

Erste Konferenz zur Erörterung der Cholerafrage am 26. Juli 1884 in Berlin.¹⁾

Um die von Robert Koch bei der Erforschung der Choleraätiologie in Indien erhobenen Befunde einer Prüfung zu unterziehen und die durch seine Beobachtungen und Schlußfolgerungen aufgeworfenen Streitfragen betreffend die Epidemiologie der Cholera zu erörtern, wurde im Jahre 1884 auf Veranlassung von Koch nach dem Reichsgesundheitsamte eine Reihe von Fachmännern eingeladen; am 26. Juli fand unter dem Vorsitz von Virchow die erste Konferenz statt, die in eingehenden Verhandlungen die zur Diskussion gestellten Fragen beriet. Anwesend waren nach dem sowohl in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift wie in der Berliner Klinischen Wochenschrift veröffentlichten Stenogramm die Herren Geheimrat Professor Dr. v. Bergmann, Generalarzt Dr. Coler, Geheimrat Dr. Eulenberg, Dozent Dr. B. Fränkel, Stabsarzt Dr. Gaffky, Geheimrat Professor Dr. Hirsch, Geheimrat Dr. Koch, Geheimrat Professor Dr. Leyden, Sanitätsrat Dr. S. Neumann, Medizinalrat Dr. Pistor, Generalarzt Dr. Schubert, Geheimrat Dr. Skrzeczka, Geheimrat Dr. Struck, Geheimrat Professor Dr. Virchow, Regierungsrat Dr. Wolffhügel.

Vor Eröffnung der Sitzung wurden von Koch einige mikroskopische Präparate, von denen Abbildungen nebenstehend beigelegt sind, sowie die Methoden der Präparation und des Verfahrens zur Kultur der Cholera Bazillen gezeigt.

„Die Präparation geschieht in der gewöhnlichen Weise. Es wird eine Schleimflocke aus der Dejektion oder aus dem Darminhalt auf einem Deckglase ausgebreitet und getrocknet. Das Deckglas wird dann dreimal durch eine Gas- oder Spiritusflamme gezogen, mit einer wässrigen Lösung von Fuchsin oder Methylenblau übergossen und nach einigen Sekunden abgespült, um sofort mikroskopisch unter Benutzung eines Ölsystems $\frac{1}{12}$ “ und des Abbéschen Beleuchtungsapparates untersucht zu werden.

Schnitte vom Darm, welcher in absolutem Alkohol gut gehärtet sein muß, werden am besten in einer starken wässrigen Methylenblaulösung 24 Stunden lang oder unter Erwärmen eine kürzere Zeit gefärbt und dann in der gewöhnlichen Weise behandelt.

Der mikroskopische Nachweis allein genügt nur in verhältnismäßig wenigen Fällen zur Diagnose und es bedarf meistens zum sicheren Nachweis der Kommabazillen des folgenden Kulturverfahrens.

Ein sehr kleines Schleimflöckchen wird in 10 ccm Nährgelatine (Fleischwasser-Pepton-Gelatine mit 10% Gelatinegehalt und schwach alkalischer Reaktion) gebracht und darin durch Bewegen der Flüssigkeit verteilt. Dann gießt man die flüssige Gelatine auf eine horizontal liegende Glasplatte, welche durch darunter befindliches Eis abgekühlt ist. Die mit einem sterilisierten Glasstabe ausgebreitete Gelatine erstarrt sehr schnell. Die Platte kommt dann unter eine feucht gehaltene Glasglocke, bis die Bakterienkolonien sich entwickeln, und wird mit Zeiss A. A. Okular 4 oder entsprechender Vergrößerung untersucht.“

Die eigentliche Sitzung wird von Virchow mit einigen Begrüßungsworten eröffnet, sodann erhielt Koch das Wort zu einem Vortrag über seine Befunde.

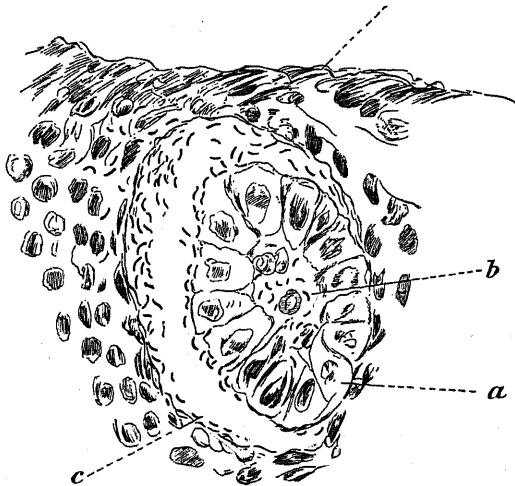
M. H.! Wir brauchen für sanitäre Maßregeln möglichst fest begründete wissenschaftliche Unterlagen. Es handelt sich dabei nicht allein um sehr kostspielige Einrichtungen, sondern auch um das Wohl und Wehe von vielen Menschen. Ganz besonders gilt dies für die Abwehr der Seuchen, mit welcher sich, wie man ohne Übertreibung sagen kann, die wichtigsten sanitären Bestrebungen beschäftigen. Wir sollten deswegen

¹⁾ Aus Berliner Klinische Wochenschrift, 1884, Nr. 31, 32 u. 32a.

voraussetzen, daß gerade in dem Kampf gegen Seuchen von ganz festen und wissenschaftlich durchgearbeiteten Grundlagen ausgegangen wird; aber leider ist das noch nicht überall der Fall und namentlich der Cholera gegenüber fehlt es an einer solchen festen Basis. Man hat allerdings eine Menge von Ansichten über das Wesen, die

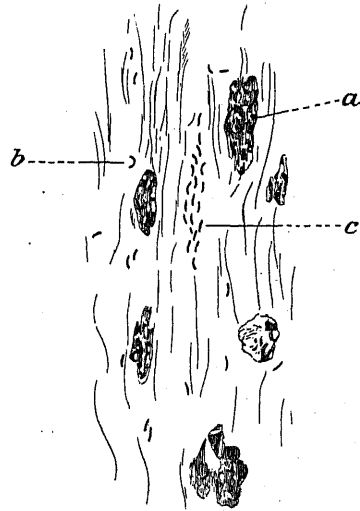
Figur 1.

Vom Epithel entblößte
Schleimhautoberfläche.



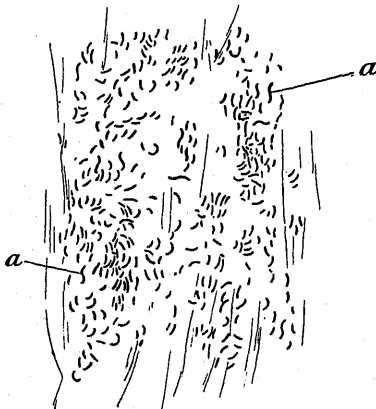
Schnittpräparat von der Schleimhaut des Cholera-darms. Eine schlauchförmige Drüse (a) ist schräg durchschnitten. Im Innern (b) derselben und zwischen Epithel und Basalmembran (c) zahlreiche Kommabazillen. 600 mal.

Figur 2.



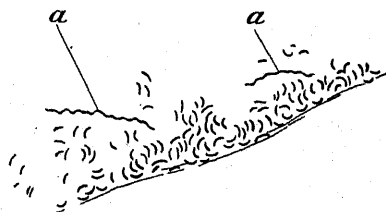
Deckglaspräparat vom Inhalt eines Cholera-darms. Kerne der abgestorbenen Epithelien (a). Halbkreisförmiger Kommabazillus (b). Besonders charakteristische Gruppierung der Kommabazillen (c). 600 mal.

Figur 3.



Deckglaspräparat. Choleraejektion auf feuchter Leinwand (2 Tage lang). Starke Vermehrung der Kommabazillen, darunter S-förmige (a). 600 mal.

Figur 4.

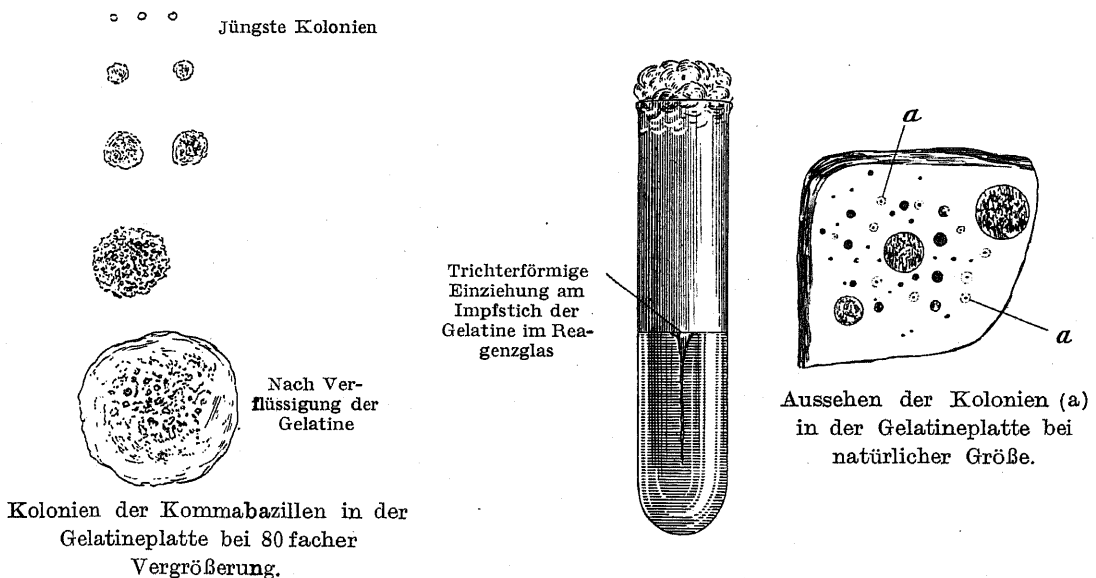


Deckglaspräparat. Vom Rande eines Tropfens Fleischbrühe mit Reinkultur der Kommabazillen. Lange schraubenförmige Fäden (a). 600 mal.

Verbreitungs- und Infektionsweise der Cholera bereits geäußert, und es sind verschiedene Theorien darüber aufgestellt; aber die Meinungen gehen doch noch soweit auseinander, sie stehen sich noch so schroff gegenüber, daß wir sie als Stützen, als Ausgangspunkte für unsere Maßnahmen zur Bekämpfung dieser Seuche nicht ohne weiteres annehmen können.

So wird von der einen Seite behauptet, daß die Cholera eine aus Indien stammende spezifische Krankheit sei; von der anderen Seite wird dies bestritten und gesagt, die Cholera könne auch spontan in anderen Ländern entstehen und sei nicht durch eine spezifische Ursache bedingt. Der eine nimmt an, daß die Cholera nur durch Kranke und deren Effekten verschleppt wird, der andere läßt sie auch durch Waren, gesunde Menschen, Luftströmungen verbreitet werden. Ebenso widersprechende Meinungen bestehen über die Bedeutung des Trinkwassers als Vehikel für den Infektionsstoff, über den Einfluß der Bodenverhältnisse, über die Frage, ob in den Dejektionen der Kranken der Infektionsstoff enthalten sei oder nicht, über die Dauer der Inkubation. Alle diese Punkte sind aber gerade von der größten Wichtigkeit für die Abwehr der Cholera und es wird nicht eher ein erfolgreiches Vorgehen gegen die Krankheit möglich sein, ehe nicht über diese Grundfragen der Choleraätiologie eine Einigung erzielt ist.

Figur 5.



Die Choleraätiologie hat nun allerdings von den Fortschritten, welche wir in der Kenntnis von der Ätiologie anderer Infektionskrankheiten gemacht haben, wenig profitieren können. Jene Fortschritte haben sich hauptsächlich in den letzten 10 Jahren entwickelt, und gerade in dieser Zeit hat sich keine Gelegenheit geboten, über die Cholera, wenigstens nicht in Europa oder den in der Nähe gelegenen Ländern, Forschungen anzustellen, und in Indien, wo die Cholera ja fortwährend Material zur Forschung hätte bieten können, hat sich niemand gefunden, der sich mit dieser Aufgabe unter Zugrundelegung der neueren Untersuchungsmethoden beschäftigt hat.

Es war deswegen in dieser Beziehung nicht ungünstig, daß die Cholera im vergangenen Jahre in Ägypten zum Ausbruch kam und damit die Gelegenheit geboten wurde, Studien über das Wesen und die Infektionsweise dieser Krankheit zu machen, ehe sie auf europäischen Boden übergriff. Diese Gelegenheit ist denn auch von verschiedenen Regierungen benutzt, welche Expeditionen zur Erforschung der Cholera dort hingeschickt haben.

Mir wurde der ehrenvolle Auftrag zuteil, eine dieser Expeditionen zu führen.

Als ich diesen Auftrag übernahm, war ich mir der Schwierigkeit der Aufgabe, die mir bevorstand, wohl bewußt. Man kannte eigentlich noch nichts von dem Cholera-

infektionsstoff; man wußte nicht, wo man ihn suchen sollte, ob er etwa nur im Darmkanal oder im Blut oder sonst irgendwo seinen Sitz hatte. Man wußte ferner nicht, ob es sich in diesem Falle auch um Bakterien handeln würde, oder etwa um Sproßpilze, oder dergleichen, oder gar um tierische Parasiten, z. B. Amöben. Allerdings haben sich nach dieser Richtung hin nicht so bedeutende Schwierigkeiten gezeigt, als in einer anderen Beziehung, wo ich sie eigentlich am wenigsten erwartet hätte. Ich hatte mir nämlich das Bild des pathologischen Befundes ganz nach der Schilderung der Lehrbücher konstruiert und hatte angenommen, daß der Choleradarm eigentlich sehr wenig Veränderungen darbietet und daß er mit einer reiswasserähnlichen Flüssigkeit gefüllt sei. Die Sektionen, die ich früher gesehen hatte, waren meinem Gedächtnis schon halb und halb entschwunden, so daß ich diese irriige Anschauung nicht korrigieren konnte. Ich war deswegen anfangs etwas überrascht und unsicher, als ich im Darm ganz etwas anderes zu sehen bekam. Schon gleich bei den ersten Sektionen zeigte sich, daß in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle außerordentlich tiefe und auffallende Veränderungen im Darm vorhanden waren. Andere Fälle wieder zeigten leichtere Veränderungen, und schließlich bekam ich auch solche Fälle zu sehen, welche dem Typus, der in den Lehrbüchern aufgestellt ist, einigermaßen entsprachen. Es gehörte aber doch eine gewisse Zeit und eine Anzahl von Sektionen dazu, ehe es gelang, sich einen richtigen Überblick zu verschaffen und alle diese verschiedenen Veränderungen, die mir entgegengetreten waren, richtig zu deuten.

Ich will gleich hier bemerken, daß trotz der sorgfältigsten Untersuchung aller anderen Organe und des Blutes sich daselbst nichts gefunden hat, was auf das Vorhandensein eines Infektionsstoffes schließen ließe. Das Interesse konzentrierte sich also schließlich auf die im Darm vorhandenen Veränderungen, und diese lassen sich ungefähr in folgender Weise gruppieren: Es kamen Fälle vor, in denen der untere Abschnitt des Dünndarms, und zwar am intensivsten unmittelbar oberhalb der Ileozökalklappe und nach oben zu abnehmend, dunkelbraunrot gefärbt, die Schleimhaut mit oberflächlichen Hämorrhagien durchsetzt war. In manchen Fällen war die Schleimhaut sogar oberflächlich nekrotisiert und mit diphtheritischen Auflagerungen versehen. Dementsprechend war auch der Darminhalt keine reiswasserähnliche, farblose, sondern eine blutig-jauchige, stinkende Flüssigkeit. Andere Fälle zeigten einen allmählichen Übergang zu weniger tiefen Veränderungen. Die Rötung war in denselben weniger intensiv, schließlich nur noch fleckweise, und an diese schlossen sich solche an, in denen nur noch die Ränder der Follikel und Peyer'schen Plaques gerötet waren. Diese letzterwähnte Form bietet ein sehr charakteristisches Aussehen, welches bei anderen Darmaffektionen wohl kaum noch vorkommt und der Cholera ganz eigen ist. In verhältnismäßig sehr wenigen Fällen aber war die Schleimhaut auffallend wenig verändert; sie sah etwas geschwollen und weniger durchsichtig in den oberflächlichen Schichten aus, die solitären Follikel und die Peyer'schen Plaques waren stärker prominierend. Die ganze Schleimhaut war leicht rosenrot gefärbt, aber es war nirgendwo zu kapillären Blutungen gekommen. In diesen Fällen sah auch der Darminhalt farblos aus; doch war er keineswegs immer wie Reiswasser, sondern ließ sich gewöhnlich eher mit einer Mehlsuppe vergleichen. Nur in einzelnen Fällen habe ich gesehen, daß der Darminhalt rein wässrig, schleimig war und verhältnismäßig wenige Flocken enthielt.

Wenn man nun den Darm und dessen Inhalt mikroskopisch untersuchte, dann stellte sich heraus, daß in einigen Fällen, namentlich in denjenigen, wo die Peyer'schen Plaques am Rande gerötet waren, dieser Röte entsprechend eine Einwanderung von Bakterien stattgefunden hatte. Es zeigten sich dann Bilder, wie Sie es in einem der vorgelegten Präparate gesehen haben, das von einem solchen Falle her stammt (Fig. 1).

