

Verfahren zur Untersuchung, zum Konservieren und Photographieren der Bakterien.¹⁾

Von

Dr. R. Koch,
Kreisphysikus in Wollstein.

Hierzu Lichtdrucktafel II und III.

1. Die letzten Jahre haben erhebliche Verbesserungen in den Methoden zur Untersuchung der Bakterien gebracht. So hat namentlich die durch Dr. Weigert²⁾ vervollkommnete Hämatoxylinfärbung wesentlich zur Kenntnis der Bakterienverbreitung in tierischen Geweben beigetragen. Von Dr. Salomonsen³⁾ ist eine eigentümliche Art von Kultur der Bakterien in langen Glaskapillaren angegeben, vermittels deren es gelingt, die verschiedenen Formen der Bakterien im faulenden Blute mehr oder weniger zu isolieren. Durch verbesserte und vielfach modifizierte Impfmethode, besonders durch die Benutzung der Kornea als Impfstelle⁴⁾ ist unsere Kenntnis über das Wachstum der Bakterien im tierischen Körper und die vorzugsweise bei septischen Prozessen auftretenden Bakterien gefördert. Indessen bleiben noch manche Hindernisse, welche sich der genauen Erforschung der Bakterien entgegenstellen, zu überwinden.

Die erheblichsten Schwierigkeiten verursachen die geringe Größe, die Beweglichkeit, die einfache Form der Bakterien und ihr Mangel an Färbung oder stärkerem Lichtbrechungsvermögen.

Wenn die Bakterien auch noch kleiner wären, als man sie bis jetzt gefunden hat, so würde zwar dieser Umstand allein noch nicht das Erkennen derselben vermittels der stärksten Immersionssysteme verhindern; denn manche noch recht scharf zu unterscheidende Liniensysteme auf Diatomazeenschalen sind bei weitem feiner als die durch eine Gruppe der kleinsten Bakterien bedingte Zeichnung. Erst dadurch, daß diese kleinen, nicht mit scharfen Umrissen versehenen Körper sich in der lebhaftesten, selbständigen Bewegung oder in unaufhörlicher zitternder Molekularbewegung befinden, werden sie ein so schwieriges Untersuchungsobjekt.

¹⁾ Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. II, Heft 3. p. 399. Breslau 1877, J. U. Kerns Verlag.

²⁾ Beschrieben in Billroth und Ehrlich, Untersuchungen über *Coccobacteria septica*. Langenbecks Archiv für Chirurgie, Bd. XX, p. 403. In neuester Zeit hat Dr. Weigert die Anilinfärbung zum Nachweis von Bakterien in tierischen Geweben angewandt und ausgezeichnete Erfolge damit erzielt.

³⁾ C. J. Salomonsen: *Studier over blodets forraadnelse*. Kopenhagen 1877.

⁴⁾ Frisch: Experimentelle Studien über die Verbreitung der Fäulnisorganismen in den Geweben und die durch Impfung der Kornea mit pilzhaltigen Flüssigkeiten hervorgerufenen Entzündungserscheinungen. Erlangen 1874.

Es ist geradezu ein Ding der Unmöglichkeit, in einem Schwarm von Bakterien ein Exemplar so zu fixieren, daß man eine genaue Messung desselben vornehmen oder eine genügende Zeichnung davon entwerfen könnte. Bald tanzt das winzige Stäbchen oder Kügelchen zur Seite und verschwindet in dem dichten Haufen der übrigen Bakterien; bald erhebt es sich über die Einstellungsebene oder taucht unter dieselbe hinab. Aber auch wenn sich die Bakterien zu ruhenden Zoogloeamassen vereinigt finden, erscheinen sie nicht wie ein Haufen von deutlich abgegrenzten Körpern, sondern vermöge ihres geringen Lichtbrechungsvermögens machen sie vielmehr den Eindruck eines wolkenähnlichen Gebildes, dessen Zusammensetzung aus einzelnen Kügelchen oder Stäbchen fast nicht mehr zu erkennen ist.

Fast ebenso hemmend wie diese in den Bakterien selbst liegenden Hindernisse scheint mir auf die Bakterienforschung der Umstand gewirkt zu haben, daß es bis jetzt an einem Verfahren gefehlt hat, die Bakterien in ihrer natürlichen Gestalt und Lagerung, außer wenn sie tierischen Geweben eingebettet sind, zu konservieren und Abbildungen derselben herzustellen, welche von jeder willkürlichen oder unwillkürlichen Entstellung frei sind.

Ich brauche wohl nicht den Nutzen auseinanderzusetzen, welchen Sammlungen mikroskopischer Präparate für das Studium haben, und wie die Mitteilung wichtiger Befunde durch Einsendung konservierter Präparate an andere Mikroskopiker zur Berichtigung eines falschen Urteils, zum schnelleren Bekanntwerden einer Entdeckung dienen.

Wie manche unvollkommene Beobachtung und wie manche falsche Behauptung über das, was die Bakterien getan oder nicht getan haben sollen, wäre nicht in die Öffentlichkeit gelangt und hätte die Bakterienliteratur zu einem trüben Strom anschwellen lassen, wenn ein jeder das, was er gesehen hat, in beweisenden Präparaten andern Forschern vorgelegt hätte.

Wenn man die *Spirochaete plicatilis* und die *Spirochaete* des Zahnschleims in Sammlungen mikroskopischer Präparate finden und sich leicht von ihrer eigentümlichen Form überzeugen könnte, wie wäre es dann wohl möglich, daß selbst in neuester Zeit noch die Existenz der ersteren bezweifelt und die letztere mit der *Spirochaete* des Rückfalltyphus verwechselt wurde¹⁾?

Bei anderen Naturgegenständen, welche sich nicht konservieren lassen, vermag man sich wenigstens durch bildliche Darstellung zu helfen, aber auf die Bakterien läßt sich dieser Ausweg leider nur sehr unvollkommen anwenden. Es scheint zwar von vornherein unglaublich, daß so einfach gestaltete Körper nicht leicht zu zeichnen seien, und doch ist es so. Es kommt hier oft selbst bei den größten Bakterien auf äußerst geringe Größenunterschiede an, und die Zeichnung erfordert so zarte und weiche Linien, daß die naturgetreue Wiedergabe der Bakterien schon eine außergewöhnliche Sorgfalt beansprucht. Und dennoch bleibt es fraglich, ob auch die kleinsten Formen so gezeichnet werden können, daß die Abbildung genau dem Original entspricht und nicht zu Verwechslungen mit ähnlichen Formen führt. Die meisten Abbildungen sind rein schematisch gehalten und vernachlässigen die Größenverhältnisse so sehr, daß es unmöglich ist, dieselben zum Vergleich mit der Wirklichkeit zu benutzen. Manche sind so nachlässig angefertigt, daß überhaupt nicht mehr zu erkennen ist, ob der Autor auch wirkliche Bakterien gesehen hat. Wie wenig derartige Abbildungen zum Beweis einer möglicherweise ganz richtigen Beobachtung dienen können und daß sie niemals zur Verständigung über Streitpunkte führen werden, muß einleuchten.

¹⁾ Heydenreich: Über den Parasiten des Rückfalltyphus, p. 40 u. 44.

Um die hier angedeuteten Hindernisse zu überwinden, habe ich ein Verfahren angewandt, welches kurz zusammengefaßt darin besteht, daß die bakterienhaltige Flüssigkeit in sehr dünner Schicht auf dem Deckglas eingetrocknet wird, um die Bakterien in einer Ebene zu fixieren, daß diese Schicht mit Farbstoffen behandelt und wieder aufgeweicht wird, um die Bakterien in ihre natürliche Form zurückzuführen und deutlicher sichtbar zu machen, daß das so gewonnene Präparat in konservierende Flüssigkeiten eingeschlossen und schließlich zur Herstellung von naturgetreuen Abbildungen photographiert wird.

Die einzelnen Teile dieses Verfahrens werde ich nun eingehender beschreiben:

2. *Eintrocknen.* Die Herstellung einer dünnen Trockenschicht ist sehr einfach. Nachdem man sich vorher durch Untersuchung einer Flüssigkeit über ihren Gehalt an Bakterien, über die Form der letzteren und ihre Bewegungen in gewöhnlicher Weise orientiert hat, nimmt man mit der Spitze eines Skalpells ein Tröpfchen der Flüssigkeit, z. B. faulendes Blut, Zahnschleim, die oberste Schicht von faulenden Infusionen und dgl., und breitet dasselbe durch einige kreisförmige Bewegungen zu einer runden, etwa einen halben Zentimeter breiten, möglichst dünnen Schicht aus. Man legt das Deckgläschen hierauf zweckmäßigerweise auf einen hohlen Objektträger und untersucht das Tröpfchen nochmals, ob es auch die früher beobachteten Formen in größerer Zahl enthält. Je konsistenter die Flüssigkeit ist, um so kleiner muß das Tröpfchen genommen werden und es ist dann vorteilhaft, die Masse strichförmig auf das Deckglas zu bringen.

Die Substanz ist stets in einer so dünnen Schicht auszubreiten, daß die Bakterien, Blutkörperchen usw. sich nicht decken, sondern voneinander durch kleinere oder größere Zwischenräume getrennt liegen. Je dünner die Schicht geworden ist, um so schneller trocknet sie natürlich ein. Gewöhnlich ist das Präparat schon nach wenigen Minuten zur weiteren Bearbeitung fertig. Eiweißhaltige Flüssigkeiten, namentlich Blut, läßt man etwas länger, womöglich einige Stunden trocknen. So zubereitete Deckgläschen kann man indessen auch wochen- und selbst monatelang, nur vor Staub geschützt, aufbewahren, ohne daß sich die angetrockneten Bakterien verändern. Es ist dies insofern sehr vorteilhaft, als, sobald die Umstände die sofortige weitere Untersuchung nicht zulassen, man die Präparate nur soweit herstellt und später weiter bearbeitet. Ich habe mir ein Kästchen für 20 Deckgläschen machen lassen, welches ebenso eingerichtet ist wie die zur Aufbewahrung der mikroskopischen Präparate gebrauchten Kasten; dasselbe führe ich stets bei mir und bin dadurch leicht in den Stand gesetzt, bei Sektionen, am Krankenbette oder bei anderen Gelegenheiten Proben von Flüssigkeiten, welche ich auf Bakterien untersuchen will, jederzeit zu sammeln. Deckgläschen mit angetrockneten Bakterien lassen sich auch gut versenden. So habe ich beispielsweise durch Vermittlung von Prof. F. C o h n Deckgläschen mit angetrocknetem Rückfalltyphusblut von Dr. A l b r e c h t in Petersburg erhalten, welches sich ganz ebenso wie andere Blutproben präparieren und zum Photographieren der darin enthaltenen Spirochaeten benutzen ließ (cf. Taf. III, Fig. 23 u. 24)¹⁾.

Einen weiteren Vorteil gewährt das schnelle Eintrocknen dadurch, daß in der Zeit von der Entnahme der Flüssigkeit bis zu der Untersuchung derselben ein Entwickeln oder Eindringen fremder Bakterienarten, wie es bei anderen Untersuchungsverfahren gewiß schon vorgekommen ist, hier unmöglich ist.

¹⁾ Schon Ehrenberg empfiehlt rasches Eintrocknen als Aufbewahrungsmittel mikroskopischer Organismen in Sammlungen: Infusionstierchen, 1838, p. 17.

Gegen dieses Trocknen der Bakterien muß natürlich der Einwand erhoben werden, daß, wie die Erfahrung an anderen mikroskopischen Gegenständen lehrt, dadurch die Gestalt der Bakterien in erheblichster Weise verändert werden muß. Auch ich war anfangs davon überzeugt und hoffte erst durch das Aufweichen die ursprüngliche Form wieder zu erhalten. Aber schon bei den ersten in dieser Richtung angestellten Versuchen sah ich zu meinem Erstaunen, daß die Bakterien nicht, wie die meisten Infusorien, Monaden, mikroskopischen Pflanzen, zerfließen oder zu unförmlichen Massen zusammenschrumpfen, sondern wie ganz starre, von einer Schleimhülle umgebene Körper vermittels dieser Schleimhülle am Glase ankleben und, ohne ihre Gestalt namentlich in Länge und Breite merklich zu ändern, eintrocknen. Daß es sich in der Tat so verhält und daß jede Bakterie eine schleimige, für gewöhnlich unsichtbare Hülle besitzt, läßt sich aus anderen Verhältnissen (Zoogloeabildung) schließen¹⁾, ist aber auch nach dem Eintrocknen sofort daran zu erkennen, daß der Bakterienkörper von einem, je nach der Beschaffenheit der zugleich mit eintrocknenden Flüssigkeit mehr oder weniger deutlich zu erkennenden, scharf begrenzten glashellen Saum umgeben ist. Meistens werden zwar beim Eintrocknen der Flüssigkeit, in welcher Bakterien sich befinden, letztere von einer Decke kolloider oder kristallinischer Masse so überzogen, daß sie nur undeutlich zu erkennen sind. Aber am Rande des eingetrockneten Tropfens findet man sehr oft einzelne isolierte Exemplare, welche sich vortrefflich dazu eignen, um sich von der Beständigkeit der Gestalt beim Eintrocknen des Bakterienkörpers zu überzeugen. Die einzigen auffallenden Veränderungen, welche vorkommen, bestehen in der Abplattung der kugligen, gelappten oder verzweigten Zoogloeamassen und in der Verwandlung schraubenförmiger Körper in eine Wellenlinie. Dieser Übelstand läßt sich indessen dadurch leicht vermeiden, daß man sofort, nachdem die letzte Spur von sichtbarer Feuchtigkeit vom Deckglas verschwunden ist, das Präparat in der später anzugebenden Weise wieder aufweicht. Die Schleimhülle der Bakterien quillt dann vollständig wieder auf und gestattet dem Zoogloehaufen oder der Spirale ihre natürliche Gestalt wieder einzunehmen. Zum Beweise des Gesagten verweise ich auf die Photogramme der *Zoogloea ramigera*, Taf. II, Fig. 1 u. 2, und des *Spirillum undula*, Taf. II, Fig. 3, deren zugehörige Präparate in dieser Weise behandelt wurden. Feine Spiralen mit schmalen Windungen verlieren so wenig durch das Eintrocknen an ihrem natürlichen Aussehen, daß man sie in getrocknetem Zustande konservieren und photographieren kann. Beispiele hierfür sind die Photogramme der Spirochaete des Zahnschleims Taf. II, Fig. 8, und der Geißelfäden der Bazillen, Taf. II, Fig. 5 u. 6, welche nach trocknen Präparaten angefertigt sind. Sie mögen zugleich als Beweis dafür dienen, daß das Eintrocknen allein eine wesentliche Hilfe beim Untersuchen der Bakterien leisten kann, indem es die Zahnspirochaeten, welche im Speichel wegen des geringen Brechungsunterschiedes sehr blaß erscheinen, nach dem Verdunsten der Flüssigkeit außerordentlich deutlich werden, und die in Flüssigkeiten ohne Färbung ungemein schwer sichtbaren Geißelfäden sofort zum Vorschein kommen läßt.

