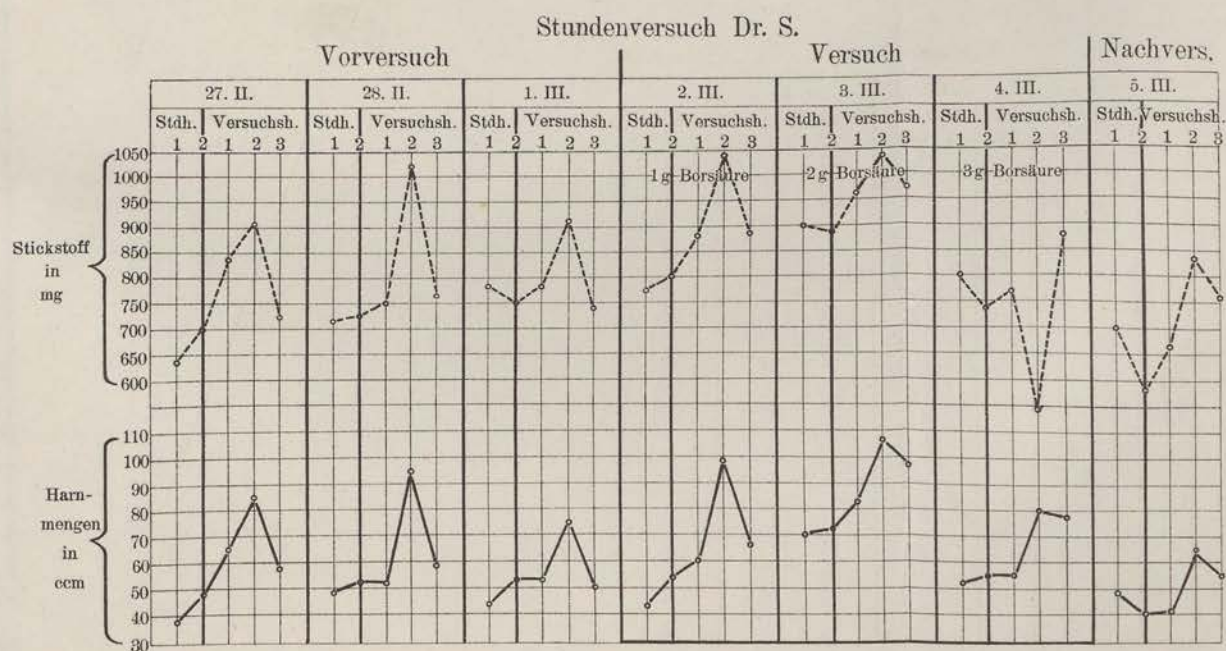
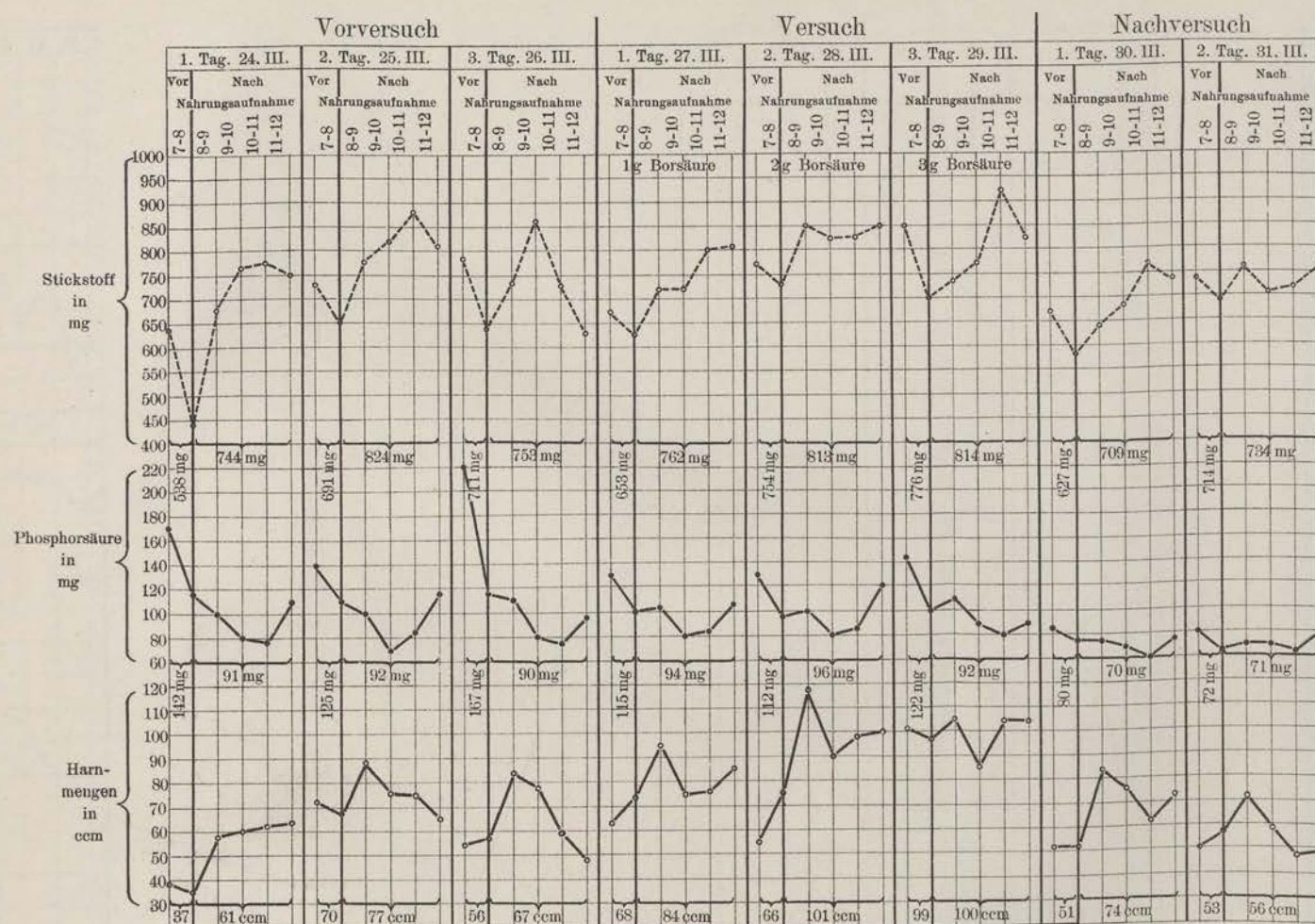
C. In dem gleichfalls zur Untersuchung herangezogenen, stark arsenhaltigen Gewebe wurden nach dem amtlichen Verfahren zur Feststellung des Arsengehaltes in Gespinnsten oder Geweben (Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 10. April 1888) in 100 qcm Gewebe 0,01434 g und nach obigem Verfahren a) 0,0140625 g,

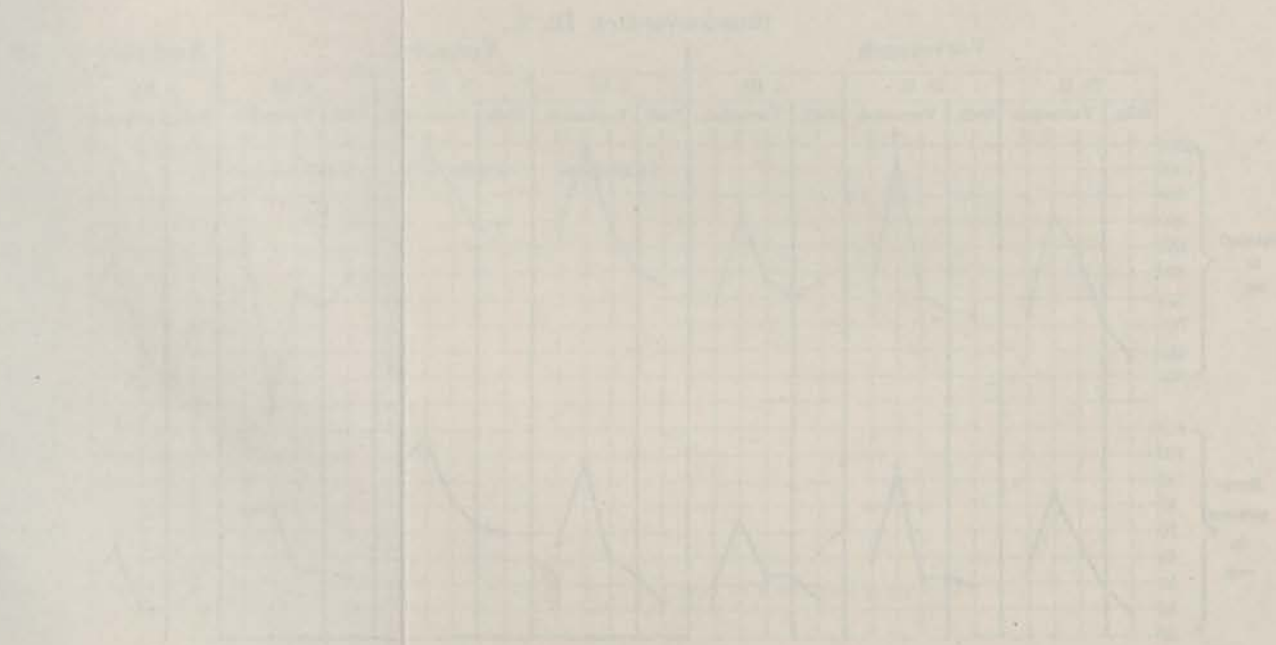
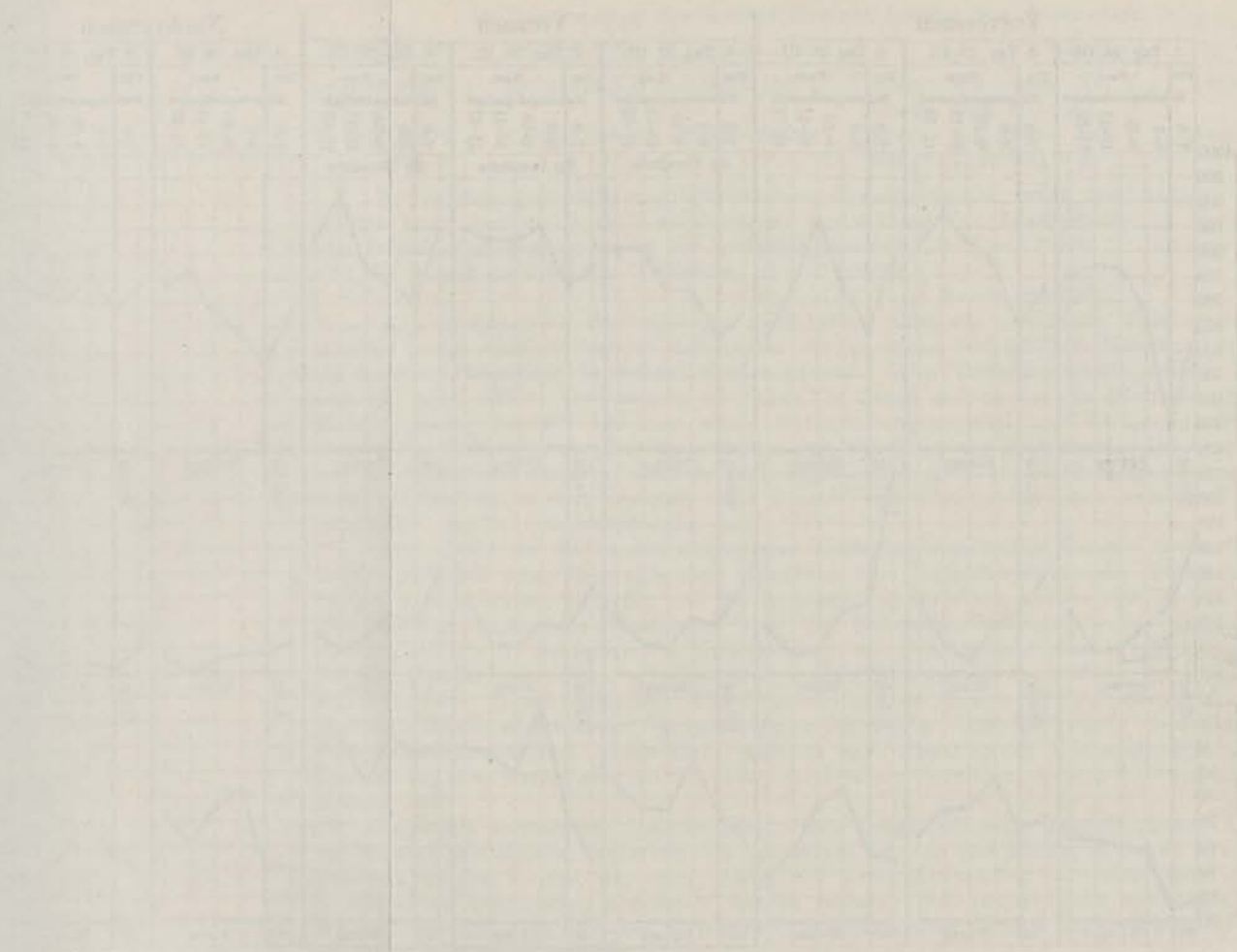
b) 0,014175 g Arsen ermittelt.

Aus vorstehenden Bestimmungen geht hervor, dass die erhaltenen Werthe zwar nicht absolut genau sind, jedoch in Anbetracht der geringen vorhandenen Mengen Arsen noch als durchaus brauchbar bezeichnet werden können. Das Verfahren dürfte deshalb geeignet sein, in allen Fällen Verwendung zu finden, in denen es sich um die Bestimmung kleiner Mengen Arsen handelt und nur wenig Untersuchungsmaterial zur Verfügung steht. Im chemischen Laboratorium des Gesundheitsamtes wurde es zur Bestimmung des Arsens nicht nur in Erdfarben, sondern auch in Nahrungsmitteln, z. B. in Stärkesirupen, angewandt. Auch hierbei waren die Resultate, wie durch Vergleichsanalysen nach anderen Verfahren festgestellt wurde, verhältnissmässig gut.

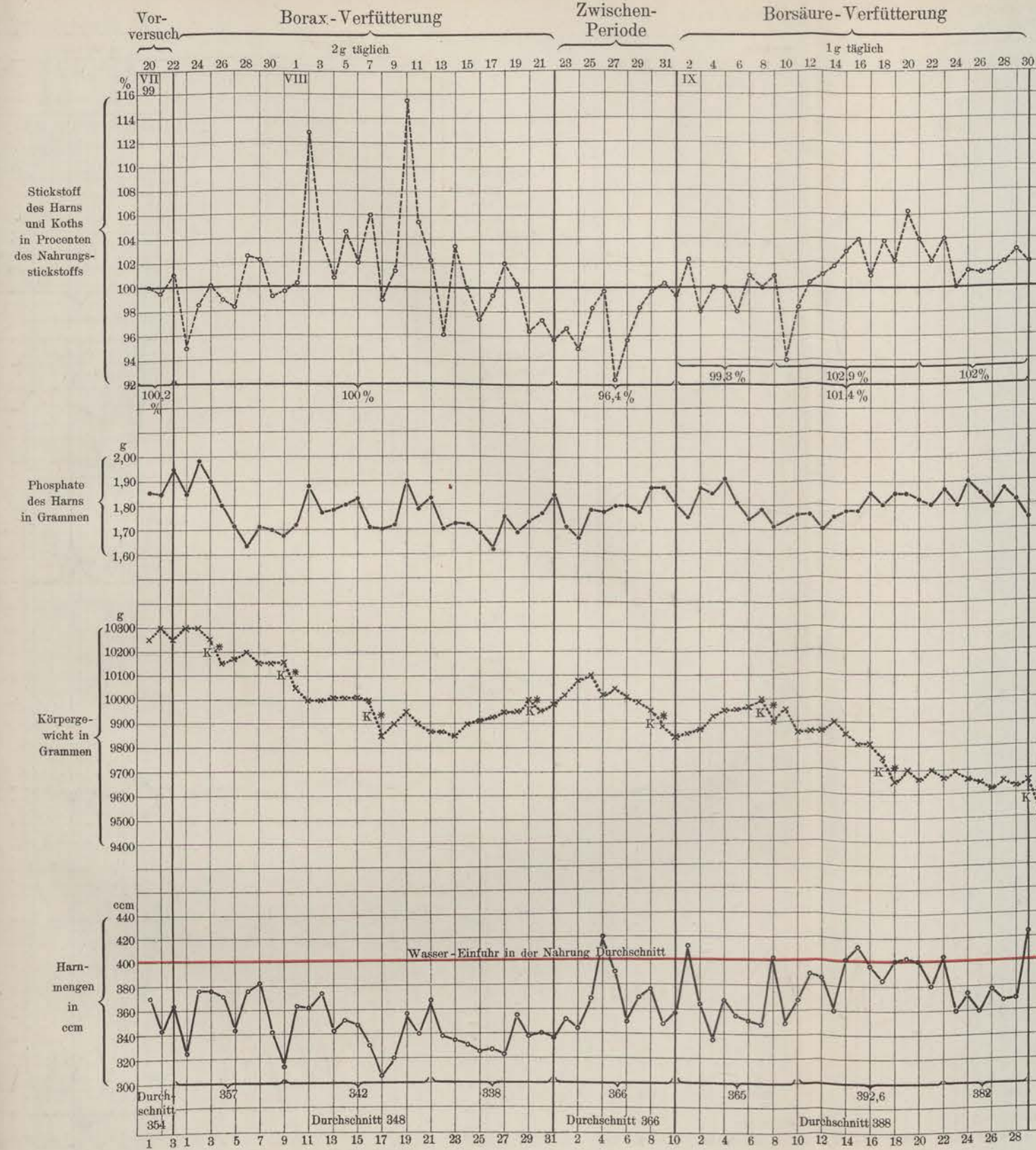
Die Frage, ob die in den obigen vier Erdfarben ermittelten Mengen Arsen technisch noch vermeidbar sind, lässt sich ohne Kenntniss der Herstellungsweise der Farbe nicht mit Sicherheit entscheiden. Hierfür sind die Angaben von Interesse, welche sich in dem zweiten Berichte des hygienischen Institutes über die Nahrungsmittelkontrolle in Hamburg vom Jahre 1897 (S. 61) bezüglich der Untersuchung und Beurtheilung einer als Milcheimerfarbe in den Handel gebrachten, gypshaltigen, rothen Eisenoxydfarbe finden. In dieser Farbe wurde 0,038 % Arsen gefunden. Die Begutachtung der Frage, ob diese Menge Arsen eine technisch nicht vermeidbare Verunreinigung der Farbe darstelle, wurde dem Hamburger Staatshüttenlaboratorium überwiesen, welches nach eingezogenen Erkundigungen über die Herstellung der Farbe sich dahin äusserte, dass ein derartiger Arsengehalt technisch vermeidbar sei.

Durch die vorstehende Untersuchung dürfte festgestellt sein, dass ein grosser Theil der im Handel befindlichen Erdfarben frei von Arsen ist. In den Fällen, in denen Arsen nachgewiesen werden konnte, war seine Menge mit wenig Ausnahmen so gering, dass von einer quantitativen Festsetzung abgesehen werden musste. Bei keiner Probe wurde die von der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie angenommene Grenzzahl auch nur annähernd erreicht.