Die Bakterien waren zum Teil in die schlauchförmigen Drüsen vorgedrungen, zum Teil hatten sie sich zwischen das Epithel und die Basalmembran geschoben und dadurch das Epithel gleichsam abgehoben. An anderen Stellen sah man, daß sie auch tiefer in das Gewebe hineingedrungen waren. Dann fanden sich solche Fälle, in denen hinter diesen Bakterien, die in bezug auf Größe und Gestalt ein bestimmtes Aussehen hatten, so daß man sie von anderen Bakterien unterscheiden und ihnen eine besondere Aufmerksamkeit widmen konnte, verschiedene andere Bakterien in die schlauchförmigen Drüsen und das umgebende Gewebe eindringen, z. B. größere dicke Bazillen und sehr feine Bazillen. Es bilden sich dadurch ähnliche Verhältnisse, wie bei nekrotischen, diphtheritischen Veränderungen der Darmschleimhaut und in Typhusgeschwüren, wo ebenfalls in die von pathogenen Bakterien zum Absterben gebrachten Gewebe nachträglich andere nicht pathogene Bakterien eindringen. Man mußte also von vornherein diese erst-erwähnten Bakterien als nicht ganz gleichgültig für den Cholera-prozeß ansehen, während alles andere den Eindruck machte, daß es etwas Sekundäres sei; denn die erstbeschriebenen Bakterien gingen immer den anderen voraus, sie drangen tiefer hinein und machten ganz den Eindruck, als ob sie den anderen Bazillen den Weg geebnet hätten.

Was nun den Darminhalt betrifft, so ließ sich anfangs, da gerade solche Fälle zur Untersuchung kamen, die wenig geeignet waren und bei denen der Darminhalt schon eine blutig-faulige Beschaffenheit hatte, kein klares Bild gewinnen. Es fand sich darin eine Unzahl der verschiedensten Bakterien, so daß man auf die eigentlichen Cholera-bazillen gar nicht aufmerksam werden konnte. Erst nachdem ich ein paar ganz akute und unkomplizierte Fälle sezirt hatte, in denen es noch nicht zu Blutungen gekommen und in denen der Darminhalt noch nicht in faulige Zersetzung übergegangen war, erkannte ich, daß je reiner, je frischer die Fälle sind, um so mehr eine bestimmte Bakterien-art auch im Darminhalt prävaliert, und es stellte sich sehr bald heraus, daß dies dieselben Bakterien waren, die ich in der Schleimhaut gesehen hatte. Dieser Befund mußte selbstverständlich immer mehr und mehr die Aufmerksamkeit gerade auf diese Bakterienart lenken. Ich habe dieselben also nach allen Richtungen hin untersucht, um ihre besonderen Eigentümlichkeiten festzustellen, und kann hierüber folgendes mitteilen.

Diese Bakterien, die ich wegen ihrer eigentümlichen Form Kommabazillen genannt habe, sind kleiner wie die Tuberkelbazillen. Durch die Angabe der Dimensionen in Zahlen erhält man kaum eine richtige Vorstellung von der Größe, Länge und Breite von Bakterien; ich ziehe es deswegen vor, die Größenverhältnisse von Bakterien mit anderen bekannten Objekten zu vergleichen, damit man sofort ungefähr ein Bild davon gewinnt.

Da die Tuberkelbazillen allen bekannt sind, so will ich die Cholera-bakterien mit diesen vergleichen. Die Cholera-bazillen sind ungefähr $\frac{1}{2}$ oder höchstens $\frac{2}{3}$ so lang als die Tuberkelbazillen, aber viel plumper, dicker und mit einer leichten Krümmung versehen. Diese Krümmung ist für gewöhnlich nicht stärker als die eines Komma; sie kann aber unter Umständen weiter gehen, bis zur halbkreisförmigen Krümmung (Fig. 2 u. 3). In anderen Fällen sieht man, daß die Krümmung eine doppelte ist, daß also an das eine Komma sich ein zweites anlegt, aber in entgegengesetzter Richtung, so daß eine s-Form daraus entsteht. Ich glaube, daß in beiden Fällen zwei Individuen nach der Teilung im Zusammenhang geblieben sind und danach den Anschein erwecken, als ob eine stärkere Krümmung da sei. In Kulturen findet sich aber außerdem noch eine sehr merkwürdige Entwicklungsform der Kommabazillen, welche für dieselbe sehr charakteristisch ist. In einem der vorgelegten Präparate ist diese Form in mehreren ausgezeichneten Exemplaren zu sehen und ich hatte Gelegenheit bei der Demonstration dieses Präparats besonders darauf aufmerksam zu machen. Die Kommabazillen wachsen

nämlich häufig zu mehr oder weniger langen Fäden aus (Fig. 4). Sie bilden dann aber nicht gerade Fäden, wie andere Bazillen, z. B. die Milzbrandbazillen, oder wie es nach dem Aussehen des mikroskopischen Bildes erscheinen könnte, einfach wellenförmig gestaltete Fäden, sondern sehr zierliche lange Schrauben, die, was ihre Länge und ihr übriges Aussehen anbetrifft, die größte Ähnlichkeit mit den Recurrens-Spirochaeten haben. Ich würde sie, wenn man beide nebeneinander hätte, nicht voneinander unterscheiden können. Wegen dieser eigentümlichen Entwicklungsform neige ich mich auch der Ansicht zu, daß der Kommabazillus gar kein echter Bazillus ist, daß er eigentlich eine Übergangsform zwischen Bazillen und Spirillen bildet. Möglicherweise handelt es sich hier sogar um ein echtes Spirillum, von dem wir ein Bruchstück vor uns haben. Man sieht auch bei anderen Spirillen, z. B. bei Spirilla undula, daß ganz kurze Exemplare nicht eine vollständige Schraubenwindung bilden, sondern nur noch aus einem kurzen Stäbchen bestehen, welches mehr oder weniger gekrümmt ist. Ich komme auf diesen Punkt, der durchaus nicht unwichtig ist, später noch zurück.

Bei der Demonstration des einen Präparates, welches in Fleischbrühe kultivierte Kommabazillen enthielt, haben Sie schon erfahren, daß man die Kommabazillen in Fleischbrühe züchten kann. Sie wachsen in dieser Flüssigkeit außerordentlich schnell und reichlich, und man kann dieses Verhalten benutzen, um ihre übrigen Eigenschaften zu studieren, indem ein Tröpfchen einer Fleischbrühekultur am Deckglas suspendiert, direkt mit starker Vergrößerung untersucht wird. Man sieht dann, daß die Kommabazillen außerordentlich lebhaft beweglich sind. Wenn sie sich in Menge am Rande des Tropfens angesammelt haben und durcheinander schwärmen, dann sieht es ganz so aus wie ein Schwarm tanzender Mücken, und dazwischen tauchen ab und an jene langen schraubenförmigen Fäden auf, welche sich ebenfalls ziemlich lebhaft bewegen, so daß das Ganze ein eigentümliches und höchst charakteristisches Bild abgibt.

Die Kommabazillen wachsen nun aber auch in anderen Flüssigkeiten, vor allen Dingen wachsen sie in Milch sehr reichlich und schnell. Sie bringen die Milch nicht zum Gerinnen und fällen nicht das Kasein aus, wie das viele andere Bakterien tun, welche in der Milch ebenfalls zu wachsen vermögen. Die Milch sieht also ganz unverändert aus; nimmt man aber einen kleinen Tropfen von der Oberfläche und untersucht ihn mikroskopisch, so wimmelt er von Kommabazillen. Sie wachsen ferner im Blutserum, worin sie sich ebenfalls sehr rasch entwickeln und reichlich vermehren. Ein sehr guter Nährboden für die Kommabazillen ist ferner die Nährgelatine, von welcher Sie vorhin eine Probe gesehen haben. Diese Nährgelatine kann dazu dienen, wie bereits bei der Demonstration des Kulturverfahrens auseinandergesetzt wurde, das Auffinden der Kommabazillen zu erleichtern und außerordentlich sicher zu machen. Es nehmen nämlich die Kolonien der Kommabazillen in der Nährgelatine eine ganz charakteristische und bestimmte Form an, die, soweit ich das bis jetzt übersehen kann und soweit meine Erfahrung reicht, keine andere Bakterienart in gleicher Weise bildet.

Die Kolonie sieht, wenn sie noch sehr jung ist, wie ein sehr blaßes und kleines Tröpfchen aus (Fig. 5), welches aber nicht vollständig kreisrund ist, wie sonst gewöhnlich diese Bakterienkolonien in Gelatine zu sein pflegen, sondern sie hat eine mehr oder weniger unregelmäßig begrenzte, ausgebuchtete, stellenweise auch rauhe oder zackige Kontur. Auch besitzt sie schon sehr frühzeitig ein etwas granuliertes Aussehen und ist nicht von so gleichmäßiger Beschaffenheit wie andere Bakterienkolonien.

Wenn die Kolonie etwas größer wird, tritt diese Granulation immer deutlicher hervor. Schließlich sieht sie so aus, wie ein Häufchen von stark lichtbrechenden Körnchen. Ich möchte das Aussehen einer solchen Kolonie noch am meisten mit demjenigen eines

Häufchens von Glasstückchen vergleichen. Bei weiterem Wachstum verflüssigt sich die Gelatine in der nächsten Umgebung der Bakterienkolonie und letztere sinkt zu gleicher Zeit etwas tiefer in die Gelatinemasse hinein. Es bildet sich dadurch eine kleine trichterförmige Vertiefung in der Gelatine, in deren Mitte die Kolonie als ein kleines weißliches Pünktchen zu erkennen ist (Fig. 5). Auch dieses Verhalten ist ganz eigentümlich; man sieht es wenigstens in dieser Weise bei sehr wenigen anderen Bakterienarten und meines Wissens nie so ausgeprägt, wie gerade bei den Kommabazillen. Am deutlichsten kann man das Einsinken der Kolonien beobachten, wenn man in der Art und Weise, wie es bei der Demonstration des Kulturverfahrens beschrieben wurde, eine Reinkultur anfertigt. Man sucht also unter dem Mikroskop mit schwacher Vergrößerung auf der Gelatineplatte eine geeignete Kolonie aus, berührt dieselbe mit einem Platindraht, welcher vorher ausgeglüht ist, überträgt die Bazillen mit dem Draht in ein Reagenzglas mit Gelatine und verschließt letzteres durch sterilisierte Watte. Eine derartig erhaltene Reinkultur wächst dann in gleicher Weise, wie die Kolonie auf der Gelatineplatte. Ich besitze eine zahlreiche Sammlung von in gleicher Weise angelegten Bakterienreinkulturen, aber ich habe bei denselben niemals solche Veränderungen gesehen, wie sie die Kommabazillen nach der Übertragung in die Gelatine hervorrufen. Man sieht, sobald die Kultur sich zu entwickeln beginnt, auch hier wieder einen kleinen Trichter (Fig. 5), der die Spitze des Impfstiches bezeichnet. Allmählich verflüssigt sich im Bereich dieses Impfstiches die Gelatine; man sieht dann deutlich schon die kleine Kolonie, die sich immer mehr erweitert, aber stets bleibt oben eine tiefe, eingesunkene Stelle, welche in der teilweise verflüssigten Gelatine so aussieht, als ob eine Luftblase über der Bazillenkolonie schwebt. Es macht fast den Eindruck, als ob die Bazillenvegetation nicht allein eine Verflüssigung der Gelatine, sondern auch eine rasche Verdunstung der gebildeten Flüssigkeit bewirkt. Wir kennen bereits eine Menge anderer Bakterienarten, welche die Gelatine in Reagenzglaskulturen ganz in derselben Weise vom Impfstich aus allmählich flüssig machen. Aber es findet sich bei diesen niemals eine solche Vertiefung und auch niemals dieser blasenartige Hohlraum an der Oberfläche. Ich habe noch zu erwähnen, daß die Verflüssigung der Gelatine von einer einzigen isolierten Kolonie aus, wie es am besten in einer Gelatineschicht zu beobachten ist, welche auf der Glasplatte ausgebreitet ist, nie sehr weit um sich greift. Ungefähr auf 1 mm ist die Dimension des verflüssigten Bezirkes einer Kolonie zu schätzen. Andere Bakterienarten können, wie sie in den vorgelegten Gelatineplatten gesehen haben, die Gelatine in weit größerem Umfange verflüssigen, so daß eine Kolonie 1 cm und mehr im Durchmesser erreicht. Bei den im Reagenzglas angelegten Kulturen der Kommabazillen breitet sich die Verflüssigung der Gelatine vom Impfstiche ausgehend allmählich und sehr langsam aus und bewirkt, daß nach ungefähr einer Woche der gesamte Inhalt des Gläschens flüssig geworden ist. Auf alle diese Eigenschaften, so unbedeutend sie an und für sich erscheinen, ist dennoch besonderes Gewicht zu legen, weil sie dazu dienen, die Kommabazillen von anderen Bakterienarten zu unterscheiden.

Man kann nun ferner die Kommabazillen noch auf Agar-Agar, dem Fleischbrühe und Pepton zugesetzt ist, kultivieren. Diese Agar-Agar-Gallerte wird von den Kommabazillen nicht verflüssigt. Dann kann man sie, was für gewisse Fragen sehr wichtig ist, auf gekochten Kartoffeln züchten. Sie wachsen auf Kartoffeln ganz ähnlich wie die Rotzbazillen. Letztere bilden, wie Sie vielleicht an den gelegentlich der Hygieneausstellung demonstrierten Kulturen gesehen haben, auf den Kartoffeln einen dünnen, breiartigen, bräunlichen Überzug. Diesem ähnlich, aber nicht ganz so intensiv braun gefärbt, sondern mehr hellgrau-braun sehen die Kulturen der Kommabazillen aus, wenn sie auf Kartoffeln gewachsen sind.

Am besten gedeihen die Kommabazillen bei Temperaturen zwischen 30 und 40° C, aber sie sind auch nicht sehr empfindlich gegen niedrigere Temperaturen. Es sind Versuche darüber angestellt, welche gezeigt haben, daß sie noch bei 17° C recht gut, wenn auch entsprechend langsamer wachsen können. Unter 17° C ist das Wachstum sehr gering und scheint unter 16° C aufzuhören. In diesem Punkt stimmen die Kommabazillen merkwürdigerweise vollständig mit den Milzbrandbazillen überein, die auch für ihr Wachstum ungefähr diese Grenze der Temperatur nach unten haben. Ich habe einmal einen Versuch über den Einfluß noch niedrigerer Temperaturen auf die Kommabazillen angestellt, um zu erfahren, ob sie nicht möglicherweise durch sehr niedrige Temperatur nicht allein in ihrer Entwicklung verhindert, sondern möglicherweise abgetötet werden. Zu diesem Zwecke wurde eine Kultur eine Stunde lang einer Temperatur von — 10° C ausgesetzt; sie war während dieser Zeit vollständig gefroren. Als dann eine Aussaat davon in Gelatine gemacht wurde, zeigte sich in der Entwicklung und im Wachstum auch nicht der allergeringste Unterschied. Sie vertragen das Frieren also ganz gut. Nicht so ist es mit der Entziehung der Luft und des Sauerstoffes. Sie hören nämlich sofort auf zu wachsen, wenn man ihnen die Luft entzieht, und gehören demnach, wenn man die Einteilung in aërobe und anaërobe Bakterien gelten lassen will, zu den aëroben. Man kann sich hiervon einfach in der Weise überzeugen, daß man, nachdem die Aussaat in noch flüssige Gelatine auf einer Glasplatte erfolgt ist und die Gelatine eben zu erstarren beginnt, ein Blatt von Marienglas oder Glimmer darauflegt, welches möglichst dünn abgespalten ist und mindestens $\frac{1}{3}$ der Gelatineoberfläche in der Mitte deckt. Das Glimmerblatt legt sich wegen seiner Elastizität vollständig der Gelatinefläche an und sperrt also an der bedeckten Stelle die Luft ab. Man sieht dann, sobald die Entwicklung der Kolonien erfolgt, daß letztere nur soweit, wie die Gelatine unbedeckt war, entstehen und nur noch ein klein wenig, etwa 2 mm weit, unter die Platte reichen, bis wohin noch eine Diffusion der Luft dringen kann. Aber unter der Glimmerplatte selbst wächst nichts. Es entstehen allerdings ganz außerordentlich kleine, dem bloßen Auge nicht sichtbare Kolonien, die wahrscheinlich von dem noch in der Gelatine enthaltenen Sauerstoff ihr Dasein gefristet haben, die sich aber nachher nicht weiter vergrößern. Übrigens ist der Versuch auch noch in anderer Weise gemacht. Es wurden Nährgelatine enthaltende Gläschen, welche mit Kommabazillen geimpft waren, unter die Glocke der Luftpumpe gesetzt und andere ebenso präparierte Gläschen zur Kontrolle außerhalb der Luftpumpe aufgestellt. Es zeigte sich dann, daß die unter der Luftpumpe befindlichen nicht wuchsen, wohl aber diejenigen, welche außerhalb derselben gestanden hatten. Setzte man nun aber die unter der Luftpumpe gewesenen später wieder der Luft aus, dann fingen sie nachträglich zu wachsen an. Sie waren also nicht etwa abgestorben, es fehlte ihnen nur an dem nötigen Sauerstoff, um wachsen zu können. Ähnlich geht es, wenn man Kulturen in eine Atmosphäre von Kohlensäure bringt. Während die zur Kontrolle außerhalb der Kohlensäureatmosphäre aufgestellten Kulturen in gewöhnlicher Weise heranwachsen, blieben die in einem Kohlensäurestrom befindlichen ganz unentwickelt. Aber sie sterben auch in diesem Falle nicht ab, denn nachdem sie längere Zeit in der Kohlensäure sich befunden haben, fangen sie sofort an zu wachsen, nachdem sie herausgenommen sind.