Auf eine eigentümliche Veränderung, welche die Milzbrandbazillen beim Eintrocknen erleiden, komme ich später bei der Beschreibung der Photogramme zurück.

3. *Aufweichen und Färben.* Der zweite Abschnitt des Verfahrens besteht in dem Aufweichen und Färben der getrockneten Bakterien-schicht.

Bringt man ein mit getrockneter Bakterien-schicht versehenes Deckglas in destilliertes Wasser oder Glycerin, dann löst sich die Schicht schnell auf und wird vom Glase fortgeschwemmt. Für sich allein genommen sind daher diese Flüssigkeiten zur weiteren Präparation der Bakterien-schicht nicht zu gebrauchen.

¹⁾ Vgl. F. C o h n, Beiträge zur Biologie, Bd. I, Heft 2, p. 138.

Durch Einlegen des Gläschens in absoluten Alkohol, noch besser in eine Lösung von Chromsäure (0,5%), läßt sich die Schicht unlöslich in Wasser und Glyzerin machen, aber eine unerwünschte Nebenwirkung dieser erhärtenden Flüssigkeiten besteht darin, daß die Schleimhülle der Bakterien nicht mehr aufquillt und deswegen die Bakterien fest am Glase angepreßt oder in die koagulierte Grundsubstanz eingebettet, ihre natürliche Gestalt nicht wieder annehmen können. Als ein Mittel, um die Schicht wieder aufzuquellen, ohne daß sie sich vom Glase ablöst, hat sich mir eine Lösung von essigsaurem Kali (1 Teil auf 2 Teile dest. Wassers) erwiesen. Die Bakterien nehmen in derselben vollkommen ihre ursprüngliche Form wieder an, werden aber blasser und durchsichtiger, als sie waren. Für größere Formen ist dies kein Nachteil, ebenso auch nicht für sporenhaltige Bakterien, da bei diesen die Sporen stark glänzend bleiben, also auch deutlich zu sehen sind. Eine weitere vortreffliche Eigenschaft der Lösung von essigsaurem Kali ist die, daß, nachdem die Bakterien aufgequollen sind, sie sich in derselben nicht weiter verändern. Man kann daher diese Flüssigkeit zum Konservieren des Präparates verwenden und letzteres sofort verkitten. Präparate, welche ich vor 16 Monaten in dieser Weise angefertigt habe, sind bis jetzt noch ganz unverändert und werden sich vermutlich auch noch lange Zeit halten. In den meisten Fällen, namentlich wenn es sich um die kleinsten Formen handelt, werden indessen die Bakterien zur genaueren Untersuchung und zum Photographieren zu blaß und es ist dann notwendig, sie durch Farbstoffe deutlicher zu machen.

Die verschiedensten Farbstoffe, welche in der Mikroskopie und in der Färberei benutzt werden, habe ich versucht, aber von allen eignen sich die Anilinfarbstoffe am meisten zur Färbung der Bakterien.

Letztere nehmen die Anilinfarben mit einer solchen Sicherheit, so schnell und so reichlich auf, daß man diese Farben als Reagens zur Unterscheidung der Bakterien von kristallinen und amorphen Niederschlägen, auch von feinsten Fettröpfchen und anderen kleinsten Körpern benutzen kann. Außerdem wirken die Anilinfarben in ihren wässrigen Lösungen ganz ähnlich wie das essigsaure Kali, indem sie die Schicht aufweichen, aber nicht vom Glase ablösen. Unter den Anilinfarben habe ich anfangs nur die in Wasser löslichen benutzt, und zwar vorzugsweise Methylviolett und Fuchsin. Die übrigen, namentlich Safranin, Gelb, Eosin, Orange, Methylgrün, Jodgrün, Blau färben nicht so kräftig und sind auch nicht beständig. Für einzelne Objekte eignet sich Fuchsin besser, da es nicht so intensiv färbt wie Methylviolett. Gewöhnlich jedoch gibt das letztere die besten Resultate. Von den verschiedenen Farbenabstufungen des Methylviolett habe ich die blauen (in den Preislisten über Anilinfarben mit Methylviolett BBBBB bezeichnet) mit Vorliebe angewandt.

Später, als es mir nicht allein darauf ankam, die Bakterien für das Auge, sondern auch für die photographische Platte bemerklicher zu machen, wandte ich meine Aufmerksamkeit auch den Anilinfarben zu, welche die chemisch wirksamen Lichtstrahlen, also den blauen Teil des Spektrums, nicht durchlassen. Die besten Resultate habe ich in dieser Beziehung mit einem Anilinbraun, sog. Neubraun, erzielt.

Die Anwendung der Anilinfarben ist ebenso einfach als das übrige bisher beschriebene Verfahren.

Von einer konzentrierten spirituösen Lösung des Methylviolett oder Fuchsin setze ich einige Tropfen zu 15 bis 30 g destillierten Wassers, so daß sich letzteres intensiv färbt; hiervon bringe ich mit einer kleinen Pipette einige Tropfen auf die zu färbende Bakterien-schicht und halte die Flüssigkeit auf dem Deckglase durch Drehen desselben in bestän-

diger Bewegung. Nach einigen Sekunden wird das Deckglas so schräg gehalten, daß die Anilinlösung an den Rand fließt und die Bakterien-schicht frei wird. An der mehr oder weniger blauen Farbe der letzteren erkennt man dann leicht, ob sie schon genügend gefärbt ist oder nicht; im letzteren Falle läßt man die Farbe von neuem darüber hinfließen, bis die gewünschte Färbung erreicht ist. Nach einiger Übung wird man bald die Konzentration der Anilinlösung und die Dauer der Färbung für die verschiedenen Objekte richtig beurteilen lernen. Wenn die Anilinlösung zu schwach ist, löst sich die Bakterien-schicht vom Glase ab; ist sie zu stark, dann färbt sich die Grundsubstanz, welche die Bakterien umgibt, zu stark, und letztere heben sich zu wenig von ihrer Umgebung ab.

In einem gelungenen Präparate muß nach der Färbung die Grundsubstanz (d. h. der Rückstand der verdunsteten Flüssigkeit) kaum zu bemerken, die Bakterien dagegen müssen kräftig gefärbt sein. Die größeren Formen färbt man weniger stark, so daß Sporenbildung, Gliederung, körnige Beschaffenheit des Inhaltes noch gut zu erkennen ist.

Sobald der richtige Grad von Färbung erreicht ist, wischt man die Anilinlösung vom Rande des Deckglases oder saugt sie mit Fließpapier möglichst vollständig weg, oder man spült sie mit destilliertem Wasser oder einer verdünnten Lösung von essigsaurem Kali (1 : 10) fort. Auch hierin verhalten sich die einzelnen Präparate verschieden; manche vertragen das Abspülen mit destilliertem Wasser, andere wieder nicht.

Die Färbung mit Anilinbraun ist von der eben beschriebenen mit Methylviolett und Fuchsin etwas verschieden. Da die mit Braun gefärbten Präparate in der Lösung von essigsaurem Kali die Farbe verlieren, dagegen die Aufbewahrung in Glycerin vertragen, so habe ich sie gleich von vornherein mit einem Tropfen einer konzentrierten Lösung von Anilinbraun in gleichen Teilen von Glycerin und Wasser, welche von Zeit zu Zeit filtriert werden muß, bedeckt und einige Minuten stehen lassen. Alsdann haben die Bakterien sich genügend gefärbt und es kann die Farbstofflösung mit reinem Glycerin abgespült werden.

Eiweißhaltige Substanzen, wie Blut, Eiter und dgl., welche sich mit den wässrigen Lösungen des Methylviolett und Fuchsin nur schlecht färben lassen, geben mit in Glycerin gelöstem Braun ganz vorzügliche Präparate, welche sich auch besonders gut zum Photographieren eignen.

4. *Konservieren.* Zum Konservieren der so gefärbten Präparate kann man Kanadabalsam, konzentrierte Lösung von essigsaurem Kali oder Glycerin verwenden.

Zum Einlegen in Kanadabalsam eignen sich nur die mit Methylviolett und Fuchsin gefärbten Präparate. Man läßt sie nach der Entfernung der Färbeflüssigkeit eine viertel bis eine halbe Stunde liegen, so daß sie wieder vollkommen trocken geworden sind, und kann sie dann in gewöhnlicher Weise in Kanadabalsam einlegen.

In einem derartigen Präparat gewähren die gefärbten Bakterien, namentlich Schwärme von Vibrionen, Bazillen, Mikrokokkenketten, einen außerordentlich schönen und zierlichen Anblick. Leider erscheinen Zoogloeahaufen und größere Spirillen plattgedrückt. Auch ist es mir bis jetzt nicht gelungen, von Kanadabalsampräparaten gute Photographien zu erhalten. Andererseits aber halte ich sie für ebenso dauerhaft wie andere in Kanadabalsam eingelegte mikroskopische Objekte, und aus diesem Grunde würden sie besonders für Sammlungen von Bakterienpräparaten zu empfehlen sein.

Mit Methylviolett und Fuchsin gefärbte Präparate müssen, wenn sie zum Photographieren benutzt werden sollen und wenn man die Bakterien in möglichst natürlicher Form erhalten will, in eine Lösung von essigsaurem Kali (1 : 2), und zwar unmittelbar

nach Entfernung der Farbstofflösung noch feucht eingelegt und mit einem der gewöhnlich gebrauchten Kitten verschlossen werden.

Glyzerin kann man zum Einlegen dieser Präparate nicht gebrauchen, da es die Farbe auszieht. Für die mit Anilinbraun gefärbten Präparate ist dagegen Glyzerin die beste Flüssigkeit zum Konservieren.

5. *Photographieren*. Das Photographieren der Bakterien unterscheidet sich von demjenigen anderer mikroskopischer Gegenstände nicht wesentlich. Die Bakterien sind allerdings als sehr kleine, blasse Körper nicht ganz leicht zu photographieren. Doch gestatten die nach dem beschriebenen Verfahren angefertigten Präparate, weil die zu photographierende Schicht sich unmittelbar unter dem Deckglase befindet, die Anwendung der stärksten Immersionssysteme. Auch das geringe Lichtbrechungsvermögen läßt sich, wie schon früher angedeutet wurde, durch die Färbung der Bakterien mit braunem Anilin, welches die chemisch wirksamen Strahlen zurückhält, für den photographischen Prozeß ersetzen.

Unter günstigen Verhältnissen lassen sich indessen auch lebende Bakterien, sofern sie nur unbeweglich sind, photographieren, wie aus den Photogrammen der Milzbrandbazillen Taf. III, Fig. 17 u. 18 zu ersehen ist; selbstverständlich müßte immer einem derartigen Photogramm, auch wenn es noch so blaß ausfällt, der Vorzug vor demjenigen gegeben werden, welches die präparierten und gefärbten Bakterien darstellt. Ich zweifle nicht, daß alle ruhenden Bakterien, namentlich die Mikrokokken, nach dem Leben photographiert werden können, und werde später darauf bezügliche Versuche anstellen.

Sporenhaltige Bazillen und Fäden lassen sich wegen des starken Lichtbrechungsvermögens der meisten Sporen am besten ungefärbt photographieren.

Hervorheben muß ich, daß mir niemals gelungen ist, absolut scharfe Umrisse der Bakterien zu erhalten. Durch den Anblick der Diatomazeen-Photographien und der üblichen mit scharfen Linien versehenen Abbildungen von Bakterien verwöhnt, hielt ich dies anfangs für die Folge eines fehlerhaften Verfahrens. Doch habe ich mich später davon überzeugt, daß in Wirklichkeit auch die stärksten mir zu Gebote stehenden Linsensysteme (Seiberts Immersionssysteme 8 und 9) die Bakterien nicht scharf konturiert erscheinen lassen. Deswegen nehme ich an, daß der Körper der Bakterien gegen die Schleimhülle nicht scharf abgegrenzt ist, sondern allmählich in dieselbe übergeht.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf aufmerksam machen, daß die photographische Platte überhaupt das mikroskopische Bild besser oder vielmehr sicherer wiedergibt, als es die Netzhaut des Auges zu empfinden vermag.

Die lichtempfindliche Platte ist gewissermaßen ein Auge, welches nicht durch helles Licht geblendet wird, welches nicht bei der anhaltenden Unterscheidung der geringsten Lichtunterschiede ermüdet und das nicht durch Glaskörpertrübungen oder andere Fehler behindert wird. Oft habe ich auf dem Negativ, wenn das Bild nur scharf eingestellt gewesen war, feine Objekte, z. B. feinste Geißelfäden gefunden, welche ich nachträglich nur mit äußerster Mühe und unter den günstigsten Beleuchtungsverhältnissen im Mikroskop erblicken konnte.