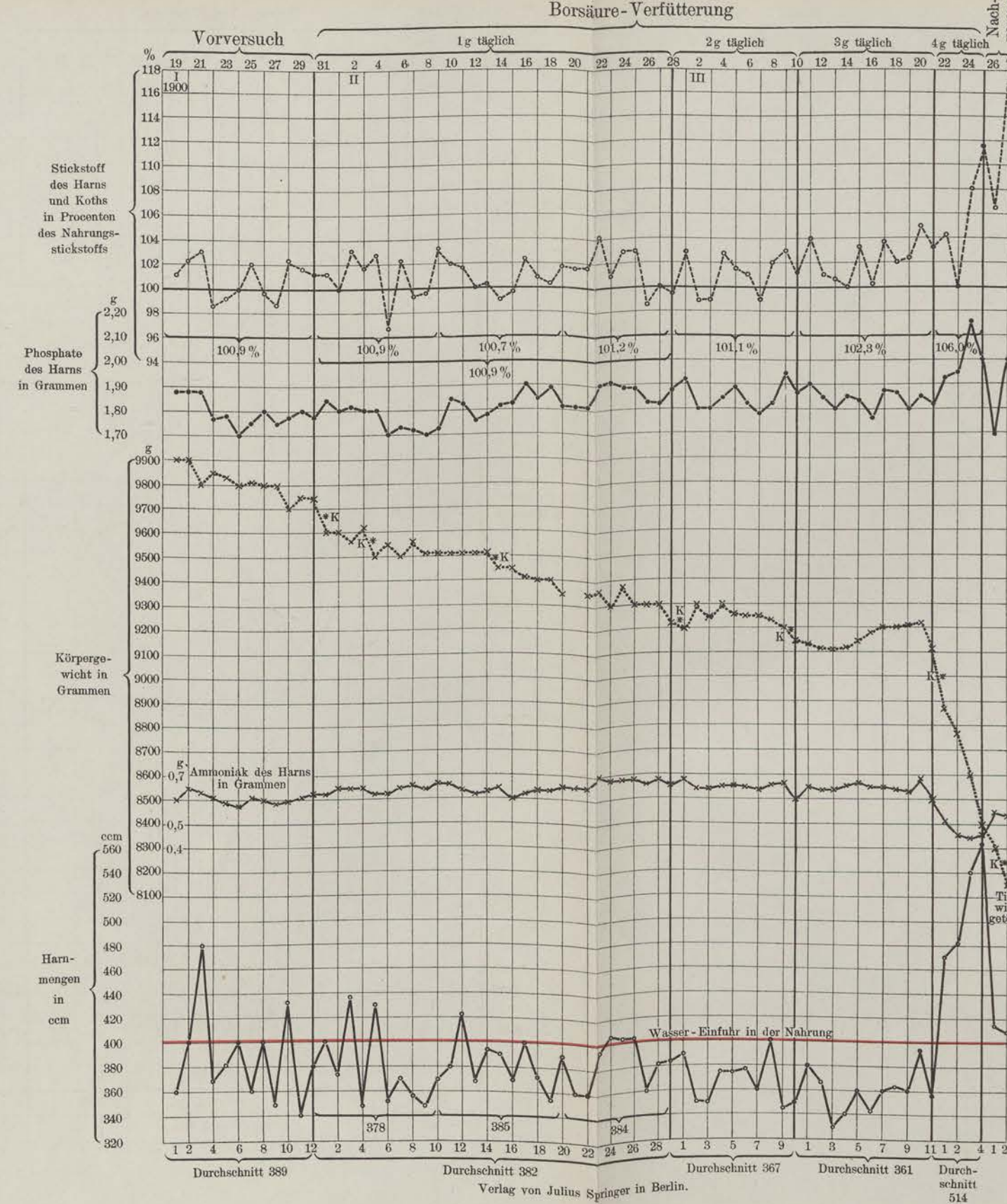




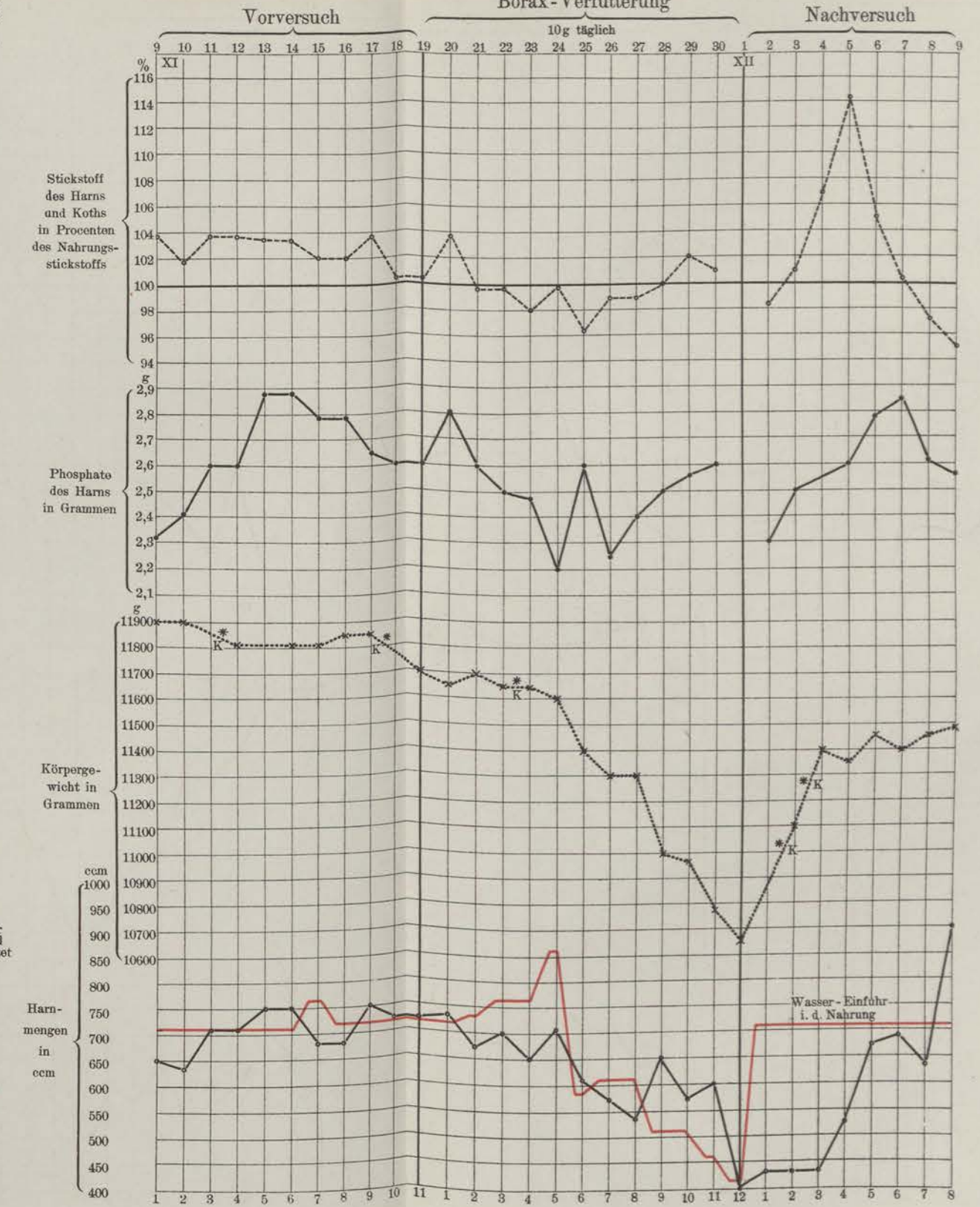
Hund A



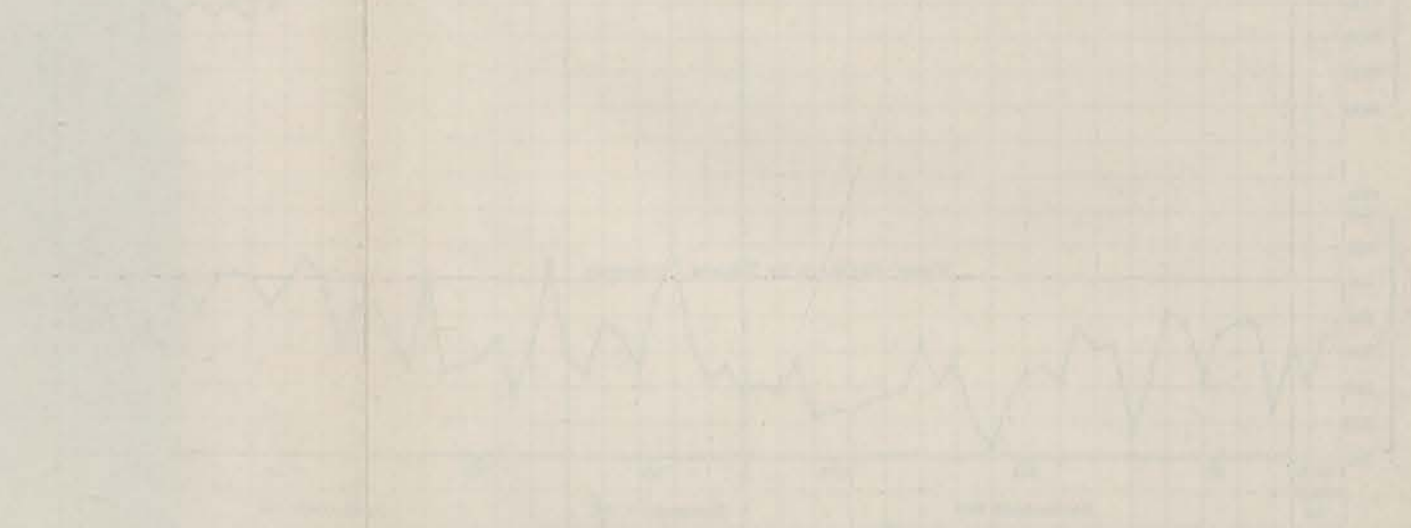
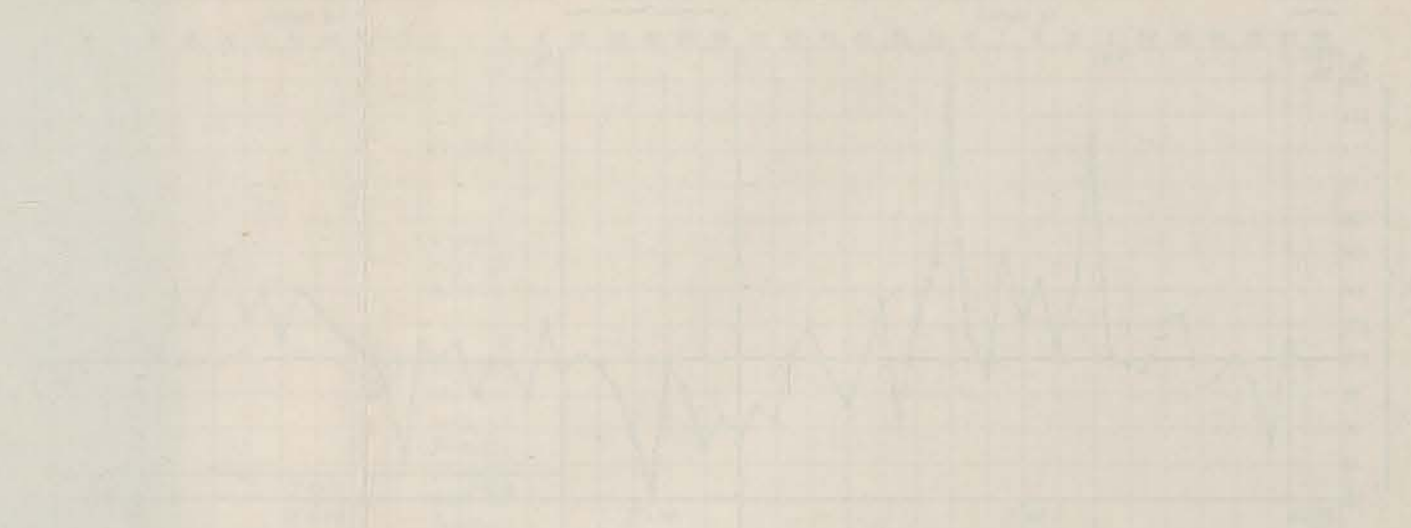
Hund A



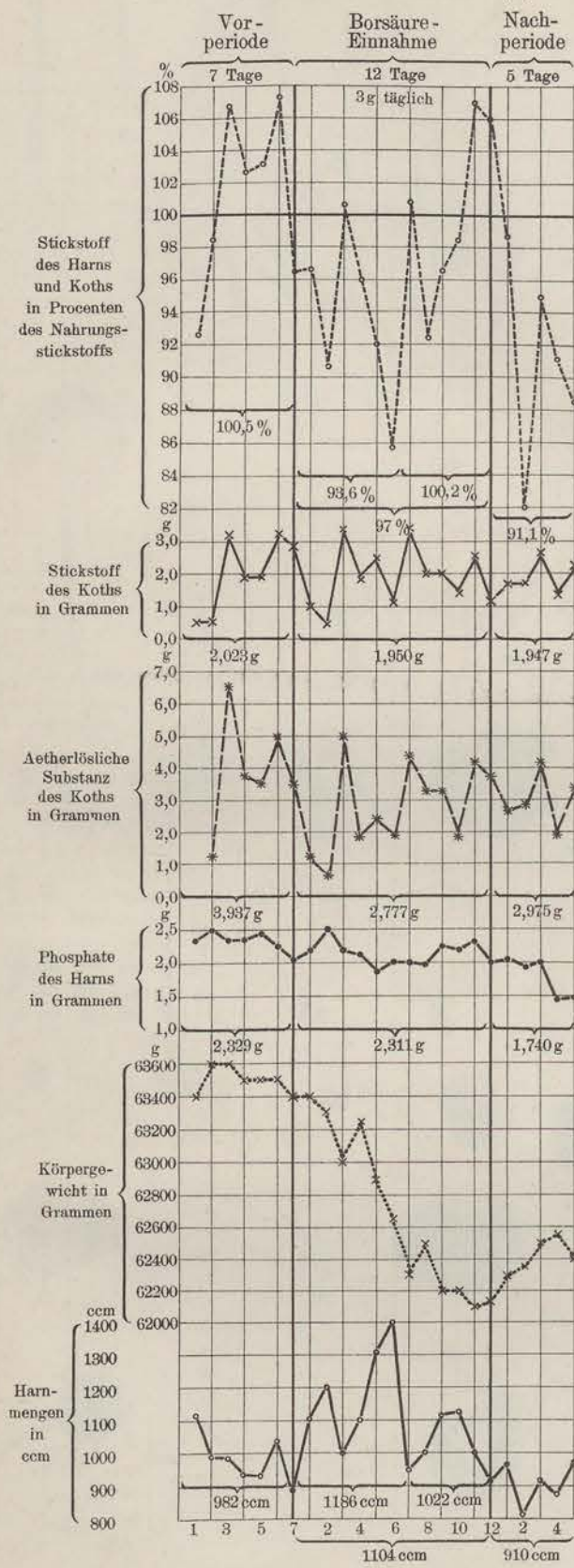
Alte Hündin



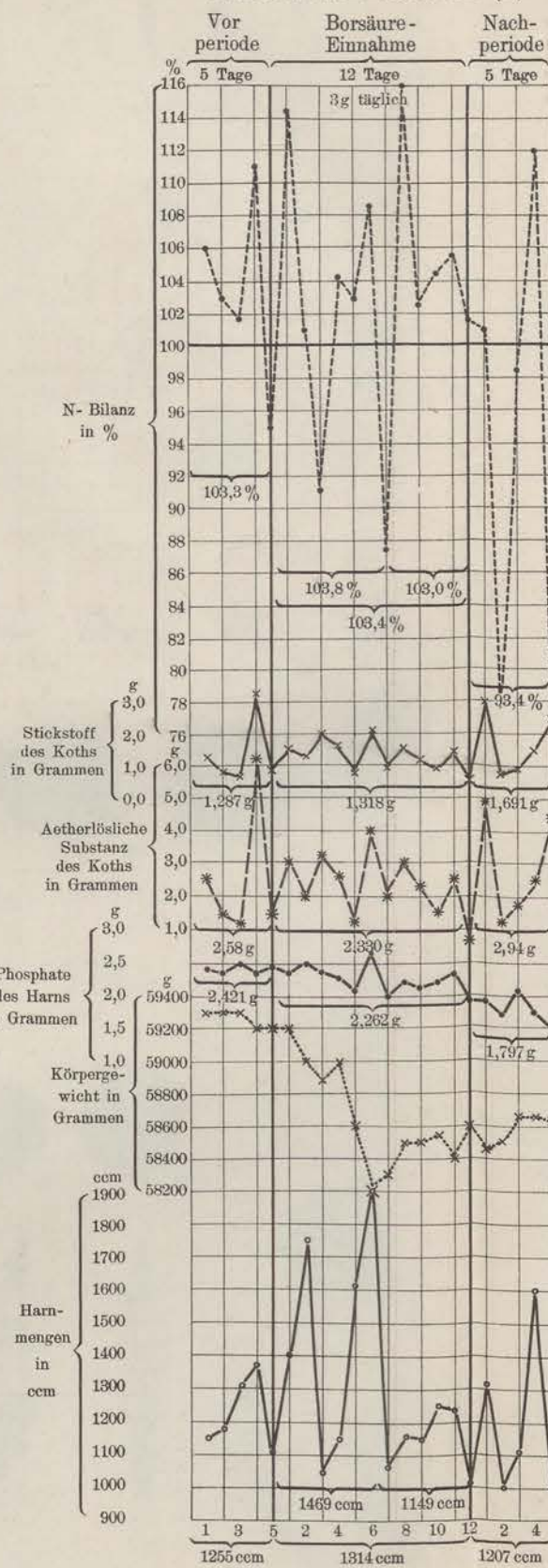
Handwritten notes at the top of the right page, possibly a title or header.