Im ganzen genommen waschen die Kommabazillen, wie ich schon mehrfach angedeutet habe, außerordentlich rasch. Ihre Vegetation erreicht sehr schnell einen Höhepunkt, auf dem sie nur kurze Zeit stationär bleibt und dann schnell wieder abnimmt. Die absterbenden Kommabazillen verlieren ihre Form, sie erscheinen bald geschrumpft, bald haben sie ein mehr gequollenes Aussehen, auch nehmen sie in diesem Zustande die Farbstoffe wenig oder gar nicht mehr an. Am besten kann man die eigentümlichen

Vegetationsverhältnisse der Kommabazillen beobachten, wenn man Substanzen, welche reich an Kommabazillen sind, daneben aber auch andere Bakterien enthalten, z. B. Darminhalt oder Choleraejektionen auf feuchte Erde bringt oder auf Leinwand ausbreitet und in feuchtem Zustande erhält. Es vermehren sich dann die Kommabazillen in kurzer Zeit, z. B. innerhalb 24 Stunden, in außerordentlicher Weise. Andere mit ihnen zusammen vorkommende Bakterien werden anfangs von den Kommabazillen überwuchert, es bildet sich da eine natürliche Reinkultur und man erhält bei der mikroskopischen Untersuchung der Masse, welche von der Oberfläche der feuchten Erde oder Leinwand genommen ist, Präparate, welche fast nur noch Kommabazillen zeigen. Ein solches Präparat, von der mit Dejektionen beschmutzten und feuchten Wäsche eines Cholera-kranken stammend, haben Sie gesehen. (Fig. 3.) Sehr lange hält indessen dieses üppige Wachstum der Kommabazillen nicht an. Nach 2—3 Tagen fangen sie an abzustarben und andere Bakterien kommen dann zur Vermehrung. Die Verhältnisse gestalten sich also ähnlich wie im Darm selbst. Da findet ja auch eine schnelle Vermehrung statt, wenn aber die eigentliche Vegetationsperiode, die nur kurze Zeit dauert, vorüber ist, und namentlich, wenn Transsudationen von Blut in den Darm erfolgen, verschwinden die Kommabazillen wieder und es entwickeln sich anstatt dessen wieder mehr die anderen, namentlich die Fäulnisbakterien. Ich möchte deswegen auch fast annehmen, daß, wenn man die Kommabazillen von vornherein in eine ausgefaulte Flüssigkeit bringt, die sehr viel von den Stoffwechselprodukten anderer Bakterien und insbesondere der Fäulnisbakterien enthält, sie gar nicht recht zur Entwicklung kommen, sondern bald absterben. Über diesen Punkt sind aber noch nicht hinreichend Versuche gemacht, das ist nur eine Vermutung, die ich auf Grund anderer mit Bakterienkulturen gemachter Erfahrungen aufstellen möchte. Dieser Punkt ist insofern wichtig, weil es nicht gleichgültig ist, ob die Kommabazillen, wenn sie in eine Abtrittsgrube hineingelangen, dort einen guten oder einen sehr schlechten Nährboden finden. Im ersteren Falle werden sie sich vermehren und müßten durch Desinfektion zerstört werden, im letzteren aber würden sie absterben und es würde keiner weiteren Desinfektion bedürfen. Nach allen mir bis jetzt darüber zu Gebote stehenden Erfahrungen möchte ich das letztere annehmen.

Am besten gedeihen die Kommabazillen in Flüssigkeiten, die nicht zu wenig Nährstoffe enthalten. Hierüber sind mehrere Versuche gemacht. Es wurden Verdünnungen der alkalisch reagierenden Fleischbrühe hergestellt und in diese eine Aussaat von Kommabazillen gebracht. In einem dieser Versuche erwies sich die Fleischbrühe schon nach fünffacher Verdünnung nicht mehr als eine geeignete Nährlösung. In anderen Versuchen wuchsen die Bazillen noch in zehnfacher Verdünnung. Diese Versuche müssen selbstverständlich wiederholt und in ausgedehnterer Weise angestellt werden, um eine sichere Grenze zu finden, aber auf jeden Fall läßt sich schon aus diesen Resultaten erkennen, daß man in der Verdünnung nicht sehr weit gehen darf und daß die Kommabazillen doch eine gewisse Konzentration der Nährsubstanzen, in denen sie wachsen, beanspruchen.

Bei den Kulturversuchen stellte sich dann ferner heraus, daß die Nährsubstanzen, wenigstens die Nährgelatine und die Fleischbrühe, durchaus nicht sauer sein dürfen. Sobald die Nährgelatine auch nur eine Spur von saurer Reaktion zeigt, dann ist das Wachstum der Kommabazillen schon ein sehr verkümmertes. Ist die Reaktion deutlich sauer, dann hört die Entwicklung der Bazillen vollkommen auf. Merkwürdig ist dabei allerdings, daß nicht alle Säuren dem Kommabazillus feindlich zu sein scheinen, denn die Schnittfläche einer gekochten Kartoffel reagiert bekanntlich auch sauer, wenn ich nicht irre, infolge des Gehaltes an Apfelsäure. Trotzdem wachsen die Kommabazillen

auf der Kartoffel recht üppig. Also man kann nicht ohne weiteres sagen: alle Säuren verhindern das Wachstum, aber auf jeden Fall gibt es eine Anzahl von Säuren, bei denen das der Fall ist. In der Fleischbrühe wird es wahrscheinlich die Milchsäure oder ein saures phosphorsaures Salz sein.

Da der Einfluß entwicklungshemmender Substanzen auf das Wachstum der Kommabazillen ein nicht geringes Interesse hat, so ist auch eine Anzahl anderer Substanzen daraufhin untersucht. Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam machen, daß die Entwicklungshemmung noch keine Desinfektion bedeutet; es handelt sich bei diesen Versuchen nur um die Bestimmung derjenigen Menge einer Substanz, welche eben ausreicht, um das Wachstum der Bakterien zu verhindern. Damit sind letztere aber noch keineswegs abgetötet, wie es die Desinfektion tun soll. Etwas Ähnliches hatten wir bei dem Experiment über den Einfluß der Kohlensäure auf die Kommabazillen erfahren, wobei auch nur, solange man die Kohlensäure wirken läßt, das Wachstum zurückgehalten wird. Dasselbe gilt also auch hier von diesen Zahlen, welche ich ihnen jetzt mitteilen werde.

Jod ist bekanntlich von Davaine als ein sehr intensives Gift für Bakterien bezeichnet, und unter bestimmten Verhältnissen ganz, mit Recht. Davaine hatte seine Versuche in der Weise gemacht, daß er eine Flüssigkeit, welche Milzbrandbazillen enthielt, z. B. Milzbrandblut, außerordentlich verdünnte, so daß er eigentlich schließlich nur noch reines Wasser hatte, in dem sehr wenige Milzbrandbazillen suspendiert waren. Dieser Flüssigkeit setzte er Jod hinzu, und da zeigte sich, daß die Milzbrandbazillen durch außerordentlich geringe Mengen Jod abgetötet wurden. Nun liegen aber die Verhältnisse in der Praxis ganz anders. Wir haben niemals das Wachstum der Infektionsstoffe in reinem Wasser zu verhindern, sondern im alkalischen Darminhalt oder im Blut oder Gewebssäften, und in diesen wird das Jod nicht frei bleiben, sondern sofort Verbindungen mit den Alkalien eingehen. Die Prüfung des Einflusses von Jod auf die Kommabazillen geschah nun in der Weise, daß Jodwasser einer Fleischbrühe, die gerade noch geeignet war, eine gute Nährflüssigkeit zu geben, zugesetzt wurde. Das Jod löst sich ungefähr im Verhältnis von 1 : 4000 im Wasser auf. Von diesem Jodwasser wurde 1 ccm mit 10 ccm Fleischbrühe gemischt, doch behinderte dieser Zusatz das Wachstum der Bazillen auch noch nicht im allergeringsten; die Grenze, bei welcher Jod die Bazillen nicht mehr zur Entwicklung kommen läßt, muß also noch weit unter der in diesem Versuch zur Anwendung gekommenen Menge liegen. Mir scheint es indessen nicht nötig, darüber noch weitere Versuche anzustellen, da in der Praxis größere Mengen von Jod als diese nicht gegeben werden können.

Der Alkohol hält die Entwicklung der Kommabazillen erst dann auf, wenn man 1 Teil zu 10 Teilen Nährflüssigkeit fügt, also bei einem Gehalt von 10%. Es ist das eine Konzentration, die man ebenfalls praktisch nicht mehr verwenden kann.

Das Kochsalz wurde versucht bis zu einem Gehalt von 2%, ohne daß damit eine Behinderung im Wachstum der Kommabazillen erzielt wurde.

Eisensulfat behindert erst, wenn man davon 2% der Nährflüssigkeit hinzusetzt. Gerade bei diesem Mittel, welches vielfach zur Desinfektion in Cholerazeiten gebraucht ist, möchte ich in Erinnerung bringen, daß ein Gehalt von 2% erst die Grenze der Entwicklungsbehinderung ist. In dieser Konzentration tötet das Eisensulfat die Kommabazillen noch nicht. Die entwicklungshemmende Eigenschaft des Eisensulfats hat wahrscheinlich ihren Grund darin, daß aus der Nährlösung das Pepton und Albuminate, welche zur Ernährung der Bakterien dienen, ausgefällt werden, denn es entsteht beim Zusatz von 2% Eisensulfat in der Nährlösung ein reichlicher Niederschlag. Möglicherweise wirkt außerdem noch die eintretende saure Reaktion hemmend auf das Wachstum.

Eine spezifische Wirkung auf die Bakterien scheint dieses Mittel demnach nicht zu besitzen und überhaupt kein eigentliches Tötungs- oder Desinfektionsmittel zu sein. Ich halte es sogar für möglich, daß man mit einem derartigen Mittel gerade das Gegenteil von dem erreicht, was man beabsichtigt. Gesetzt den Fall, es wäre der Inhalt einer Abtrittsgrube zu desinfizieren, von der vorausgesetzt werden kann, daß Kommabazillen hineingekommen sind. Nach meiner Ansicht genügt schon der im Grubeninhalt vor sich gehende Fäulnisprozeß, um die Kommabazillen zu töten. Wenn nun aber Eisensulfat bis zur sauren Reaktion zugesetzt und dadurch der Fäulnisprozeß unterbrochen wird, dann erreicht man nichts anderes, als daß das Wachstum der Bakterien und auch der Kommabazillen nur eben aufhört. Getötet werden die Bakterien dadurch keineswegs, und was die Kommabazillen anbetrifft, so werden sie dem ihnen nachteiligen Einfluß der Fäulnisbakterien entzogen und konserviert, anstatt vernichtet zu werden.

Dieses Beispiel ist sehr geeignet, um zu zeigen, daß die Desinfektionsmittel gerade in dieser Beziehung richtig beurteilt und geprüft werden müssen, und daß man wohl zu unterscheiden hat, was nur fäulnishemmend und was wirklich tödend auf die Bakterien wirkt. Das erstere kann möglicherweise gerade zur Konservierung der Infektionsstoffe dienen.

Von anderen Substanzen will ich nur kurz die Grenzwerte der Entwicklungshemmung anführen: Alaun 1 : 100. Kampfer 1 : 300. Ich hatte eigentlich von Kampfer eine stärkere Wirkung erwartet, aber mehrere sorgfältige Versuche haben ergeben, daß dieses Mittel nur einen geringen Einfluß auf die Kommabazillen besitzt. Karbolsäure 1 : 400. Diese Zahl stimmt ungefähr mit dem, was wir auch sonst von der Karbolsäure bei anderen Bakterien wissen. Pfefferminzöl 1 : 2000. Kupfersulfat 1 : 2500. Dieses Mittel hat also schon eine ziemlich kräftige Wirkung. Aber wenn man ausrechnen wollte, wieviel Kupfersulfat man geben muß, um die Kommabazillen nur am Wachstum im Darmkanal zu hindern, so würde man doch zu Quantitäten kommen, die man einem Menschen nicht mehr geben kann. Chinin 1 : 5000 und Sublimat, das sich auch hier wieder als allen anderen Substanzen weit überlegen zeigt, 1 : 100 000.

Bei diesen Versuchen über den Einfluß der entwicklungshemmenden Mittel ergab sich noch die auffallende Tatsache, daß die Kommabazillen außerordentlich leicht absterben, wenn sie getrocknet werden. Man macht nämlich jene Versuche in der Weise, daß man auf Deckgläschen ein ganz kleines Tröpfchen bazillenhaltiger Substanz eintrocknen läßt, und zwar wird gleich für eine Reihe von Experimenten ein größerer Vorrat von solchen Deckgläschen präpariert. Auf ein solches Deckgläschen wird dann später von der Flüssigkeit, welche geprüft werden soll, ein Tropfen gebracht und im hohlen Objektträger der Entwicklung überlassen. Als in dieser Weise verfahren wurde, wuchs in keinem einzigen Präparate etwas, auffallenderweise aber auch in dem Kontrollpräparate nicht, das als Nährflüssigkeit reine Fleischbrühe bekommen hatte. Ich wußte anfangs gar nicht, wodurch das Ausbleiben des Wachstums bedingt sein könnte, und dachte zunächst daran, daß es an der Fleischbrühe liegen müsse, denn bei ähnlichen Versuchen mit anderen Bakterien war mir etwas Derartiges noch nicht begegnet. So kann man beispielsweise Milzbrandbazillen längere Zeit getrocknet auf Deckgläschen vorrätig halten, sie bleiben eine halbe bis eine ganze Woche lang in dieser Weise lebensfähig. Als indessen die Untersuchung der Fleischbrühe zeigte, daß dieselbe tadellos war, mußte geprüft werden, ob nicht doch etwa die Kommabazillen infolge des Eintrocknens auf dem Deckglase abgestorben waren. Um hierüber Auskunft zu erhalten, wurde folgender Versuch gemacht: Es wurde eine Anzahl von Deckgläschen mit einem Tröpfchen bazillenhaltiger Substanz versehen. Das Tröpfchen trocknete nach wenigen Minuten ein. Ein Deckglas wurde nun nach einer Viertelstunde, eins nach einer halben

Stunde, eins nach einer Stunde usw. mit einem Tropfen Fleischbrühe versetzt. Dann stellte sich heraus, und zwar sind mehrere Reihen solcher Versuche gemacht, daß die Kommabazillen zwar auf den in einer viertel, einer halben und einer ganzen Stunde getrockneten Deckgläsern noch zur Entwicklung kamen, aber manchmal schon nach zwei Stunden abgestorben waren; über drei Stunden konnte ich bei diesen Versuchen die Bazillen nicht am Leben erhalten. Nur wenn kompakte Massen von Bazillenkulturen, z. B. die breiartige Substanz einer auf Kartoffeln gewachsenen Kultur getrocknet wurde, hielten sich die Bazillen etwas länger lebensfähig; offenbar weil in diesem Falle sehr viel später ein vollständiges Eintrocknen erfolgte. Aber auch unter diesen Verhältnissen ist es nie gelungen, die Bazillen länger als 24 Stunden in trockenem Zustande lebensfähig zu erhalten.

Dieses Resultat war zunächst insofern wichtig, als man mit Hilfe desselben sehr leicht prüfen konnte, ob die Bakterien einen Dauerzustand haben. Wir wissen ja, daß andere pathogene Bakterien, z. B. Milzbrandbakterien, welche Sporen bilden, in diesem Dauerzustande jahrelang getrocknet auf einem solchen Deckgläschen aufbewahrt werden können, ohne daß sie absterben. Wir wissen auch von anderen Infektionsstoffen, deren Natur wir noch nicht genau kennen, z. B. von dem Pockenstoff und von der Vakzine, daß sie längere Zeit, selbst mehrere Jahre hindurch, im getrockneten Zustande infektiös bleiben können. In diesen Fällen handelt es sich um wirkliche Dauerzustände. Wenn nun also die Kommabazillen, welche als solche so ungemein schnell durch Trocknen getötet werden, unter irgendwelchen Verhältnissen in einen Dauerzustand übergehen, dann müßte sich das beim Eintrocknen sehr bald herausstellen.