Feine Messungen sehr kleiner blasser Gegenstände, welche sich unmittelbar mit dem Mikroskop gar nicht ausführen lassen, können auf dem Negativ leicht und sicher vorgenommen werden. Manche Streitfragen über feinere Strukturverhältnisse werden vielleicht mit Hilfe der Photographie zu lösen sein, namentlich wenn statt der bisher üblichen blauen und roten Farben mehr von gelben, braunen oder solchen roten Farbstoffen, welche den chemisch wirksamen Teil des Spektrums nicht durchlassen, ein vorsichtiger Gebrauch gemacht wird. Weitere Versuche mit den letzteren Farben würden bestimmt auch für

die Bakterienphotographie noch bessere Resultate gewinnen lassen, z. B. die Möglichkeit, Kanadabalsam-Präparate zu photographieren.

Anfangs habe ich den von Reichardt und Stürenburg¹⁾ angegebenen Apparat und auch die Methode derselben zum Photographieren der Bakterien angewandt. Diese besteht darin, bei einfachem Tageslicht, welches für schwächere Vergrößerungen ausreicht, ein Negativ herzustellen und dieses dann durch eine zweite oder dritte Aufnahme auf die gewünschte Vergrößerung zu bringen. Für manche Objekte mag dieses Verfahren angebracht sein, aber in unserem Falle gehen bei der zweiten oder gar dritten Aufnahme zu viel Details verloren. Mit einer verbesserten Beleuchtungsvorrichtung war es mir noch möglich, mit einfachem Tageslicht Bazillen mit ihren Geißelfäden bei dreihundertfacher Vergrößerung zu photographieren. Weiter vergrößert, und zwar nur dreimal, also bis zu neunhundertfacher Vergrößerung, war indessen kein genügendes Bild von der ersten Platte mehr zu erzielen. Deswegen verließ ich dieses Verfahren und arbeitete später auf den Rat des Hüttendirektors J a n i s c h in Wilhelmshütte bei Seesen und des Professors Dr. G. F r i t s c h in Berlin, welchen beiden Herrn ich meinen aufrichtigsten Dank ausspreche für die Bereitwilligkeit, mit der sie mich mit ihren Erfahrungen auf dem Gebiete der Mikrophotographie unterstützt haben, mit dem vom Professor G. F r i t s c h angegebenen, einfachen aber sinnreichen Apparat, welcher unter Anwendung von Sonnenlicht das Photographieren bei stärksten Vergrößerungen ermöglicht²⁾.

Das Wesentliche dieses Apparates besteht darin, daß die Kamera, das Mikroskop und die Beleuchtungsvorrichtung horizontal aufgestellt und genau zentriert sind. Diese drei Teile des Apparates sind jeder für sich beweglich und von den beiden anderen Stücken unabhängig. Hierdurch unterscheidet sich der Apparat von allen anderen ähnlichen Zusammenstellungen, bei denen die einzelnen Teile an einem Stativ befestigt oder unmittelbar miteinander fest verschroben sind. Die Vorzüge der von Prof. F r i t s c h getroffenen Anordnung liegen darin, daß Fehler in der Zentrierung leicht und schnell korrigiert werden können, daß Erschütterungen, welche beim Einsetzen der Kassette, beim Richten des Spiegels usw. unvermeidlich sind, nur einen Teil des Apparates treffen und sich nicht auf die anderen fortsetzen können; daß schiefe Beleuchtung durch Drehung der Beleuchtungsvorrichtung nach der Seite hin in der einfachsten Weise erreicht wird, und daß schließlich sowohl Mikroskop als Kamera jederzeit zu anderen Zwecken benutzt werden können. Insofern bin ich indessen von dieser Einrichtung abgewichen, daß ich das Sonnenlicht durch einen Heliostaten dem Apparat zuführe und damit das lästige Richten des Spiegels vermeide. Im Fensterladen, vor welchem der Heliostat aufgestellt ist, befindet sich ein Schieber, der vermittels einer Schnur vom Standpunkt neben der Kassette aus ohne die geringste Erschütterung des Mikroskops oder der Kamera zur Belichtung der empfindlichen Platte geöffnet und wieder geschlossen werden kann. Der durch diese Öffnung gehende Lichtstrahl wird durch ein oder mehrere matte Gläser in zerstreutes Licht verwandelt, passiert unter Umständen noch eine Kuvette mit Kupferammoniaklösung oder Kobaltgläser, und wird durch eine mit verschiedenen Diaphragmen versehene Beleuchtungslinse auf das zu photographierende Objekt geworfen. Als Beleuchtungslinse kann man die dem Mikroskop beigegebene, zur Beleuchtung opaker Gegenstände dienende Linse gebrauchen. Doch habe ich meistens, und zwar mit sehr gutem Erfolg, zu diesem Zwecke ein mikroskopisches Objektivsystem (H a r t n a c k s Objektiv 2 oder 4), welches in die Blendenhülse unter dem Objektisch geschoben wird,

¹⁾ Lehrbuch der mikroskopischen Photographie von O. Reichardt und C. Stürenburg. Leipzig 1868.

²⁾ Beschrieben in der photographischen Zeitschrift: Licht, herausgegeben vom photographischen Verein zu Berlin. Berlin, Verlag von Liebheit & Thiesen. 1869. Erster Jahrgang, p. 140.

benutzt. Vor dem Gebrauch habe ich jedesmal nach Entfernung der matten Gläser und Einschaltung sehr dunkler Kobaltgläser das von dem Beleuchtungsobjektivsystem entworfene Sonnenbildchen genau auf die Mitte des Objektes und auf die Ebene desselben eingestellt. Sobald dann der Sonnenstrahl durch das matte Glas wieder zerstreut wird, tritt der beste Beleuchtungseffekt ein. Etwaige Störungen im Gange des Heliostaten lassen sich ebenfalls leicht daran erkennen, daß nach einiger Zeit das Sonnenbild aus dem Mittelpunkt des Gesichtsfeldes gewichen ist; die Korrektur dieser Störung ergibt sich aus der Richtung der Abweichung von selbst. Auf einen, wie mir scheint, nicht gleichgültigen Umstand will ich noch aufmerksam machen, der das Arbeiten mit dem mikrographischen Apparat nicht unwesentlich erleichtert. Da das Mikroskop und die Kamera unmittelbar zusammenstoßen, so bleibt, wenn das Objekt in das Gesichtsfeld gebracht oder innerhalb desselben verschoben werden soll, nichts anderes übrig, als das Mikroskop aus seiner horizontalen Lage aufzurichten, oder was noch umständlicher ist, die Kamera soweit zu verkürzen, daß man mit der Hand den Objektisch erreichen kann. Um diese zeitraubenden Verrichtungen, welche möglicherweise auch die Zentrierung des Apparates stören, zu umgehen, habe ich am Objektivbrett der Kamera einen trichterförmigen Ansatz anbringen lassen, der sich mit dem Objektivbrett ohne Verschiebung des Mikroskops oder der Kamera leicht abnehmen läßt und dann soviel Spielraum zwischen Kamera und Mikroskop gewährt, daß man bequem nach Einsetzen des Okulars in das Mikroskoprohr mit dem horizontal stehenden Mikroskop in gewöhnlicher Weise die zu photographierende Stelle des Objektes aufsuchen und in die passendste Lage bringen kann. Nachdem dies geschehen, wird das Okular entfernt, ein innen geschwärzter Papierzylinder in das Mikroskoprohr gesteckt, um die Spiegelung der glänzenden Metallteile zu beseitigen, dann das Objektivbrett mit dem Trichter eingesetzt und die Mündung des letzteren, welche sich nahe vor dem Ende des Mikroskoprohrs befindet, durch eine Hülse von schwarzem Tuch lichtdicht mit dem Mikroskop verbunden. Jetzt bedarf es nur noch der Einstellung des Bildes für die Ebene, welche die empfindliche Platte einnehmen soll. Auch für diesen Zweck hat Professor F r i t s c h eine sehr praktische Vorrichtung angegeben, welche darin besteht, daß die zur feinen Einstellung dienende Schraube des Mikroskops vermittels eines Zahnrades und eines durch zwei Kugelgelenke verbundenen Stabes aus beliebig weiter Entfernung bewegt wird. Zur groben Einstellung kann das Bild auf einer matten Visierscheibe, aber zur feinsten Einstellung muß es auf einer durchsichtigen Scheibe mit einer Lupe beobachtet werden. In betreff der eigentlichen photographischen Manipulationen muß ich den sich dafür Interessierenden auf die Lehrbücher der Mikrographie von R e i c h a r d t und S t ü r e n b u r g ¹⁾, B e n e k e ²⁾ und G e r l a c h ³⁾, von denen namentlich das letzte für den Anfänger sehr praktisch und zuverlässig ist, verweisen, neben welchen Schriften jedoch die Kenntnis eines größeren photographischen Lehrbuches, z. B. des von V o g e l ⁴⁾, unentbehrlich ist.

Bemerken will ich noch, daß für mikrographische Zwecke, sobald es sich um starke Vergrößerungen handelt, nur das Verfahren mit nassen Kollodiumplatten, und zwar mit einem möglichst empfindlichen Kollodium verwendbar ist. Trockenplatten eignen sich wegen ihrer geringen Empfindlichkeit höchstens für schwache Vergrößerungen.

Was die Wahl der Mikroskop-Objektive betrifft, so gebrauchte ich zuerst Hartnacksche Objektive (No. 7 und 9 Immers.), war aber von den damit angefertigten Bildern wenig befriedigt. Dann schaffte ich mir die S e i b e r t und K r a f f t schen photogra-

¹⁾ I. c.

²⁾ B e n e k e: Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. Braunschweig 1868.

³⁾ G e r l a c h: Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. Leipzig 1863.

⁴⁾ H. V o g e l: Lehrbuch der Photographie. Berlin 1874.

phischen Objektive 1 Zoll, $\frac{1}{4}$ Zoll, $\frac{1}{8}$ Zoll und dessen Immersionssysteme 7, 8 und 9 an und erreichte damit so gute Resultate, daß ich nur noch mit diesen Objektiven gearbeitet habe.

Die photographischen Objektive und das Immersionssystem 7 sind vollkommen frei von Fokusdifferenzen und geben sehr feine, scharfe Bilder. Für die Untersuchung der Bakterien schien mir vorläufig eine 500—700 fache Vergrößerung ausreichend zu sein, und da ich diese mit dem Immersionssystem 7 bequem erreiche, so habe ich dieses System fast ausschließlich angewandt.

Die Bestimmung dieser Vergrößerung läßt sich mit größter Sicherheit vornehmen; sie geschah in der Weise, daß das Bild eines Objektivmikrometers auf der matten Scheibe entworfen, mit dem Zirkel genau gemessen und die Kamera so weit ausgezogen wurde, bis die Vergrößerung genau 500 respektive 700 betrug. Die hierdurch gefundene Entfernung der Visierscheibe vom Objektivsystem wurde dann bei der Aufnahme der Bilder eingehalten.

Bislang habe ich nur in gerader Richtung einfallendes Licht zum Photographieren benutzt. Doch möchte ich es für notwendig halten, daß in Zukunft versucht wird, die Bakterien mit den stärksten Objektiven und unter Anwendung von mehr oder weniger schräg einfallendem Lichte zu photographieren. Vielleicht würde man damit noch weitere Aufschlüsse über den feineren Bau der Bakterien und, wie die Beobachtung von *Dalinger* und *Drysdale*¹⁾ vermuten läßt, über das Vorkommen von Geißelfäden bei den kleinsten beweglichen Bakterienformen erhalten.

Monochromatisches blaues Licht, welches sich beim Photographieren der Diatomazeen so nützlich erwiesen hat, gewährte mir nur für braun gefärbte Präparate Vorteil, dagegen für ungefärbte und für mit Methylviolett gefärbte Präparate schien es mir eher nachteilig zu wirken.

Da die Bakterien nur kleine Körper sind und gewöhnlich zahlreiche Individuen derselben Form dicht nebeneinander liegen, so genügt gewöhnlich die Aufnahme eines kleinen Bildes. Übrigens vermochte ich mit meinem Objektivsystem, wegen starker Krümmung der Bildfläche, bei 500facher Vergrößerung nur ein scharf eingestelltes Bild von $3\frac{1}{2}$ bis 4 cm Durchmesser und bei 700facher Vergrößerung von 4 bis 5 cm Durchmesser zu erhalten. Durch Anwendung von Blenden im Objektivsystem würde sich das Bild mehr eben lassen, dadurch aber auch an Lichtstärke einbüßen. Aus diesem Grunde und weil die Herstellung eines größeren Gesichtsfeldes durch den Gegenstand nicht geboten war, habe ich keine Blenden angewandt und es bei den kleinen Bildern gelassen.

Denjenigen, welcher die Mikrophotographie ausüben und sich das lästige und langweilige Anfertigen der Kopien nach seinen Negativen vereinfachen will, mache ich hier noch darauf aufmerksam, daß in neuerer Zeit haltbares lichtempfindliches Papier im Handel zu haben ist. Ich habe mich immer des sogenannten Lichtpauspapiers (mit Glanz) von *R. Talbot*²⁾ zu meiner größten Zufriedenheit bedient. Durch Papierpositive wird man indessen niemals alle Feinheiten des Negativs wiedergeben können, und wenn es sich um eine ganz genaue Reproduktion des Negativs handelt, wird man seine Zuflucht zum Kohledruck nehmen müssen.

Nachdem ich das von mir befolgte Verfahren, die Bakterien zu präparieren und zu photographieren, geschildert habe, möchte ich noch ausdrücklich bemerken, daß ich dasselbe noch vieler Abänderung und Verbesserung fähig halte. Vielleicht gibt es noch andere Farben und bessere Konservierungsflüssigkeiten, als die von mir benutzten. Die photographische Technik, welche ich mir nur durch Studium der früher genannten Lehr-

¹⁾ *On the existence of flagella in Bacterium termo. Monthly Microscopical Journal. Sept. 1875.*

²⁾ Berlin N, Auguststraße Nr. 68.

bücher aneignen konnte, wird in geübterer Hand besseres leisten, als ich es vermochte. Namentlich würden sich unzweifelhaft durch richtige Auswahl der Belichtungszeit und der Verstärkungsmethoden noch kräftigere Bilder erzielen lassen. Vielleicht könnte man auch ein besonderes, für die im Bakterien-Präparat befindliche Anilinfarbe wenig empfindliches Kollodium (gefärbtes Bromkollodium) anwenden, um noch stärkere Bilder zu erhalten.