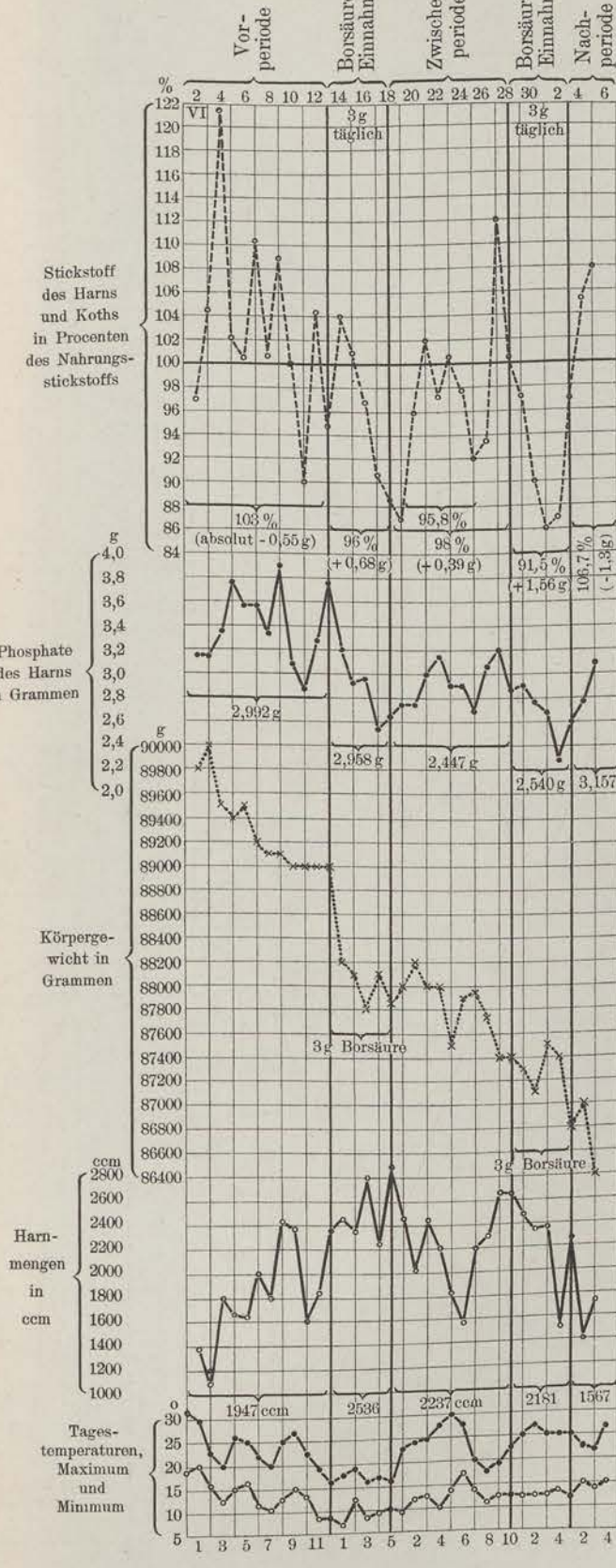
Stoffwechsel-Versuch I (A)



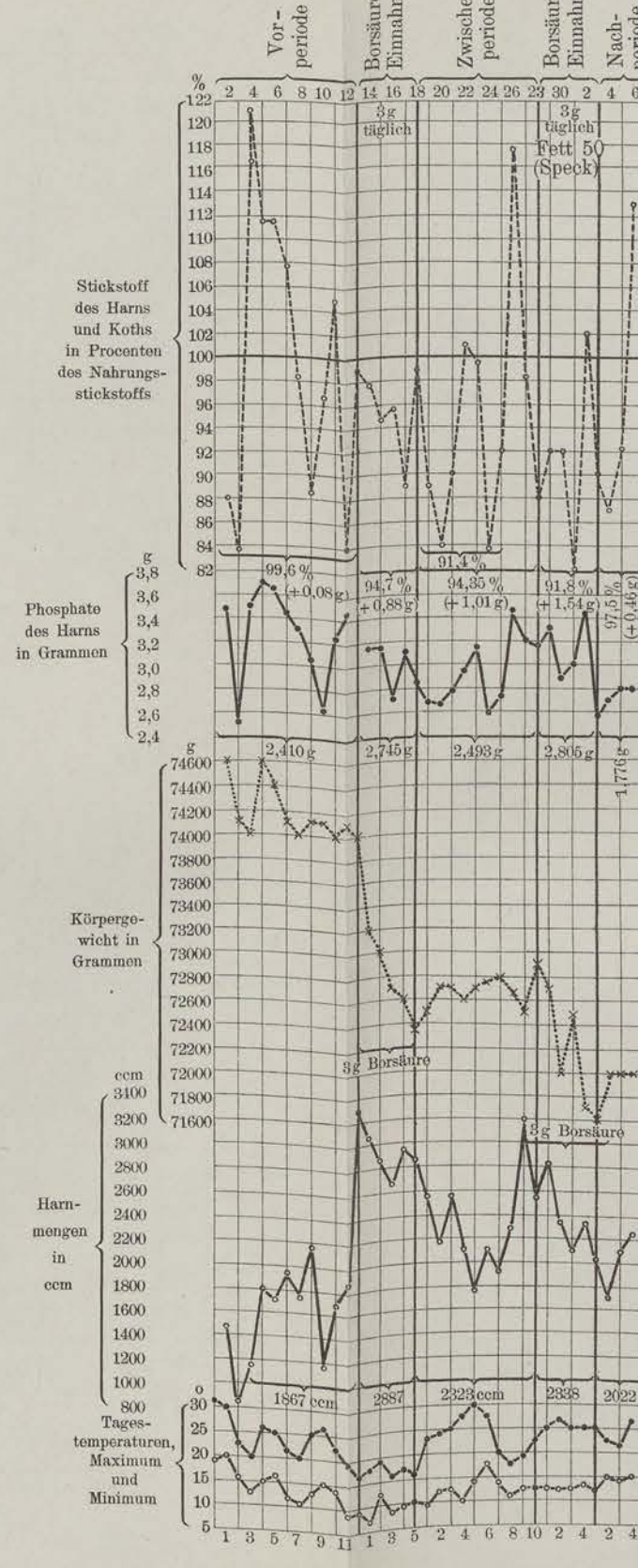
Stoffwechsel-Versuch II (B)



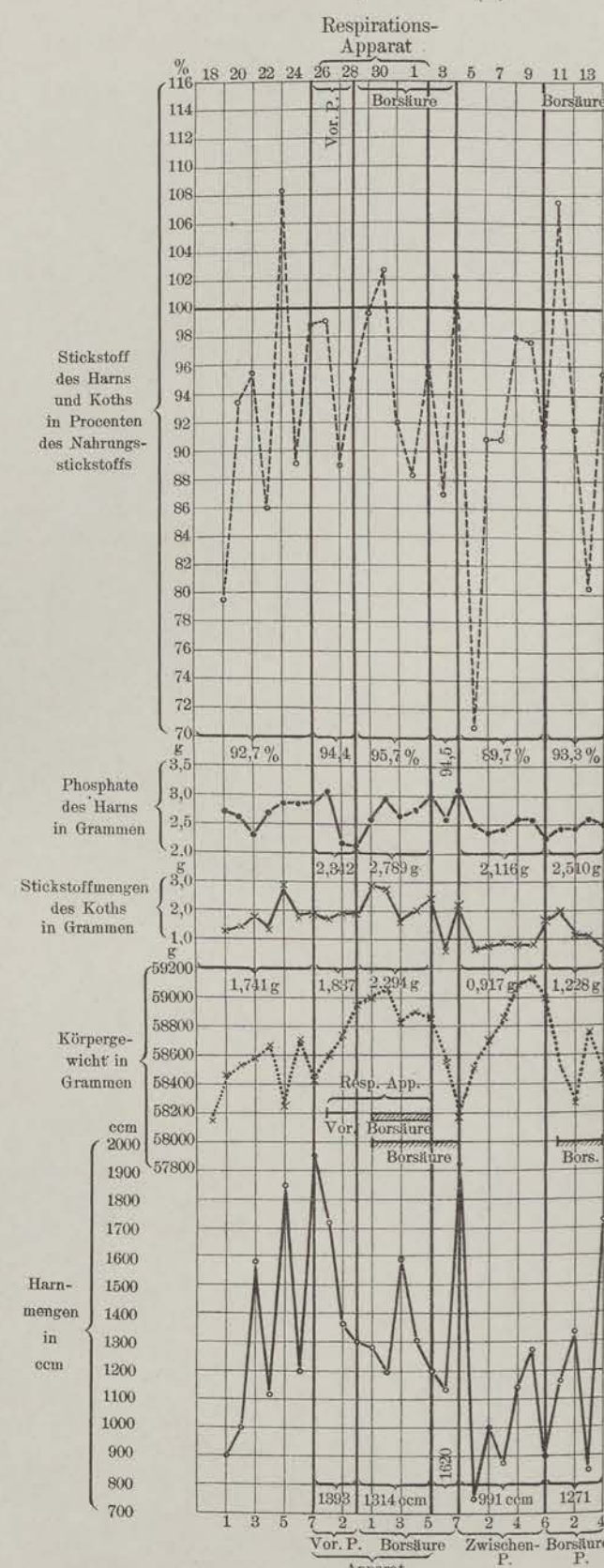
Versuchsperson III (S)



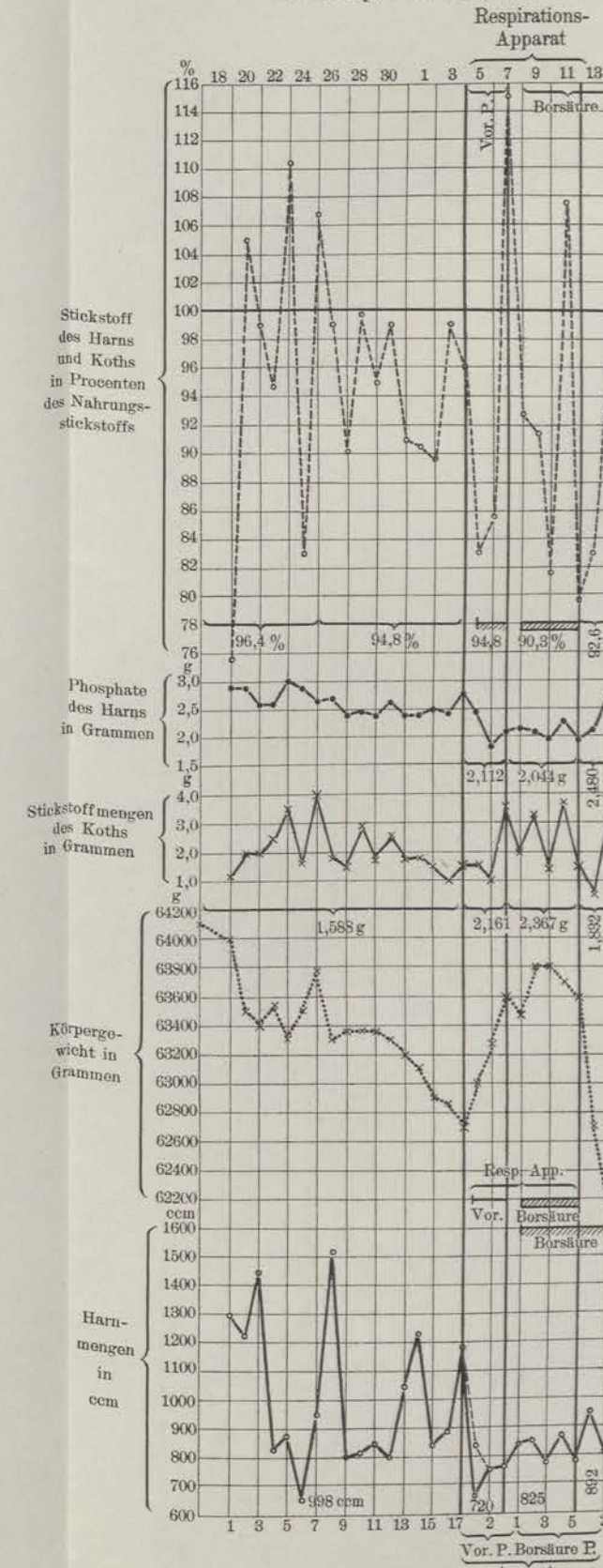
Versuchsperson IV (W)



Versuchsperson V (B)



Versuchsperson VI (A)



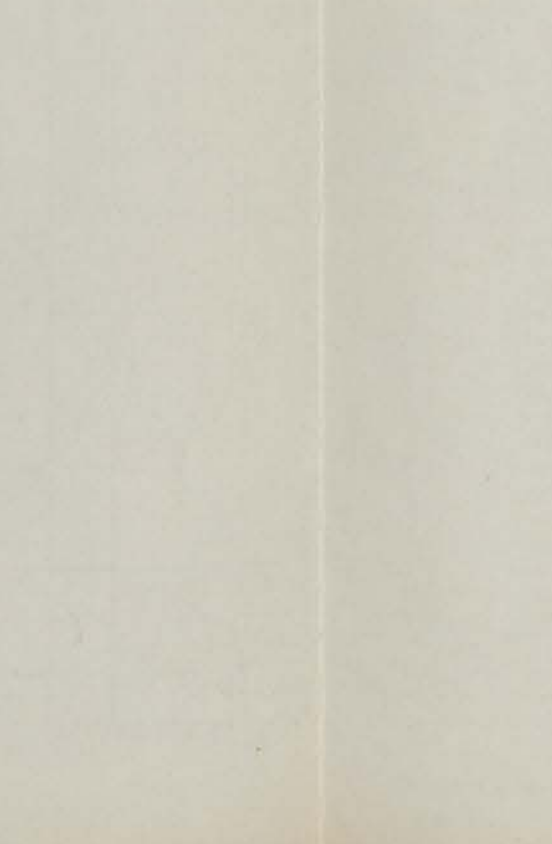
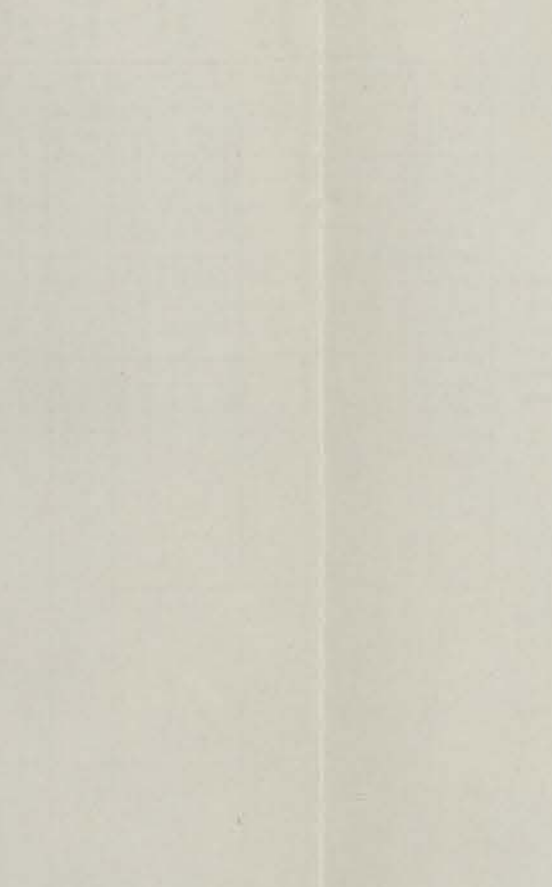
1891



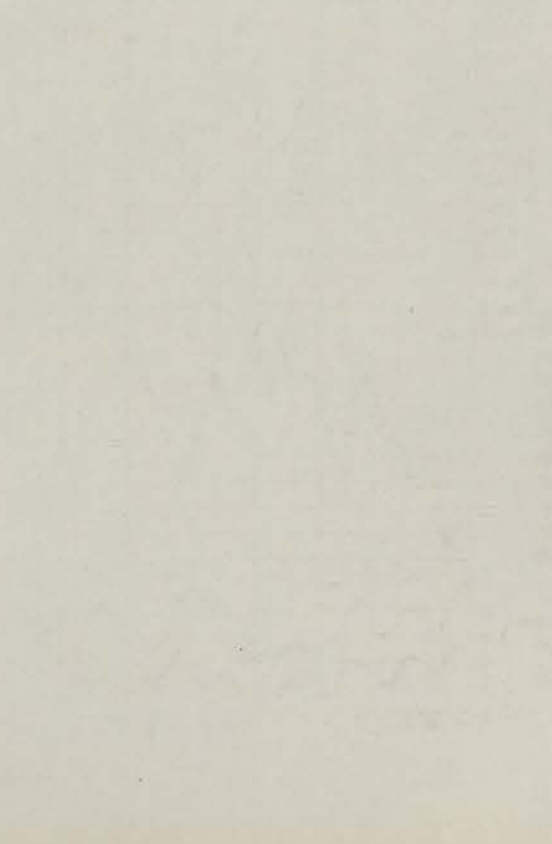
1892



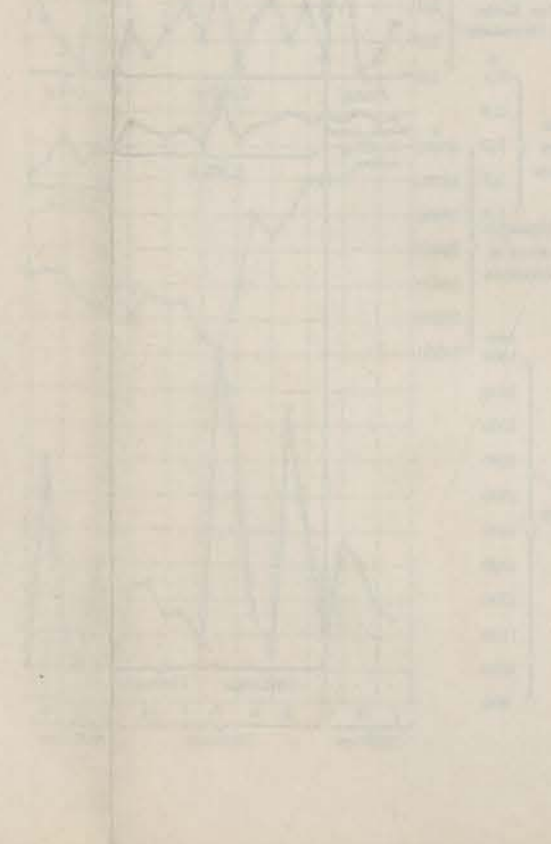
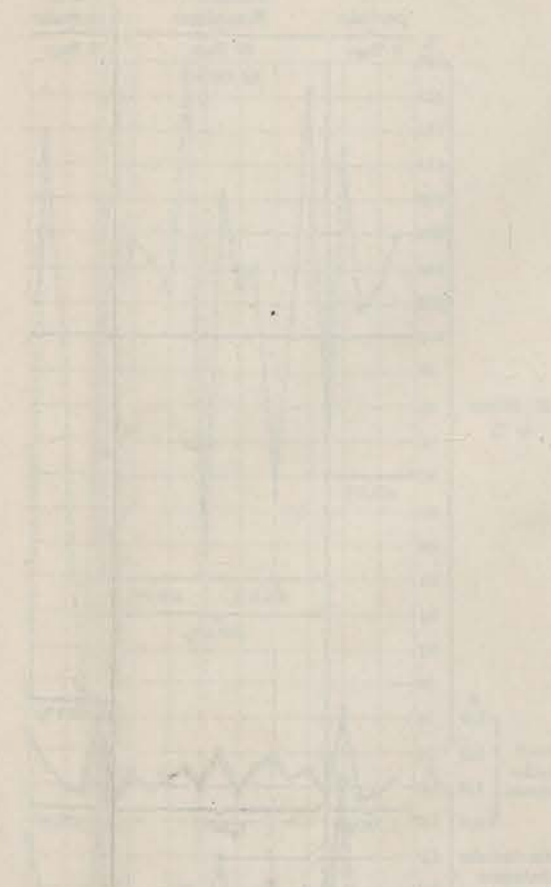
1893