Es ist dies auf jeden Fall eine der wichtigsten Fragen für die Ätiologie einer Infektionskrankheit und ganz besonders für die Cholera. Die Untersuchung darüber ist deswegen auch in einer möglichst sorgfältigen Weise und nach allen Richtungen hin geschehen, und ich glaube kaum, daß sich in dieser Beziehung noch mehr wird tun lassen. Vor allen Dingen wurden Choleraejektionen und Darminhalt von Choleraleichen auf Leinwand in feuchtem Zustande gelassen, damit sich die Kommabazillen unter den günstigsten Bedingungen entwickeln konnten. Nach verschiedenen Zeiten wurden Stücke der Leinwand getrocknet, also z. B. nach 24 Stunden, nach einigen Tagen, nach mehreren Wochen, um zu sehen, ob sich nicht doch in dieser Zeit irgendwie ein Dauerzustand gebildet haben würde. Denn die Infektion durch Cholerawäsche liefert das einzige unbestrittene Beispiel für das Vorhandensein eines wirksamen Infektionsstoffes, welcher einem bestimmten Gegenstand anhaftet. Wenn irgendwo ein Dauerzustand zu finden war, dann hätte es gerade in der Cholerawäsche geschehen müssen.

In allen diesen Versuchen hat sich aber niemals ein Dauerzustand nachweisen lassen. Wenn die getrockneten Sachen untersucht wurden, zeigte es sich, daß die Kommabazillen abgestorben waren. Es sind dann ferner die Ejektionen in Erde gebracht und zwar entweder mit der Erde gemischt oder an der Oberfläche der Erde ausgebreitet, welche entweder trocken oder feucht gehalten wurde; sie sind mit Sumpfwasser gemischt, auch ohne irgendwelchen Zusatz der Zersetzung überlassen. In Gelatinekulturen sind die Kommabazillen bis zu 6 Wochen kultiviert, ebenso in Blutserum, in Milch, auf Kartoffeln, auf welchen bekanntlich die Milzbrandbazillen außerordentlich schnell und reichlich Sporen bilden. Es ist aber niemals zu einem Dauerzustand der Kommabazillen gekommen. Da wir wissen, daß die meisten Bazillen einen Dauerzustand besitzen, so muß dieses Resultat sehr auffallend erscheinen. Aber ich will hier an das, was ich bereits früher erwähnte, erinnern, daß es sich hier höchstwahrscheinlich um einen Mikroorganismus handelt, der gar kein echter Bazillus ist, sondern der Gruppe der schraubenförmigen Bakterien, den Spirillen, näher steht. Wir kennen aber von den Spirillen über-

haupt noch keine Dauerformen. Die Spirillen sind Bakterien, welche ein für allemal auf Flüssigkeiten angewiesen sind und nicht, wie die Milzbrandbazillen, unter Verhältnissen vegetieren, unter denen sie auch einmal einen trockenen Zustand zu bestehen haben. Es scheint mir deswegen, wenigstens soweit meine Erfahrung reicht, auch ganz aussichtslos zu sein, daß noch ein Dauerzustand der Kommabazillen aufgefunden werden könnte. Übrigens werde ich auch später noch auseinanderzusetzen haben, daß das Fehlen eines Dauerzustandes mit den Erfahrungen über die Choleraätiologie vollständig im Einklang steht.

Zieht man alle bis jetzt geschilderten Eigenschaften der Kommabazillen in Betracht, dann muß man die Überzeugung gewinnen, daß dieselben einer bestimmten, gut charakterisierten Bakterienart angehören und daß sie sich mit Hilfe ihrer charakteristischen Eigenschaften auch leicht erkennen und von anderen Bakterien unterscheiden lassen.

Nachdem diese Überzeugung gewonnen war, kam es vor allen Dingen darauf an, nunmehr festzustellen, in welcher Beziehung die Kommabazillen zu dem eigentlichen Choleraerprozeß stehen, und zwar mußte zunächst untersucht werden, ob sie in allen Fällen von Cholera vorkommen und ob sie andererseits in allen Nicht-Cholerafällen fehlen, d. h. also ob sie der Cholera ausschließlich angehören. In dieser Richtung ist nun eine möglichst große Reihe von Fällen sehr gründlich untersucht. In Ägypten konnten 10 Obduktionen verwertet werden; allerdings sind diese nur mikroskopisch geprüft, denn die Eigenschaften der Kommabazillen, welche sie bei ihrem Wachstum in Nährgelatine zeigen, waren mir damals noch nicht hinreichend bekannt, um das Gelatineverfahren für den Nachweis der Bazillen anwenden zu können. Aber ich habe mich durch sorgfältige mikroskopische Untersuchung davon überzeugt, daß die Kommabazillen in allen diesen Fällen vorhanden waren. Dann sind in Indien 42 Obduktionen sowohl mikroskopisch, als auch zu gleicher Zeit durch Kulturen in Nährgelatine untersucht, und in keinem Falle wurden die Bazillen vermißt. In einer Reihe von Fällen, die ganz akut verlaufen waren, wurde im Darmkanal nahezu eine Reinkultur der Kommabazillen angetroffen. Außerdem sind in Indien noch die Dejektionen von 32 Cholera-kranken in gleicher Weise untersucht, und jedesmal sind die Kommabazillen darin nachgewiesen. Auch die von Cholera-kranken erbrochenen Flüssigkeiten sind sehr oft untersucht. Aber es wurden nur zweimal die Kommabazillen darin gefunden, und in diesen Fällen ließ die Beschaffenheit des Erbrochenen darauf schließen, daß es kein eigentlicher Mageninhalt war, sondern Darminhalt, der durch die Bauchpresse in die Höhe getrieben und entleert war. Die Flüssigkeit reagierte alkalisch und hatte auch ganz das Aussehen von Darminhalt. Ich habe die Kommabazillen ferner noch in den Präparaten von 8 anderen Obduktionen gefunden, welche ich zum Teil früher schon aus Indien zugesandt erhalten, zum Teil aus Alexandrien von Dr. Kartulis und Dr. Schiess-Bey bekommen hatte. Schließlich habe ich kürzlich noch in Toulon 2 Obduktionen mit Dr. Strauss und Dr. Roux gemeinschaftlich gemacht und sowohl in diesen Fällen, als auch in den Dejektionen von 2 Kranken die Kommabazillen nachgewiesen. Bei diesen beiden Obduktionen in Toulon handelte es sich um außerordentlich charakteristische, ganz akut verlaufene Fälle. Der eine Mensch, ein Matrose, sollte als Rekonvaleszent von Malaria an demselben Tage aus dem Hospital entlassen werden. Es kam aber nicht dazu, da er gegen 11 Uhr vormittags an einem Choleraanfalle erkrankte. Nachmittags um 3 Uhr starb er und die Leiche konnte bereits um $\frac{1}{2}$ 4 Uhr sezirt werden. Ich will bei dieser Gelegenheit bemerken, daß auch bei fast allen anderen von mir untersuchten Fällen die Obduktionen ganz kurze Zeit nach dem Tode gemacht sind. Wir haben mehrmals unmittelbar nach dem Tode die Sektion gemacht, in den

meisten Fällen höchstens 2 oder 3 Stunden nach dem Tode, so daß die postmortale Fäulnis noch nicht verändernd auf die Beschaffenheit des Darmes und seines Inhaltes gewirkt haben konnte. Bei dem erwähnten Falle konnte man sich wie bei einer Anzahl von früheren Obduktionen nun ebenfalls davon überzeugen, daß im Darm in den ganz akuten Fällen nahezu eine Reinkultur von Kommabazillen vorkommt. Ich konnte diese Tatsache den Herren Dr. Strauss und Dr. Roux, welchen es bis dahin noch nicht gelungen war, die Kommabazillen mikroskopisch oder durch Kultur auf festem Nährboden nachzuweisen, demonstrieren. Diese Herren waren, wie mir Dr. Strauss mitteilte, immer der Meinung gewesen, daß noch ein besonderer Kniff bezüglich der Präparation dazu gehöre, um die Kommabazillen zu färben und zu kultivieren. Sie haben sich dann aber davon überzeugt, daß nichts einfacher ist als dies, wenn für die Untersuchung nur ein reiner und unkomplizierter Fall ausgewählt wird.

Auch bei der zweiten Obduktion, an welcher ich mich in Toulon beteiligte, fanden sich die Kommabazillen im Darm fast in einer Reinkultur. Ich habe dann Herrn Dr. Strauss gebeten, mir bei dieser Gelegenheit die Mikroben zu zeigen, welche seiner Angabe nach im Choleraablat vorkommen sollen. Aber in beiden Fällen waren diese Gebilde nicht zu finden.

Rechnen wir nun alle diese Fälle zusammen, dann kommen nahezu 100 heraus, die auf das Vorhandensein von Kommabazillen untersucht sind, und in allen sind sie gefunden. Aber nicht allein, daß sie vorhanden sind, hat die Untersuchung ergeben, sondern, wie ich schon mehrfach angedeutet habe, sie stehen auch immer in einem geraden Verhältnis zum Choleraerprozeß selbst. Denn da, wo der eigentliche Choleraerprozeß die tiefsten Veränderungen im Darm hervorruft, nämlich im unteren Abschnitt des Dünndarms, fanden sie sich am reichlichsten; nach oben zu nahmen sie mehr und mehr ab. Sie erschienen in den reinsten Fällen nahezu in Reinkulturen. Je älter aber die Fälle sind und je mehr sekundäre Veränderungen im Darm stattgefunden haben, um so mehr traten sie in den Hintergrund.

Auf Grund des von mir bis dahin untersuchten Choleramaterials glaube ich nunmehr behaupten zu können, daß die Kommabazillen niemals bei der Cholera fehlen; sie sind etwas der Cholera Spezifisches.

Zur Kontrolle ist nun eine ganze Anzahl anderer Leichen, Dejektionen von Kranken und Gesunden und sonstige Substanzen, die bakterienreich sind, in gleicher Weise untersucht, um zu erfahren, ob nicht doch diese bei der Cholera nie fehlenden Bazillen vielleicht noch anderswo auftreten. Was zur Beurteilung des kausalen Zusammenhanges zwischen Kommabazillen und Cholera von größter Bedeutung ist. Zu diesen Untersuchungsobjekten gehörte die Leiche von einem Menschen, der 6 Wochen vorher Cholera gehabt hatte und dann an Anämie gestorben war. In seinem Darm war absolut nichts mehr von Kommabazillen zu finden. Es wurde ferner die Dejektion von einem Menschen untersucht, der 7 oder 8 Tage zuvor einen Choleraanfall gehabt hatte und bei dem die Entleerungen schon anfangen konsistent zu werden; auch in diesem Falle fehlten die Kommabazillen. Ich habe dann noch mehr als 30 Leichen gründlich untersucht, um mich immer wieder davon zu überzeugen, daß die Bazillen wirklich nur in Cholerafällen vorkommen. Es wurden hierzu hauptsächlich Leichen von solchen ausgewählt, die an Darmaffektionen, wie Dysenterie oder an den in den Tropen so häufig tödlichen Darmkatarrhen gestorben waren, ferner Fälle mit Ulzerationen im Darm, ein Fall von Abdominaltyphus, dann mehrere Fälle von biliösem Typhoid. Bei dieser letzterwähnten Krankheit sind die Veränderungen im Darm auf den ersten Anblick denjenigen sehr ähnlich, welche bei schweren mit Darmblutungen verlaufenen Cholerafällen vorkommen. Der Dünndarm ist im unteren Abschnitt auch hämorrhagisch infiltrierte, aber merk-

würdigerweise betrifft diese Veränderung beim biliösen Typhoid vielmehr die Peyer'schen Plaques, während sich dieselben bei der Cholera am wenigsten verändert zeigen. In allen diesen Fällen, in denen es sich hauptsächlich um Darmkrankheiten handelte, ist nun niemals etwas von Kommabazillen gefunden worden; die Erfahrung lehrt, daß derartige Darmaffektionen für die Choleraerkrankung ganz besonders disponiert machen. Man hätte also voraussetzen können, daß die Kommabazillen, wenn sie sonst vorkämen, gerade in solchen Fällen zu finden sein müßten. Außerdem ist eine ganze Anzahl von Entleerungen Dysenteriekranker untersucht, ohne daß die Kommabazillen jemals angetroffen wurden. Diese Untersuchungen habe ich später in Berlin fortgesetzt, in Gemeinschaft mit Dr. Stahl, meinem unermüdlichen und für die Bakterienforschung vielversprechenden Mitarbeiter, dessen Tätigkeit der Tod leider ein zu frühes Ende bereitet hat. Wir haben eine große Zahl von Entleerungen, namentlich von Kinderdiarrhöen, aber auch von Erwachsenen, ferner Speichel, sowie den an den Zähnen und auf der Zunge haftenden bakterienreichen Schleim auf das Vorkommen von Kommabazillen geprüft, aber stets mit negativem Erfolg. Auch die verschiedensten Tiere sind daraufhin untersucht. Weil durch Arsenikvergiftung ein der Cholera sehr ähnlicher Symptomenkomplex erzeugt werden kann, so wurden Tiere mit Arsenik vergiftet und nachher untersucht. Es fanden sich allerdings eine Menge von Bakterien im Darm, aber keine Kommabazillen. Ebenso wenig fanden sich letztere in der Spüljauche aus den Kanälen der Stadt Kalkutta im stark verunreinigten Wasser des Hughli-Flusses in einer Anzahl von Tanks, welche in den Dörfern und zwischen den Hütten der Eingeborenen liegen und ein sehr schmutziges Wasser enthalten. Ich habe, wo ich nur irgendwie eine bakterienhaltige Flüssigkeit erreichen konnte, sie auf das Vorkommen von Kommabazillen untersucht, aber niemals solche darin gefunden. Nur einmal traf ich in dem Wasser, welches zur Flutzeit das östlich von Kalkutta gelegene Terrain des Salt-water-lake überschwemmt, eine Bakterienart, welche beim ersten Anblick eine gewisse Ähnlichkeit mit den Cholerabazillen hatte; aber bei genauer Untersuchung erschienen sie doch etwas größer und dicker als jene und ihre Kulturen verflüssigten die Gelatine nicht. Nun steht mir aber, auch außer diesen Beobachtungen, doch schon eine ziemlich reiche Erfahrung über Bakterien zu Gebote, aber ich kann mich nicht erinnern, daß ich früher jemals Bakterien gesehen hätte, welche den Kommabazillen gleichen. Ich habe mit manchen gesprochen, welche sehr viele Bakterienkulturen gemacht und ebenfalls Erfahrung haben, aber alle haben mir erklärt, daß sie eine solche Bakterienart noch nicht gesehen haben. Ich glaube also mit Bestimmtheit aussprechen zu können, daß die Kommabazillen konstante Begleiter des Choleraprozesses sind und daß sie nirgends anderswo vorkommen.

Es wird nunmehr die Frage zu beantworten sein, wie wir uns das Verhältnis zwischen dem Kommabazillus und dem Choleraprozess vorzustellen haben. Für die Beantwortung dieser Frage kann man drei verschiedene Annahmen zugrunde legen. Man kann erstens sagen: der Choleraprozess begünstigt das Wachstum der Kommabazillen, indem er ihnen den Nährboden vorbereitet und infolgedessen kommt es zu einer so auffallenden Vermehrung gerade dieser Bakterienart. Wenn man diese Behauptung aufstellt, dann muß man von der Voraussetzung ausgehen, daß jeder Mensch schon Kommabazillen in sich hat, wenn er cholerakrank wird, denn sie wurden in den verschiedensten Orten in Indien, in Ägypten, in Frankreich und in Menschen der verschiedensten Herkunft und Nationalität gefunden. Diese Bakterienart müßte bei dieser Annahme eine der verbreitetsten und gewöhnlichsten sein. Aber es ist das Gegenteil der Fall, denn sie kommen, wie wir gesehen haben, weder bei solchen, die an anderen Krankheiten leiden, noch bei Gesunden, noch außerhalb des Menschen an den der Bakterienentwicklung günstigsten Orten vor: sie

erscheinen immer nur dort, wo die Cholera auftritt. Diese Annahme kann also nicht als eine zulässige angesehen werden und wir müssen sie deswegen fallen lassen.

Zweitens könnte man sich das regelmäßige Zusammentreffen der Kommabazillen und des Choleraprozesses in der Weise zu erklären versuchen, daß durch die Krankheit Verhältnisse geschaffen werden, durch welche unter den vielen Bakterien, die im Darm vorkommen, die eine oder andere Art sich verändert und die Form und Eigenschaften annimmt, die wir an dem Kommabazillus kennen gelernt haben. In betreff dieser Deutung muß ich nun aber gestehen, daß sie ohne irgendwelche tatsächliche Begründung, daß sie eine reine Hypothese ist. Wir kennen bis jetzt noch nicht eine derartige Umwandlung einer Bakterienart in eine andere. Die einzigen Beispiele von Umwandlung in den Eigenschaften der Bakterien beziehen sich auf ihre physiologischen und pathogenen Wirkungen, aber nicht auf die Form. Die Milzbrandbazillen verlieren beispielsweise, wenn sie in einer bestimmten Weise behandelt werden, ihre pathogene Wirkung, sie bleiben aber in ihrer Form ganz unverändert. In diesem Beispiel handelt es sich außerdem auch um den Verlust der pathogenen Eigenschaften. Dies ist aber gerade das Gegenteil von dem, was bei der Umwandlung unschädlicher Darmbakterien in die gefährlichen Cholera-bazillen stattfinden würde. Für diese letztere Art der Abänderung von unschädlichen in schädliche Bakterien existiert überhaupt noch kein exakt bewiesenes Beispiel. Vor einer Reihe von Jahren, als die Bakterienforschung sich noch in den ersten Anfängen befand, konnte man noch mit einiger Berechtigung eine solche Hypothese aufstellen. Aber je weiter die Bakterienkunde sich entwickelt hat, um so mehr hat sich auch herausgestellt, daß die Bakterien gerade in bezug auf ihre Form außerordentlich konstant sind. Speziell in bezug auf die Kommabazillen will ich noch bemerken, daß sie alle die früher geschilderten Eigenschaften vollkommen beibehalten, wenn sie außerhalb des menschlichen Körpers weiter gezüchtet werden. Sie wurden beispielsweise mehrfach bis zu 20 Umzüchtungen in Gelatine kultiviert und hätten, wenn sie in ihren Eigenschaften nicht ebenso konstant wären wie andere Bakterien, bei diesem Versuch sich doch wieder in die bekannten Formen der gewöhnlichen Darmbakterien zurückverwandeln müssen, was aber keineswegs der Fall war.