6. *Beschreibung der Photogramme.* Aus einer größeren Sammlung von Bakterien-Präparaten und darnach hergestellten Negativen habe ich einige Beispiele zur Veranschaulichung des Gesagten ausgewählt. Viele sehr interessante Objekte mußte ich zurücklassen, zu deren Mitteilung ich vielleicht später Gelegenheit finde.

Selbstverständlich ist durchaus keine Retouche an den Negativplatten oder an den Kopien vorgenommen. Letztere wurden nach den Original-Negativen durch die Lichtdruck-Anstalt der Herren R ö m m l e r und J o n a s in Dresden angefertigt.

Wenn in der folgenden Beschreibung über Färbung des Präparates und Objektivsystem, mit welchem photographiert wurde, nichts bemerkt ist, dann ist das Präparat mit Methylviolett gefärbt und mit S e i b e r t s Objektivsystem 7 photographiert worden.

Tafel II.

Fig. 1. Vergr. 200. Mit photographischem Objektiv $\frac{1}{8}$ Zoll und Fig. 2. Vergr. 500 mit Seiberts Immersionsobjektiv No. 7 photographiert.

Zoogloea ramigera Itzigsohn. Beim ersten Anblick der Fig. 1 wird man unter dem baumförmigen Gebilde alles andere eher vermuten, als eine Bakterienkolonie, eine Zoogloea. Bei genauerer Betrachtung erkennt man jedoch bald, daß Stamm und Zweige der beiden Bäumchen, von denen das größere seinen Anheftungspunkt unten, das kleinere dagegen links oben hat, ganz gleichmäßig aus kleinen Körnchen zusammengesetzt sind. Und bei stärkerer, 500facher Vergrößerung eines kleinen Stammes (Fig. 2) sieht man, daß derselbe aus ovalen, vielfach in Teilung, also in raschem Wachstum begriffenen Bakterien besteht. Zuerst wurde diese eigentümliche Zoogloea von Dr. I t z i g s o h n in sich zersetzenden Algenkulturen gefunden und der Gesellschaft der naturforschenden Freunde zu Berlin schriftliche Mitteilung darüber gemacht¹⁾. Nach I t z i g s o h n soll sie sich durch dendritische Verzweigung des ursprünglich mehr oder weniger kugligen Gallertkörpers bilden und die zu Spirillen gewordenen ovalen Körperchen ausschwärmen lassen. Ich habe die *Zoogloea ramigera* nur einige Male vom Juni bis August 1876 ebenfalls auf faulender Algenflüssigkeit, und zwar einmal in ungeheurer Menge gefunden. Sie war untermengt mit anderen wolkenähnlich gebildeten Zoogloeamassen, deren Bakterien indessen größer waren als diejenigen der *Zoogloea ramigera*, einen Übergang zwischen beiden oder ein Auswachsen der kugligen Zoogloea in baumförmig gestaltete habe ich nicht auffinden können. Im Gegenteil sieht man schon bei den kleinsten Kolonien, welche aus wenigen Individuen bestehen, daß die Bakterien sich dicht aneinanderschließen und zu langgestreckten Stämmchen entwickeln. Bei einer Länge, welche ungefähr der in Fig. 2 entspricht, schwillt das obere Ende an und teilt sich schließlich in zwei oder mehrere Äste. Ebensowenig kann ich die von I t z i g s o h n behauptete Verwandlung der eiförmigen Bakterien in Spirillen bestätigen. Ich habe trotz sorgfältiger Beobachtung nichts derartiges gesehen.

An die Schilderung der *Zoogloea ramigera* anknüpfend, will ich über die Zoogloebildungen im allgemeinen bemerken, daß dieselben in sehr verschiedenen, aber wohl charakterisierten Formen vorkommen. Eine der merkwürdigsten und auffallendsten ist jedenfalls

¹⁾ Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 19. November 1867. Dr. E i d a m. Mykologie 1872, p. 191.

die *Zoogloea ramigera*. Andere Zoogloeen haben gelappte Gestalt, noch andere sind knollenförmig, einige haben reine Kugelgestalt und sind entweder gleichmäßig mit Bakterien gefüllt oder sie lassen in der Mitte einen Hohlraum. Auch Präparate mit ringförmigen besitze ich. Die meisten werden von kugligen, ovalen oder langovalen Bakterien gebildet, doch gibt es auch solche, die aus kurzen Stäbchen und aus kleinen Spirillen zusammengesetzt sind. Die Zoogloeen enthalten immer unbewegliche und in schneller Vermehrung begriffene Bakterien, sie bilden also Ruhezustände, wie sie im Formenkreis der niedrigsten Organismen fast niemals fehlen. Die Zoogloeaform allein kann indessen zur Charakteristik einer bestimmten Bakterienart nicht genügen. Andererseits ist es aber auch sehr unwahrscheinlich, daß eine Bakterienart bald in dieser, bald in jener Gruppierung ihren Ruhezustand einnehmen wird, namentlich da, wie ich einzelnen Beobachtungen entnehme, die Entwicklung der Bakterien zur Zoogloea, gerade so wie die Bildung von Häutchen (Taf. II, Fig. 10) oder bei manchen Bazillen das Auswachsen zu langen Gliederfäden (Taf. III, Fig. 18 u. 19) der Entwicklung von Sporen vorhergeht. Es ist daher geboten, in Zukunft den Zoogloeen mehr Aufmerksamkeit zu schenken und womöglich festzustellen, ob ihrem Zustandekommen ein Schwärmzustand der betreffenden Bakterien vorhergeht und wie die Sporenbildung sich in ihnen gestaltet. An einer in Regenwasser entstandenen kugligen, aus ovalen Bakterien bestehenden Zoogloea konnte ich im Laufe von mehreren Wochen folgenden Vorgang bemerken. Nachdem die Zoogloea eine gewisse Größe erreicht hatte, bildeten sich in ihr Gruppen von 10 bis 12 Bakterien, welche bis dahin ganz gleichmäßig im Zoogloeschleim verteilt gewesen waren; sie rückten immer näher zusammen und erschienen schließlich wie zusammengeballt; dann bildete sich in einigen Bakterien je ein glänzendes Körnchen, welches ganz das Aussehen von Sporen hatte. Das Häufchen schrumpfte immer mehr zusammen und wurde blaß. Zuletzt bestand die Zoogloea aus Gruppen jener glänzenden Körnchen und einzelnen Resten von Bakterien. In diesem Zustande senkte sich die kleine Flocke auf den Boden des Gefäßes, während an der Oberfläche immer neue Zoogloeen entstanden.

Fig. 3. Vergr. 500. *Spirillum Undula*. Sehr schwach mit Methylviolett gefärbt und nach ganz kurzem Eintrocknen mit essigsaurer Kalilösung aufgeweicht.

Jeder, der dieses sehr häufig in allen möglichen faulenden Flüssigkeiten vorkommende *Spirillum* genau beobachtet hat, wird finden, daß von der feinkörnigen Beschaffenheit und der eigentümlichen Gestalt der einem kleinen deutschen „ gleichenden Spirale desselben durch die Präparation nichts verloren gegangen ist.

Fig. 4. Vergr. 500. Nach einem trocknen ungefärbten Präparat photographiert. *Spirillum Undula* mit Geißeln. Die Figuren 3 und 4 mögen zur Bestätigung dessen dienen, was bei Schilderung des Präparationsverfahrens über Eintrocknen der Bakterien und Sichtbarmachen der Geißeln gesagt wurde. Das in Fig. 3 als wirkliche Spirale erscheinende *Spirillum* ist, wie Fig. 4 zeigt, nach dem Eintrocknen S-förmig geworden, und während bei dem in Flüssigkeit befindlichen *Spirillum* die Geißeln wegen ihres geringen Lichtbrechungsvermögens nicht sichtbar sind, fallen sie nach Entfernung der Flüssigkeit, also nach dem Trocknen, sofort in die Augen. Die Gestalt dieser Geißeln ist die eines langen, leicht bogenförmig geschwungenen, kräftigen, aber nach dem Ende zu sich verjüngenden Fadens. Das *Spirillum Undula* trägt an jedem Ende eine derartige Geißel.

Ähnliche, aber etwas schwächere und kürzere Geißeln habe ich bei *Vibrio Rugula* gesehen.

Fig. 5. Vergr. 500. Nach einem trocknen ungefärbten Präparate photographiert. Mehrere Bazillen mit Geißeln. In der Mitte befinden sich 3 Exemplare und nach dem Rande zu 2 ebensolche, welche ein wenig unterhalb der Einstellungsebene liegen, da sie hell mit dunklen Rändern erscheinen. Diese Bazillen haben eine schwer-

fällige wackelnde Bewegung, sind dicker, in manchen Exemplaren auch länger als die Bazillen der Fig. 6 (beim Vergleich ist zu beachten, daß Fig. 5 500 mal und Fig. 6 700 mal vergrößert ist). Sporenbildung habe ich bei diesen Bazillen nicht gesehen; vermutlich bilden sie lange Fäden und entwickeln dann erst Sporen. Wegen der Größe, der eigentümlichen Bewegung und des Fehlens der Sporen in den beweglichen, noch kurzen Stäbchen, halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß diese Bazillen dem eigentlichen *Bacillus subtilis* angehören, der sich im Heu-Infus entwickelt. Ich habe sie an der Oberfläche von faulenden Pflanzenaufgüssen oft gefunden. Die Form der Geißel ist ebenso wie die Bewegung von derjenigen des folgenden Bazillus verschieden. Er trägt an jedem Ende eine starke, mit ein bis zwei großen Krümmungen versehene oder aufgerollte Geißel.

Fig. 6. Vergr. 700. Nach einem trocknen ungefärbten Präparat photographiert. Dieser *Bazillus* findet sich oft an der Oberfläche von faulenden Pflanzenaufgüssen, und zwar in solcher Menge, daß er eine ziemlich dicke schleimige Haut auf denselben bildet. Er hat eine eigentümliche zitternd rotierende Bewegung, durch welche er leicht von anderen Bazillen, namentlich vom vorhergehenden, zu unterscheiden ist. Beide Enden des Bazillus tragen eine Geißel, welche eine feine, regelmäßig gestaltete Wellenlinie bildet. Auf seine eigentümliche Sporenbildung, welche die Fig. 11, Taf. II zeigt, komme ich bei Besprechung dieser Figur zurück. Da dieser Bazillus vom *Bacillus subtilis* sich durch die abweichende Sporenbildung und von dem von Trécul und van Tieghem¹⁾ beschriebenen *Bacillus amylobacter* sich dadurch unterscheidet, daß er nicht im Pflanzengewebe, sondern an der Oberfläche von Aufgüssen sich findet und die beim *Bacillus amylobacter* gefundene Jodreaktion nicht gibt, so halte ich ihn für eine besondere Art und schlage den Namen *Bacillus tremulus* für ihn vor.

Zu den drei vorhergehenden Photogrammen, welche geißeltragende Bakterien enthalten, habe ich hier noch folgende Bemerkungen einzuschalten. Ehrenberg hat zuerst an einem, von ihm als *Bacterium triloculare* bezeichneten Bazillus eine fadenartige wirbelnde Geißel (Rüssel) an einem Ende des Stäbchens gesehen und abgebildet²⁾. Sodann hat F. Cohn³⁾ Geißelfäden an *Spirillum volutans* gefunden und in diesen Beiträgen beschrieben. Später haben Dallinger und Drysdale (l. c.), wie aus der Figur und dem benutzten Objektiv (Powell and Lealand $\frac{1}{8}$ "⁴⁾) zu entnehmen ist, bei ungefähr 1500 facher Vergrößerung und mit einer besonderen Vorrichtung für sehr schiefe Beleuchtung (*with the supplementary stage for very oblique illumination*) Geißeln an *Bacterium termo* gesehen. Mit welchen Schwierigkeiten dies indessen verknüpft war, mag man daraus abnehmen, daß der eine der beiden Forscher erst nach langem Suchen (*after nearly five hours of incessant endeavour a flagellum was distinctly seen at one end of two termo which were moving slowly across the field*) eine Geißel erblickte und dann erst nach weiterer mehrstündiger Arbeit beide ein *Bacterium termo* mit einer Geißel an jedem Ende sahen. Es dürfte wohl nur wenigen Mikroskopikern vergönnt sein, diese Beobachtung, deren Richtigkeit ich durchaus nicht bezweifle, nach derselben Untersuchungsmethode zu bestätigen; es gehören schon ganz besonders glücklich konstruierte Augen dazu, nachdem man 5 Stunden lang *Bacterium termo* beobachtet hat, dann noch ein so ungemein zartes und blasses Gebilde, wie eine Geißel, zu erkennen. Mir wenigstens würde das unmöglich sein. Eine dritte Angabe über Geißelfäden der Bakterien ist von Dr. Warming⁴⁾ gemacht. Er fand sie bei rötlichen Vibrionen und Spirillen, welche an der

¹⁾ M. Ph. van Tieghem: *Sur le bacillus amylobacter et son rôle dans la putrefaction des tissus végétaux*, Bull. de la Soc. botanique de France. XXIV. 1877.

²⁾ Infusionstierchen, 1838, p. 76. Tab. V, Fig. 1 u. 2.

³⁾ Cohn: Beiträge, Bd. I, Heft 2, p. 183.