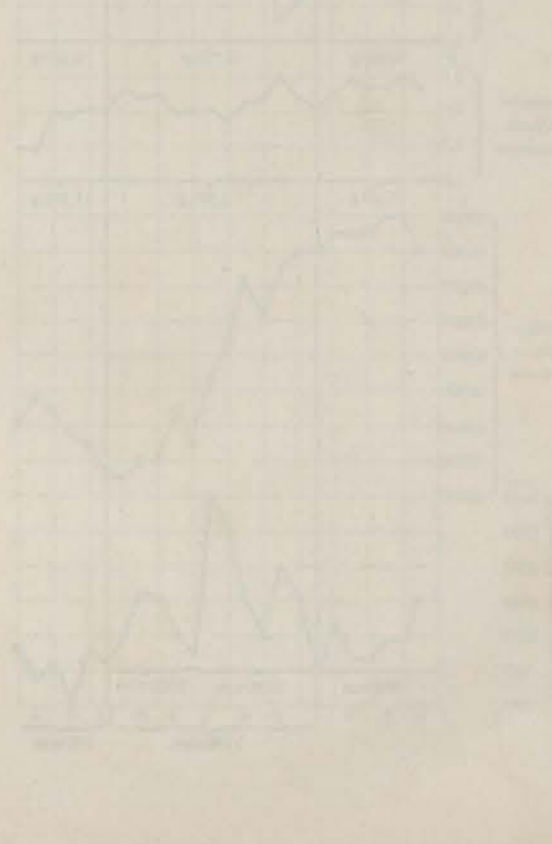
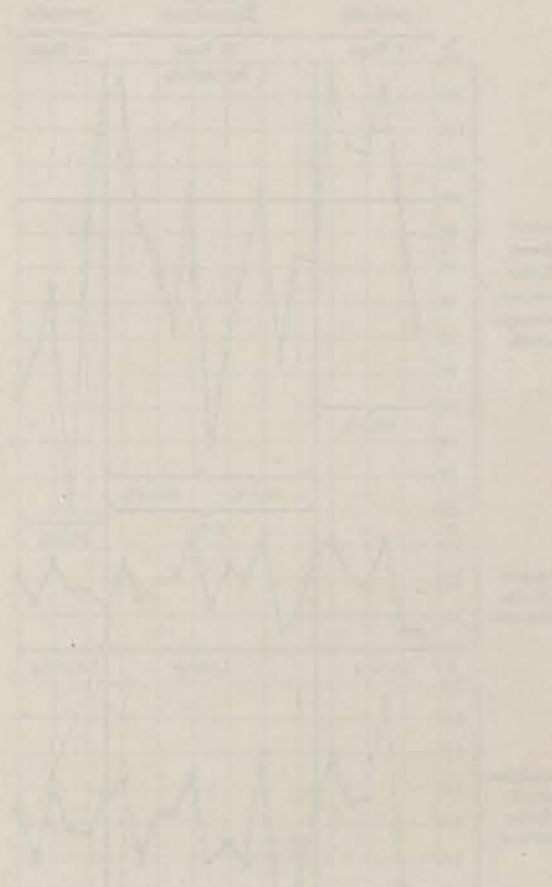
1894



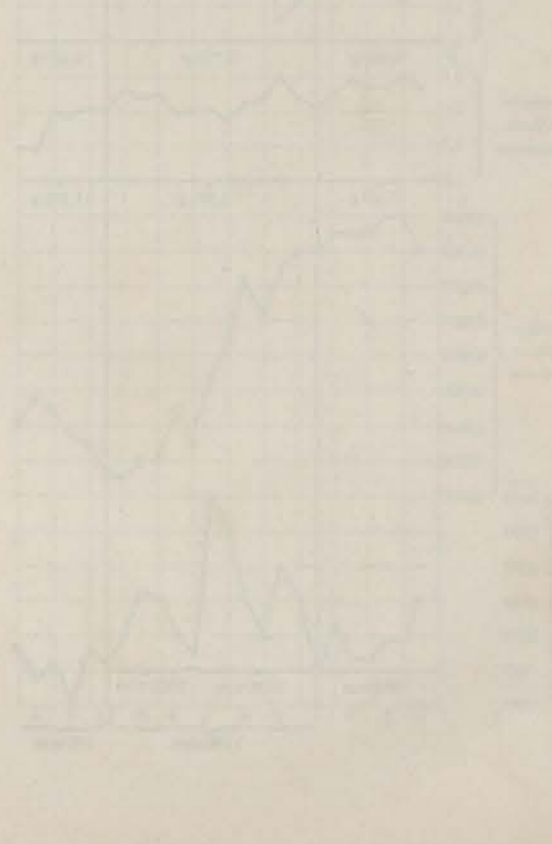
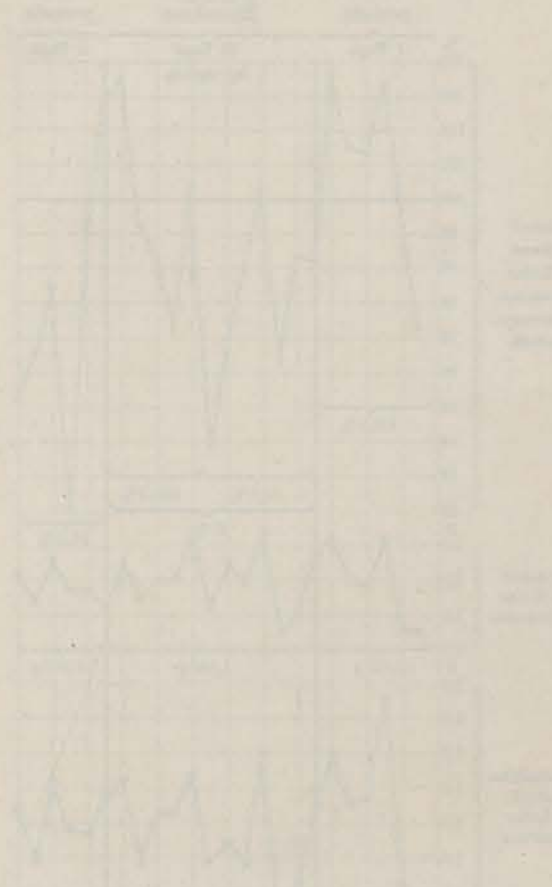
1895



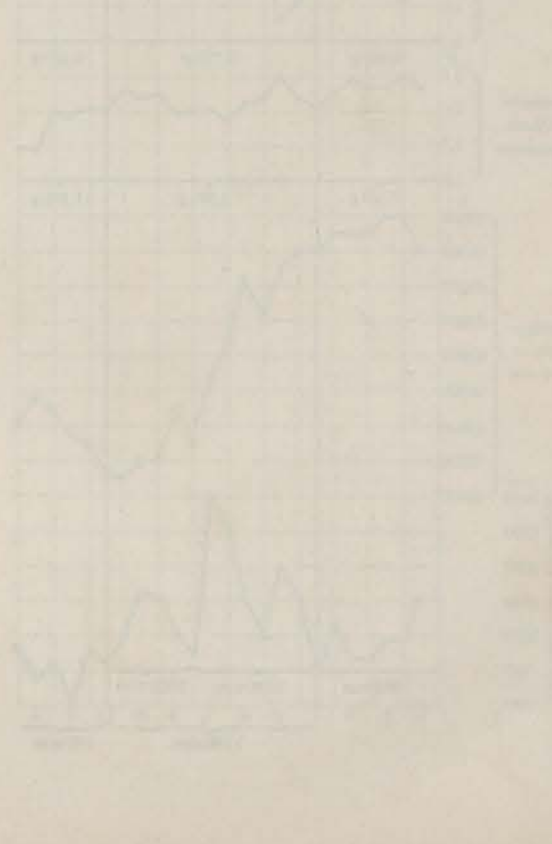
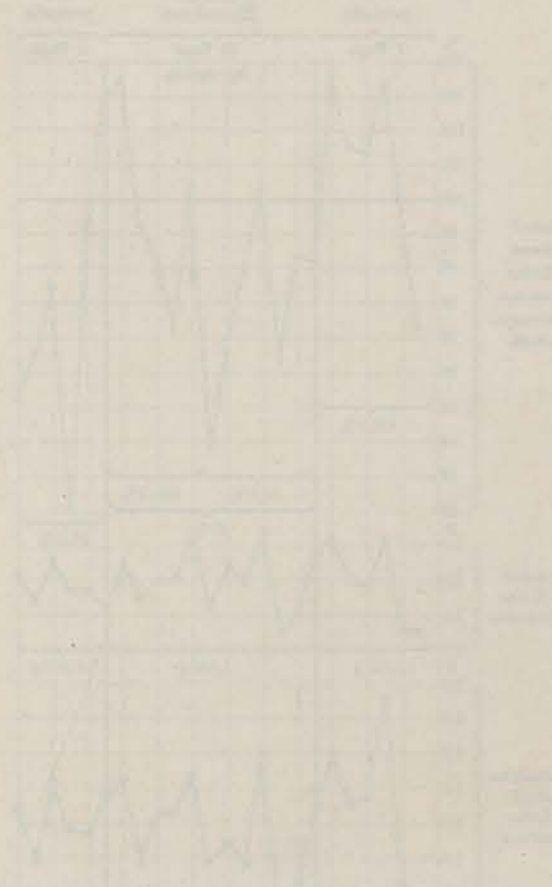
1896



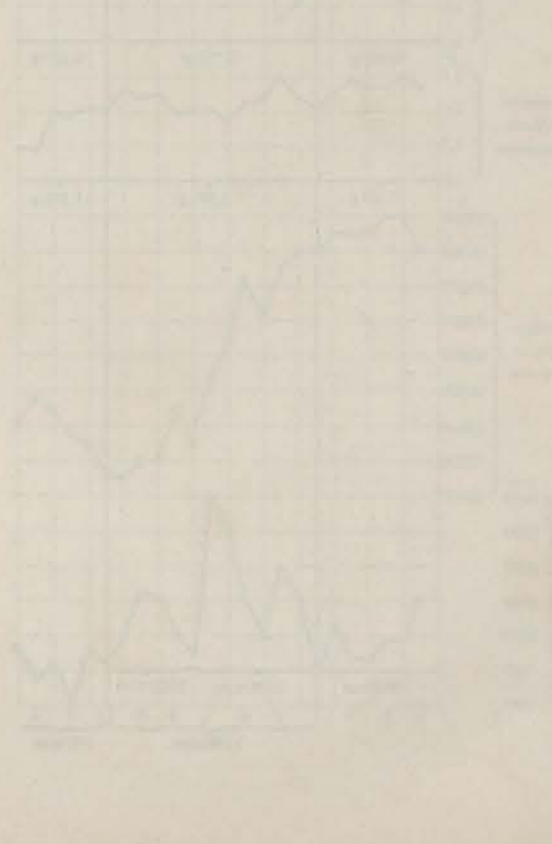
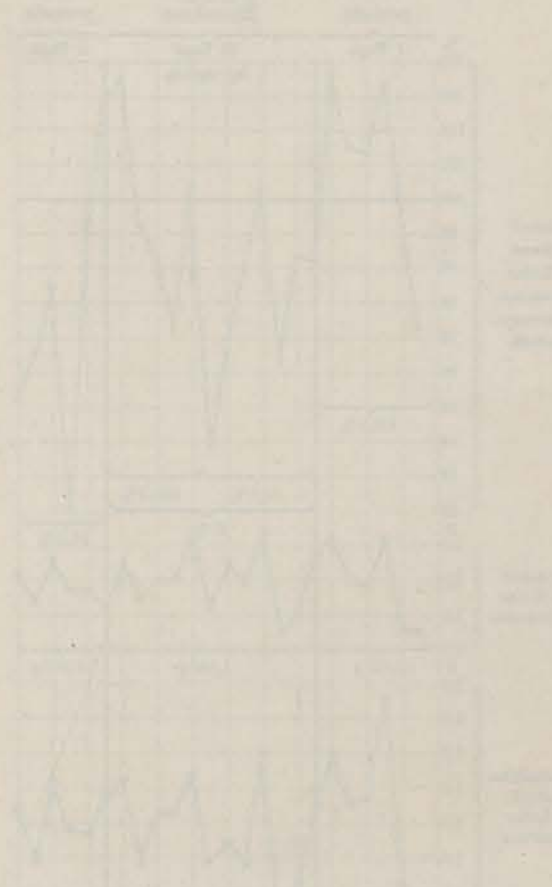
1897



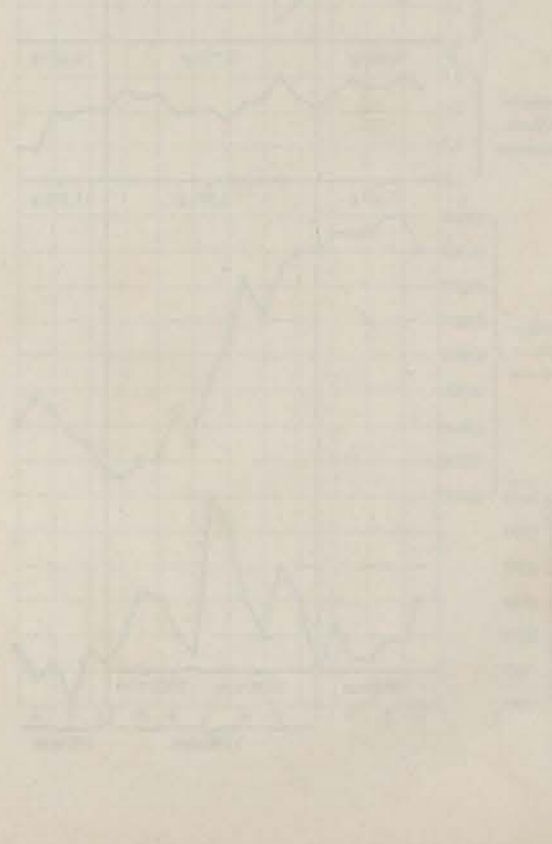
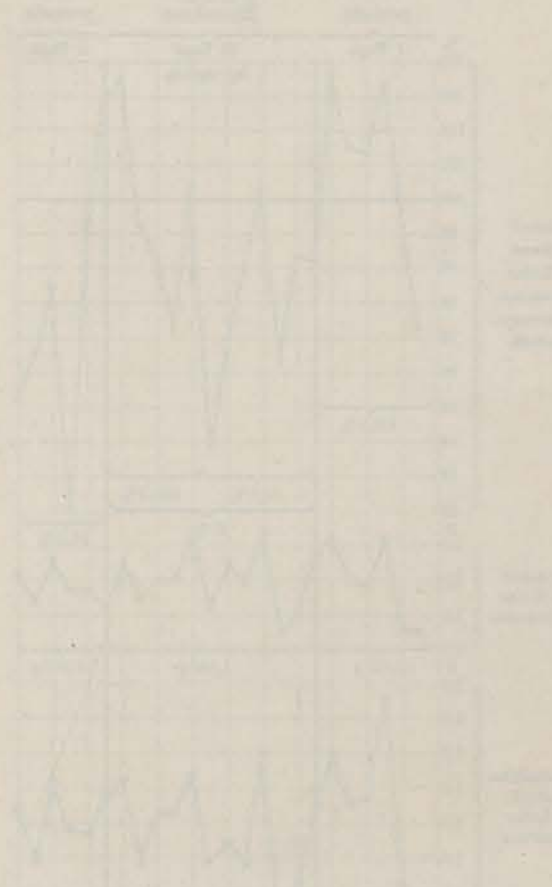
1898