Es bleibt nunmehr nur noch die dritte Annahme übrig, daß nämlich der Cholera-prozeß und die Kommabazillen in einem unmittelbaren Zusammenhang stehen, und ich kenne in dieser Beziehung keinen anderen als den, daß die Kommabazillen den Cholera-prozeß verursachen, daß sie der Krankheit vorhergehen und daß sie dieselbe erzeugen. Das Umgekehrte würde ja auf das herauskommen, was ich eben auseinandergesetzt habe, daß der Cholera-prozeß die Kommabazillen hervorbringt, und das ist, wie gezeigt wurde, nicht möglich. Für mich ist also die Sache erwiesen, daß die Kommabazillen die Ursache der Cholera sind.

Nun kann man allerdings verlangen, daß, wenn dem so ist, auch weitere Beweise dafür erbracht werden, und vor allen Dingen, daß der Cholera-prozeß auch experimentell durch die Kommabazillen erzeugt wird. Es ist denn auch in aller erdenklichen Weise versucht, dieser Forderung gerecht zu werden. Die einzige Möglichkeit, einen solchen direkten Beweis für die choleraerzeugende Wirkung der Kommabazillen zu liefern, bietet das Tierexperiment, welches, wenn man den Angaben der Autoren ohne weiteres Glauben schenken könnte, auch ohne Schwierigkeit auszuführen sein müßte. Man hat behauptet, daß die Cholera bei Kühen, bei Hunden, bei Hühnern, bei Elefanten, bei Katzen und manchen anderen Tieren vorkäme, aber wenn man diese Angaben etwas genauer untersucht, findet man stets, daß sie ganz unzuverlässig sind. Bis jetzt besitzen wir eigentlich noch gar kein sicheres Beispiel, daß Tiere in Cholerazeiten spontan an Cholera erkrankt sind. Auch alle Experimente, die bis jetzt an Tieren mit Cholerasub-

stanzen gemacht wurden, sind entweder direkt negativ ausgefallen, oder, wenn sie angeblich positiv ausfielen, so waren sie doch nicht vollständig beweiskräftig oder wurden von anderen Experimentatoren widerlegt. Trotzdem haben wir uns auch mit dem Tierversuche aufs eingehendste beschäftigt. Ich habe insbesondere, weil man auf die von Thiersch an weißen Mäusen erzielten Resultate viel Gewicht legen mußte, von Berlin 50 Mäuse mitgenommen und alle möglichen Infektionsversuche damit angestellt. Zunächst wurden sie mit Entleerungen von Cholerakranken und mit dem Darminhalt von Choleraleichen gefüttert. Wir haben uns möglichst genau an die Versuchsanordnung von Thiersch gehalten und nicht allein mit frischem Material gefüttert, sondern auch, nachdem die Flüssigkeiten in Zersetzung übergegangen waren. Trotzdem diese Experimente immer und immer wieder mit Material von neuen Cholerafällen wiederholt sind, blieben unsere Mäuse gesund. Es wurde dann an Affen experimentiert, an Katzen, Hühnern, Hunden und verschiedenen anderen Tieren, deren wir habhaft werden konnten, aber niemals haben wir etwas dem Choleraprozess ähnliches bei Tieren erzielen können. Ganz ebenso haben wir mit den Kulturen der Kommabazillen Versuche gemacht, auch diese wurden verfüttert in allen möglichen Stadien der Entwicklung. Als dann ferner das Experiment so angestellt wurde, daß Tiere mit großen Quantitäten von Kommabazillen gefüttert, dann getötet und der Inhalt des Magens und Darms auf Kommabazillen untersucht wurde, stellte sich heraus, daß die Kommabazillen schon im Magen zugrunde gehen und für gewöhnlich gar nicht in den Darmkanal gelangen. Andere Bakterien verhalten sich in dieser Beziehung anders, denn es wurde zufällig in Kalkutta ein sehr schön rot gefärbter Mikrokokkus gefunden, welcher an seiner auffallenden Farbe leicht zu erkennen war und sich für ein solches Experiment deswegen besonders gut eignete. Dieser Mikrokokkus wurde auf meine Veranlassung von Dr. Barclay in Kalkutta an Mäuse verfüttert und der Darminhalt dieser Tiere auf Kartoffeln gebracht. Es bildeten sich dann wieder die roten Kolonien des Mikrokokkus, der also unbeschädigt den Magen der Maus passiert hatte. Die Kommabazillen gehen dagegen im Magen der Tiere zugrunde. Man mußte hieraus schließen, daß das Mißlingen der Fütterungsversuche in diesem Verhalten der Kommabazillen seinen Grund haben könnte. Deswegen wurde der Versuch dahin abgeändert, daß man den Tieren die Substanzen direkt in den Darm brachte. Es wurde der Bauch geöffnet und die Flüssigkeit mit einer Pravazschen Spritze unmittelbar in den Dünndarm injiziert. Die Tiere vertrugen diesen Eingriff sehr gut, aber sie wurden nicht krank davon. Wir haben ferner bei Affen versucht, durch einen langen Katheter die Choleraejektion möglichst hoch hinauf in den Darm zu bringen. Auch dies ging sehr gut, aber die Tiere sind gesund geblieben. Es wurden auch, was ich noch erwähnen will, den Tieren vorher Abführmittel gegeben, um den Darm in einen gewissen Reizzustand zu versetzen, und dann die infizierende Substanz gegeben, ohne daß ein anderes Resultat erzielt wurde. Das einzige Experiment, bei welchem die Kommabazillen eine pathogene Wirkung äußerten, und welches mir deswegen auch anfangs Hoffnung machte, daß man damit doch zu einem Resultat kommen könnte, war, daß man Reinkulturen den Kaninchen direkt in die Blutbahn oder Mäusen in die Bauchhöhle injizierte. Die Kaninchen erscheinen nach der Injektion sehr krank, erholen sich aber nach einigen Tagen wieder. Mäuse starben dagegen 24 bis 48 Stunden nach der Injektion und es ließen sich die Kommabazillen im Blute derselben nachweisen.

Man muß allerdings den Tieren ziemlich große Mengen beibringen; und es ist nicht wie bei anderen Infektionsversuchen, wo man die kleinsten Mengen anwendet und dennoch eine Wirkung damit erzielt. Um über die Möglichkeit, Tiere mit Cholera infizieren zu können, Gewißheit zu erlangen, habe ich mich in Indien überall erkundigt, ob bei

den Tieren je ähnliche Krankheiten beobachtet sind. Es ist mir aber gerade in Bengalen versichert worden, daß niemals derartiges vorgekommen sei. In dieser Provinz findet sich eine außerordentlich dichte Bevölkerung und es gibt dort mancherlei Tiere, die mit den Menschen zusammenleben. Man sollte nun annehmen, daß in diesem Lande, wo überall und fortwährend Cholera vorhanden ist, die Tiere recht oft den Cholera-infektionsstoff und zwar in einer ebenso wirksamen Form wie die Menschen in ihren Verdauungskanal bekommen müssen, aber niemals ist dort beobachtet, daß Tiere an choleraartigen Zufällen erkrankt sind. Ich glaube deswegen auch, daß alle die Tiere, die uns zu solchen Versuchen zu Gebote stehen, und ebenso diejenigen, welche mit den Menschen gewöhnlich in Berührung kommen, sämtlich für Cholera immun sind und daß ein richtiger Choleraprozess bei ihnen auch nicht künstlich erzeugt werden kann. Wir müssen daher auf dieses Beweismittel verzichten.

Nun ist aber damit durchaus noch nicht gesagt, daß überhaupt kein Beweis für die pathogene Wirkung der Kommabazillen zu erbringen ist. Ich habe Ihnen ja schon auseinandergesetzt, m. H., daß ich für meine Person auch ohne diese Tierversuche mir keine andere Vorstellung davon machen kann, als daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den Kommabazillen und dem Choleraprozess existiert. Wenn es auch wirklich später noch gelingen sollte, bei den Tieren irgend etwas der Cholera Ähnliches zu produzieren, so würde das für mich nicht mehr beweisend sein als die Tatsachen, welche uns jetzt schon zur Verfügung stehen. Wir kennen übrigens auch andere Krankheiten, die sich nicht auf Tiere übertragen lassen, z. B. Lepra, und doch müssen wir nach allem, was wir von den Leprabazillen wissen, annehmen, daß sie die Ursache der Lepra sind. Wir müssen auch für diese Krankheit auf Tierversuche verzichten, weil bislang noch keine für Lepra empfängliche Tierspezies gefunden ist. Mit dem Abdominaltyphus verhält es sich wahrscheinlich ebenso; ich wüßte nicht, daß es schon gelungen wäre, Tiere damit zu infizieren. Wir werden uns damit begnügen müssen, daß wir das konstante Vorkommen einer bestimmten Art von Bakterien bei der betreffenden Krankheit und das Fehlen derselben Bakterien in anderen Krankheiten konstatieren. Die fraglichen Bakterien müssen sich stets mit dem Infektionsstoff dieser bestimmten Krankheit decken und, worauf ich namentlich Wert lege, das Vorkommen der pathogenen Bakterien muß ein den pathologischen Veränderungen im Körper und dem Verlauf der Krankheit entsprechendes sein. Wir kennen auf der anderen Seite z. B. auch Tierkrankheiten, die nicht auf den Menschen zu übertragen sind, z. B. die Rinderpest und die Lungenseuche. Wir begegnen hier einer in der Natur weitverbreiteten Erscheinung. Fast alle Parasiten sind nur auf eine oder wenige Tierspezies angewiesen, die ihnen als Wirt dient. Ich erinnere an die Bandwürmer. Viele Tierarten haben ihren eigenen Bandwurm, der nur bei dieser Art und keiner anderen sich zu entwickeln vermag.

Wir werden also bei einer ganzen Anzahl von Infektionskrankheiten, zu denen auch die exanthematischen Krankheiten gehören, auf diesen Teil des Beweises verzichten müssen, und wir können das auch um so eher tun, als wir schon eine ganze Reihe von anderen Krankheiten kennen, die durch pathogene Organismen bedingt werden, bei denen die Verhältnisse aber im übrigen ebenso liegen und von denen wir mit aller Bestimmtheit wissen, daß die Krankheit durch die ihnen zugehörigen Mikroorganismen veranlaßt wird, während wir noch niemals gesehen haben, daß etwa die Krankheit einen spezifischen Mikroorganismus produziert. Ich glaube, daß hier ein Analogieschluß, nachdem man schon eine ganze Reihe von solchen durch Mikroparasiten erzeugten Krankheiten kennen gelernt hat, durchaus berechtigt ist.

Übrigens stehen aber auch schon einige Beobachtungen zu Gebote, die eigentlich so gut wie Experimente am Menschen sind. Wir können sie vollständig als Experimente,

die sich unter natürlichen Verhältnissen vollziehen, auffassen. Die wichtigste derartige Beobachtung ist die Infektion solcher Personen, welche mit Choleraerwäsche zu tun haben. Ich habe mehrfach Gelegenheit gehabt, Choleraerwäsche zu untersuchen, und habe, wie Sie sich auch selbst an einem der mikroskopischen Präparate überzeugen konnten, in der schleimigen Substanz, welche an der Oberfläche der mit Dejektion beschmutzten Leinwand sitzt, immer die Kommabazillen in ungeheuren Mengen und gewöhnlich geradezu in einer Reinkultur gefunden.

Wenn also eine Infektion durch Choleraerwäsche zustande kommt, dann kann dies, weil in diesem Falle die Kommabazillen die einzigen in Frage kommenden Mikroorganismen sind, auch nur durch diese geschehen sein. Mag nun die Übertragung in der Weise stattgefunden haben, daß die Wäscherin die mit Kommabazillen beschmutzten Hände mit ihren Speisen oder direkt mit ihrem Mund in Berührung gebracht hat, oder dadurch, daß das bazillenhaltige Waschwasser verspritzt und einzelne Tropfen auf die Lippen in den Mund der Wäscherin gelangen; auf jeden Fall liegen hier die Verhältnisse so, wie bei einem Experiment, in welchem ein Mensch mit geringen Mengen einer Reinkultur von Kommabazillen gefüttert wäre. Es ist in der Tat ein Experiment, welches ein Mensch unbewußt an sich selbst vornimmt und dem ganz die nämliche Beweiskraft zukommt, als wenn es absichtlich herbeigeführt wäre. Außerdem ist diese Beobachtung so häufig und von den verschiedensten Ärzten gemacht, daß die Zuverlässigkeit derselben absolut keinem Zweifel unterliegt. Außerdem kann ich mich aber auch noch auf eine eigene hierher gehörige Beobachtung berufen. Es ist mir nämlich gelungen, in einem Tank, der das Trink- und Gebrauchswasser für sämtliche umwohnenden Menschen liefert und in dessen unmittelbarer Umgebung eine Anzahl tödlicher Cholerafälle vorgekommen waren, die Kommabazillen mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften zu finden. Es wurde dann später festgestellt, daß die Wäsche von dem ersten in der Nähe dieses Tanks an Cholera Gestorbenen in dem Tank gewaschen war. Das ist das einzige Mal gewesen, daß ich bis jetzt die Kommabazillen außerhalb des menschlichen Körpers nachweisen konnte. Am Ufer dieses Tanks befanden sich 30 bis 40 Hütten, in denen etwa 2—300 Menschen wohnten, und von diesen waren 17 an Cholera gestorben. Wie viele krank gewesen waren, ließ sich nicht genau feststellen. Ein solcher Tank liefert den Anwohnenden das Trink- und Gebrauchswasser, zugleich nimmt er aber auch alle Abgänge aus den Haushaltungen auf. Die Hindus baden täglich in demselben, sie waschen ihr Zeug darin, die menschlichen Fäkalien werden mit Vorliebe am Ufer desselben deponiert, und wenn eine Hütte mit einer Latrine versehen ist, dann hat letztere ihren Abfluß nach dem Tank zu. Gerade so verhielt es sich auch mit dem in Frage stehenden Tank. Als die Kommabazillen in ziemlich reichlicher Menge und an mehreren Stellen des Ufers zum ersten Male gefunden wurden, hatte die kleine Epidemie ihren Höhepunkt bereits erreicht. Kurze Zeit darauf, als nur noch vereinzelt Erkrankungen vorkamen, fanden sich die Kommabazillen nur noch an einer Stelle und in geringer Zahl. Bei dem ersten Befund waren sie so reichlich, daß nicht allein durch etwa in den Tank gelangte Dejektionen und das Waschwasser von Choleraerwäsche ihre Zahl bedingt sein konnte; es mußte eine Vermehrung stattgefunden haben. Bei der zweiten Untersuchung entsprach dagegen ihre geringe Zahl nicht den kurz vorhergehenden zahlreichen Erkrankungen. Wenn letztere die Bazillen in das Tankwasser geliefert hätten, dann hätten die Bazillen im Verhältnis zum ersten Befund diesmal weit zahlreicher sein müssen. Man kann also in diesem Falle nicht sagen, daß das Auftreten der Kommabazillen im Tank nur eine Folge der Choleraepidemie war. Es war im Gegenteil das Verhältnis ein solches, daß die Epidemie eine Folge der Bazillen sein mußte. Auf derartige Beobachtungen, ganz besonders aber auf die Infektion durch Choleraerwäsche müssen wir

um so größeren Wert legen, als es uns vielleicht für immer versagt ist, erfolgreiche direkte Infektionsversuche mit den Kommabazillen anzustellen.

Für meine Auffassung, daß die Kommabazillen die Ursache der Cholera sind, finde ich noch darin eine wesentliche Stütze, daß die ganze Choleraätiologie, soweit sie uns bekannt ist, durchaus im Einklang mit den Eigenschaften der Kommabazillen steht.

Wir haben gesehen, daß die Kommabazillen außerordentlich schnell wachsen, daß ihre Vegetation rasch einen Höhepunkt erreicht, dann aufhört, und daß die Bazillen schließlich durch andere Bakterien verdrängt werden. Das entspricht genau dem, was im Choleradarm vor sich geht.