⁴⁾ Dr. Eug. Warming: *Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bakterier*. Kjöbenhavn 1876.

dänischen Küste vorkommen. Diese Schriften von *Warming* und von *Dallinger* und *Drysdale* habe ich indessen erst kennen gelernt, nachdem ich die Geißelfäden schon bei mehreren Bakterien gesehen hatte. Meine Aufmerksamkeit wurde dadurch auf die Geißelfäden gelenkt, daß ich bei Exemplaren von *Spirillum Undula*, welche am Rande eines Tropfens lagen und in der flachen Flüssigkeitsschicht sich nicht fortbewegen konnten, eine wirbelnde Bewegung der Flüssigkeit an den Enden wahrnehmen konnte. Aber trotz aller Anstrengung gelang es mir nicht, die als Ursache dieses Wirbels vermutete Geißel zu erkennen. Sobald indessen die Flüssigkeit verdunstete und das *Spirillum* eintrocknete, waren mit einem Male die Geißeln sehr deutlich zu sehen. Durch diese Beobachtung geleitet, gelang es mir dann noch weiter, an *Vibrio Rugula*, wie schon früher erwähnt wurde, und an Bazillen Geißelfäden aufzufinden. Diese eben genannten, sowie eine Art sehr kleiner Spirillen, besitzen an jedem Ende eine Geißel. Dagegen fand ich bei einer kleinen, sehr wenig gekrümmten Bakterie von kurzer gedrungener Gestalt nur eine Geißel, welche sehr fein ist und einem langgestreckten S gleicht. Mit äußerst zarten Geißeln, welche erst durch die später zu erwähnende Behandlung mit *Extr. campechian.* zum Vorschein kamen und photographiert werden konnten, war eine Bakterie versehen, welche ihrer Größe und Bewegung nach für *Bacter. lineola* gehalten werden muß. Merkwürdigerweise trägt diese Art die beiden Geißeln an dem einen Ende dicht nebeneinanderstehend.

Bei diesen Untersuchungen war es jedoch sehr störend, daß die Geißeln nur an solchen Bakterien sichtbar wurden, welche dicht am Rande des Tropfens oder noch besser außerhalb desselben eingetrocknet waren. Nach dem Innern des Tropfens zu waren sie durch die miteintrocknenden, gelösten Bestandteile der Flüssigkeit zu stark verdeckt. Um dem abzuweichen und zugleich den Beweis zu führen, daß die Geißelfäden an den eingetrockneten Bakterien nicht etwa ein zufälliges, seltenes Vorkommen oder gar ein Kunstprodukt seien, habe ich versucht, dieselben mit Farbstoffen zu imprägnieren und dadurch leichter wahrnehmbar zu machen. Daß für diesen Zweck mit Anilinfarben nichts zu erreichen war, konnte ich schon daraus abnehmen, daß ich in keinem der vielen mit Anilin gefärbten Bakterienpräparate bis dahin Geißeln gefunden hatte. Indessen versuchte ich nochmals alle mir zugänglichen Anilinfarben und überzeugte mich von der eigentümlichen Tatsache, daß, so schnell und so reichlich der Körper der Bakterien die verschiedensten Anilinfarben aufnimmt, doch die Geißeln von keiner einzigen derselben auch nur im geringsten gefärbt werden. Dann wandte ich Karmin, Hämatoxylin-Alaunlösung, Tannin und noch verschiedene andere Farbstoffe an, mit demselben negativen Erfolg. Nur mit Pikrinsäure gelang es, die Geißeln etwas deutlicher zu machen. Zuletzt versuchte ich verschiedene Pflanzenextrakte und fand, daß sich das *Extractum campech.* in einer konzentrierten wässrigen Lösung, der, um Schimmelbildung zu verhüten, ein wenig Kampher zugesetzt war, ganz vortrefflich zur Färbung der Geißeln eignet. Durch vorsichtigen Zusatz dieser Lösung zu bazillen- und spirillenhaltiger Flüssigkeit gelingt es sehr leicht, die Geißeln sichtbar zu machen. Noch deutlicher und schöner sind sie zu sehen, wenn man die Lösung einige Zeit auf die am Deckglas eingetrocknete Bakterien-schicht wirken läßt, entfernt und das Präparat wieder trocknet. Ich habe auf diese Art Präparate erhalten, in denen unter Schwärmen von Bazillen fast jeder einzelne Bazillus sehr schöne, braun gefärbte Geißelfäden erkennen läßt. Derartige Präparate lassen sich in den gewöhnlichen Einschlußflüssigkeiten, namentlich Glycerin, nicht auf die Dauer bewahren, da der Farbstoff sehr bald ausgezogen wird. Doch kann man sich dadurch helfen, daß man das Deckglas nach der Behandlung mit *Extr. campech.* in eine schwache Chromsäurelösung oder in die *Müller'sche* Flüssigkeit bringt, es bildet sich dann eine braunschwarz gefärbte unlösliche Verbindung des *Extr.*

campech. mit Chrom (bekanntlich werden viele Sorten Schreibfarbe mittels Blauholzabkochungen und Chromsalzen hergestellt). Hierauf kann man das Präparat in Glycerin oder nach nochmaligem Eintrocknen in Kanadabalsam legen. Ein solches Kanadabalsam-Präparat besitze ich von *Bacillus tremulus*, in dem an vielen Exemplaren zugleich Sporen und Geißeln zu sehen sind.

Da nun schon bei einer nicht geringen Anzahl von Bakterien Geißelfäden als Bewegungsorgane aufgefunden sind, so ist die Annahme wohl gerechtfertigt, daß alle mit selbständiger Bewegung versehenen Bakterien Geißelfäden besitzen. Mir erscheint es auch durchaus nicht zweifelhaft, daß mit Hilfe von starken Objektiven, schräger Beleuchtung und Färbung mit *Extr. campech.* oder anderen, vielleicht noch wirksameren Farbstoffen die Geißeln bei den kleinsten Bakterien nachzuweisen und zu photographieren sind.

F. C o h n sprach sich schon früher¹⁾ über die Verwandtschaftsbeziehungen der Bakterien dahin aus, daß die Kugel- und Stäbchenbakterien leicht mit kugligen oder elliptischen Monaden zu verwechseln seien und daß, wenn die von ihm bei *Spirillum volutans* entdeckten Geißeln auch bei den eigentlichen Bakterien gefunden würden, wie E h r e n b e r g vermutet habe, dann die mundlosen Arten der bisherigen Gattung *Monas* unmittelbar mit den geißelführenden Bakterien vereinigt werden müßten. Dieser Fall ist jetzt eingetreten und es würde also notwendig sein, die Gattung *Monas* zu trennen und teilweise den Infusorien, also dem Tierreiche, teilweise den Bakterien, also dem Pflanzenreiche, zuzuteilen. Die Grenze zwischen Tier- und Pflanzenreich, welche in ihren untersten Regionen undeutlich und verwischt erscheint, würde sich dadurch weit schärfer ziehen lassen.

Fig. 7. Vergr. 500. *Spirochaete plicatilis*. Häufig in Rinnsteinen, im Stadtgraben von Wollstein, im Schlamm am Rande des Wollsteiner Sees, während des ganzen Sommers gefunden. Die eigentümlichen, außerordentlich schnellen Bewegungen und die zweifache Wellenlinie, welche sie bildet, unterscheiden diese Spirochaete sehr leicht von anderen. Die primären Windungen sind bei allen Exemplaren gleich groß, die sekundären dagegen sind oft, namentlich bei längeren Individuen, von ungleicher Größe. Außer der *Spirochaete plicatilis* enthält dieses Photogramm noch mehrere Exemplare von *Vibrio Rugula*, welche in ziemlich regelmäßigen Abständen mit dunklen Körnchen versehen sind, ferner noch eine andere kurze dicke Spirochaete (oberhalb und links von der *Spiroch. plicat.*), welche in der ersten Hälfte des Sommers häufig im Schlamm des Wollsteiner Sees vorkommt; die Bewegungen dieser letzteren Spirochaete sind langsam.

Fig. 8. Vergr. 500. *Spirochaete des Zahnschleims*²⁾. In trockenem, ungefärbtem Zustande photographiert. Mit essigsauerm Kali eingelegte Präparate wurden ebenfalls photographiert; sie fallen blasser aus, während die Länge und Dicke der Spirochaeten dieselbe wie in Fig. 8 ist. Diese Spirochaete scheint mir ein ebenso regelmäßiger Bewohner der menschlichen Mundhöhle zu sein, wie *Leptothrix*; ich habe vielfach den Inhalt von kariösen Zähnen und den Schleim, welcher sich an der Basis der Backzähne und zwischen denselben findet, untersucht und diese Spirochaeten ohne Ausnahme in großen Mengen gefunden. Sie hat große Ähnlichkeit mit der Spirochaete des Rückfalltyphus, ist jedoch kürzer und etwas dünner; einige Exemplare erreichen wohl die Dicke, aber nie die Länge der Typhus-Spirochaeten.

Von M a n a s s e i n ³⁾ wurden in dem Inhalte einer nach der Mundhöhle zu offenen Balggeschwulst mehrere Monate lang Spirochaeten gefunden, für identisch mit den

¹⁾ C o h n: Beiträge, Bd. I, Heft 2, p. 185.

²⁾ C o h n: Beiträge, Bd. I, Heft 2, p. 180.

³⁾ H e y d e n r e i c h: Über den Parasiten des Rückfalltyphus, p. 40.

Rekurrensspirochaeten erklärt und aus dieser Beobachtung irrige Rückschlüsse über die Bedeutung der Spirochaeten für den Rekurrenstyphus gemacht. Daß es sich in diesem Falle jedoch nicht um Rekurrensspirochaeten, sondern höchstwahrscheinlich um Zahnschleimspirochaeten handelte, bedarf wohl mit Rücksicht auf den Fundort der Spirochaeten keiner weiteren Begründung. (Bei der Vergleichung der Figuren 7 und 8 auf Tafel II mit 23 und 24 auf Tafel III, welche die Typhusspirochaeten enthalten, ist zu berücksichtigen, daß letztere 700 fach und die Spirochaeten der Tafel II nur 500 fach vergrößert sind.)

Die Spirochaete des Zahnschleims würde sich, da sie jederzeit und sehr leicht zu beobachten ist, vielleicht dazu eignen, die Entwicklungsgeschichte dieser eigentümlichen Gebilde zu studieren, was für die Ätiologie des Rückfalltyphus vom größten Wert sein könnte. Auffallend ist es, daß die Zahnschleimspirochaeten nicht bloß eine sehr verschiedene Länge, sondern auch verschiedene Dicke besitzen, manche sind ungemein dünn und klein. Vielleicht sind dies verschiedene Entwicklungsstadien.

Fig. 9. Vergr. 500. Sehr wenig mit Methylviolett gefärbt, um die Sporenbildung nicht zu verdecken. *Kurze keulenförmige Bazillen ohne Bewegung.* Gefunden im Jahre 1877 im Saft einer faulen Zwiebel, welche in einem Sumpf gelegen hatte. Die keulenförmige Gestalt ist durch Bildung einer Spore am einen Ende des Bazillus bedingt. Einige Bazillen sind noch vollkommen zylindrisch, in anderen zeigen sich die ersten Andeutungen der Spore, welche immer größer und dunkler wird. Schließlich wird der Bazillenfaden blaß, schwindet fast ganz und bildet nur ein Anhängsel der Spore.

In der Gruppe befindet sich noch ein kleiner zylindrischer Bazillus mit vier Sporen in gleichen Abständen. Einem bedeutend größeren, aber durch Sporenbildung ebenfalls keulenförmig gestalteten Bazillus begegnen wir in Fig. 10. Außerdem besitze ich noch Präparate mit ähnlichen keulenförmigen Bazillen, welche sich durch die Dicke oder Länge des Bazillenfadens sowie die Größe der Spore von diesen beiden hier mitgeteilten Formen wesentlich unterscheiden. Mehrere derselben zeichnen sich dadurch aus, daß sie 2—6 gliedrige Ketten bilden, in denen die Sporen oder die sterilen Enden zweier benachbarter Glieder zusammenstoßen, also in dieser Weise: — . . — — . . — — . sehr häufig sieht man diese Form: . — — ., welche auch in Fig. 10 auftritt. Alle diese Bazillenformen scheinen keine selbständige Bewegung zu besitzen; Geißelfäden habe ich an ihnen nicht wahrgenommen. Vorzugsweise finden sie sich in Früchten, Wurzeln, im saftigen Stengel von Wasserpflanzen, welche im Wasser faulen. Unzweifelhaft gehört die von *van Tieghem Bacillus amylobacter* genannte Art¹⁾ in diese Gruppe von Bazillen. Ob dieselbe aber mit der hier abgebildeten identisch ist, vermag ich nicht zu sagen, da *van Tieghem* die Größenverhältnisse seines *Bacillus* nicht angegeben hat und ich noch nicht Gelegenheit hatte, die Einwirkung, welche Jod auf dieselben hat, zu prüfen. Nach *van Tieghem* sollen diese Bazillusarten nur Zellulosefäulnis veranlassen; ich habe sie mehrfach im Körper toter Wasserinsekten, denselben ganz ausfüllend, einigemale auch im faulenden Blute²⁾ gefunden, was wohl darauf schließen läßt, daß sie sich unter Umständen auch an der Zersetzung eiweißhaltiger Substanzen beteiligen. Erwähnen will ich noch, daß ich neben den keulenförmigen Bazillen auch eine andere, wie mir scheint, hierher gehörige Form gefunden habe, deren Individuen etwas kürzer als diejenigen der Fig. 12, lanzettförmig gestaltet und mit einer dem einen Ende näher gelegenen Spore versehen sind, welche indessen oval geformt ist und den Bazillenkörper nicht keulenförmig oder bauchig auftreibt.

¹⁾ l. c.

²⁾ Vgl. auch die Abbildungen in der Schrift von *Salomonsen*, l. c. Taf. III, Fig. 1, 3, 4, 7 usw.

Fig. 10. Vergr. 500. Ungefärbt. Lange keulenförmige Bazillen mit Sporen. An der Oberfläche von Kartoffeln, welche in Wasser aus dem Wollsteiner Stadtgraben faulten, gefunden.

Fig. 11. Vergr. 500. Der schon bei Taf. II, Fig. 6 erwähnte *Bacillus tremulus* mit Sporen.