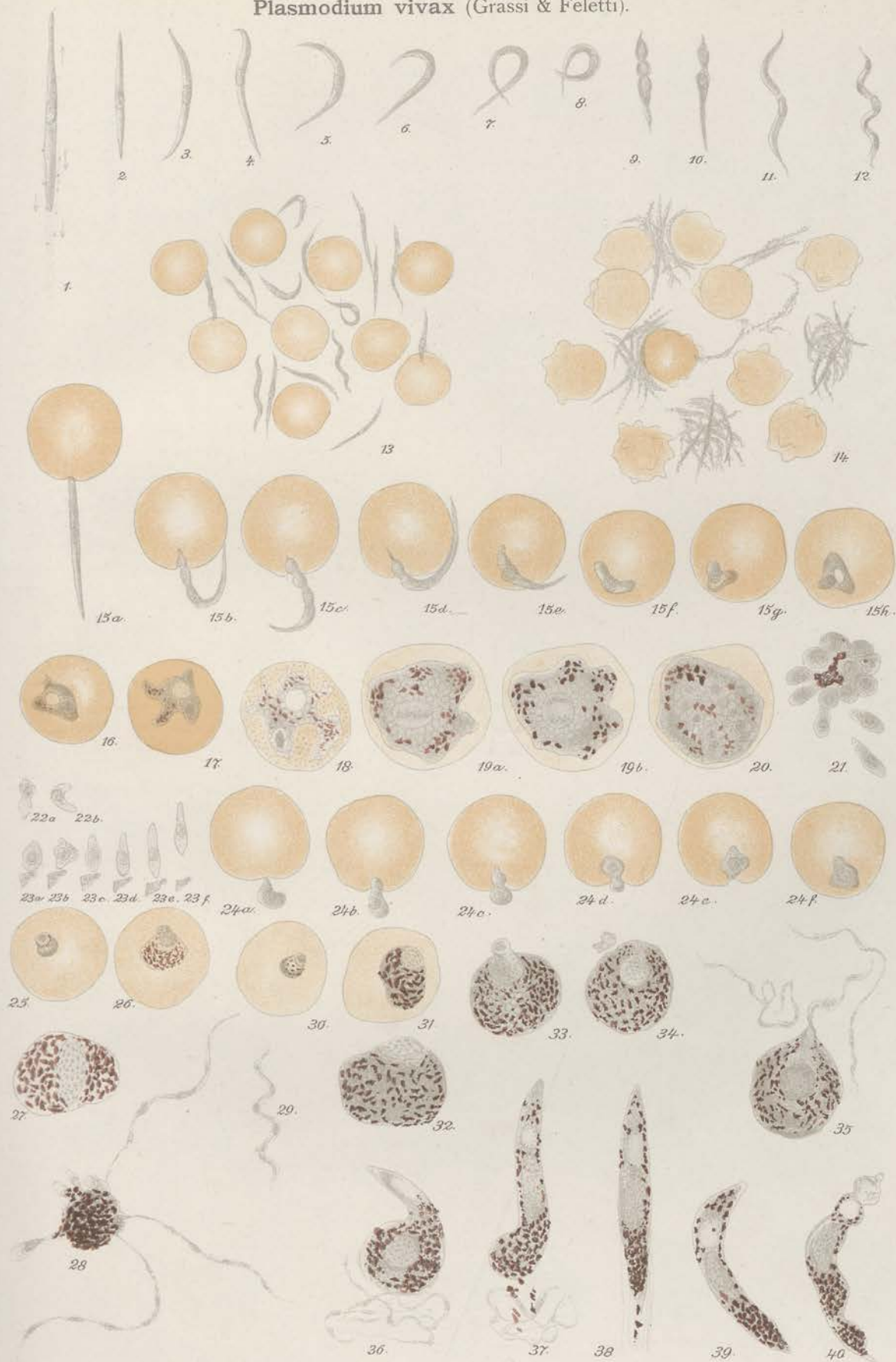
1899



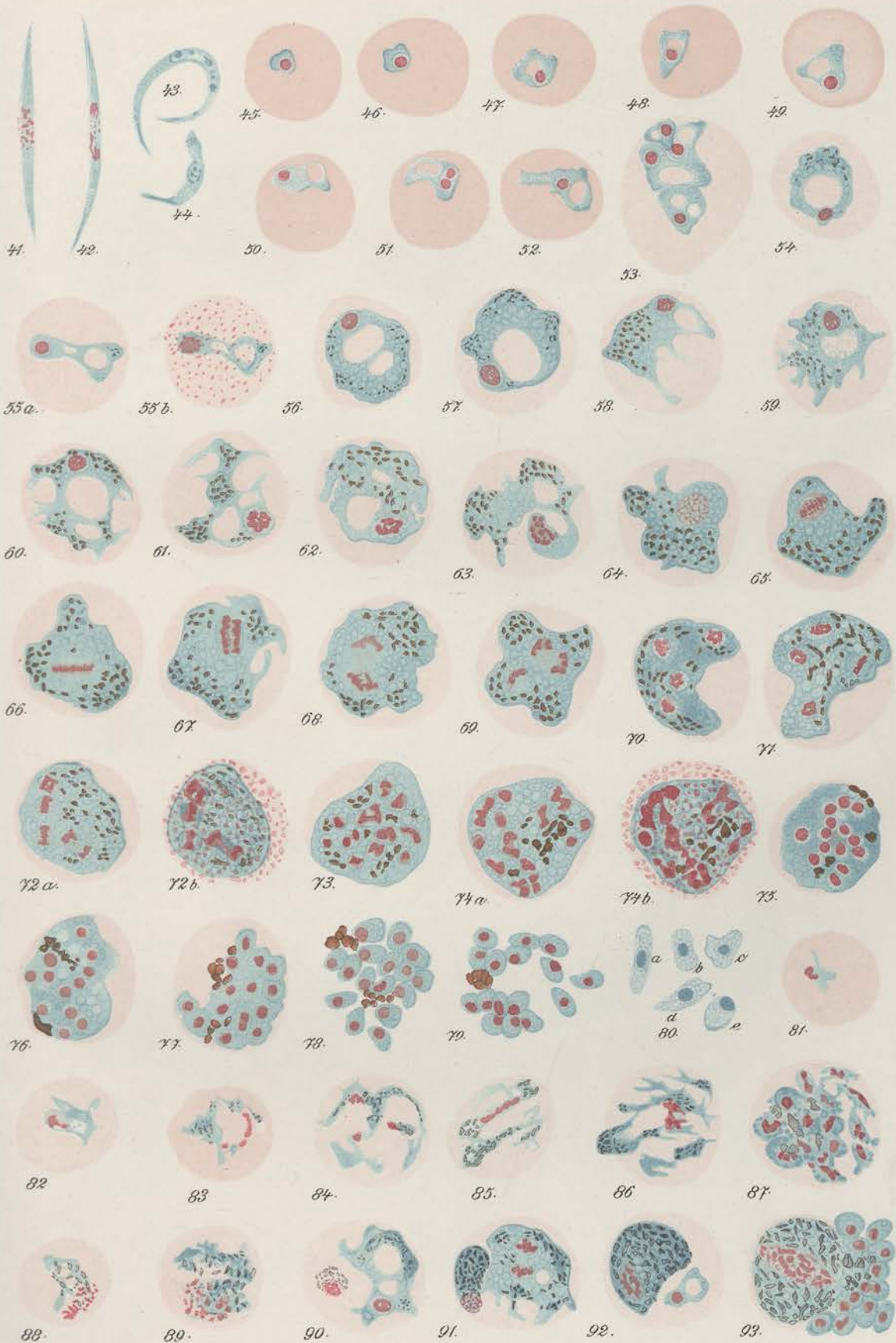
1900

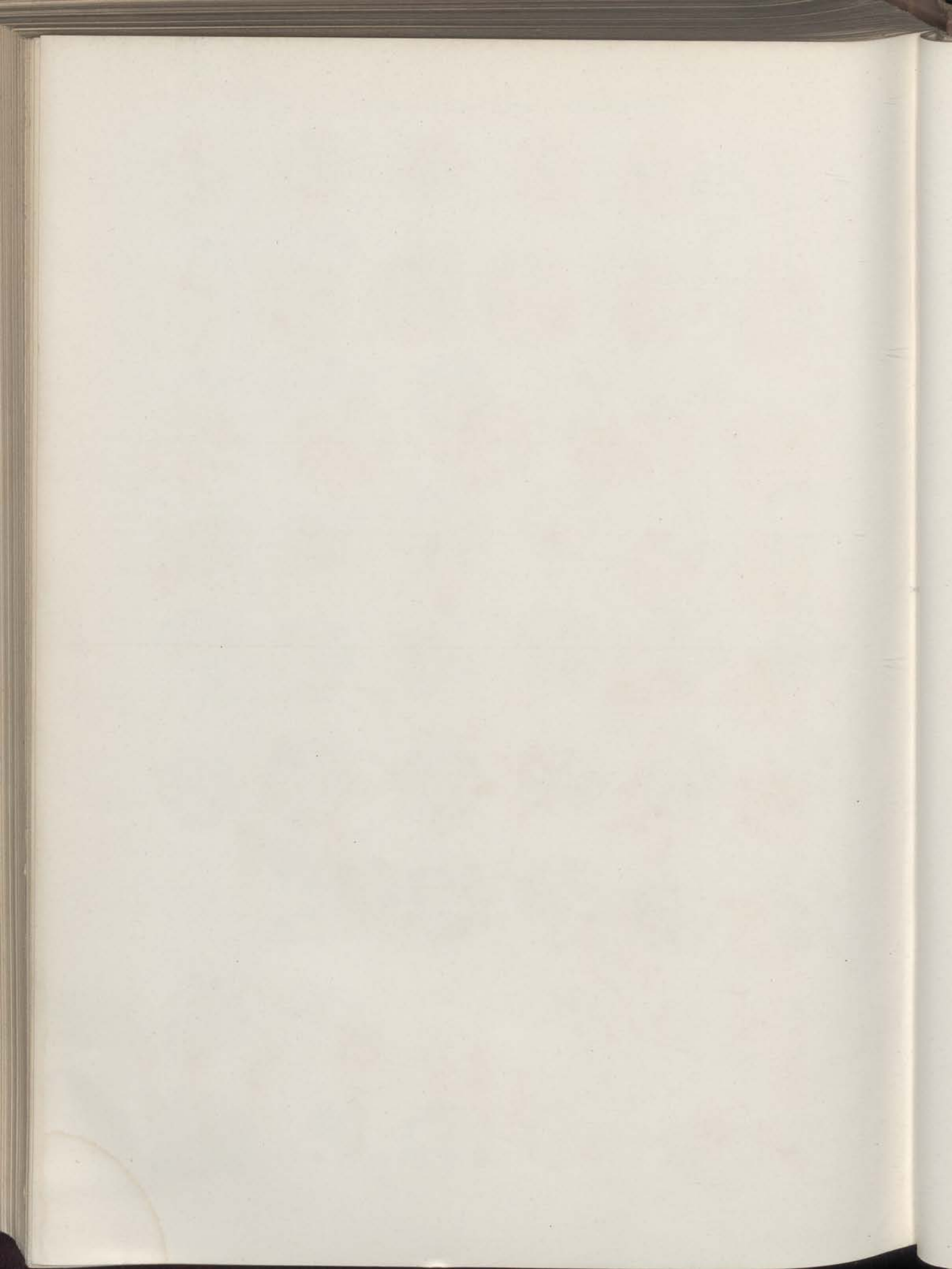


Plasmodium vivax (Grassi & Feletti).



Plasmodium vivax (Grassi & Feletti).





Plasmodium vivax (Grassi & Feletti).

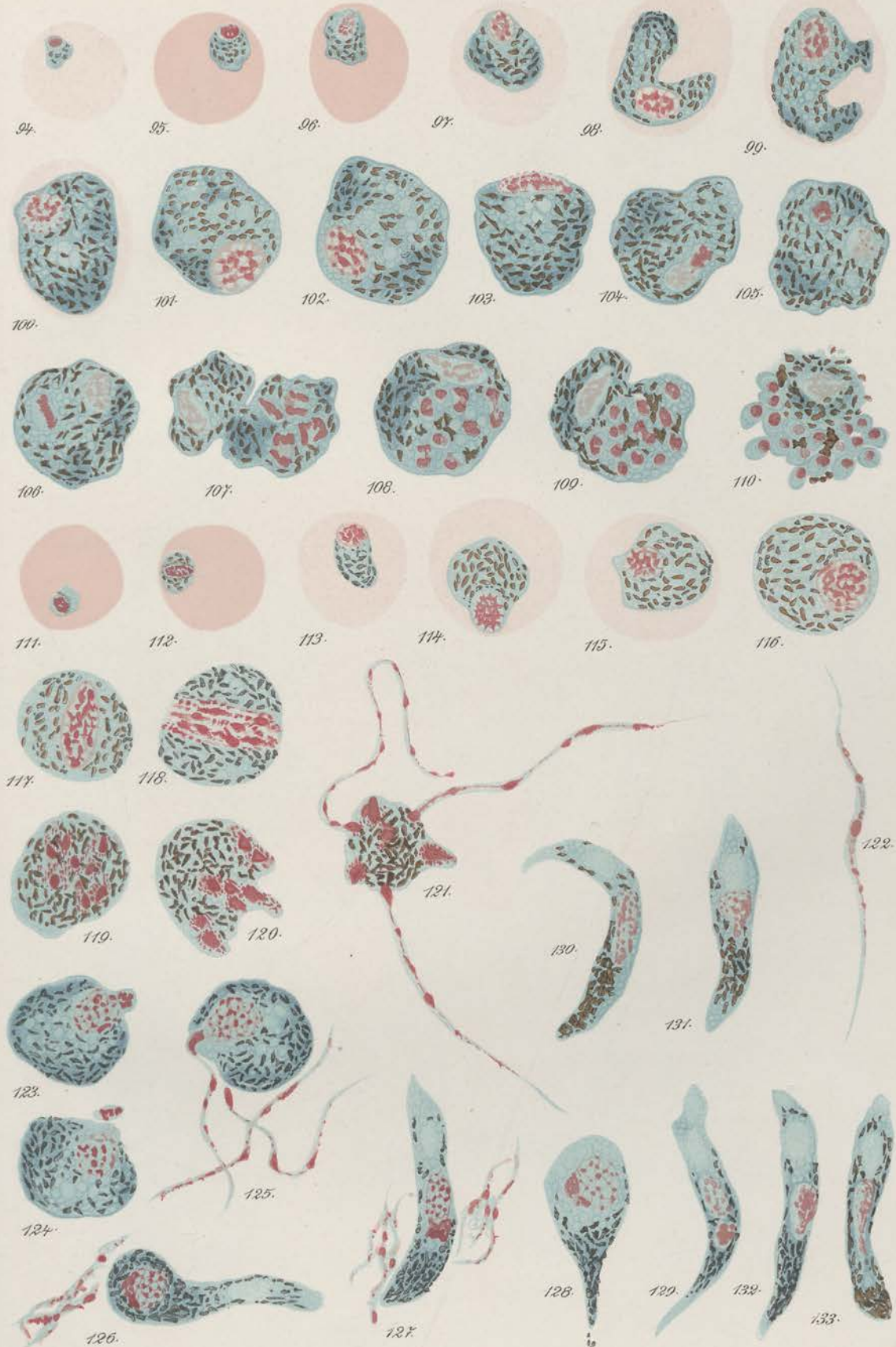




Fig. 1. Tuberkelbazillen, Serumkultur, 14 Tage alt, Klatschpräparat. Vergr. 150 fach.



Fig. 2. Tuberkelbazillen, dasselbe Präparat. Vergr. 250 fach.



Fig. 3. Timotheegrassbazillen (Möller), Agarkultur 24 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.



Fig. 4. Timotheegrassbazillen, andere Stelle desselben Präparats. Vergr. 250 fach.



Fig. 5. Butterbazillen (Rabinowitsch), Agarkultur 48 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.



Fig. 6. Butterbazillus I (Korn), Agarkultur 48 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.



Fig. 7. Butterbazillen (Petri), Agarkultur 48 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.



Fig. 8. Butterbazillen (Petri), dasselbe Präparat, Rand einer Kolonie. Vergr. 250 fach.



Fig. 9. Butterbazillen (Grassberger, Weber), Agarkultur 24 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.



Fig. 10. Butterbazillen, (Grassberger, Weber); andere Stelle desselben Präparats. Vergr. 250 fach.



Fig. 11. Butterbazillus II (Korn), Agarkultur 48 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.

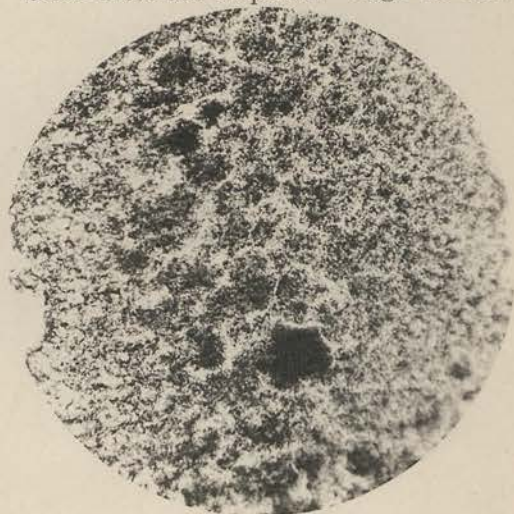


Fig. 12. Butterbazillus II (Korn), andere Stelle desselben Präparats. Vergr. 250 fach.

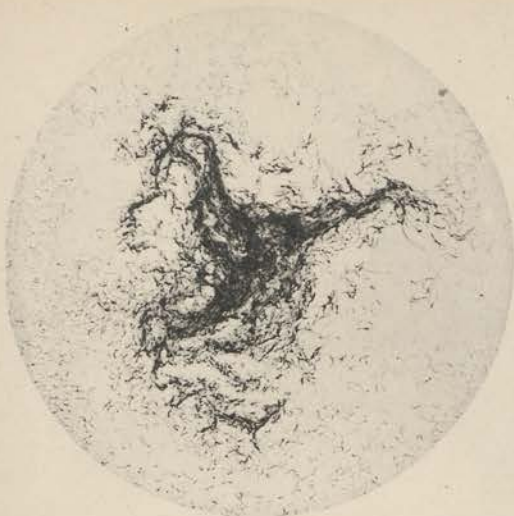


Fig. 13. Butterbazillen (Hormann, Morgenroth), Agarkultur 24 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.



Fig. 14. Mistbazillen (Möller), Agarkultur 48 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.

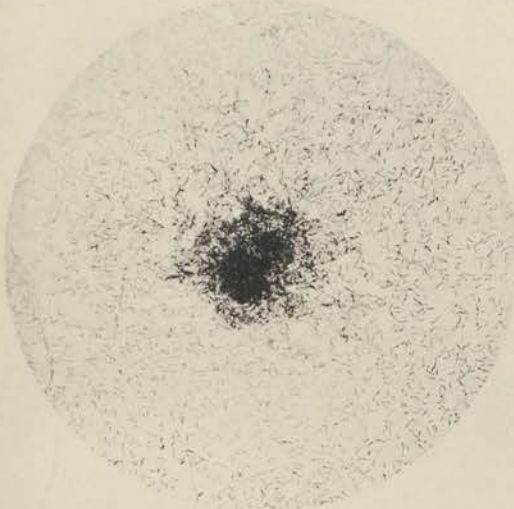


Fig. 15. Grasbazillus II (Möller), Agarkultur 24 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.

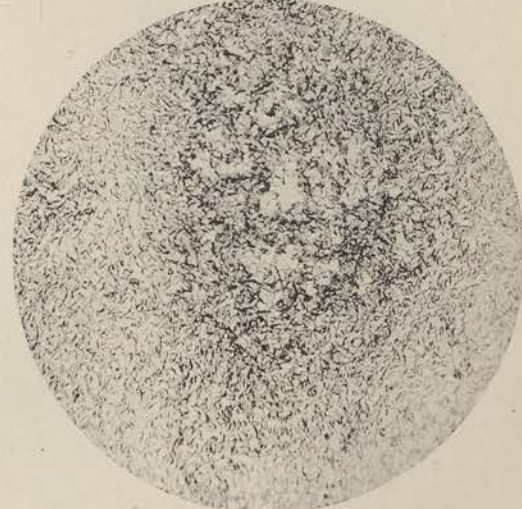


Fig. 16. Grasbazillus II (Möller), andere Stelle desselben Präparats. Vergr. 250 fach.



Fig. 17. Smegmabazillen (Weber), Agarkultur 24 Stunden alt, Klatschpräparat. Vergr. 250 fach.

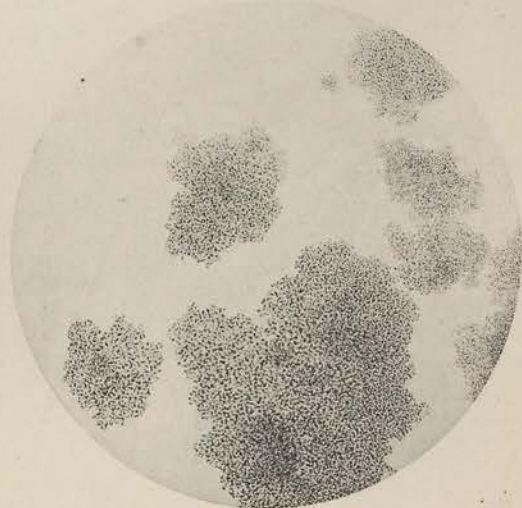


Fig. 18. Smegmabazillen (Weber), Agarkolonien lebend, 24 Stunden alt. Vergr. 130 fach.



Fig. 19. Tuberkelbazillen, Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.



Fig. 20. Timotheegrasbazillen (Möller), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.

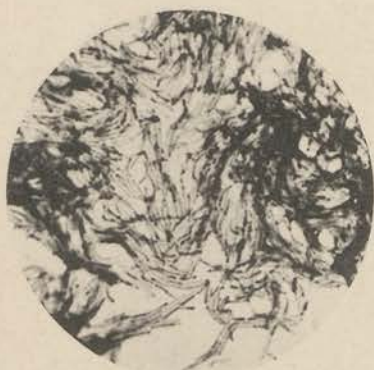


Fig. 21. Butterbazillen (Rabinowitsch), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.



Fig. 22. Butterbazillus I (Korn), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.



Fig. 23. Butterbazillen (Petri), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.



Fig. 24. Butterbazillen (Grassberger, Weber), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.

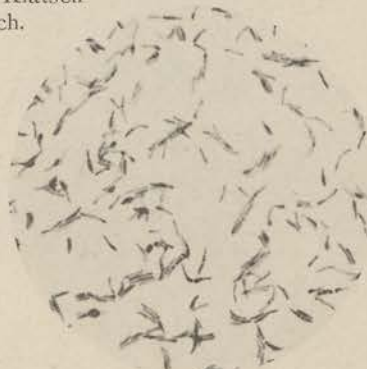


Fig. 25. Mistbazillen (Möller), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.



Fig. 26. Butterbazillus II (Korn), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.



Fig. 27. Butterbazillen (Hormann, Morgenroth), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.



Fig. 28. Butterbazillen (Hormann, Morgenroth), Pseudoverzweigungen. Vergr. 1000 fach.



Fig. 29. Grasbazillus II (Möller), Klatschpräparat. Vergr. 1000 fach.