Es läßt sich annehmen, daß, wie es bei anderen Bakterien der Fall ist, sehr wenige Exemplare, unter Umständen ein einziges genügt, um eine Infektion zu bewirken. Dementsprechend können wir uns sehr wohl vorstellen, daß einzelne Kommabazillen gelegentlich in den Darmkanal gelangen und sich daselbst sehr schnell vermehren. Sobald sie sich bis zu einem gewissen Grade vermehrt haben, werden sie einen Reizzustand der Darmschleimhaut und Durchfall veranlassen, wenn dann aber die Vermehrung in steigender Progression vor sich geht und den Höhepunkt erreicht, dann lösen sie den eigentümlichen Symptomenkomplex aus, den wir als den eigentlichen Choleraanfall bezeichnen.

Wir haben früher gesehen, daß die Kommabazillen höchstwahrscheinlich unter gewöhnlichen Verhältnissen den Magen, wenigstens bei Tieren, nicht passieren können. Auch das stimmt wieder mit allen Erfahrungen über die Cholera. Denn es scheint die Prädisposition bei der Cholerainfektion eine außerordentlich wichtige Rolle zu spielen. Es läßt sich annehmen, daß von einer Anzahl von Menschen, die der Cholerainfektion ausgesetzt waren, nur ein Bruchteil erkrankt, und das sind fast immer solche, die vorher schon an irgendwelchen Verdauungsstörungen, z. B. einem Magen- oder Darmkatarrh litten, oder welche den Magen mit unverdaulichen Speisen überladen hatten. Namentlich im letzteren Falle können mehr oder weniger unverdaute, nicht vollständig im Magen verarbeitete Massen in den Darmkanal übergehen und möglicherweise die im Magen noch nicht abgetöteten Kommabazillen in den Darm hinüberführen. Gewiß ist ihnen die oft gemachte Beobachtung bekannt, daß die meisten Choleraanfälle sich am Montag und Dienstag ereignen, also an den Tagen, denen gewöhnlich Exzesse im Essen und Trinken vorausgegangen sind.

Nun ist es allerdings eine eigentümliche Erscheinung, daß die Kommabazillen sich auf den Darm beschränken. Sie gehen nicht ins Blut über, nicht einmal in die Mesenterialdrüsen. Wie kommt es nun, daß diese Bakterienvegetation im Darm einen Menschen töten kann? Um dies zu erklären, muß ich daran erinnern, daß die Bakterien bei ihrem Wachstum nicht allein Stoffe verbrauchen, sondern auch sehr verschiedenartige Stoffe produzieren. Derartige Produkte des Bakterienstoffwechsels kennen wir jetzt schon eine Menge, die sehr eigentümlicher Art sind. Manche sind flüchtiger Natur und geben intensiven Geruch, andere liefern Farbstoffe, noch andere giftige Substanzen. Bei Fäulnis eiweißhaltiger Flüssigkeiten, z. B. des Blutes, bilden sich Gifte, welche, da die Fäulnis nur eine Folge der Bakterienvegetation, ist, Stoffwechselprodukte dieser Bakterien sein müssen. Manche Erscheinungen sprechen dafür, daß diese Gifte nur von bestimmten Bakterienarten produziert werden, denn wir sehen, daß faulige Flüssigkeiten, das eine Mal einem Tier injiziert werden können, ohne eine Wirkung zu äußern, während sie sich ein anderes Mal sehr giftig erweisen. So stelle ich mir auch die Wirkung der Kommabazillen im Darm vor, welche durch giftige Stoffwechselprodukte bedingt wird. Ich besitze für diese Annahme noch besondere Anhaltspunkte. Es traf sich bei einem Kulturversuch, daß die Nährgelatine zugleich Blutkörperchen in ziemlich großer Zahl und Kommabazillen enthielt. Nachdem diese Gelatine auf eine Platte ausgegossen

war, wuchs eine Anzahl von Kolonien der Kommabazillen. Die Platte hatte ein Aussehen, als ob ein rötlicher Staub darin suspendiert sei, da man bei durchfallendem Lichte deutlich noch den Eindruck der einzelnen Blutkörperchen hatte. In dieser rötlichen feinkörnigen Schicht erschienen nun die Kolonien der Kommabazillen schon mit bloßem Auge wie kleine farblose Löcher. Wenn man sie mikroskopisch untersuchte, zeigte sich die auffallende Erscheinung, daß die Kolonien der Kommabazillen in ziemlich weitem Umkreise alle Blutkörperchen zerstört hatten, auch weit über die Grenze hinaus, innerhalb welcher sie die Gelatine verflüssigen. Also man sieht daraus, daß die Kommabazillen auf die Formelemente des Blutes, höchst wahrscheinlich auch auf andere Zellen, einen zerstörenden Einfluß ausüben können.

Es ist außerdem eine Beobachtung von einem indischen Arzt, Dr. R i c h a r d s in Goalundo, gemacht, welche ebenfalls für das Vorhandensein eines Giftstoffes im Inhalt des Choleraarms spricht. Dr. R i c h a r d s hat zuerst Hunde mit großen Mengen von Choleraejektionen gefüttert, ohne daß dies bei den Tieren eine Wirkung gehabt hätte. Dann stellte er dieselben Versuche mit Schweinen an, welche seiner Angabe nach in sehr kurzer Zeit, 15 Minuten bis 2½ Stunden, nach der Fütterung unter Krämpfen starben. Es handelte sich hier offenbar um eine Intoxikation und nicht, wie Dr. R i c h a r d s annimmt, um eine künstliche Cholerainfektion. Daß es sich in der Tat so verhält, geht besonders aus einem der Versuche hervor, in welchem der Darminhalt eines durch Fütterung mit Choleraejektion getöteten Schweines, das nach Dr. R i c h a r d s Meinung die Cholera hatte, einem zweiten Schwein gefüttert wurde. Dieses zweite Tier blieb gesund und es konnte also eine Reproduktion des vermeintlichen Infektionsstoffes im Darm des zuerst gefütterten Schweines nicht stattgefunden haben. Wenn sich wirklich eine echte Cholera bei Schweinen erzeugen ließe, dann müßte doch mit dem Darminhalt eines solchen Tieres wieder ein zweites und von diesem ein drittes usw. infiziert werden können. Wenn diese Versuche auch nicht das beweisen, was Dr. R i c h a r d s damit beabsichtigte, so sind sie doch insofern ganz interessant, als sie zeigen, daß in den Choleraejektionen unter Umständen Substanzen enthalten sein können, welche für Schweine giftig sind. Hunde schienen davon nicht berührt zu werden, Mäuse und viele andere Tiere ebenfalls nicht, wie unsere Versuche dartun. Die Widerstandsfähigkeit anderer Tiere gegen dieses Gift und die Empfänglichkeit der Schweine dafür darf nicht überraschen, wenn man sich daran erinnert, daß auch von dem Gift, welches sich bisweilen in der Salzfleisch- und Heringslake bildet, anscheinend nur Schweine getötet werden.

Mit der Annahme, daß die Kommabazillen ein spezifisches Gift produzieren, lassen sich die Erscheinungen und der Verlauf der Cholera in folgender Weise erklären. Die Wirkung des Giftes äußert sich teils in unmittelbarer Weise, indem dadurch das Epithel und in den schwersten Fällen auch die oberen Schichten der Darmschleimhaut abgetötet werden, teils wird es resorbiert und wirkt auf den Gesamtorganismus, vorzugsweise aber auf die Zirkulationsorgane, welche in einen lähmungsartigen Zustand versetzt werden. Der Symptomenkomplex des eigentlichen Choleraanfalles, welchen man gewöhnlich als eine Folge des Wasserverlustes und der Eindickung des Blutes auffaßt, ist meiner Meinung nach im wesentlichen als eine Vergiftung anzusehen. Denn er kommt nicht selten auch dann zustande, wenn verhältnismäßig sehr geringe Mengen Flüssigkeit durch Erbrechen und Diarrhöe bei Lebzeiten verloren sind und wenn gleich nach dem Tode der Darm ebenfalls nur wenig Flüssigkeit enthält.

Erfolgt nun der Tod im Stadium der Choleravergiftung, dann entsprechen die Leichenerscheinungen jenen Fällen, in denen die Darmschleimhaut wenig verändert ist und der Darminhalt aus einer Reinkultur der Kommabazillen besteht.

Zieht sich dagegen dieses Stadium in die Länge oder wird es überstanden, dann machen sich nachträglich die Folgen der Nekrotisierung des Epithels und der Schleimhaut geltend; es kommt zu kapillären Blutungen in der Schleimhaut, dem Darminhalt mischen sich Blutbestandteile mehr oder weniger reichlich bei. Die alsdann eiweißreiche Flüssigkeit im Darm beginnt zu faulen und es bilden sich unter dem Einfluß der Fäulnisbakterien andere giftige Produkte, welche ebenfalls resorbiert werden. Doch wirken diese anders als das Choleragift; die von ihnen hervorgerufenen Symptome entsprechen dem, was gewöhnlich als Cholera-typhoid bezeichnet wird.

Entsprechend der Auffassung, daß die Kommabazillen nur im Darm vegetieren und ihre Wirkung entfalten, kann man auch den Sitz des Infektionsstoffes nur in den Dejektionen der Kranken suchen, ausnahmsweise noch in dem Erbrochenen. Ich glaube übrigens, daß ich damit auch in Übereinstimmung mit den neueren Anschauungen bin. Allerdings findet diese Ansicht bei einigen Forschern noch Widerspruch, aber wir besitzen so unbestreitbare Beispiele dafür, vor allem die Infektion durch die Wäsche, daß es auch abgesehen von den Kommabazillen gar nicht in Zweifel sein kann, daß wirklich die Dejektionen den Cholerainfektionsstoff enthalten.

Für die weitere Verbreitung des Infektionsstoffes ist die erste Bedingung, daß die Dejektionen in einem feuchten Zustand bleiben. Sobald sie zum Trocknen kommen, verlieren sie ihre Wirksamkeit.

Einer der häufigsten Wege, auf welchem der Infektionsstoff zur Verbreitung gelangt und wovon wir ein Beispiel in der Tankepidemie gehabt haben, ist das Wasser. Wie leicht können Cholera-dejektionen oder das zum Reinigen von Cholera-wäsche benutzte Wasser in Brunnen, öffentliche Wasserläufe oder sonstige Entnahmestellen für Trink- und Gebrauchswasser geraten. Von da finden die Kommabazillen vielfache Gelegenheit in den menschlichen Haushalt zurückzugelangen, entweder mit dem Trinkwasser oder mit dem Wasser, welches zum Verdünnen der Milch, zum Kochen der Speisen, zum Spülen der Gerätschaften, zum Reinigen von Gemüse und Früchten, zum Waschen, Baden usw. dient.

Außerdem kann der Infektionsstoff auch auf kürzerem Wege in die Verdauungsorgane eines Menschen gelangen. Denn die Kommabazillen können sich unzweifelhaft auf Nahrungsmitteln, welche eine feuchte Oberfläche haben, längere Zeit lebensfähig halten, und es läßt sich wohl denken, daß sie durch Berührung mit beschmutzten Händen oder dergleichen nicht selten dahin hingebacht werden. Ich halte es auch gar nicht für unmöglich, daß der Infektionsstoff durch Insekten, z. B. durch Stubenfliegen, auf Speisen übertragen wird. In den meisten Fällen wird allerdings der Infektionsstoff mit den Dejektionen in den Boden gelangen und irgendwie einmal seinen Weg in Wasserbehälter finden.

Ich gehe also von der Annahme aus, daß nur feuchte Substanzen, und zwar der verschiedensten Art — ich beschränke mich da durchaus nicht auf das Trinkwasser —, die in irgendeiner Weise durch feuchte Dejektionen verunreinigt werden, auch den Infektionsstoff dem Körper zuführen können. Dagegen glaube ich nicht, daß der Infektionsstoff der Cholera sich in einem trockenen Zustand erhalten kann, oder daß er, was dasselbe ist, durch die Luft übertragen wird. Denn die Verbreitung eines Infektionsstoffes durch die Luft kann für gewöhnlich nur im trockenen, staubförmigen Zustande geschehen. Auch die Erfahrung spricht dafür, daß der Infektionsstoff in trockenem Zustande nicht verschleppt werden kann, denn wir wissen, daß bis jetzt die Cholera noch niemals durch Waren auf dem Wege von Indien hierher zu uns gekommen ist; noch niemals haben Briefe oder Postsendungen, auch wenn sie nicht, wie es jetzt vielfach geschieht, durchstoichen und geräuchert wurden, die Cholera gebracht. Die Cholera

ist überhaupt, wenn man den Ursprung der einzelnen Epidemien genauer untersucht, noch nie anders zu uns gekommen als durch die Menschen selbst, und wenn es in einzelnen Epidemien auch nicht gelungen ist, denjenigen Menschen ausfindig zu machen, welcher den Cholerainfektionsstoff brachte, so darf man danach nicht glauben, daß hier eine Ausnahme stattgefunden hat. Denn wir müssen bedenken, daß nicht bloß derjenige, der an der Cholera stirbt oder der einen unzweifelhaften Choleraanfall hat, geeignet ist, die Infektion zu übertragen, sondern daß alle möglichen Übergänge zu dieser heftigsten Form der Krankheit, ja ganz leichte Diarrhöen vorkommen, die wahrscheinlich ebenso infizieren können, wie der schwerste Cholerafall. Allerdings wird man über diesen wichtigen Punkt erst dann volle Gewißheit erhalten, wenn man auch die leichtesten Fälle durch die Untersuchung auf Kommabazillen als wirkliche Cholerafälle diagnostiziert.

Es bleibt noch die sehr wichtige Frage zu beantworten, ob der Infektionsstoff außerhalb des menschlichen Körpers sich reproduzieren oder vermehren kann. Ich glaube, daß dies der Fall ist. Da die Kommabazillen auf einer Gelatineplatte wachsen, da sie auf einem Stück Leinwand oder in Fleischbrühe oder auf einer Kartoffel wachsen können, so müssen sie sich auch im Freien vermehren können, namentlich da wir gesehen haben, daß eine verhältnismäßig niedrige Temperatur ihnen noch die Entwicklung ermöglicht. Ich möchte allerdings nicht annehmen, daß die Vermehrung der Kommabazillen außerhalb des Körpers etwa unmittelbar in dem Brunnen- oder im Flußwasser vor sich geht; denn diese Flüssigkeiten besitzen nicht diejenige Konzentration der Nährsubstanz, welche für das Wachstum der Bazillen erforderlich ist. Ich kann mir dagegen wohl vorstellen, daß, wenn auch die Gesamtmasse des Wassers in einem Behälter zu arm an Nährsubstanz für das Gedeihen der Bazillen ist, doch bestimmte Stellen die genügende Konzentration an Nährstoffen besitzen können, z. B. diejenigen Stellen, wo ein Rinnstein oder der Ablauf einer Abtrittsgrube in ein stehendes Gewässer einmündet, wo Pflanzenteile, tierische Abfallstoffe u. dgl. liegen und der Zersetzung durch Bakterien ausgesetzt sind. An solchen Punkten kann sich ein reges Leben entwickeln. Ich habe früher vielfach solche Untersuchungen gemacht, und es ist mir oft begegnet, daß ein Wasser fast gar keine Bakterien enthielt, während Reste von Pflanzen, namentlich Wurzeln oder Früchte, welche darin schwammen, von Bakterien, und zwar vorzugsweise Bazillen- und Spirillenarten, wimmelten. Selbst noch in der nächsten Umgebung solcher Objekte war das Wasser durch Bakterienschwärme getrübt, welche offenbar den durch Diffusion bis auf geringe Entfernung sich ausbreitenden Nährstoffen ihren Nahrungsbedarf entnahmen.

Ich glaube, daß wir auf diese Weise uns am allerleichtesten die Beziehungen des Grundwassers zur Verbreitung der Cholera erklären können. Also überall da, wo Wasser an der Oberfläche oder im Boden stagniert, in Sümpfen, in Häfen, welche keinen Abfluß haben, an Stellen, wo der Boden muldenförmig gestaltet ist, an sehr langsam fließenden Strömen u. dgl. können sich die geschilderten Verhältnisse entwickeln. Dort werden sich am leichtesten in der Umgebung tierischer und pflanzlicher Abfälle konzentrierte Nährlösungen bilden und den Mikroorganismen Gelegenheit zur Ansiedelung und Vermehrung bieten. Dagegen überall da, wo das Wasser sowohl an der Oberfläche wie im Boden in einer schnellen Strömung begriffen und einem steten Wechsel unterworfen ist, kann dieses Verhältnis weniger leicht oder auch gar nicht eintreten. Denn die fortwährende Strömung verhindert, daß es zu einer für pathogene Bakterien ausreichenden lokalen Konzentration der Nährsubstanzen in der Flüssigkeit kommt. Den Zusammenhang zwischen dem Sinken des Grundwassers und dem Steigen mancher Infektionskrankheit möchte ich dadurch erklären, daß beim Sinken des Grundwassers auch die Strömung, die im Grundwasser stattfindet, eine viel geringere wird. Außerdem werden

die an der Oberfläche zur Verfügung stehenden Wassermengen erheblich beschränkt und es muß deswegen viel eher zu solchen Konzentrationen, wie ich sie für das Wachstum der Bakterien voraussetze, kommen.