Dieser Bazillus gehört, was die Sporenbildung betrifft, einer anderen Gruppe als die vorhin erwähnten keulenförmigen, mit endständigen Sporen versehenen Bazillen an. Die hier photographierten Exemplare haben allerdings sämtlich nur eine Spore zur Entwicklung gebracht, doch ist das nicht die Regel. Bei üppigem Wachstum sieht man oft ganz ähnlich, wie bei Fig. 12, den *Bacillus tremulus* mit 2 auch 3 vollständig entwickelten und einigen verkümmerten Sporen. Die ausgebildeten Sporen liegen dann bald mehr dem Ende, bald mehr der Mitte zu, sind also durchaus nicht regelmäßig endständig. Das eigentümliche bei der Sporenbildung der Bazillengruppe, welcher der *Bacillus tremulus* angehört, ist indessen, daß die Spore dicker wird als der Bazillenkörper; dabei aber letzteren nicht keulen- oder spindelförmig auftreibt, sondern blasenartig aus dem Bazillus hervorquillt. Deswegen erscheint die ausgewachsene Spore gewöhnlich seitständig. Auch diese Gruppe umfaßt außer diesen und der folgenden noch andere Formen. Eigentümlich ist es, daß manche, so auch die in Fig. 12 gegebenen Bazillen, nur zur Sporenbildung kommen, nachdem sie Häutchen an der Oberfläche von destilliertem oder Regenwasser, überhaupt von Flüssigkeiten, welche keinem eigentlichen Fäulnisprozeß unterworfen sind, gebildet haben. Ob diesem Ruhezustande ein bewegter vorhergeht, habe ich bis jetzt nicht feststellen können. Der *Bacillus tremulus* dagegen findet sich nur in faulenden Flüssigkeiten und bis jetzt habe ich ihn niemals in einem Ruhezustande gesehen. Daß er mit Geißelfäden versehen ist, wurde schon früher besprochen.

Fig. 12. Vergr. 500. Bazillen mit mehreren seitlichen Sporen. Diese Art fand sich an der Oberfläche von Regenwasser nach mehrtägigem Stehen zugleich mit weit ausgedehnten Häutchen, die von einer dem *Bact. termo* ähnlichen und ebenfalls sporenhaltigen Bakterie gebildet waren. Die Sporen dieser letzteren Art sind auch dicker als der Bakterienkörper und treten kugelartig aus diesem hervor; doch habe ich noch eine andere kleinere Form von *Bact. termo* öfter gesehen, welche sich lebhaft bewegte und mit Sporen versehen war, die den Durchmesser des Bakterienkörpers nicht überschritten; ich möchte daher annehmen, daß das, was bis jetzt gewöhnlich unter dem Namen *Bact. termo* begriffen wird, mehrere durch Sporenbildung und Größe verschiedene Arten umfaßt, welche gelegentlich unterschieden werden müssen.

Tafel III.

Fig. 13. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glyzerin eingelegt. Schafblut, welches 4 Tage lang bei einer Temperatur von 8° bis 10° C in einem offenen Gefäß gestanden hatte. Links oben befindet sich eine Gruppe mittelgroßer Mikrokokken, nach unten von diesen eine etwas kleinere Form und an der rechten Seite der großen Gruppe eine dunkel gefärbte kleinste Form, an welche sich noch weiter nach rechts wieder eine Gruppe der kleineren Form anschließt. In demselben Präparat war eine noch größere Mikrokokkenform vertreten, die größte, welche ich bis jetzt überhaupt gefunden habe; sie bildete ebenfalls Gruppen und die einzelnen Individuen derselben, welche fast den dritten Teil vom Durchmesser eines Blutkörperchens erreichten, befanden sich meistens in der Teilung, also in lebhaftem Wachstum. Leider ist das Negativ, welches eine Gruppe dieser größten Mikrokokken neben anderen kleineren Formen enthielt und ebenfalls veröffentlicht werden sollte, beim Kopieren für den Lichtdruck zerbrochen. Wir haben also in demselben faulenden Blut größte, mittelgroße,

kleinere und kleinste Mikrokokken zu unterscheiden, und zwar bildet jede Form für sich eine ziemlich genau begrenzte Gruppe, an deren Rand, wie es bei dem Präparationsverfahren nicht anders möglich ist, sich einzelne oder mehrere Mikrokokken einer anderen Form anlegen; doch sind auch in diesem Falle die nicht zur Gruppe gehörigen Mikrokokken leicht zu erkennen. Unzweifelhafte Übergangsformen zwischen diesen verschiedenen Gruppen sind nicht vorhanden.

Fig. 14. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glycerin eingelegt. Dasselbe Blut, welches das Präparat zu Fig. 13 geliefert hatte, enthielt nach vierwöchentlichem Stehen bei derselben Temperatur die in Fig. 14 wiedergegebenen Formen von Bakterien. Die Blutkörperchen, welche in Fig. 13 noch gut erhalten scheinen, sind in Fig. 14 verschwunden, und statt der in Gruppen gelagerten Mikrokokken erscheinen hier reihenförmig angeordnete, daneben einzelne sehr kleine Mikrokokken und längliche zu *Bact. termo* gehörige Formen, die auch schon in Fig. 13 zu bemerken sind.

Fig. 15. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glycerin eingelegt. Kettenförmig angeordnete Mikrokokken, welche sich konstant und oft in großer Menge im Zungenbelag finden. Zwischen je 2 oder 4 Mikrokokken ist immer ein deutlicher Zwischenraum. Die beiden großen ovalen Körper sind Kerne vom Plattenepithel der Mundhöhle. An dem einen Ende der Kette befindet sich ein Haufen kleinster Mikrokokken, welche in dichten Zoogloeamassen den eigentlichen Zahnschleim bilden. Gewöhnlich umschließen diese letzteren, wie es auch hier der Fall ist, kleine Gruppen von einem etwas größeren Mikrokokkus, der sich durch eine nie fehlende, jedesmal ein bis vier Individuen umschließende breite glasartige Schleimhülle auszeichnet (in Billroths Werk über *Coccobacteria septica* auf Taf. III, Fig. 22 abgebildet).

Fig. 16. Vergr. 500. Reihenförmig geordnete Mikrokokken, eine feine Haut auf Wasser bildend, welches in Schleim eingebettete *Gomphonema*arten enthielt und mehrere Tage der Fäulnis überlassen blieb. Nur im Frühjahr 1877 einigemale gefunden. In der Flüssigkeit selbst fanden sich lange Ketten desselben Mikrokokkus, aber keine Zoogloeabildung.

In den Figuren 13 bis 16 sind nur einige Mikrokokkenformen wiedergegeben; ihre Zahl ist damit noch nicht erschöpft, und ich hätte, wenn es der Raum gestattete, wohl dreimal so viel Photogramme von verschiedenen Mikrokokkenformen veröffentlichen können. Bei der Auswahl, welche ich hier getroffen habe, kam es mir nur darauf an, zu zeigen, daß auch die Kugelbakterien sich recht gut in Formen trennen lassen, welche allerdings vorläufig nur durch die Größe und charakteristische Gruppierung (auch die *Zoogloea ramigera* muß hierher gerechnet werden) unterschieden werden müssen — sowie daß, sobald diese Gruppen nicht gestört und, wie es gewöhnlich bei der Untersuchung von Bakterienflüssigkeiten geschieht, nicht alles durcheinandergerührt wird, auch keine Übergangsformen zwischen den verschiedenen Mikrokokken vorkommen. In betreff des letzten Punktes, welcher noch so vielfach Widerspruch findet, will ich noch anführen, daß man sich von der Richtigkeit desselben am leichtesten durch Kulturen in kleinen Glaszellen überzeugen kann. In einem eingeschlossenen Tropfen fäulnisfähiger Flüssigkeit, z. B. Blut, Fleischwasser, entwickeln sich gewöhnlich nur eine oder wenige Bakterienformen, die immer kolonieweise jede für sich von einem Entwicklungszentrum aus wuchern, sich schließlich berühren oder verdrängen, auch durcheinandermengen, wenn sie beweglich sind, aber niemals Übergangsformen bilden. Alle diese Vorgänge lassen sich in dem Tropfen, weil die Flüssigkeit fortwährend, ohne sie zu bewegen, beobachtet werden kann, bequem verfolgen. Bei einer sehr großen Reihe von in dieser Weise angestellten Untersuchungen, ebenso auch in frei faulenden Flüssigkeiten, welche mit möglichster Vorsicht in sehr dünner Lage auf das Deckglas gebracht, und um die Bakterien in ihrer natür-

lichen Anordnung zu lassen, eingetrocknet und dann erst weiter untersucht wurde, habe ich niemals Übergangsformen finden können, welche zu der Vermutung geführt hätten, daß, wie man heutzutage noch vielfach annimmt, die Bakterien sämtlich in den Entwicklungskreis einer oder weniger Formen gehören.

Fig. 17. Vergr. 700. *Bacillus Anthracis*. Dieses Photogramm zeigt die Milzbrandbazillen in ganz frischem lebenden Zustande. Milzsubstanz einer unmittelbar vorher an Impf-Milzbrand gestorbenen Maus wurde möglichst schnell unter einem Deckgläschen mit Öl in einem hohlen Objektträger eingeschlossen, um die Verdunstung zu verhüten, und sofort photographiert.

Die Blutkörperchen erscheinen hier sehr dunkel, da sie als gelbrote Körper nur wenig chemisch wirksame Strahlen durchlassen, und weil die Platte, um die zarten Linien der Bazillen zu erhalten, nur möglichst kurze Zeit belichtet werden konnte. Übrigens ist die homogene Beschaffenheit der Bazillen und die schwach angedeutete Teilung einzelner Fäden ganz naturgetreu wiedergegeben.

Fig. 18. Vergr. 700. Dasselbe Präparat, welches die Fig. 17 zeigt, nachdem es 24 Stunden bei 18° bis 20° C gehalten war. Die Milzbrandbazillen sind schon bedeutend gewachsen, haben die Blutkörperchen zurückgedrängt und bilden eine dichte verfilzte Masse. Auch diese Bazillen sind ohne jede Präparation nach dem Leben photographiert.

Fig. 19 und 20. Vergr. 700. Milzbrandbazillen, welche in *Humor aqueus*¹⁾ zu langen Fäden ausgewachsen sind und Sporen gebildet haben. Um die Fäden zum Photographieren in eine Ebene zu bringen, wurde die Flüssigkeit eingetrocknet, aber die getrocknete Substanz unmittelbar nachher wieder in *Kali acet.* aufgeweicht und, ohne gefärbt zu sein, photographiert. In Fig. 19 erscheinen die Fäden noch deutlich; Fig. 20 zeigt ein weiteres Stadium, in dem die Fäden zerfallen und verschwinden, so daß die Sporen allein, aber noch in Reihen geordnet, zurückbleiben.

Im Gegensatz zu den kolbenförmigen sporenhaltigen Bazillen und zu den Bazillen mit blasenartig hervortretenden Sporen, bilden der *Bacillus Anthracis*, der *Bacillus subtilis* und einige andere hierher gehörige Formen eine dritte Bazillengruppe, welche zu mehr oder weniger langen Ketten oder Fäden auswachsen und dann erst in jedem Gliede eine die Dicke des Fadens nicht übertreffende Spore entwickeln.

Die Präparate, nach denen die Photogramme der Milzbrandbazillen angefertigt wurden, stammen von Tieren her, die mit mehr als 5 Jahre altem, getrocknetem, Sporen enthaltendem Milzbrandblut erfolgreich geimpft sind. Ich erwähne dies ausdrücklich, da es Feser²⁾ bei Wiederholung meiner Versuche über Impfungen mit Sporen des *Bacillus Anthracis* nicht gelungen ist, diese länger als einige Monate wirksam, also lebensfähig zu erhalten, und er daraus schließt, daß „die Milzbrandsporen die von mir behauptete Lebensfähigkeit nicht besitzen“. Aber ich habe nicht allein zu meinen früheren Versuchen meistens sporenhaltige Substanzen, welche schon Jahre alt waren, gebraucht, sondern noch in der allerletzten Zeit vielfache Impfungen (einige noch vor wenigen Wochen im pflanzenphysiologischen Institut zu Breslau) mit sporenhaltigem Milzbrandblut gemacht, welches vor 1 oder 2 Jahren und selbst vor 5 Jahren getrocknet war und zum Zwecke der Impfung in destilliertem Wasser oder Glycerin aufgeweicht wurde. Alle diese Impfungen sind ausnahmslos erfolgreich gewesen.

Die jahrelange Haltbarkeit der Milzbrandsporen ist also eine ganz feststehende Tatsache, welche dadurch, daß ein anderer

¹⁾ Vgl. Cohns Beiträge, Bd. II, Heft 2, p. 286. (Diese Werke p. 8. D. Herausgeber.)

²⁾ Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde 1877. Heft 5 u. 6.

Beobachter ein negatives Resultat bei seinen Versuchen erhält, nicht umgestoßen werden kann. Für die Praxis würde es sehr wichtig sein, zu untersuchen, unter welchen Bedingungen die Milzbrandsporen so schnell unwirksam werden, wie bei den F e s e r'schen Versuchen der Fall war, es müßten sich daraus am einfachsten die Maßregeln ergeben, welche man zur Ausrottung des endemischen Milzbrandes, welcher nur durch die Bildung der lange haltbaren Milzbrandsporen bestehen kann, zu ergreifen hat. Vielleicht geben die F e s e r'schen Versuche hierfür einen Anhalt. Von diesen Versuchen müssen als nicht ganz zweifelsfrei diejenigen ausgeschlossen werden, bei denen direkt von den frischen Kadavern entnommene Gewebsteile zur Sporenbildung angesetzt wurden, ohne sie vor dem Eindringen anderer Bakterien zu schützen, da F e s e r selbst sagt (p. 394), daß die in diesen Substanzen später gefundenen Sporen möglicherweise von anderen ähnlichen in faulendem Blut und dergleichen vorkommenden Bazillen herrühren konnten. Es bleiben also nur die Versuche mit in geschlossenen Zellen gezüchteten reinen Milzbrandsporen übrig. Wie nun aus den betreffenden Protokollen (p. 393 und 394) zu ersehen ist, hat F e s e r die sporenhaltige Flüssigkeit auf Schreibpapier eingetrocknet, und gerade hierin scheint mir der Grund für das Mißlingen der später mit diesem Material angestellten Impfversuche zu liegen, denn es ist bekannt, daß Schreibpapier meistens einen nicht unbedeutenden Gehalt an Blei, Kupfer oder Arsen hat, der aus den Farbstoffen der zur Fabrikation dienenden Lumpen stammt, oder auch, um dem Papier einen gewissen Farbenton zu geben, absichtlich zugesetzt wird. Da es aber bis jetzt noch nicht erwiesen und auch ganz unwahrscheinlich ist, daß die Milzbrandsporen durch Salze der genannten Metalle nicht getötet werden, so ist die von F e s e r befolgte Methode durchaus nicht so fehlerfrei, wie er annimmt.