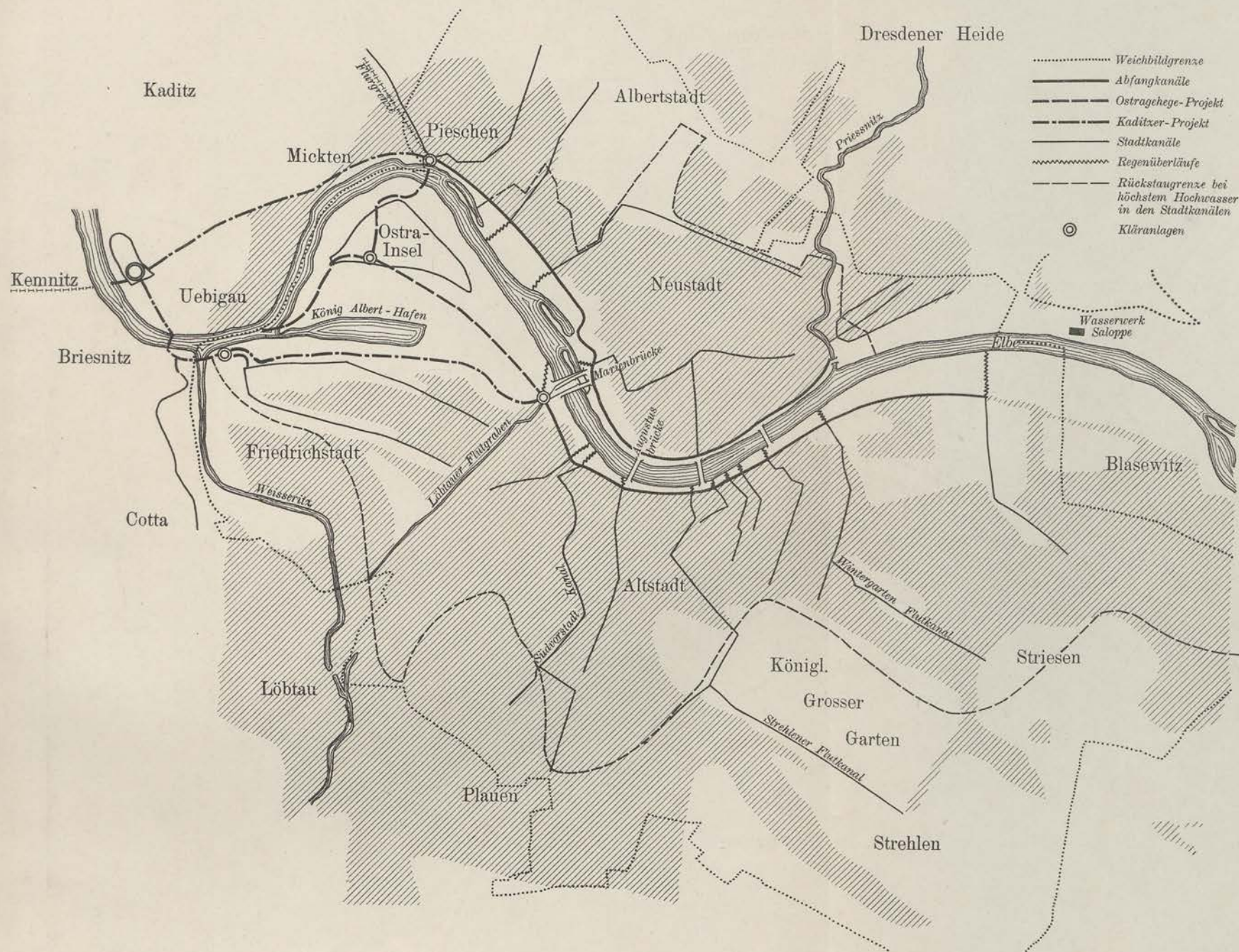


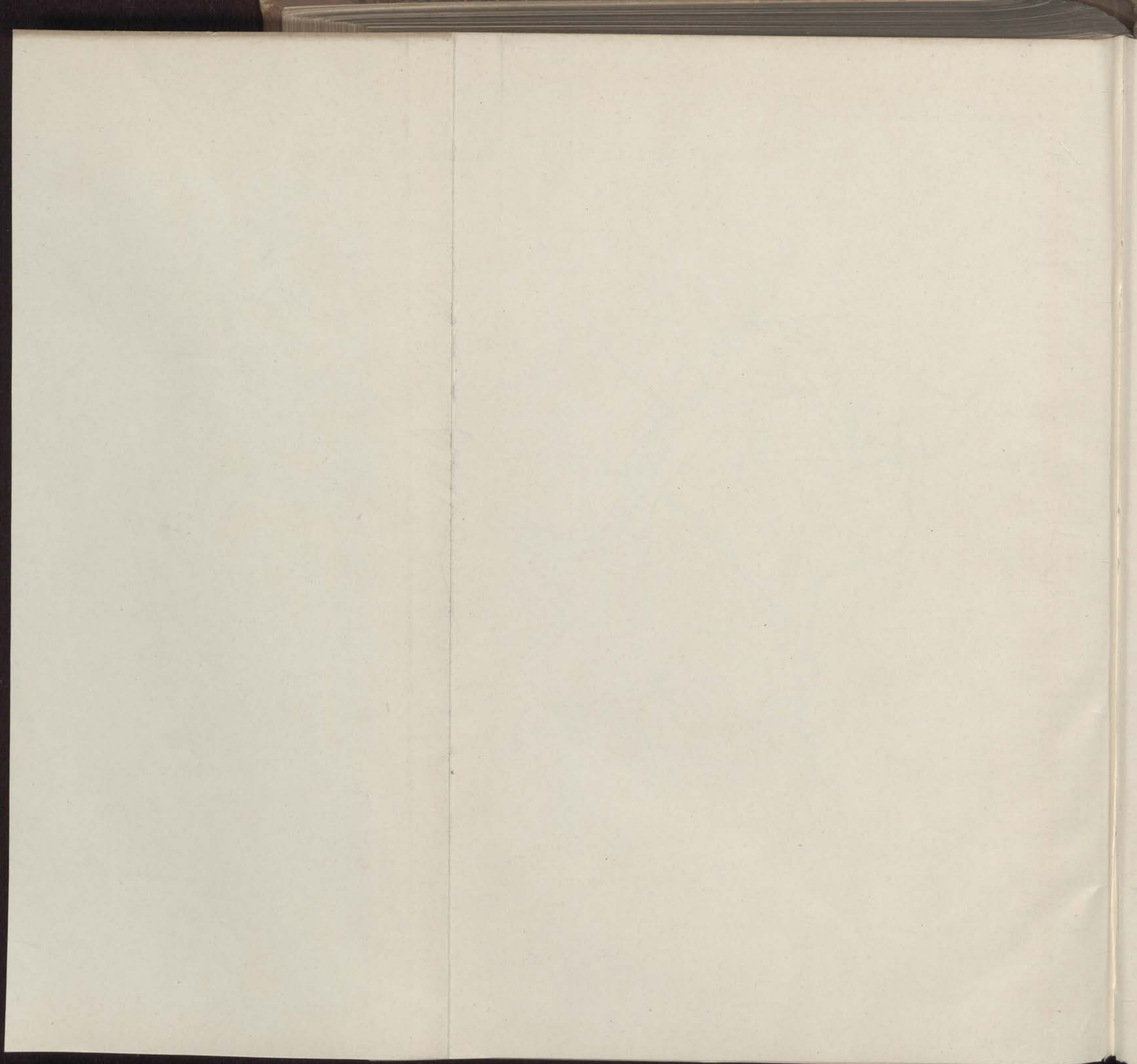
Fig. 30. Smegmabazillen, Agarkultur, Keulenform. Vergr. 1000 fach.



Fig. 31. Smegmabazillen, junge Agarkolonie. Vergr. 1000 fach.

Uebersichtsplan der Dresdener Kanalisation.





Querprofile der Elbe

bei Fluthgraben in der Wintergartenstraße.

+ 300 D. P. = 108,913 N. N.

+ 160 D. P. = 107,615 N. N.

0 D. P. = 106,076 N. N.

- 172 D. P. = 104,839 N. N.

bei Fluthgraben der Südvorstadt hinter dem Theater.

+ 300 D. P. = 108,582 N. N.

+ 160 D. P. = 107,171 N. N.

0 D. P. = 105,537 N. N.

- 172 D. P. = 103,898 N. N.

am Löbtauer Fluthgraben unterhalb der Marienbrücke.

+ 300 D. P. = 108,296 N. N.

+ 160 D. P. = 106,899 N. N.

0 D. P. = 105,239 N. N.

- 172 D. P. = 103,280 N. N.

am projektirten Haupteinlaß an der Micktner Flugrenze.

+ 300 D. P. = 107,766 N. N.

+ 160 D. P. = 106,452 N. N.

0 D. P. = 104,848 N. N.

- 172 D. P. = 102,780 N. N.

am Pionier-Übungsplatz.

+ 430 D. P. = 109,952 N. N.

+ 300 D. P. = 107,326 N. N.

+ 160 D. P. = 106,065 N. N.

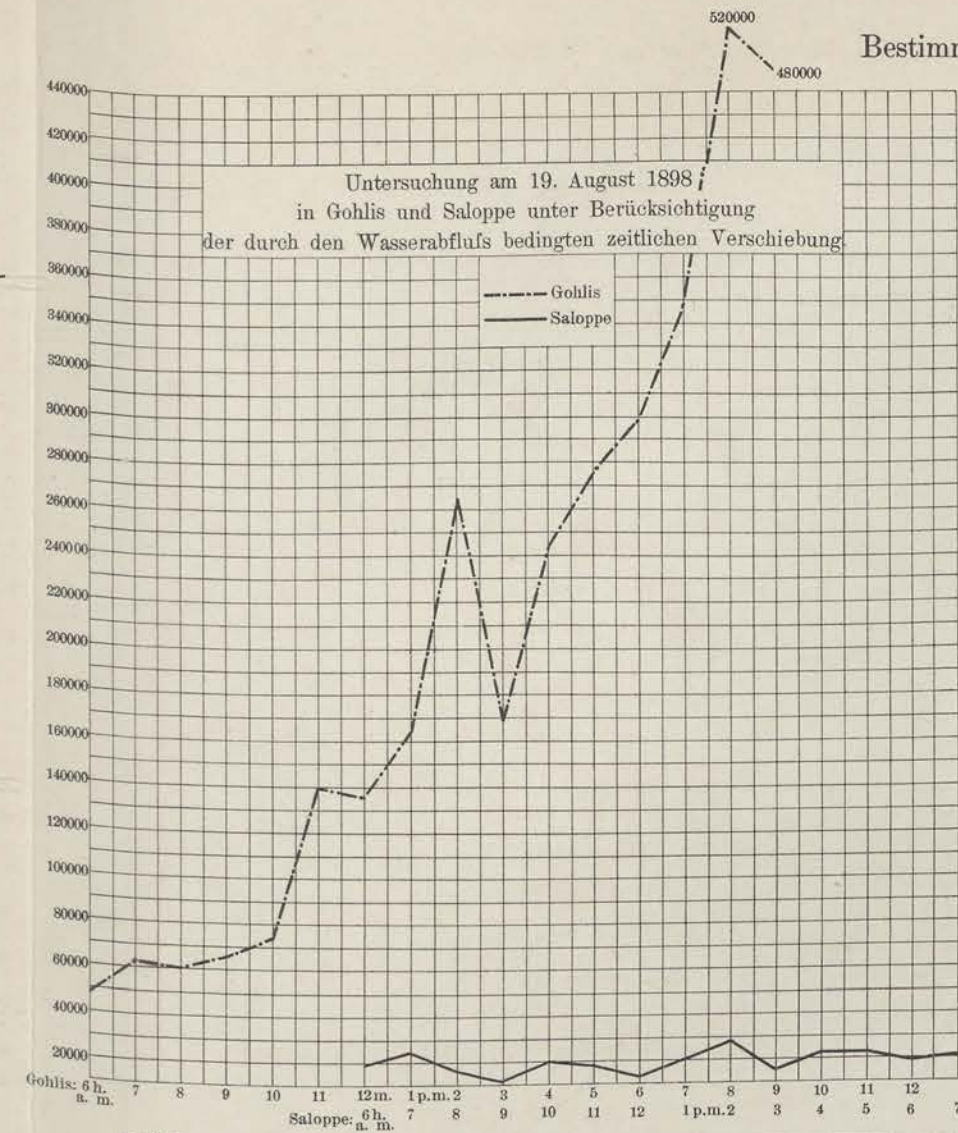
0 D. P. = 104,506 N. N.

- 172 D. P. = 102,438 N. N.

Die Profile sind im Jahre 1895 aufgenommen.
Länge = 1:1000. Höhe = 1:100.

Bestimmungen der Keimzahlen im Elbwasser.

Untersuchung am 19. August 1898
in Gohlis und Saloppe unter Berücksichtigung
der durch den Wasserabfluß bedingten zeitlichen Verschiebung.



Zusammenstellung der Ergebnisse einer
bacteriologischen Elbwasser-Untersuchung vom 25.-26. Sept. 1900.

Wasserstand: 175 cm u. Null.

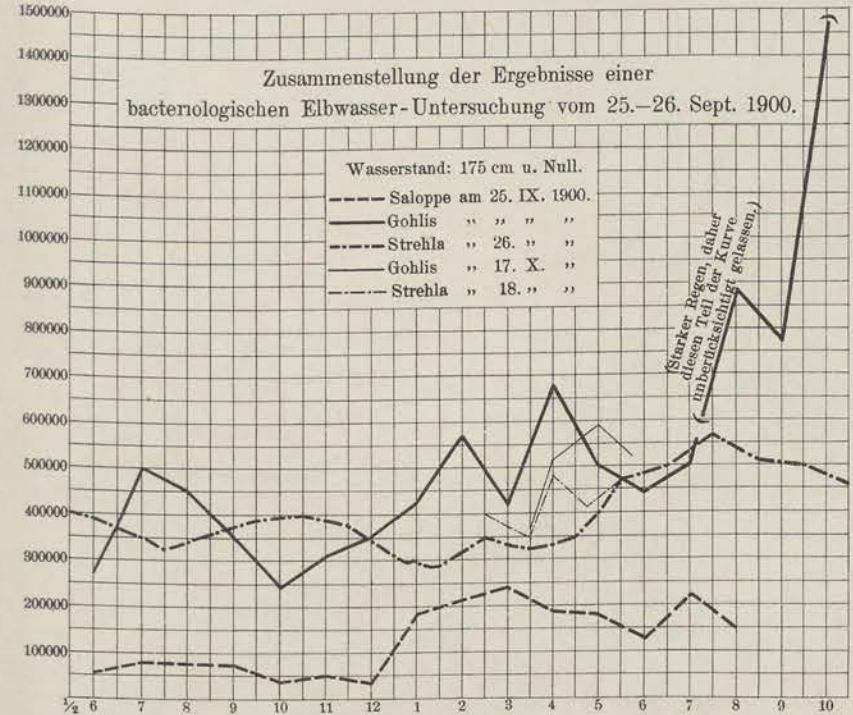
Saloppe am 25. IX. 1900.

Gohlis " " " "

Strehla " 26. " "

Gohlis " 17. X. "

Strehla " 18. " "

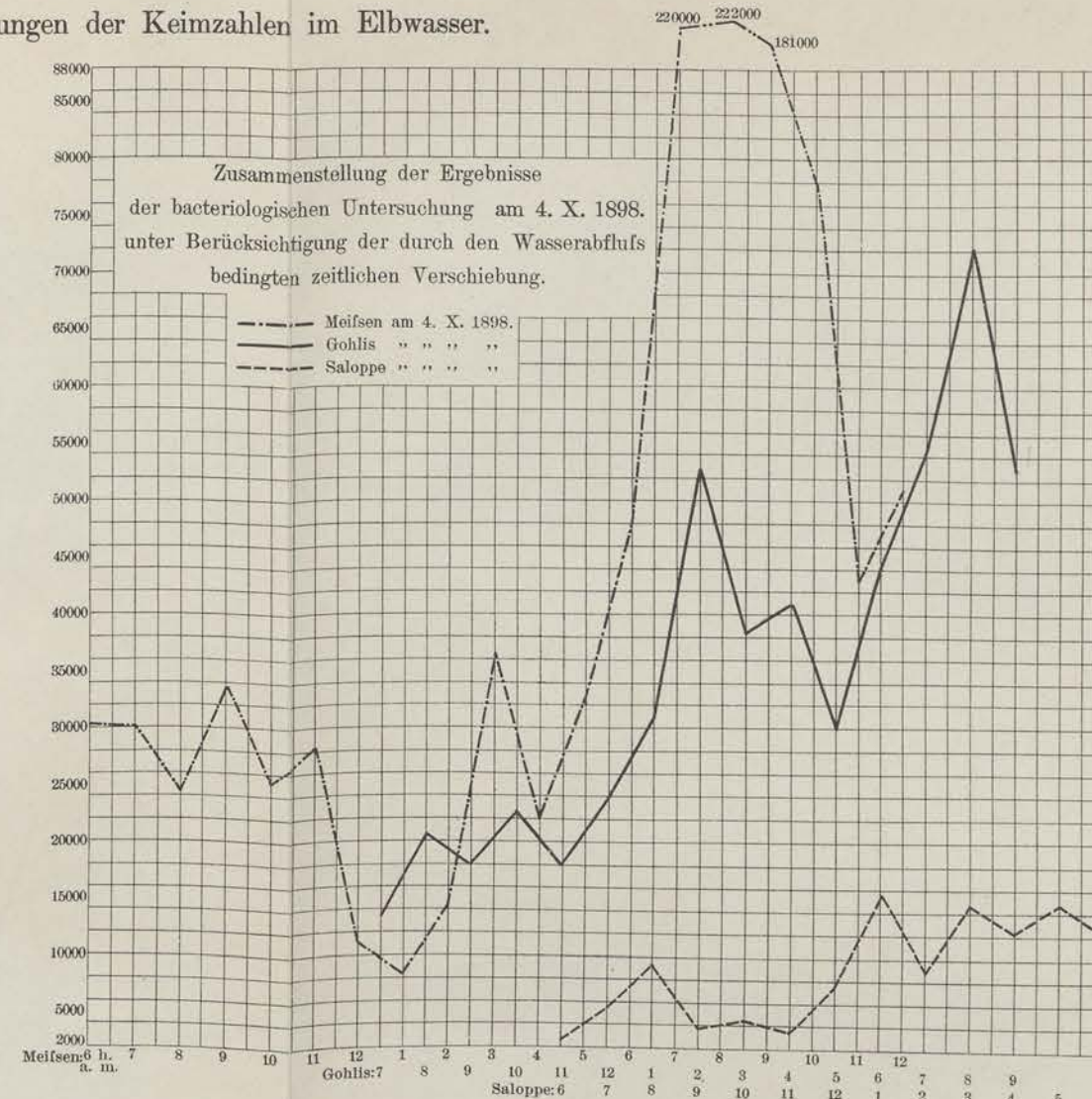


Zusammenstellung der Ergebnisse
der bacteriologischen Untersuchung am 4. X. 1898.
unter Berücksichtigung der durch den Wasserabfluß
bedingten zeitlichen Verschiebung.

Meißen am 4. X. 1898.

Gohlis " " " "

Saloppe " " " "

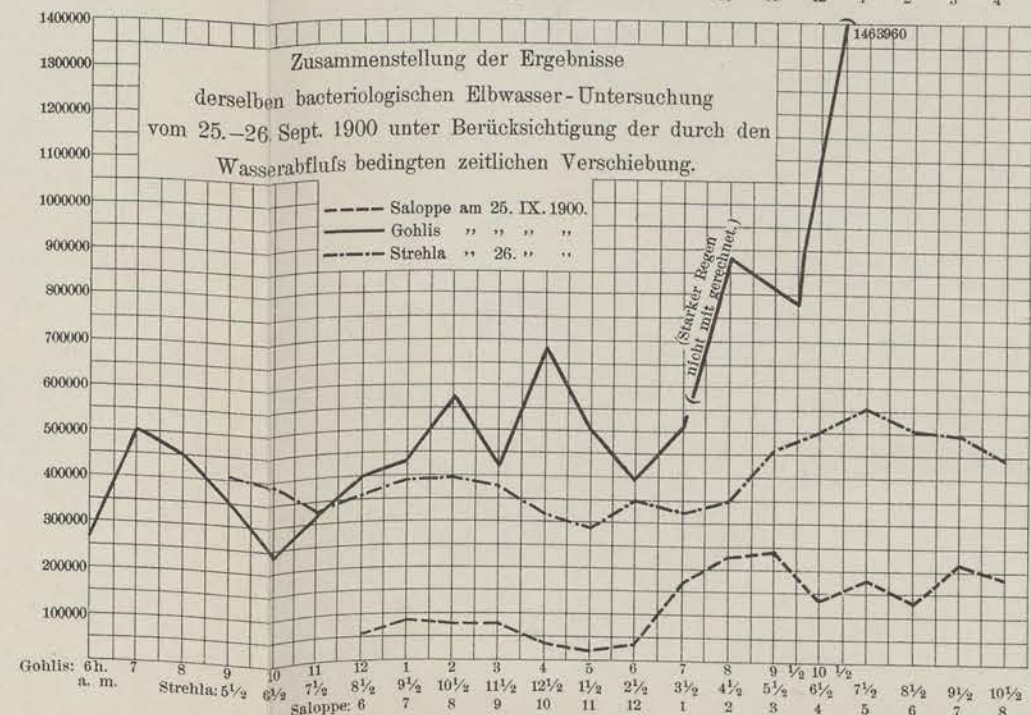


Zusammenstellung der Ergebnisse
derselben bacteriologischen Elbwasser-Untersuchung
vom 25.-26. Sept. 1900 unter Berücksichtigung der durch den
Wasserabfluß bedingten zeitlichen Verschiebung.