Wenn wir annehmen, daß der Cholera ein ganz bestimmter spezifischer Organismus zugrunde liegt, dann können wir nicht an eine autochthone, von beliebigen Orten ausgehende Entstehung der Cholera denken. Ein solcher spezifischer Organismus, und wenn es auch nur ein Kommabazillus ist, folgt doch ebenso den Vegetationsgesetzen wie eine hochentwickelte Pflanze. Er muß sich immer wieder aus seinesgleichen entwickeln und kann nicht so ohne weiteres aus anderen Dingen oder aus einem Nichts hervorgehen. Da aber die Kommabazillen nicht zu den überall verbreiteten Mikroorganismen gehören, so sind wir gezwungen, die von ihnen abhängige Krankheit auf ganz bestimmte Örtlichkeiten zurückzuführen, von denen diese spezifischen Mikroorganismen uns zugeführt werden. Wir können es uns also nicht etwa so vorstellen, als ob ausnahmsweise im Delta des Nils, weil dasselbe in einigen Punkten dem Gangesdelta ähnlich ist, die Cholera von selbst entstehen könne, wie das im vorigen Jahre ja allen Ernstes behauptet ist. Ebenso wenig können wir uns z. B. denken, daß hier bei uns in Europa die Cholera entstehen sollte, ohne vorherige Einschleppung des Kommabazillus. Man hat auch schon einmal den Versuch gemacht, eine in Europa vorgekommene Choleraepidemie, die scheinbar isoliert in Polen entstanden war, als autochthon entstanden hinzustellen, aber später hat sich dann herausgestellt, daß es doch nicht angängig war, diese Art der Entstehung gelten zu lassen. Die Cholera hatte sich nämlich in Rußland an verschiedenen Stellen noch in kleinen unbeachteten Epidemien erhalten und war nach Polen durch Truppen verschleppt. Noch kürzlich habe ich etwas Ähnliches erfahren. Vor etwa 10 Jahren brach in der Stadt Hama in Syrien plötzlich die Cholera aus, und man wußte nicht, wie sie dorthin gekommen war. Vielfach wird noch jetzt behauptet, sie sei autochthon entstanden. Ich wurde kürzlich in Frankreich von französischen Ärzten darüber interpelliert und konnte, da in der Literatur nichts Bestimmtes über den Ursprung dieser Epidemie zu finden ist, nur darauf antworten, daß die Einschleppungsweise in diesem Falle bis dahin nicht aufgeklärt sei; aber ich sprach meine Überzeugung aus, daß der Ursprung der Cholera in Syrien auch auf Indien zurückgeführt werden müsse, indem ich zugleich darauf hinwies, wie die scheinbar autochthon entstandenen Epidemien in Syrien und Ägypten sich an den Verkehrsweg von Indien nach Europa oder die nächste Nähe desselben halten, aber niemals an Orten entstehen, welche gar keine Beziehungen zu Indien haben. Schon bald darauf bin ich durch einen Zufall in die Lage versetzt, auch über den Ursprung der Epidemie in Syrien eine befriedigende Aufklärung zu bekommen. In Lyon teilte mir nämlich Professor *L o r t e t*, der während dieser Epidemie selbst in Hama gewesen ist und Nachforschungen über die Herkunft dieser Cholera angestellt hat, mit, daß die Cholera durch türkische Soldaten von Djedah nach Hama gebracht sei.

Unzweifelhaft spontan außerhalb Indiens entstandene Choleraepidemien kennen wir bislang nicht, und es stimmt also auch in diesem Punkte die Erfahrung mit der Voraussetzung, daß die Cholera durch einen spezifischen Organismus bedingt ist, welcher seine Heimat in Indien hat.

Nun sind die auf die Cholera bezüglichen Verhältnisse in Indien ganz eigener Art. Ich glaube nicht, daß ganz Indien das Vaterland des Kommabazillus ist. Früher hat man zwar behauptet, die Cholera sei in Ceylon, in Madras, in Bombay heimisch und sei somit fast über ganz Indien verbreitet, doch ist dies andererseits und mit Recht bestritten. Nur über die Provinz Bengalen besteht keine Meinungsverschiedenheit. Alle Autoren sind darüber einig, daß das Delta des Ganges die eigentliche Heimat der Cholera

sei. Auch ich habe die Überzeugung gewonnen, daß es in der Tat so ist und weitere Choleraherde in Indien nicht existieren. Denn die einzige Gegend in Indien, wo die Cholera beständig in ganz gleichmäßiger Weise Jahr für Jahr herrscht, ist das Gangesdelta; an allen anderen Stellen macht sie bedeutende Schwankungen oder erlischt oft gänzlich für kürzere oder längere Zeit. An einzelnen Orten, wie z. B. in Bombay, verschwindet sie auch niemals ganz, aber es ist höchst wahrscheinlich, daß sie durch den außerordentlich regen Verkehr mit dem übrigen Indien immer wieder von neuem dorthin eingeschleppt wird.

Auf dieser Karte der Provinz Bengalen sehen Sie das Gangesdelta, welches nach Westen vom Hughli-Fluß, einem Arm des Ganges, und im Osten vom Brahmaputra begrenzt wird.

In diesem ganzen Gebiet und an den Ufern des Ganges aufwärts bis Benares herrscht die Cholera beständig. Bei einer genaueren Betrachtung der Karte muß es auffallen, daß der obere Teil des Delta mit Ortschaften dicht besät ist, während die Basis des Dreiecks ganz unbewohnt erscheint. Dieser unbewohnte Landstrich, Sundarbans genannt, umfaßt ein Areal von 7500 englischen Quadratmeilen und scheidet sich von dem dicht bewohnten nördlichen Teil des Delta durch eine ganze scharfe Linie. Hier lösen sich die großen Ströme Ganges und Brahmaputra in ein Netz von Wasserläufen auf, in denen bei Ebbe und Flut das mit dem Flußwasser sich mischende Meerwasser hin und her wogt und zur Flutzeit weite Strecken der Sundarbans unter Wasser setzt.

Eine üppige Vegetation und ein reiches Tierleben hat sich in diesem unbewohnten Landstrich entwickelt, der für den Menschen nicht allein wegen der Überschwemmungen und wegen der zahlreichen Tiger unzugänglich ist, sondern hauptsächlich wegen der perniziösen Fieber gemieden wird, welche jeden befallen, der sich auch nur ganz kurze Zeit dort aufhält. Man wird sich leicht vorstellen können, wie massenhaft vegetabilische und tierische Stoffe in dem Sumpfbereich der Sundarbans der Zersetzung unterliegen und daß hier die Gelegenheit zur Entwicklung von Mikroorganismen geboten ist, wie kaum an einem anderen Platz auf der Erde. Ganz besonders günstig ist in dieser Beziehung das Grenzgebiet zwischen dem bewohnten und unbewohnten Teil des Delta, wo die Abfallstoffe aus einem außerordentlich dicht bevölkerten Lande von den Flußläufen herabgeschwemmt werden und sich mit dem hin und her flutenden, bereits mit Zersetzungsstoffen geschwängerten Brackwasser der Sundarbans mischen. Unter eigentümlichen Verhältnissen muß sich diesen eine ganz eigenartige Fauna und Flora von Mikroorganismen entwickeln, der aller Wahrscheinlichkeit nach auch der Cholera Bazillus angehört. Denn alles deutet darauf hin, daß die Cholera in diesem Grenzgebiet ihren Ursprung hat. Alle größeren Epidemien beginnen mit einer Zunahme der Cholera im südlichen Teil von Bengalen. Jessore, von wo die ersten Nachrichten über die Epidemie von 1817 kamen, liegt an der Grenze der Sundarbans, und Kalkutta, welches jetzt der ständige Herd der Cholera ist, wird durch einen sumpfigen und wenig bewohnten Strich Landes mit den nahen Sundarbans verbunden.

Nun findet aber weiter der Kommabazillus in dem an seine mutmaßliche Heimat angrenzenden Gebiete die denkbar günstigsten Verhältnisse, um sich einzunisten und von einem Menschen auf den anderen übertragen zu werden.

Niederbengalen ist nämlich ein vollkommen flaches Land, welches sich nur ganz unbedeutend über das Meeresniveau erhebt und während der tropischen Regenzeit fast in seiner ganzen Ausdehnung unter Wasser gesetzt wird. Jeder Mensch, der sich dort anbaut, muß also, schon um sich vor diesen alljährlichen Überschwemmungen zu schützen, seine Hütte auf ein erhöhtes Terrain stellen. Man sieht diese Bauart in allen Dörfern im Delta, auch in Kalkutta selbst, namentlich in unmittelbarer Nähe

und in den Vorstädten von Kalkutta, die mehr oder weniger einen Dorfcharakter tragen. Jedes Haus oder eine Gruppe von Häusern steht auf einer flachen Bodenerhöhung, welche dadurch entstanden ist, daß man einer neben dem Bauplatz gelegenen Stelle die Erde wegnahm und die Baustelle damit erhöhte. Die auf diese Weise entstandene Vertiefung füllt sich mit Wasser und bildet einen sogenannten Tank.

Eine jede Hütte oder Gruppe von Hütten muß deswegen einen mehr oder weniger großen Tank haben, und ihre Anzahl ist dementsprechend eine sehr große. Allein die Stadt Kalkutta hatte bis vor kurzem noch gegen 800 Tanks, trotzdem schon sehr viele aus sanitäts-polizeilichen Gründen zugeschüttet sind. In den Vorstädten von Kalkutta finden sich jetzt noch außerdem mehr als tausend Tanks. Welche Rolle die Tanks im Haushalte der indischen Bevölkerung spielen und wie sie geeignet sind, die Cholera zu verbreiten, das habe ich bereits früher erwähnt.

Es liegt auf der Hand, daß eine Verbesserung in der Wasserversorgung in jenen Gegenden einen entschiedenen Einfluß auf die Choleraverhältnisse ausüben muß. In Wirklichkeit hat sich dies auch mit aller Evidenz in Kalkutta gezeigt. Diese am Hughli-Fluß gelegene Stadt hat gegen 400 000 Einwohner und in den Vorstädten leben mindestens ebensoviel Menschen. Bis zum Jahre 1870 hat Kalkutta, d. h. die innere Stadt, jährlich ungefähr zwischen 3500 und 5000 Todesfälle an Cholera gehabt und die Vorstädte dementsprechend. Schon von 1865 ab fing man an, die Stadt zu kanalisieren, und zwar zuerst den Stadtteil, welcher von den Europäern bewohnt und am weitläufigsten bebaut ist. Später hat man allmählich auch die übrige Stadt mit Sammelkanälen versehen, aber bis zum Jahre 1874 waren noch nicht viele Häuser in demjenigen Teile der Stadt, welcher von den Eingeborenen bewohnt wird, wirklich angeschlossen. Nur in einigen Vierteln war damals das Kanalnetz vollständig ausgebaut, wie auf dem hier vorliegenden Plan zu sehen ist. Seitdem ist fortwährend an der Vollendung der Kanalisation gearbeitet und dieselbe ist jetzt ziemlich weit gefördert.

Eine Eigentümlichkeit von Kalkutta muß ich bei dieser Gelegenheit noch erwähnen. Im Innern der Stadt, mitten zwischen massiven Häusern und palastartigen Villen, finden sich dorfähnliche, dicht zusammengedrückte Gruppen von Hütten, welche ausschließlich von Eingeborenen bewohnt werden. Man nennt diese innerhalb der Stadt gelegenen Dörfer bustees. Abtritte, Latrinen oder dergleichen besitzen die Hütten eines bustee nicht. Aller Schmutz sammelt sich zwischen den Wohnungen an, kann wegen der engen Bauart nur unvollkommen entfernt werden und gelangt schließlich direkt oder vom Regen dahin gespült in die Tanks, die natürlichen Sammelbassins für allen flüssigen Unrat. Von einem Anschluß solcher Hütten an die Kanalisation kann überhaupt keine Rede sein.

Zu gleicher Zeit mit der Kanalisation ist der Bau einer Wasserleitung für Kalkutta in Angriff genommen. Das Wasser wird mehrere Meilen oberhalb Kalkutta aus dem Hughli entnommen, gut filtriert und dann der Stadt zugeführt. Die Wasserleitung wurde im Jahre 1870 eröffnet.

Vom Jahre 1865 bis 1870 war der Effekt der immer mehr sich ausdehnenden Kanalisation auf die Cholerasterblichkeit in Kalkutta nicht bemerkt. Aber sofort nach Eröffnung der Wasserleitung nahm die Cholera ab und hat sich seitdem durchschnittlich auf dem dritten Teil der früheren Höhe gehalten: Auch die seit 1870 erheblich vervollständigte Kanalisation hat diese plötzlich mit der Zufuhr eines guten Trinkwassers eingetretene Abnahme der Cholera nicht etwa noch weiter gebessert. Man kann deswegen den günstigen Effekt in diesem Falle auch nur der Wasserleitung zuschreiben. Wenn trotzdem die Cholera immer noch verhältnismäßig häufig in Kalkutta ist, so liegt das daran, daß ein großer Teil der Bevölkerung seinen Wasserbedarf nicht aus der

Leitung, sondern in althergebrachter Weise aus dem Hughli oder aus den zahlreichen Tanks entnimmt.

In den Vorstädten, die mit der Stadt in unmittelbarem Zusammenhang und in lebhaftem Verkehr stehen, aber an der Wasserleitung nicht partizipieren, ist die Choleraersterblichkeit dieselbe geblieben wie früher.

Noch deutlicher hat sich der Einfluß der Wasserversorgung im Fort William, welches fast inmitten der Stadt am Hughli liegt, gezeigt. Das Fort selbst ist nicht kanalisiert und kann auch wegen der Entfernung der nächsten städtischen Kanäle von der Kanalisation der Stadt nicht beeinflußt werden. Die Grundwasserverhältnisse müssen noch genau dieselben sein wie zur Zeit der Erbauung des Forts. Früher wurde die Besatzung des Forts alljährlich von Cholera schwer heimgesucht. Aber seit Anfang der sechziger Jahre lenkte sich die Aufmerksamkeit der Offiziere auf das Trinkwasser; dasselbe wurde möglichst vor Verunreinigung bewahrt und seitdem nahm die Cholera erheblich ab. Zugleich mit der Stadt erhielt dann auch das Fort ein durchaus zuverlässiges Wasser und von da ab ist die Cholera aus dem Fort verschwunden. Dieser Fall kann als ein regelrechtes Experiment gelten, bei dem alle Verhältnisse unverändert geblieben sind bis auf das Trinkwasser. Wenn die Cholera das Fort jetzt nicht mehr heimsucht, so kann das nur dem veränderten Trinkwasser zugeschrieben werden.

Es gibt noch ähnliche, wenn auch nicht so schlagende Beispiele vom Einfluß des Trinkwassers auf Cholera in anderen indischen Städten. So hat in Madras, seitdem eine Wasserleitung eingeführt ist, die Cholera bedeutend abgenommen. Dasselbe gilt von Bombay. Besonders interessant ist in dieser Beziehung das Verhalten von Pondicherry. Früher kam in dieser Stadt Cholera sehr häufig vor. Vor einer Reihe von Jahren sind artesische Brunnen dort angelegt, die eine Tiefe von 300—400' haben und von dieser Zeit an verschwand die Cholera aus Pondicherry. Im letzten Frühjahr jedoch kam plötzlich die Meldung, daß die bereits als sicher angenommene Immunität von Pondicherry sich doch nicht als zulässig erwiesen habe, da die Cholera daselbst wieder aufgetreten sei. Ich wandte mich infolgedessen an Dr. F u r u e l l in Madras, welcher sich hauptsächlich mit dem Verhalten der Cholera in Pondicherry beschäftigt und sie immer verfolgt hat, und erhielt von ihm die Auskunft, daß in der Tat in Pondicherry eine Anzahl von Cholerafällen vorgekommen seien, aber ausschließlich in den Stadtteilen, welche noch nicht mit artesischen Brunnen versehen sind.

Wenn ich Ihnen hier einige Beispiele für den Nutzen einer guten Trinkwasserversorgung angeführt habe, bedarf es nach meinen früheren Ausführungen wohl kaum der Versicherung, daß ich nicht etwa ein Anhänger der exklusiven Trinkwassertheorie bin. Ich möchte überhaupt jeden prinzipiellen Standpunkt vermeiden, sondern ich glaube, daß die Wege, auf denen die Cholera in einem Orte sich verbreiten kann, außerordentlich verschieden sind, und daß, da fast jeder Ort seine eigenen Verhältnisse hat, die gründlich zu erforschen sind und denen entsprechend sich auch die Maßregeln gestalten müssen, welche zur Abwehr der Seuche für den betreffenden Ort dienen sollen.

Auch in Indien hängt die Ausbreitung der Cholera vom menschlichen Verkehr ab und sie wird hauptsächlich durch das in Indien in ganz ungewöhnlicher Weise entwickelte Pilgerwesen bedingt. Wir machen uns kaum eine Vorstellung davon, welchen Umfang das Pilgerwesen in Indien hat. Um Ihnen ein Beispiel davon zu geben, will ich nur die beiden Hauptpilgerorte anführen, Hurdwar und Puri. Das sind Orte, nach denen alljährlich Hunderttausende, manchmal über eine Million Menschen aus ganz Indien zusammenströmen. Dort bleiben die Pilger mehrere Wochen lang, sie sind auf den engsten Raum zusammengepfercht und leben in der erbärmlichsten Weise. Auch an diesen Orten finden sich überall Tanks, in denen Tausende von Menschen baden und

aus denen sie trinken. Dies sind Zustände, die es durchaus nicht wunderbar erscheinen lassen, daß die Krankheit, wenn sie unter die Pilgerscharen gerät, sich über ganz Indien rasch ausbreitet und überall hingelangt.