Fig. 21. Vergr. 700. Von derselben Milzsubstanz, welche zur Herstellung der vorhergehenden Photogramme gedient hatte, wurde eine dünne Schicht auf einem Deckgläschen eingetrocknet, mit Anilinbraun gefärbt und in Glycerin eingelegt. Durch dieses Verfahren wurden die Blutkörperchen ihres Farbstoffes beraubt, dagegen die Bazillen sowie die Kerne der weißen Blutkörperchen braun gefärbt. Auf der Photographie erscheinen daher jetzt, im Gegensatz zur Photographie der frischen unpräparierten Milzsubstanz, die Blutkörperchen kaum angedeutet als blasse Kreise, die Kerne der weißen Blutkörperchen ziemlich dunkel und die Bazillen, weil sie am meisten braun gefärbt sind, ungemein kräftig und dunkel. Zugleich fällt aber auch auf, daß die Bazillen zwar nicht in Länge und Breite verändert sind, aber doch deutlich gegliedert und an dem Ende nicht abgerundet, sondern abgestutzt erscheinen. Außerdem ist die Gliederung insofern eigentümlich, daß die Glieder nicht durch eine einfache Querlinie geschieden sind, sondern daß die helle Trennungslinie in der Mitte eine kleine Anschwellung besitzt und daß die Verbindungsstelle zwischen 2 Gliedern eine schwache knotenförmige Verdickung zeigt. Beim ersten Anblick macht deswegen der Bazillus den Eindruck, als ob er in regelmäßigen Abständen mit hellen Punkten besetzt wäre. Dieses außergewöhnliche Verhalten beim Eintrocknen findet sich bei keinem von allen anderen Bazillen, die ich bis jetzt untersucht habe, wieder. Höchstens wird die Gliederung durch das Trocknen und Färben der Bazillen und ihrer Ketten ein wenig prägnanter. Aber dieses abgestutzte und punktierte Aussehen, wie es der getrocknete und gefärbte Milzbrandbazillus annimmt, ist für diesen so charakteristisch, daß man dasselbe zur Diagnose des Milzbrands mit vollkommener Sicherheit benutzen kann. Und in der Tat habe ich vor einigen Monaten bei einem Menschen, welcher 2 Tage vorher an Milzbrand in Form einer diffusen Anschwellung an der linken Halsseite erkrankt war, durch das Auffinden einiger Bazillen, welche dieses charakteristische Kennzeichen hatten, die richtige Diagnose stellen können, welche letztere

durch erfolgreiche Überimpfung der Anthraxsubstanz auf Tiere bestätigt wurde. Die getrockneten Milzbrandbazillen habe ich auch mit Blauholzextraktlösung gefärbt und genau untersucht, aber nicht die geringste Andeutung von Geißeln finden können. Ich erwähne das nur, weil damit auch ein morphologischer Unterschied zwischen dem *Bacillus Anthracis* und dem *Bacillus subtilis*, welcher ersterem in Größe, Wachstum und Sporenbildung ungemein ähnlich ist, aber Geißeln besitzt, gegeben wird. Für die Milzbrandätiologie würde hierdurch der Einwand, welchen man so oft gemacht hat, daß unmöglich derselbe Organismus das einmal als *Bacillus subtilis* Buttersäuregährung und das anderemal als *Bacillus Anthracis* tödliche Krankheit erzeugen könne, beseitigt werden; denn *B. subtilis* und *B. Anthracis* sind nicht nur in ihrer physiologischen Wirkung, sondern auch in ihrer Gestalt und in ihren ganzen Lebensbedingungen vollkommen voneinander abweichende Organismen.

Fig. 22. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt. Blut aus der *Art. basilaris* einer nach 2 Tagen (im Juni) seziierten Erstickungsleiche. Im Perikardialserum derselben Leiche fanden sich dieselben Bazillen, teilweise zu drei- bis viermal längeren Fäden ausgewachsen und mit Sporen versehen. Wahrscheinlich gehören diese Bazillen derselben Form an, welche Billroth in seinem Werke über *Coccobacteria septica* auf Taf. IV, Fig. 34 abgebildet und *Streptobacteria gigas* genannt hat. Nach meiner Erfahrung sind dies gewöhnlich die ersten Bakterien, welche im Blute von Leichen auftreten, daneben finden sich oft noch andere kleinere und dünnere Bazillenformen, von denen auch in Fig. 22 eine kleine Gruppe zu sehen ist. Erst später kommen im Leichenblute Mikrokokken, *Bacterium termo* und ähnliche Arten zum Vorschein. Ob, wie von manchen angenommen wird, die Keime jener ersten Bazillen schon im lebenden Blute enthalten waren, aber erst im Leichenblute die Bedingungen für ihre Entwicklung finden, muß ich dahin gestellt sein lassen. Wahrscheinlicher ist es mir jedoch, daß sie erst nach dem Tode aus dem Verdauungskanal in das Perikardialserum und in das Blut einwandern, da man sie zuerst und in größter Zahl immer in der Nähe der Verdauungsorgane findet. Im frischen Zustande sind sie nur etwas deutlicher gegliedert als die Milzbrandbazillen, sonst sind sie diesen in Länge und Breite so ähnlich, daß man sie nur bei sorgfältiger Untersuchung unterscheiden kann; und manche Behauptung über Blut, welches Milzbrandbazillen enthielt und sich beim Impfen erfolglos erwies, und ähnliche Irrtümer sind zweifellos durch Verwechslung des *Bacillus Anthracis* mit diesen Bazillen entstanden. Der Unterschied zwischen beiden tritt weit deutlicher durch Eintrocknen und Färben hervor, und um dies recht augenfällig zu machen, habe ich die beiden Photogramme nebeneinandergestellt. Beide sind genau in derselben Weise präpariert und gefärbt; aber sofort fallen bei den Milzbrandbazillen die eckigen, fest aneinanderschließenden, an den Enden noch verdickten Glieder des Stäbchens auf, im Gegensatz zu den lose verbundenen abgerundeten Gliedern des Bazillus im faulenden Blute.

Diese beiden letzten Photogramme veranlassen mich, noch auf einen Punkt, welcher von Nageli in seinem neuesten Werke¹⁾ berührt wurde, einzugehen. Nageli nimmt nämlich an, daß alle dickeren Stäbchen und Fäden (oft selbst die dünneren) bei Behandlung mit verschiedenen Reagentien (namentlich mit Jodtinktur, auch beim Austrocknen) bald torulos (wodurch die Gliederung nur angedeutet wird), bald deutlich kurzgliedrig erscheinen, und er gibt in Fig. 2 (pag. 4) eine schematische Zeichnung, wie diese Gliederung an Bazillen und Spirillen beschaffen sei. Gerade auf diesen Umstand habe ich mein besonderes Augenmerk vom Anfang meiner Untersuchungen an gerichtet,

¹⁾ Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und der Gesundheitspflege. München 1877.

da schon früher von anderen Seiten über das Zerfallen von Bazillen in Mikrokokken und umgekehrt über das Entstehen von Stäbchen aus Mikrokokken berichtet ist, und je nachdem diese Angaben sich bestätigten oder als Irrtümer herausstellten, unsere gesamten Anschauungen über die Bakterien sich grundverschieden gestalten müssen. Es ist also gewissermaßen eine Prinzipienfrage, deren Entscheidung man anstreben muß, wenn eine Verständigung unter den Bakterienforschern erreicht werden soll und zu deren Lösung ein jeder nach seinen Kräften beizutragen hat. Meine Erfahrung nun, welche sich auf Tausende von getrockneten Präparaten stützt, von denen viele mit Jodtinktur und auch mit anderen Reagentien behandelt wurden, widerspricht den N a e g e l i'schen Beobachtungen. Das habe ich auch gefunden, daß Gliederungen von Fäden durch Eintrocknen deutlicher werden, was ja namentlich aus den beiden letzten Photogrammen hervorgeht; ferner, daß Jodtinktur in manchen Bazillen, Spirillen und Vibrionen den feinkörnigen Inhalt stärker hervortreten läßt. Aber so kurzgegliederte Bazillen und Spirillen, wie sie N a e g e l i abbildet, habe ich niemals, weder nach Eintrocknen noch nach Behandlung mit Jodtinktur gesehen. Die Figuren 4, 5, 6 und 8 der ersten Tafel¹⁾ stellen sämtlich im getrockneten Zustande befindliche Bakterien dar, alle übrigen Bazillen (mit Ausnahme von Fig. 1 und 2) und Spirochaeten sind vor dem Färben getrocknet gewesen; aber an keinem dieser Bakterien wird man eine torulose oder kurzgliedrige Beschaffenheit erkennen. Ein Irrtum meinerseits kann hier unmöglich vorliegen, denn es würde wenigstens an den eingetrockneten Bakterien, welche so stark vergrößert und so scharf eingestellt photographiert wurden, daß ihre Geißeln zum Vorschein kamen, eine etwa vorhandene Gliederung nicht verborgen geblieben sein. Den Einwand aber, den ich auch schon früher gehört habe, daß man nämlich nach Belieben eine Bakterie auf der Photographie gegliedert oder ungegliedert erscheinen lassen könne, kann nur derjenige im Ernste machen, der nicht die geringste Kenntnis von Mikrophotographie besitzt.

Fig. 23 und 24. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glycerin eingelegt. *Spirochaete Obermeieri*. Vom Methylviolett werden die Rekurrensspirochaeten sehr intensiv gefärbt und eignen sich vorzüglich zum Einlegen in Kanadabalsam. Auch Anilinbraun nehmen sie gut an und geben damit gefärbt ziemlich kräftige Bilder. Wie schon früher angegeben wurde, verdanke ich das Material zu diesen Photogrammen Herrn Dr. A l b r e c h t in Petersburg, welcher die Güte hatte, mir eine Anzahl Deckgläschen mit eingetrocknetem Blut von Rekurrenkrankten zu senden. Ich war dadurch in den Stand gesetzt, eine größere Anzahl von Photogrammen anzufertigen, von denen ich des knappen Raumes wegen nur diese beiden mitteilen konnte. Das dazu benutzte Präparat stammt von einem 22jährigen Manne, 28 Stunden nach Beginn des zweiten Anfalles. Da die Spirochaeten nicht so regelmäßige Windungen, wie in den bekannten Abbildungen und in manchen Präparaten resp. Photogrammen noch stärkere Biegungen und Knickungen wie in Fig. 23 zeigten, so vermutete ich, daß sie durch Eintrocknen so verändert würden. Diese Vermutung erwies sich indessen als unrichtig, da Dr. A l b r e c h t auf eine Anfrage folgende Mitteilung machte: „Was die Formverhältnisse der Spirochaete vor dem Eintrocknen anbelangt, so kamen Spirochaeten vor, welche in gradliniger Richtung regelmäßige Spiralen zeigten. Dieselben Spirochaeten nehmen oft bei gleichmäßig bleibenden Windungen eine schwach gebogene Richtung an. Bei weitem die Mehrzahl derselben zeigte jedoch schon während des Lebens Formen, wie sie auf Ihren von Prof. C o h n mir zugeschickten Photogrammen sehr schön zu sehen sind, nur daß bei den schnellen Bewegungen ein beständiger Wechsel des Biegungswinkels statthatte. Dabei können die beiden Enden sich bis zur Berührung einander nähern, sogar übereinander herausgehen, um dann, zurückgehend, eine mehr gerade Richtung anzunehmen. Dabei

¹⁾ Tafel II.

erscheinen die Windungen nie gleichmäßig geformt, vielmehr sind in der Gegend der Knickung immer eine oder mehrere Windungen größer und länger als die übrigen. Die schnellen Bewegungen und der beständige Wechsel der Formen lassen eine genaue Prüfung der Größe und Zahl der Windungen nicht zu.“

Es bestätigte sich also auch hier wieder, daß die Gestalt der Bakterien durch schnelles Eintrocknen mit wenigen Ausnahmen nicht verändert wird. Die Spirochaete der Fig. 24 zeichnet sich nicht allein durch ihre regelmäßige Gestalt, sondern noch durch eine kleine knotenförmige Verdickung in der Mitte aus (das Negativ zeigt dieselbe weit deutlicher als das Papierbild); ich habe diese Verdickungen, welche auch Heydenreich auf Taf. I, Fig. 27 seiner Schrift¹⁾ abgebildet hat, nicht oft gefunden und vermag über die Bedeutung derselben nichts anzugeben.

Etwas, worauf meines Wissens noch nicht aufmerksam gemacht ist, tritt auf den Photographien sehr deutlich hervor, daß die Spirochaeten des Rekurrens ebenso wie die Zahnschleimspirochaeten an beiden Enden zugespitzt sind, während die anderen Spirochaeten mehr oder weniger gestutzte Enden haben. Heydenreich läßt es unentschieden, ob die *Spiroch. plicatilis*, die Zahnschleimspirochaete und die *Spiroch. Obermeieri* zu ein und derselben Art gehören oder nicht, und hält es für möglich, daß die geringen Unterschiede in Gestalt und Größe dieser 3 Spirochaeten durch verschiedene Lebensbedingungen zustande kommen können. Demgegenüber nehme ich an, daß die 3 Spirochaetenarten streng voneinander zu trennen sind. Die *Spiroch. plicatilis* unterscheidet sich von der Rekurrensspirochaete durch die doppelte Wellenlinie und die Zahnschleimspirochaete durch geringere Dimensionen von derselben. Aber auch abgesehen von diesen Formunterschieden spricht gegen die Identität der 3 Arten schon der Umstand, daß die *Spirochaete plicatilis* seit fast 2 Jahren von mir in Wollstein und Umgegend, wo bis jetzt noch niemals eine Rekurrens-Epidemie vorkam, häufig gefunden, und die Zahnschleimspirochaete wahrscheinlich ein harmloser Begleiter der meisten Menschen ist. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß die Rekurrensspirochaete nicht möglicherweise auch anderswo vorkommen könnte, als im menschlichen Blute; aber wo sie sich findet, da muß sie auch durch gelegentliches Eindringen in den menschlichen Blutstrom und dadurch bewirkte charakteristische Krankheitserscheinungen sich manifestieren.