Saloppe am 25. IX. 1900.

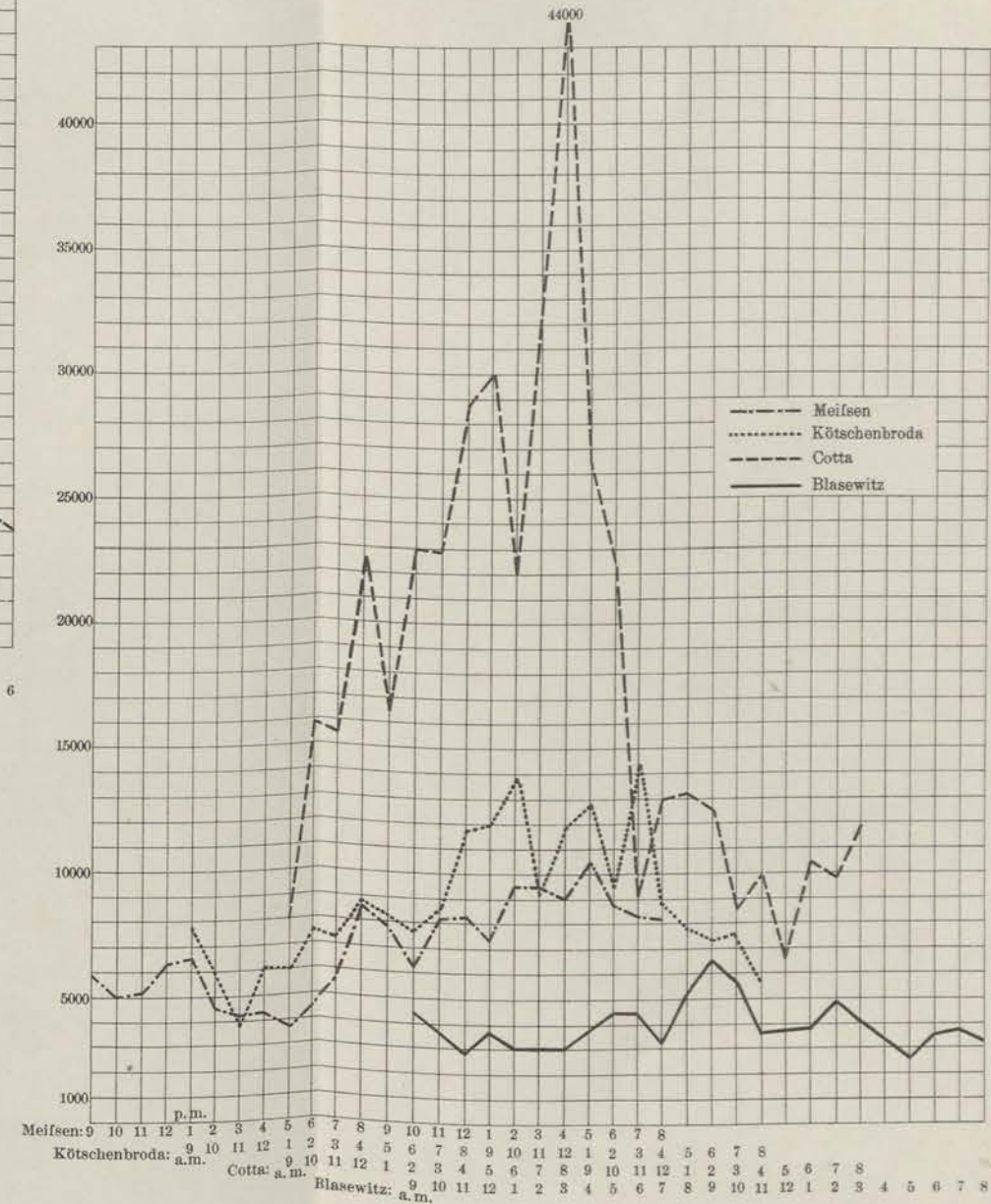
Gohlis " " " "

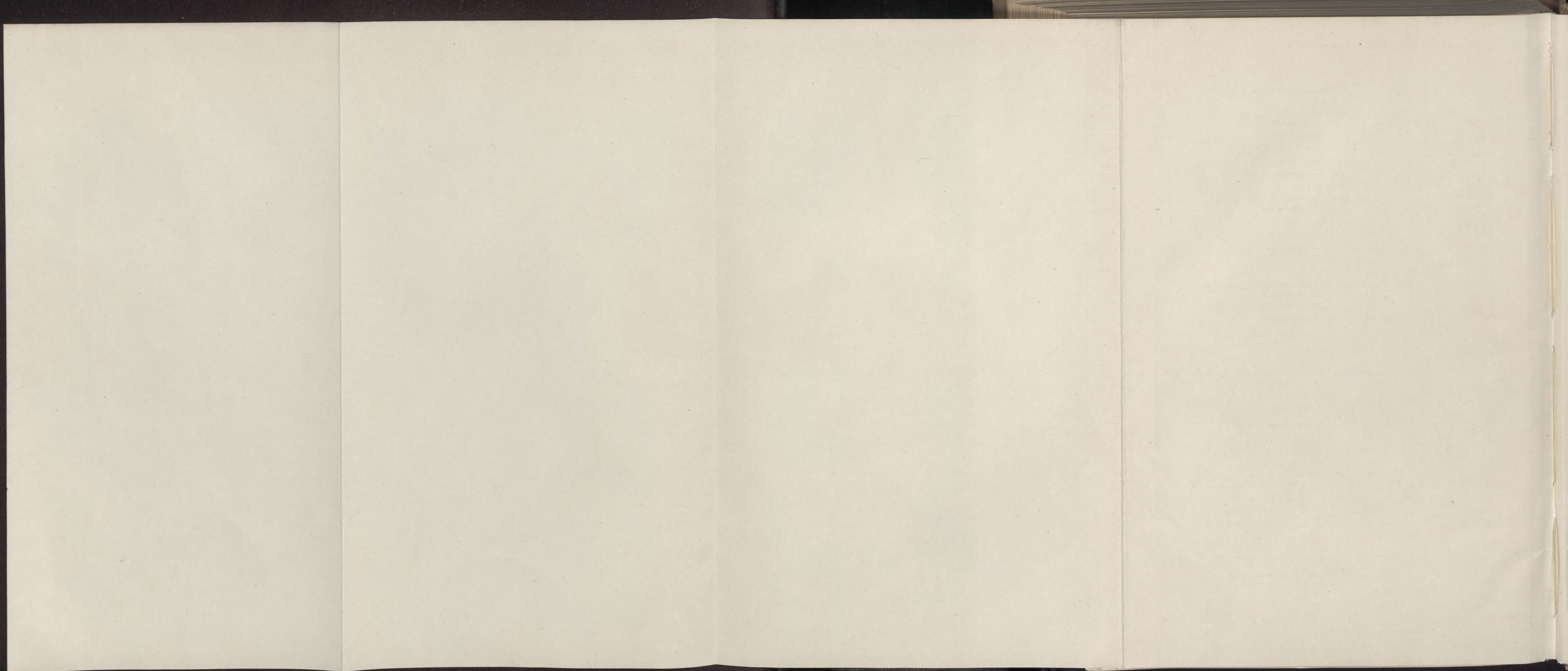
Strehla " 26. " "



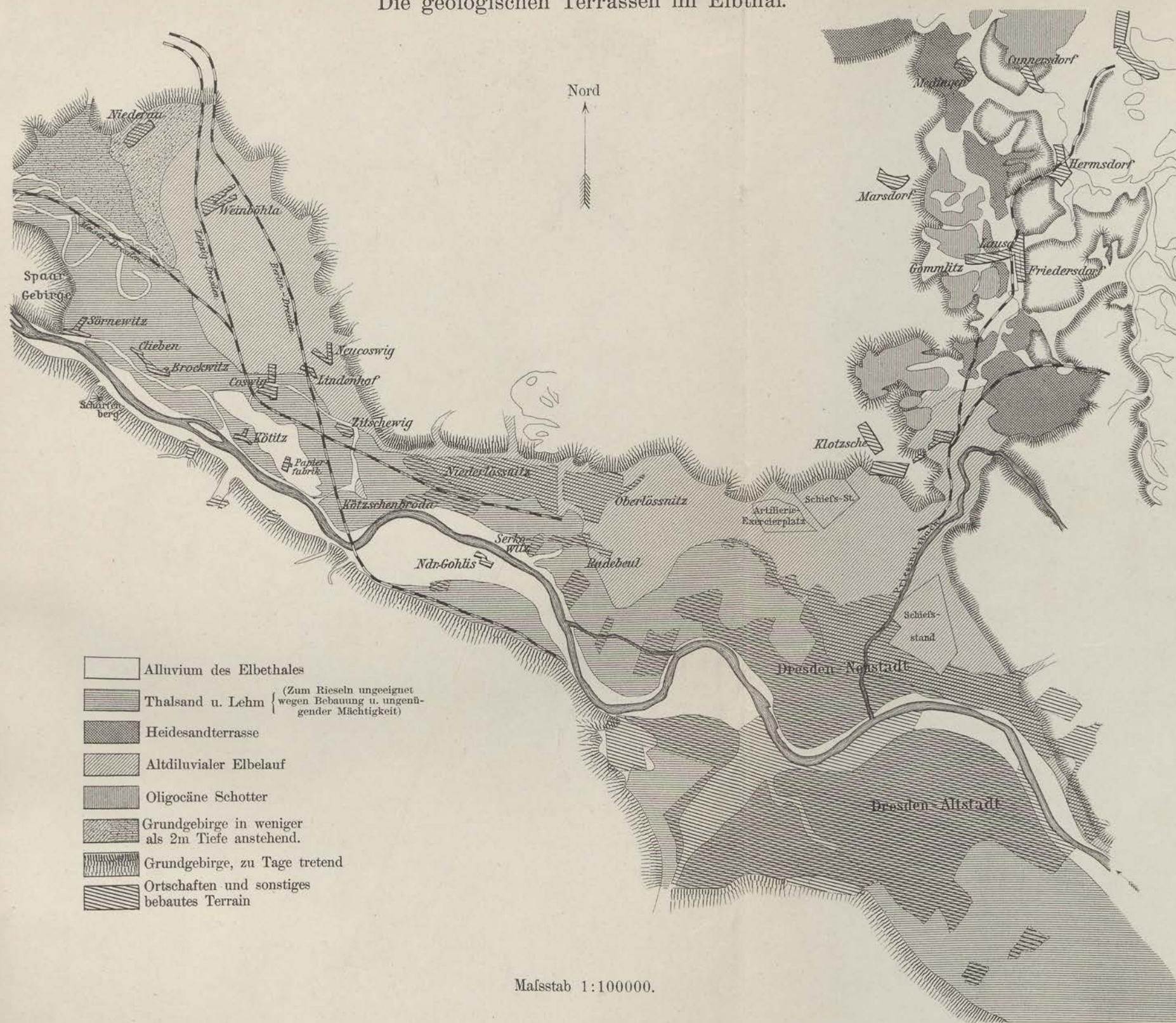
Untersuchung vom 24.-25. Oktober 1900
unter Berücksichtigung der durch den Wasserabfluß
bedingten zeitlichen Verschiebung.

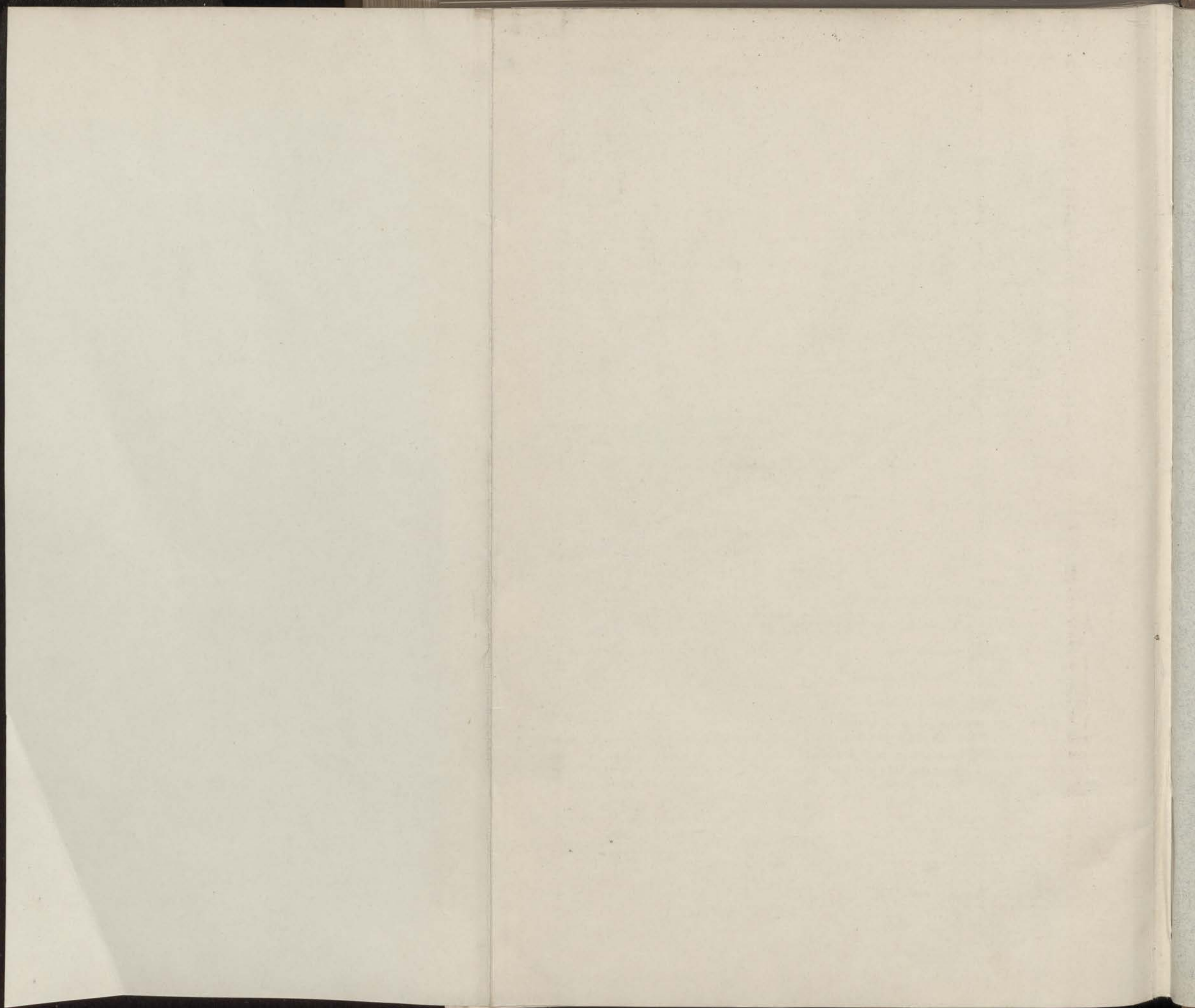
Die Kurve giebt Mittelzahlen an aus Beobachtungen
vom rechten und linken Ufer und Strommitte.





Die geologischen Terrassen im Elbthal.





Vierzehnter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 33,—.

1. Dr. Petri, Zum Nachweis der Tuberkelbazillen in Butter und Milch.
2. Dr. P. Muschold, Untersuchungen über „Porkosan“.
3. Dr. R. J. Petri und Dr. A. Maassen, Zur Beurteilung der Hochdruck-Pasteurisir-Apparate.
4. Dr. P. Muschold, Lepra in Leber und Milz. Mit 2 Tafeln.
5. Dr. H. Rasch, Ueber Bleivergiftungen der Arbeiter in Kachelofen-Fabriken.
6. Dr. M. Deeleman, Ueber den Bakteriengehalt der Schutzpockenlymphe. Mit Anhang.
7. Dr. Döring, Ein Beitrag zur Kenntnis der Kamerun-Malaria nebst Bemerkungen über sanitäre Verhältnisse des Schutzgebietes Kamerun.
8. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: 21. Dr. E. Polenske, Chemische Untersuchung einer Fleisch- und Wurstfarbe. — 22. Dr. W. Busse, Ueber eine neue Cardamomenart aus Kamerun. Mit 1 Tafel. — 23. Dr. M. Deeleman, Einige Versuche über die Einwirkung von Glycerin auf Bakterien. — 24. Dr. E. Polenske, Ueber die quantitative Bestimmung des Zuckers im Fleisch und Harn.
9. Dr. G. Pannwitz, Die Filtration von Oberflächenwasser in den deutschen Wasserverwerken während der Jahre 1894–1896. Mit 11 Tafeln.
10. Berichte des Geh. Medizinalrathes Professor Dr. Koch über die Ergebnisse seiner Forschungen in Deutsch-Ostafrika: I. Die Malaria in Deutsch-Ostafrika. Mit 1 Tafel. — II. Das Schwarzwasserfieber.
11. Dr. K. Windisch, Ueber die Zusammensetzung der Trinkbranntweine. Vierte Mittheilung. — V. Die Zusammensetzung des Zwetschenbranntweines.
12. Dr. Kübler, Ueber die Dauer der durch Schutzpockenimpfung bewirkten Immunität gegen Blattern.
13. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung (Fortsetzung). IX. Nachtrag zum II. Gutachten, betreffend die Kanalisierung der Residenzstadt Schwerin. Bericht-erstatte: Regierungsrath Dr. Ohlmüller. — X. Gutachten, betreffend die Verunreinigung der Kötschan und der Orla. Bericht-erstatte: Regierungsrath Dr. Ohlmüller.
14. Untersuchungen über die Häufigkeit der Sterbefälle an Lungenschwindsucht unter der Bevölkerung des Deutschen Reiches und einiger anderen Staaten Europas. Bericht-erstatte: Geh. Regierungsrath Dr. Rahts.
15. Dr. K. Windisch, Ueber Margarinkäse.
16. Dr. J. Moritz, Ergebnisse der Wein-statistik für 1896.
17. Mittheilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. I. General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1895 bis zum 31. März 1896, erstattet vom Oberstabsarzt I. Kl. Dr. Becker, Chefarzt der Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika. — II. Die Impfungen, welche vom 1. Juli 1895 bis 30. Juni 1896 in Deutsch-Ostafrika durch die Kaiserl. Gouvernements unterstellten Aerzte ausgeführt worden sind. Von demselben. — III. Dr. Friedr. Plehn, Die sanitären Verhältnisse von Tanga während des Berichtsjahres 1896/97. — IV. Heilverfahren bei afrikanischen Völkern. — V. Dr. Döring, Die Gesundheitsverhältnisse in Togo in der Zeit vom 1. Januar bis zum 1. Juli 1897. — VI. Dr. Lichtenberg, Erkrankungen und Todesfälle an Beri-Beri in der Kaiserl. Schutztruppe für Kamerun. — VII. Dr. A. Plehn, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1896 bis 30. Juni 1897. — VIII. Dr. Schwabe, Berichte über die Gesundheitsverhältnisse auf Jalut für die Zeit vom 1. Juli 1895 bis zum Mai 1896. — IX. Dr. Bartels, Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Jalut in der Zeit vom 17. Juli bis 30. September 1897.
18. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes. 25. Dr. E. Polenske, Chemische Untersuchung eines neuerdings im Handel befindlichen Fleisch-Konservierungsmittels, genannt „Carolin-Pulver“, hergestellt von H. Behnd & Co. Berlin. — 26. Dr. E. Polenske, Chemische Untersuchung von Brantweinschärfen und Essenzen, die neuerdings zur Herstellung von Qualitäts-Brantweiner Verwendung finden.

Fünftehnter Band. — Mit 11 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 24,—.

1. Dr. W. Busse, Ueber Gewürze. IV. Vanille. Mit 2 Tafeln.
2. Dr. Dunbar u. Dr. P. Muschold, Untersuchungen über das von der Société chimique des usines du Rhône für Haare und Borsten empfohlene Desinfektionsverfahren mit Formaldehyd im luftverdünnten Raum.
3. Dr. A. Mühlischlegel, Ein Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Bakterien nach Studien an drei Körnerbazillen. Mit 1 Tafel.
4. Dr. Wutzdorff, Die in elektrischen Akkumulatorenfabriken beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.
5. Dr. Brandl u. Dr. Scherpe, Ueber zinkhaltige Apfelschnitte nebst Versuchen über die Wirkung des äpfelsauren Zinks. Mit Anhang: Ueber die Gesundheitschädlichkeit des Zinks, beurtheilt nach Versuchen über den Verbleib intravenös einverleibter Zinksalze. Von Prof. Dr. Jakob.
6. Dr. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1897.
7. Dr. A. Weber, Zur Aetiologie der Krebspest. Mit 2 Tafeln.
8. Dr. J. Buchwald, Ueber Gewürze. V. Ingwer. Mit 1 Tafel.
9. Dr. W. Kerp, Ueber die Baudouin'sche Reaktion.
10. Dr. E. Rost, Ueber das Schicksal des o-Oxy-Chinolins und über die Ausscheidung der gepaarten Schwefelsäuren im Harn des Hundes; nebst einem Anhang über die Zusammensetzung des Chinosols.
11. Dr. Engelmann, Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht.
12. Mittheilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Ollwig, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1896 bis zum 31. März 1897. — II. Dr. Gaertner, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1897 bis zum 31. März 1898. — III. Die Impfungen, welche vom 1. Juli 1896 bis 30. Juni 1898 in Deutsch-Ostafrika durch die Aerzte der Kaiserlichen Schutztruppe ausgeführt worden sind. Nach amtlichen Berichten zusammengestellt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — B. Marschallinseln. Dr. Bartels, Aerztlicher Jahresbericht für 1897/98.
13. Dr. Böder, Beitrag zu vergleichenden Untersuchungen über die Bakterien der Schweinepest und Schweineseuche.
14. Dr. R. Scherpe, Die chemischen Veränderungen des Roggens und Weizens beim Schimmeln und Auswaschen.
15. Dr. G. Martins, Beitrag zur Kenntnis der Wirkung des Poleyoles.
16. Dr. Kübler, Die Miltbrandgefahr bei Bearbeitung tierischer Haare und Boisten, und die zum Schutz dagegen geeigneten Massnahmen.
17. Dr. P. Muschold, Untersuchungen zu dem Dampf-Desinfektionsverfahren, welches im § 2, 1 der unter dem 28. Januar 1899 erlassenen Vorschriften über die Einrichtung und den Betrieb der Rosshaarspinnereien u. s. w. für die Desinfektion des Rohmaterials vorgeschrieben ist. Mit 1 Tafel.
18. Dr. Wutzdorff, Die in Thomasschlackenmühlen beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.
19. Dr. A. Maassen, Fruchtäther bildende Bakterien. Mit 3 Tafeln.
20. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: 27. Dr. E. Polenske und Dr. W. Busse, Beiträge zur Kenntnis der Mate-Sorten des Handels. Mit 1 Tafel. — 28. Dr. W. Busse, Ueber gerbstoffhaltige Mangroverinden in Deutsch-Ostafrika. 29. Dr. E. Polenske, Chemische Untersuchung von 2 amerikanischen Konservierungsmitteln für Fleisch und Fleischwaren. — 30. S. Friedländer, Zur Bestimmung des Schwefels im Petroleum.

Sechzehnter Band. — Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Pest im Jahre 1897 nach Indien entsandten Kommission, erstattet vom Geheimen Medizinalrath Professor Dr. Gaffky, Professor Dr. Pfeiffer, Professor Dr. Sticker und Stabsarzt Dr. Dieudonné. Nebst einer Anlage: **Untersuchungen über die Lepra**, von Professor Dr. Sticker. Mit 9 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 24,—.

Siebzehnter Band. — Mit 3 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 26,—.

1. Dr. H. Kossel und Dr. P. Frosch, Ueber die Pest in Oporto. (Nach einem an den Herrn Staatssekretär des Innern bezw. den Herrn Königl. Preussischen Minister der geistl., Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten unter dem 21. November 1899 erstatteten Bericht.) Mit 1 Tafel.
2. Dr. P. Muschold, Ueber die Widerstandsfähigkeit der mit dem Lungenauswurf herausbeförderten Tuberkelbazillen in Abwässern, im Flusswasser und im kultivierten Boden.
3. Dr. A. Weber, Die Bakterien der sogenannten sterilisirten Milch des Handels, ihre biologischen Eigenschaften und ihre Beziehungen zu den Magen-Darmkrankheiten der Säuglinge, mit besonderer Berücksichtigung der giftigen peptonisierenden Bakterien Flügels.
4. Dr. G. Martins, Experimenteller Nachweis der Dauer des Impfschutzes gegenüber Kuh- und Menschenpocken.
5. Dr. Boeder, Zur Frage von der Heilkraft des Lichtes.
6. Dr. Vagedes, Ueber die Pest in Oporto.
7. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung). XI. Gutachten über die Verunreinigung der Haase durch die Piesberger Grabenwässer und deren Folgen. Mit 1 Tafel.
8. Dr. K. Windisch, Ueber die Veränderungen des Fettes beim Reifen der Käse.
9. Dr. Wutzdorff, Die im Zinkhüttenbetriebe beobachteten Gesundheitsschädigungen und

- die zu ihrer Verhütung erforderlichen Massnahmen.
10. Dr. H. Kossel und Dr. Weber, Ueber die Hämoglobinurie der Rinder in Finland. Mit 1 Tafel.
 11. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Wein-statistik für 1898.
 12. Dr. Velde, Bericht über die gesundheitlichen Verhältnisse der Provinz Shantung.
 13. Dr. Velde, Bericht über die Verbreitung der Lepra in China.
 14. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Becker, General-Sanitäts-Bericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 1. März

1899. — II. Dr. Becker, Die im Berichtsjahr 1898/99 bei der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika vorgenommenen Impfungen. — B. West-Afrika. Dr. A. Plehn, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1897 bis 30. Juni 1898. — C. Togo. Dr. Wendland, Bericht über die Verbreitung der Pocken und der Lepra im Bezirk Misahöhe. — D. Karolinen-Inseln. Dr. Girschner, Bericht über Klima und Gesundheitsverhältnisse auf Ponspeimletzen Vierteljahr des Jahres 1899. — E. Marshall-Inseln. Dr. Bartels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marshall-Inseln 1898/99. — Dr. Bar-

tels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marshall-Inseln in der Zeit vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: 31. Dr. R. Heise, Eine Methode zur vergleichswisen Bestimmung der Lichtfärbungen von Kohlenwasserstofflampen und elektrischen Glühlampen. — 32. Dr. Ed. Polenske, Ueber den Borsäuregehalt des amerikanischen Trockenpökelfleisches. — 33. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten des Borax bei der Destillation mit Methylalkohol. — 34. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten von Borsäure, schwefliger Säure und künstlichen Farbstoffen in Dauerwurst.

Achtzehnter Band. — Mit 13 Tafeln und Abbildungen im Text. — Preis M. 27,—.

1. Dr. P. Muschold, Weitere Untersuchungen zu dem im § 2, I der Bekanntmachung des Herrn Reichskanzlers vom 28. Januar 1899 für Rosshaarspinnereien u. s. w. vorgeschriebenen Desinfektionsverfahren mittelst Wasserdampf.
2. Dr. A. Maassen, Die Zersetzung der Nitrate und der Nitrite durch die Bakterien. Ein Beitrag zum Kreislauf des Stickstoffs in der Natur.
3. Dr. E. Rost, Ueber den Einfluss des Natriumsalpeters auf den Stoffwechsel des Hundes. Mit 1 Tafel.
4. Dr. H. Kossel u. Dr. Nocht, Ueber das Vorkommen der Pest bei den Schiffsratten und seine epidemiologische Bedeutung. Mit 1 Tafel.
5. Dr. Cl. Schilling, Ueber eine bei Ratten vorkommende Seuche.
6. Dr. H. Kossel u. Dr. Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest. Mit 4 Tafeln.
7. Dr. L. Heim, Eine Milzbrandinfektion durch Ziegenhaare.
8. Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht. (Nach dem aus den

Lungenheilstätten eingegangenen Material bearbeitet im Kaiserlichen Gesundheitsamte.) Berichterstatte: Reg.-Rath Dr. Engelmann.

9. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten. Dr. Bartels, Bericht über das Vorkommen der Frambösie und des Ringwurms auf den Marshall-Inseln und auf Nauru.
10. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XII. Gutachten, betr. die Verunreinigung von Quellen im Innerstethale und der Innerste. Berichterstatte: Geh. Reg.-Rath Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel. — XIII. Ergänzungs-Gutachten, betr. die Verunreinigung der Innerste. Berichterstatte: Geh. Reg.-Rath Dr. Ohlmüller.
11. Dr. E. Rost, Zur Kenntniss des Stoffwechsels wachsender Hunde. Mit 1 Tafel.
12. Dr. Tjaden, F. Koske u. Dr. M. Hertel, Zur Frage der Erhaltung der Milch, mit besonderer Berücksichtigung der Molkereien. Mit 3 Tafeln.
13. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Wein-statistik für 1899.
14. Dr. Seige, Ueber die desinfizierende Wirkung der Alkoholdämpfe.

15. Dr. R. Fritzweiler, Ueber das Vorkommen des Oleodistearins in dem Fette der Samen von Theobroma-Cacao.
16. Fr. Schaudinn, Studien über krankheits-erregende Protozoen. I. Cyclospora carolytica Schaud., der Erreger der pernicious Enteritis des Maulwurfs. Mit 2 Tafeln.
17. Dr. Ohlmüller und Dr. Fr. Prall, Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon.
18. Dr. Fr. Prall, Beitrag zur Kenntniss der Nährböden für die Bestimmung der Keimzahl im Wasser.
19. Dr. E. Fritzsche, Versuche über Infektion durch kutane Impfung bei Thieren.
20. Dr. A. Maassen, Die biologische Methode Gossio's zum Nachweis des Arsens und die Bildung organischer Arsen-, Selen- und Tellurverbindungen durch Schimmelpilze und Bakterien.
21. Dr. H. Schmidt, Ueber die Einwirkung gasförmiger Blausäure auf frische Früchte.
22. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. L. Fränkel, Untersuchung von Farbstoffen, welche zum Färben von Wurst, Fleisch und Konserven dienen.

Neunzehnter Band. Heft 1. — Mit 3 Tafeln. — Preis M. 7,—.

1. Dr. E. Rost, Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den thierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konserviren von Nahrungsmitteln. Mit 3 Tafeln.
2. Dr. Rubner, Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen.

3. Dr. R. O. Neumann, Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen.
4. Dr. A. Heffter, Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung.
5. Dr. G. Sonntag, Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper.
6. A. Weitzel, Ueber die Labgerinnung der

Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen.

7. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. Ed. Polenske, Ueber den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweinschinken.

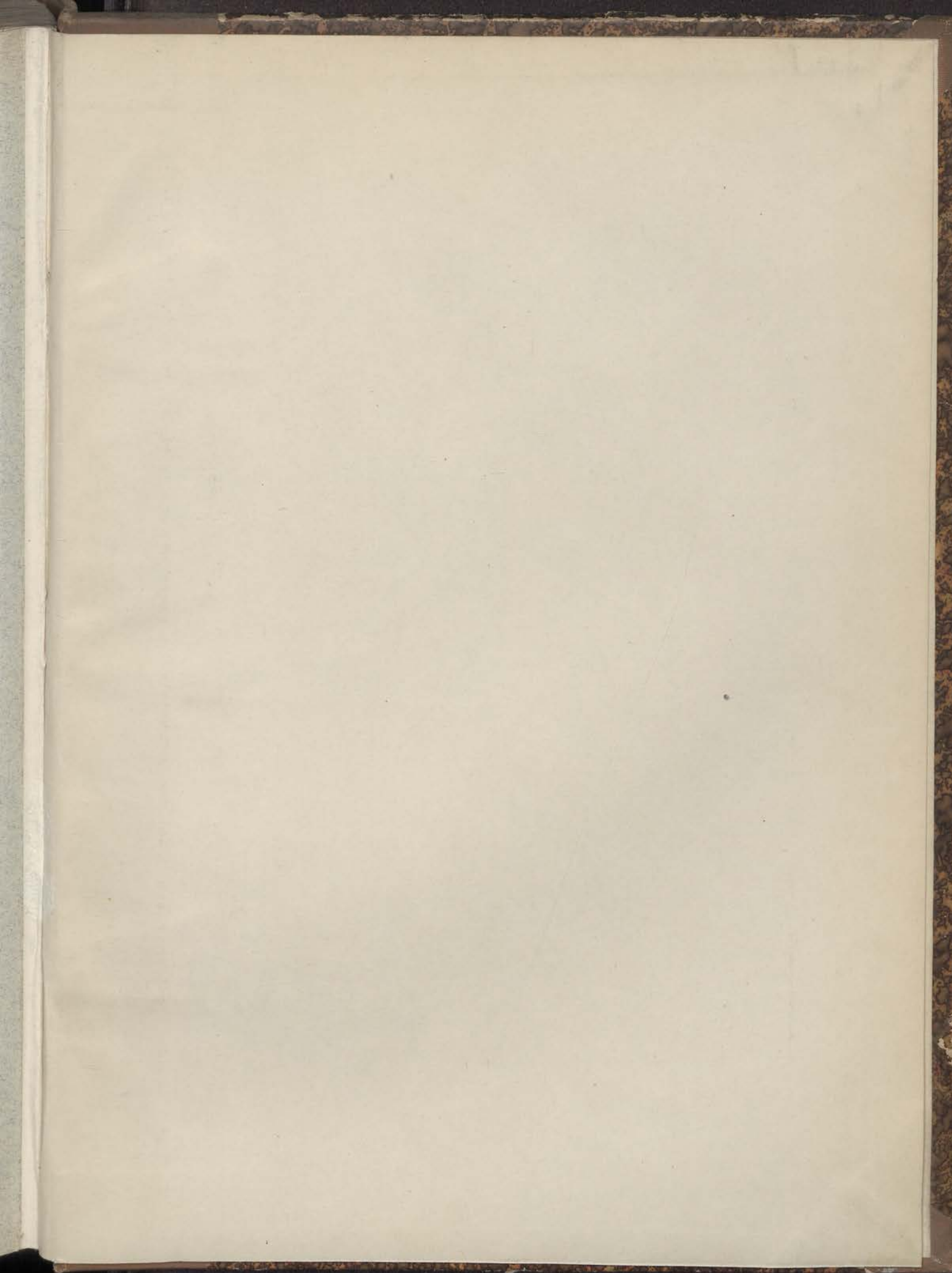
Neunzehnter Band. — Heft 2. — Mit 8 Tafeln. — Preis M. 15,—.

1. Fr. Schaudinn, Studien über krankheits-erregende Protozoen. II. Plasmodium vivax (Grassi & Feletti), der Erreger des Tertianfiehens beim Menschen. Mit 3 Tafeln.
2. Dr. A. Weber, Ueber die tuberkelbazillen-ähnlichen Stäbchen und die Bazillen des Smeznia's. Mit 10 Photographien von Dr. A. Maassen. Mit 5 Tafeln.
3. Dr. H. Schmidt, Die Bestimmung des Rohrzuckers in gezuckerten Früchten.
4. Dr. C. Fischer, Beiträge zur Kenntniss über die im Handel befindlichen Zündwaaren und über ihre Untersuchung.
5. Dr. W. Busse, Beiträge zur Kenntniss der Dammarharze. Unter Zugrundelegung einer von Dr. J. Fränkel ausgeführten Experimental-Untersuchung bearbeitet.
6. Dr. H. Schmidt, Beiträge zur Zuckerbestimmung nach Anlage B und E der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz.
7. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Deutsch-Ostafrika. I. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Desgl. im Jahre 1900/1901. — III. Dr. Steuber, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis

31. März 1900. — IV. Desgl. für das Halbjahr vom 1. April bis 30. September 1900. — B. Kamerun. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in dem Berichtsjahre 1898/99. — II. Dr. A. Plehn, Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse in der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 30. Juni 1900. — III. Dr. A. Plehn, Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse des Kamerun- und Sanagaflussesgebietes (Duala Eden) in der Zeit vom 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901. — C. Togo. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/01. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — D. Deutsch-Südwestafrika. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Dr. Lübbert, Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/01. — III. Schöppwinkel, Bericht über die Vorkehrungen gegen die Pestgefahr an der Landgrenze. — IV. Dr. Lübbert, Bericht über die Thätigkeit des Chefarztes in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1898/99. — V. Dr. Lübbert, General-Sanitätsbericht über

die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 31. März 1899. — VI. Dr. Lübbert, Desgl. für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. — VII. Dr. Hummel, Desgl. für das Berichtsjahr vom 1. April bis 30. September 1900. — E. Marshall-Inseln. Dr. Schnee, Gesundheitsverhältnisse in der Zeit vom 1. April 1900 bis 31. März 1901. — F. Schutzgebiet von Neu-Guinea, einschl. des Inselgebietes der Karolinen, Palau und Marianen. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes von Neu-Guinea im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresbericht für das Schutzgebiet. — II. Dr. Girschner, Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Karolinen und Marianen in der Zeit vom 9. April 1900 bis 1. April 1901. — III. Dr. Sunder, Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Yap. — IV. Dr. Girschner, Die Krankheitsverhältnisse auf den Marianen.

8. Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. A. Günther, Chemische Untersuchung eines neuen im Handel befindlichen „Dauerwurstsalzes Boroll“ und eines „Dauerwurstgewürzes“.



8 MAY 1951



Universitätsbibliothek der HU Berlin

00001100463593



ARBEITEN

AUS DEM

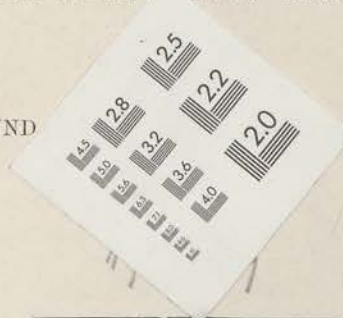
KAISERLICHEN GESUNDH

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen



NEUNZEHNTER BAND.

MIT 14 TAFELN UND



TEN

BERLIN.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

1903.