7. Zum Schluß meiner Arbeit möchte ich noch einmal auf den Wert der Photographie für die Bakterienforschung hinweisen. Jeder, der sich mit Bakterienuntersuchungen abgegeben hat, kennt die außerordentliche Mannigfaltigkeit in den Formen der Bakterien und die große Schwierigkeit, dieselben richtig auseinanderzuhalten und zu gruppieren. Viele Formen in diesem Chaos gewinnen jetzt schon an Konsistenz und müssen fixiert werden, so vor allen Dingen die mit Sporen versehenen Bakterien, dann die geißeltragenden Bakterien, ferner die Zoogloeaabildungen und manche durch charakteristische Gestalt leicht erkennbare Formen. Es ist durchaus nicht nötig, daß sofort eine jede dieser Formen als besondere Art bezeichnet wird, obwohl man dies in betreff der sporenhaltigen Bakterien schon jetzt unbedenklich tun könnte. Es ist auch wahrscheinlich, daß bei weiterer Erforschung der Bakterien gewisse Formen dieser einzelnen durch Sporen, Geißeln usw. bezeichneten Reihen als zusammengehörig gefunden werden.

Vorläufig müssen aber, wie schon gesagt, alle fixiert werden, um eine naturgemäße Klassifikation der Bakterien zu ermöglichen. Dazu eignet sich aber nichts mehr, als die Photographie. Es ist dringend zu wünschen, daß in Zukunft von allen bemerkenswerten Funden haltbare Präparate, welche sich photographieren lassen, oder womöglich gleich Photographien selbst angefertigt werden. Um so mehr ist es geboten, wenn es sich

¹⁾ l. c.

um seltene Gegenstände handelt, oder wenn die Verhältnisse sich so gestalten, daß das Untersuchungsobjekt nicht jedem zugänglich ist, z. B. das Vorkommen von Bakterien bei selteneren Krankheiten. So wäre beispielsweise sehr wichtig, wenn die in neuester Zeit von K l e b s ¹⁾ entdeckten Monas- und Navikula-artigen Organismen und die kleinen die Gestalt eines unregelmäßigen Tetraeders besitzenden Infusorien, denen er einen Einfluß auf die Kropfbildung zuschreiben zu müssen glaubt, sowie die von ihm durch fraktionierte Kultur mit Tuberkelmassen erhaltenen impffähigen Körperchen²⁾, wenn diese also photographiert und das naturgetreue Bild dieser Dinge zu aller Kenntnis gebracht würde.

Dasselbe gilt von der Entdeckung des Prof. S e m m e r ³⁾, welcher im Speichel und Blut wutkranker Hunde feinkörnigen Mikrokokkus und kleine Kettenformen, und bei 8 an Wut eingegangenen Rindern im Blute außer Kugel- und Stäbchenbakterien noch „geschwänzte, den Spermatozoen ähnliche Gebilde“ fand.

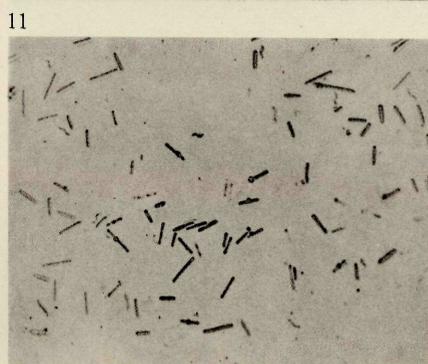
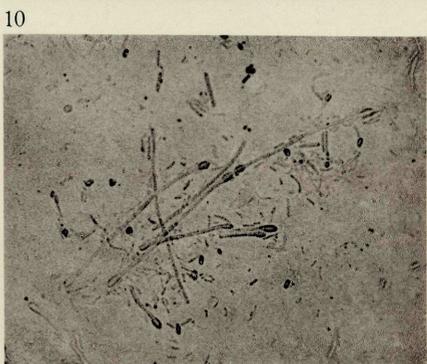
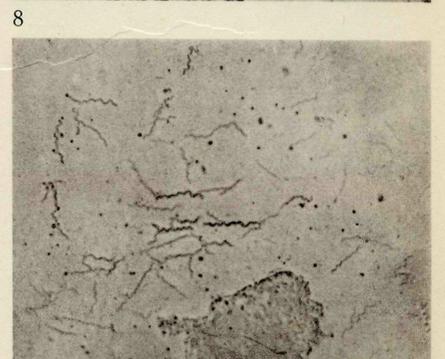
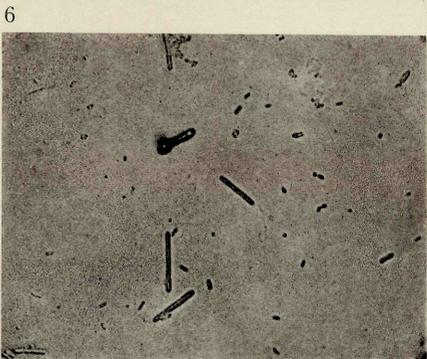
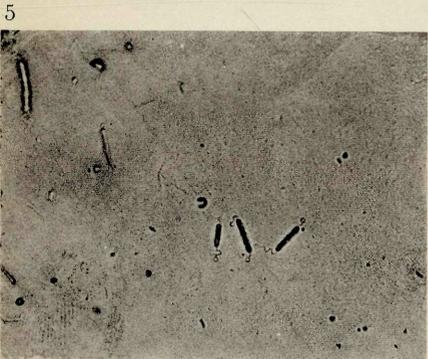
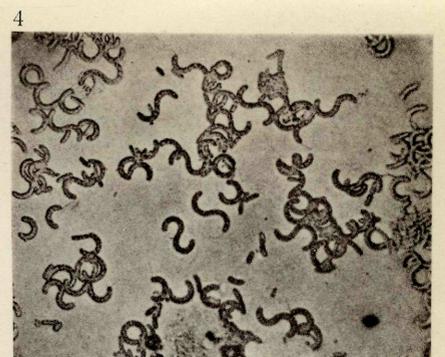
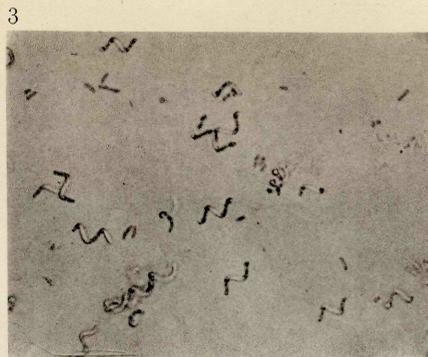
Sehr wichtig wäre es auch, daß die bei Diphtheritis und Septicämie gefundenen Bakterien, über deren Beschaffenheit die Angaben sehr widersprechend sind, photographiert würden. Es ließen sich dann leichter Vergleiche dieser mit anderen Bakterien anstellen und man würde bestimmt das Richtige an diesen Angaben vom Irrtümlichen scheiden können. Um solche Vergleiche zu ermöglichen, müßten Sammlungen angelegt werden, welche alles bisher auf dem Gebiet der Bakterienkunde gewonnene Material umfaßten, und damit dieses Material durch naturgetreue Abbildungen jedem zugänglich gemacht würde, müßte ähnlich dem S c h m i d t schen Atlas der Diatomazeenkunde ein photographisches Sammelwerk geschaffen werden. Unzweifelhaft würden solche Einrichtungen von größtem Nutzen sein, um die zahlreichen wilden Schößlinge, welche die Bakterienkunde getrieben hat und die ihrem Gedeihen außerordentlich hinderlich sind, zu beseitigen.

¹⁾ K l e b s: Studien über Kretinismus. Prag 1877.

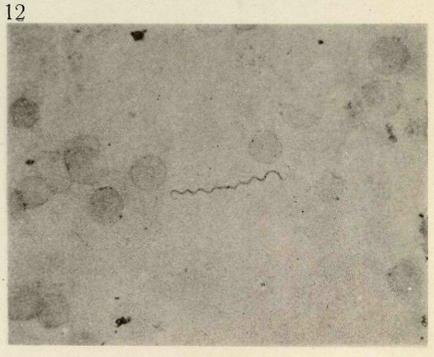
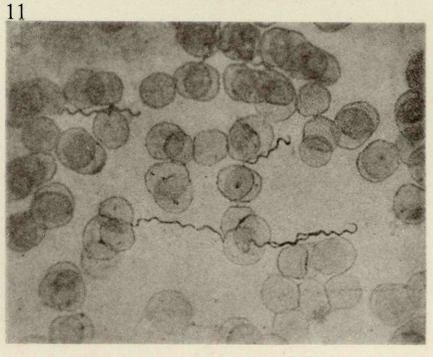
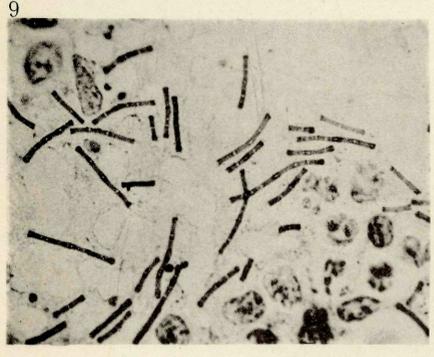
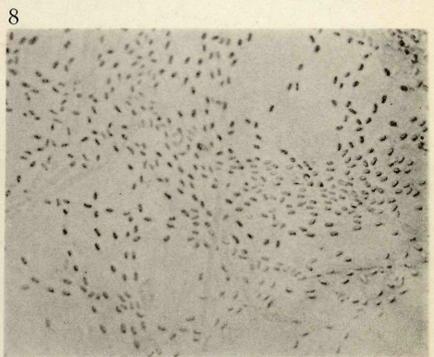
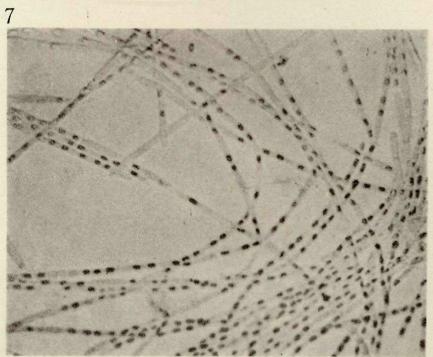
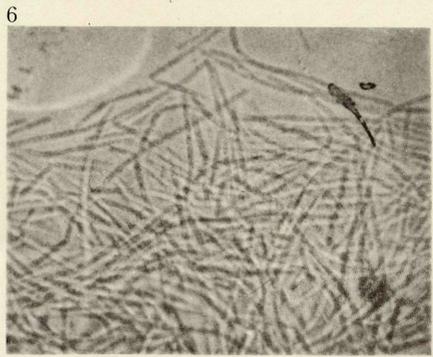
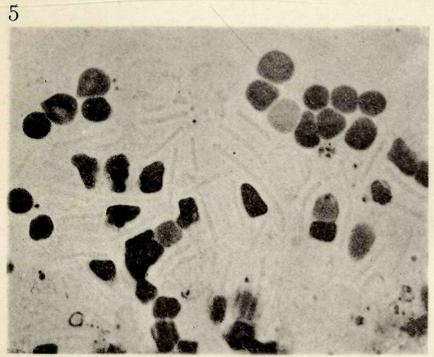
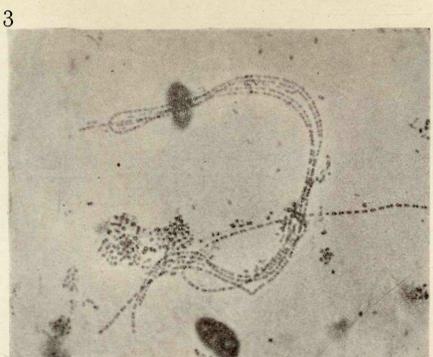
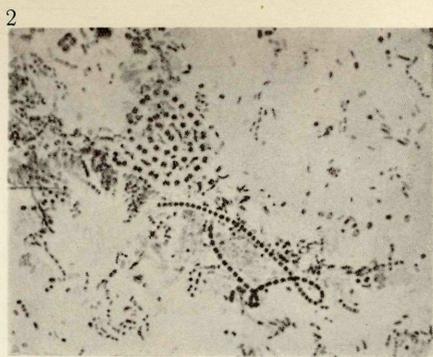
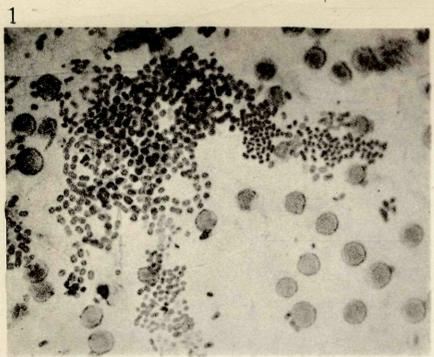
²⁾ K l e b s: Über Tuberkulose. (Nach einem Referat in der Allgem. med. Central-Zeitung 1877. Nr. 78—91.)

³⁾ Prof. E. S e m m e r (Dorpat): Zur Genesis der septischen Blutzersetzungen. (Nach einem Referat in der Allgem. med. Central-Zeitung 1877. Nr. 56 u. 57.)

W o l l s t e i n, November 1877.



Verfahren zur Untersuchung, zum Konservieren etc. der Bakterien.



Verfahren zur Untersuchung, zum Konservieren etc. der Bakterien,