Den weiteren Weg über die Grenzen von Indien hinaus hat die Cholera ursprünglich durch Nordindien nach dem Inneren von Asien, von da nach Persien und dann weiter nach dem Süden von Europa genommen. Das ist aber anders geworden, seitdem der Handelsverkehr nicht mehr auf dem Karawanenwege durch Persien, sondern auf dem Seewege durch das Rote Meer und den Suezkanal geht. Ich glaube kaum, daß jetzt noch auf dem Landwege durch Asien eine Verschleppung der Cholera zu fürchten ist. Es ist ja nicht gerade unmöglich, daß sie auch noch einmal diesen Weg nimmt, aber es ist nicht wahrscheinlich. Dagegen wird der andere Weg, der Seeweg von Indien her durch das Rote Meer und namentlich von dem Hauptausgangshafen, von Bombay, nach meiner Meinung von Jahr zu Jahr gefährlicher. Man kann von Bombay, was ja selten frei von Cholera ist, jetzt schon in 11 Tagen nach Ägypten, in 16 Tagen nach Italien gelangen, und man kann in 18 oder höchstens 20 Tagen in Südfrankreich sein. Also das sind Zeiträume, die gegen früher so außerordentlich kurz geworden sind, daß dadurch die Gefahr der direkten Importation der Cholera von Indien nach Europa eine immer größere wird. Da für diese Verhältnisse die Art und Weise, wie die Cholera auf Schiffen verläuft, von besonderem Interesse ist, so möchte ich mir hierüber noch eine Bemerkung erlauben.

Es ist mir immer auffallend gewesen, daß eigentliche Choleraepidemien nur auf Schiffen vorkommen, welche eine größere Menge von Menschen an Bord haben, während auf Schiffen mit geringer Bemannung, also auf allen Handelsschiffen, selbst wenn in den ersten Tagen der Fahrt Cholerafälle vorkommen, sich niemals Epidemien entwickeln, welche sich wochenlang hinziehen. Weil diese Sache von der größten Wichtigkeit nicht allein für die Ätiologie der Cholera, sondern auch für den Schiffsverkehr ist, habe ich soviel als möglich Erkundigungen darüber eingezogen und jene Beobachtung vollkommen bestätigt gefunden.

Wenn es sich also um Fragen handelt, welche sich auf Schiffscholera beziehen, dann müssen wir unser Augenmerk auf Schiffe richten, welche dem Massentransport von Menschen dienen, wie Truppentransportschiffe, Pilger-, Kuli- und Emigrantenschiffe. Auf diesen kommt, wenn sie von cholerainfizierten Häfen ausgehen, die Cholera nicht so selten vor, wie öfters angenommen wird. Man begegnet mitunter dem Bestreben, den Schiffsverkehr als ganz ungefährlich in bezug auf Choleraverschleppung hinzustellen, indem man ausrechnet, daß auf soundsoviel cholerafreie Schiffe nur eins komme, auf welchem Cholera ausbrach. Dieser Rechnung ist allerdings entgegenzuhalten, daß, wenn auch unter 1000 Schiffen nur eins Cholera an Bord hat, selbstverständlich dieses eine Choleraschiff genau ebensoviel Unheil anrichten kann, als wenn alle 1000 mit Cholera infiziert gewesen wären. Beschränkt man sich jedoch bei der Berechnung des Verhältnisses von cholerafreien zu cholerainfizierten Schiffen auf die Massentransportschiffe, dann fällt das Resultat, wie gesagt, weit weniger günstig aus, als man gewöhnlich meint.

In den Reports of the Sanitary Commissioner with the Government of India vom Jahre 1881 findet sich eine höchst interessante Zusammenstellung über die Cholera auf Kulischiffen, welche von Kalkutta abgegangen sind. Diese Schiffe sind nicht sehr groß, befördern aber trotzdem 300—600 indische Arbeiter, sogenannte Kulis, meistens nach den englischen Kolonien in Amerika. Von solchen Schiffen fuhren im Laufe von 10 Jahren 222 und von diesen hatten 33 Cholera, und zwar dauerte die Epidemie auf 16 Schiffen länger als 20 Tage. Man kann sich danach leicht eine Vorstellung machen, wie groß die Gefahr einer Choleraeinschleppung für das näher gelegene Europa sein

müßte, wenn ein ähnlicher Arbeitertransport von Indien z. B. nach Ägypten oder nach irgendeinem Mittelmeerhafen ginge.

Über eine Frage der Choleraätiologie, welche mehr ein theoretisches Interesse bietet, habe ich noch nicht Gelegenheit gehabt mich zu äußern und möchte sie deswegen nur noch kurz berühren. Es handelt sich nämlich um die Erklärung der merkwürdigen Tatsache, daß die Cholera außerhalb Indiens immer wieder nach einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum verschwindet.

Mir scheint dieses Erlöschen der Seuche durch verschiedene Faktoren bedingt zu sein.

Zunächst halte ich es für feststehend, daß schon der einzelne Mensch, wie bei vielen anderen Infektionskrankheiten, durch das einmalige Überstehen der Cholera eine gewisse Immunität erlangt. Diese Immunität scheint nicht von allzu langer Dauer zu sein, denn man hat genug Beispiele, daß ein Mensch, der während einer Epidemie befallen war, in einer anderen zum zweitenmal an der Cholera erkrankte; aber man hört sehr selten, daß jemand in derselben Choleraepidemie zweimal befallen wird. Ein mehrfaches Erkranken müßte aber gerade bei der Cholera öfter vorkommen, weil der Mensch, der von einem Anfall genesen ist, meistens nach wenigen Tagen wieder in dieselben Verhältnisse zurückkehrt und sich auch immer wieder denselben Schädlichkeiten und derselben Infektionsquelle aussetzt. Außerdem sprechen noch einige Erfahrungen, die in Indien gemacht sind, dafür, daß eine gewisse Immunität nach dem Überstehen der Cholera gewonnen wird. In gleicher Weise nun wie das einzelne Individuum eine Immunität erlangen kann, können, wie vielfache Erfahrung lehrt, auch ganze Ortschaften für eine gewisse Zeitdauer mehr oder weniger immun werden. Man sieht sehr oft, daß, wenn die Cholera einen Ort ergriffen und ihn durchseucht hat und dann im nächsten Jahre wieder dahin kommt, dieser Ort fast ganz verschont bleibt oder nur sehr leicht ergriffen wird.

Als zweiten Grund für das Erlöschen einer Choleraepidemie muß das Fehlen eines Dauerzustandes geltend gemacht werden, mit Hilfe dessen der Infektionsstoff den seiner Weiterentwicklung ungünstigen Zeitraum der Immunität einer Bevölkerung überstehen könnte.

Endlich ist noch der Umstand zu berücksichtigen, daß die Temperaturen, die unter 17° sind, auf das Wachstum der Bazillen außerhalb des Körpers so ungünstig wirken, daß eine Vermehrung nicht mehr stattfinden kann. Wenn alle diese Faktoren zusammenwirken, wenn also der Winter kommt und nur noch eine mehr oder minder immune Bevölkerung für die Epidemie übrig ist, dann muß, da kein Dauerzustand des Infektionsstoffes besteht, auch die Epidemie erlöschen.

Ehe ich schließe, möchte ich noch mit ein paar Worten auf die Nutzenanwendung eingehen, die wir aus der Entdeckung der Cholera Bazillen ziehen können. Gewöhnlich heißt es: Ja, was nützt uns eine solche Entdeckung? Wir wissen nun allerdings, daß die Cholera durch Bazillen verursacht wird, aber trotzdem können wir diese Krankheit noch nicht besser kurieren als früher. Ich erinnere mich, daß man sich vielfach in gleicher Weise auch über die Entdeckung der Tuberkelbazillen geäußert hat. Wer diese Dinge ganz allein vom Standpunkt des rezeptschreibenden Arztes betrachtet, hat allerdings recht, daß er noch keinen greifbaren Nutzen vor Augen hat, und doch sollten auch diese Kritiker bedenken, daß eine rationelle Therapie für die meisten Krankheiten und insbesondere für die Infektionskrankheiten nicht eher erhalten werden kann, als bis wir die Ursachen und das Wesen derselben erkannt haben. Von der Entdeckung der Cholera Bazillen verspreche ich mir aber auch ohnedies jetzt schon recht erheblichen Nutzen. Zunächst denke ich an die Verwertung in diagnostischer Beziehung. Es ist überaus wichtig, daß

gerade die ersten Fälle, die in irgendeinem Lande oder Orte vorkommen, richtig diagnostiziert werden. Meiner Ansicht nach kann man jetzt durch den Nachweis der Cholera-bazillen mit Sicherheit konstatieren, ob Cholera vorliegt oder nicht. Das scheint mir doch ein ganz wesentlicher Vorteil zu sein.

Ferner glaube ich, daß, nachdem wir die eigentliche Krankheitsursache und deren Eigenschaften kennen gelernt haben, die Ätiologie der Cholera in bestimmten und festen Umrissen konstruiert werden kann und daß man endlich einmal aus diesen vielen Widersprüchen herauskommt. Wir werden nunmehr feste Unterlagen für ein einheitliches und zielbewußtes Handeln gewinnen. Einen ganz besonderen Nutzen verspreche ich mir von der Beobachtung, daß die Kommabazillen durch Trocknen getötet werden. Allerdings hätte die Tatsache, daß der Cholerainfektionsstoff durch Trockenheit vernichtet wird, an der Hand der Erfahrung eigentlich schon früher gefunden werden sollen, aber es fehlte an experimentellen Stützen und man war immer unsicher darüber. Jetzt können wir die Eigenschaft des Infektionsstoffes ganz bestimmt als Tatsache hinstellen und in Zukunft damit rechnen. Hieraus können wir aber vor allem den Vorteil ziehen, daß der schrecklichen Vergeudung von Desinfektionsstoffen endlich doch einmal ein Ziel gesetzt wird und daß nicht wieder, wie in den letzten Epidemien, Millionen in die Rinnsteine und Abtritte geschüttet werden, ohne daß es auch nur das geringste genützt hat.

Ich gebe mich übrigens sogar der Hoffnung hin, daß auch therapeutisch die Kenntnis von den Kommabazillen zu verwerten ist. Man wird in Zukunft selbst in leichteren Fällen und in den Anfangsstadien die Diagnose machen können. Dementsprechend werden auch therapeutische Versuche an Sicherheit gewinnen, wenn man weiß, daß der Kranke wirklich an Cholera leidet. Eine frühzeitige Diagnose muß aber von um so größerem Werte sein, als die Aussicht auf therapeutische Erfolge gerade in den Anfangsstadien noch am größten sind.

Im Anschluß an den Vortrag spricht Virchow¹⁾ im Namen aller Anwesenden K o c h seinen allerherzlichsten Dank aus. „Wir waren ja einigermaßen durch die eingehenden und lichtvollen Berichte, die er während der Reise geschickt hatte, in der Lage, den Weg seiner Untersuchungen zu verfolgen, indes ich kann wenigstens von mir, und ich denke, das wird auch Ihnen so gegangen sein, sagen, daß die detaillierte und ausführliche Darlegung, wie wir sie heute gehört haben, ganz wesentlich gewesen ist, um uns ein Urteil bilden zu können. Ich erkläre ausdrücklich für mich, daß ich es von Anfang an für höchst wahrscheinlich gehalten habe, daß der Bazillus in der Tat das *ens morbi* sei, indes nach dem, was ich heute hörte, haben meine Vorstellungen doch ein ganzes Stück an Sicherheit mehr gewonnen.“

Die auf den 28. Juli, abends 7 Uhr, verlegte Diskussion, zu der sich auch Geheimrat Professor Dr. B a r d e l e b e n eingefunden hatte, während Geheimrat S t r u c k bei ihr fehlte, schloß sich an die von K o c h dafür aufgestellten Leitsätze an. Diese lauteten:

1. Wird die Cholera durch einen spezifischen, nur aus Indien kommenden Infektionsstoff erzeugt?
2. Wird der Infektionsstoff nur durch den menschlichen Verkehr verschleppt?
3. Welches sind die Träger des Infektionsstoffes im Fernverkehr: Schiffe, Waren, Briefe, gesunde Menschen, infizierte Menschen?
4. Welches sind die Träger des Infektionsstoffes im Nahverkehr: Choleraleichen, Choleraeffekten, Wäsche, Nahrungsmittel, Trink- und Gebrauchswasser, Luft, Insekten?
5. Ist eine direkte Übertragung möglich, oder muß der Infektionsstoff eine Art Reifung oder Generationswechsel im Boden oder sonstwo durchmachen?
6. Wird der Infektionsstoff im Menschen reproduziert oder geschieht dies unabhängig vom Menschen im Boden und dient alsdann der Mensch (Tiere usw.) n u r als Träger?

¹⁾ Die Bemerkungen der anderen Redner sind hier auszüglich nur so weit wiedergegeben, als zum Verständnis der Antworten K o c h s notwendig erschienen ist. D. Herausgeber.

7. Ist der Infektionsstoff in den Dejektionen, eventuell im Erbrochenen enthalten, oder findet er sich auch im Blute, Urin, Schweiß, Atemluft?
8. Besitzt der Infektionsstoff große Widerstandsfähigkeit, Dauerzustand?
9. Wird er durch Trocknen innerhalb kurzer Zeit vernichtet?
10. Kann der Infektionsstoff auf anderen Wegen als durch den Verdauungskanal in den Körper gelangen?
11. Sind besondere individuelle Dispositionen erforderlich, um ihn wirksam werden zu lassen?
12. Wie lang ist das Inkubationsstadium?
13. Gibt das einmalige Überstehen der Cholera Immunität für eine gewisse Zeit?
14. Ist der Cholerainfektionsstoff mit den Kommabazillen identisch?
15. Kann die Wirkungsweise der Bazillen als eine Intoxikation aufgefaßt werden?
16. Ist der Nachweis der Kommabazillen diagnostisch verwertbar?

Zu der ersten Frage: „Wird die Cholera durch einen spezifischen, nur aus Indien kommenden Infektionsstoff erzeugt?“ bemerkt *Koch*:

Ich habe es für nötig gehalten, diesen Satz aufzustellen, weil von manchen Seiten, auch noch wieder in allerletzter Zeit, in Zweifel gezogen ist, daß die Cholera überhaupt eine spezifische und eine aus Indien stammende Krankheit sei. Namentlich mit Bezug auf die ägyptische Epidemie ist im letzten Jahre von mehreren Autoren ein solcher Zweifel ausgesprochen.

Was die von mir aufgestellten Sätze betrifft, so bin ich nicht der Meinung, daß dieselben alles enthalten, was überhaupt zu diskutieren ist, und stelle anheim, Sätze zu streichen oder neue hinzuzufügen. Ich habe mich absichtlich immer des Ausdrucks „Infektionsstoff“ bedient. Die Frage über die Bedeutung der Kommabazillen kommt ganz zuletzt, weil ich niemandem in seinem Urteil über das Wesen des Infektionsstoffes vorgreifen wollte.

Virchow erklärt, daß über diesen Punkt kaum eine Diskussion erforderlich ist, und *Hirsch* bemerkt, daß auf der Sanitätskonferenz 1874 in Wien darüber vollkommene Übereinstimmung geherrscht hat.

Angeschlossen wird Punkt 7: „Ist der Infektionsstoff in den Dejektionen, eventuell im Erbrochenen enthalten, oder findet er sich auch im Blute, Urin, Schweiß, Atemluft?“

Virchow bemerkt, daß die Frage nur dadurch aufgeworfen ist, weil die nach Ägypten entsandte französische Cholera-Kommission geglaubt hat, die Infektionsstoffe in anderen Körpertheilen zu finden. Daran schließt *Koch* folgende Worte:

Ich habe diesem Satze nichts hinzuzufügen. Ich kann mich nur auf das beziehen, was ich neulich gesagt habe. Meiner Ansicht nach ist der Infektionsstoff nur in den Dejektionen, ausnahmsweise auch einmal im Erbrochenen enthalten; aber alle übrigen Dinge, welche in Frage kommen könnten, also namentlich Urin und Schweiß, dann die Atemluft kann ich nicht für Träger des Infektionsstoffes halten. Auch im Blut kann er schon aus dem Grunde nicht enthalten sein, weil noch niemals bei Sektionen eine Infektion vorgekommen ist, während doch von anderen Krankheiten, deren Infektionsstoff sich im Blute befindet, z. B. von Milzbrand und Recurrens, schon eine Anzahl solcher Infektionen bekannt sind.

Punkt 16: „Ist der Nachweis der Kommabazillen diagnostisch verwertbar?“

Auf die Bemerkung *Virchows*, daß damit zugleich die Frage gegeben sei, inwieweit der Kommabazillus als das eigentliche Agens anzusehen sei, sagt *Koch*:

Dann würde sich allerdings die Frage Nr. 16 mit 14:

„Ist der Cholerainfektionsstoff mit dem Kommabazillus identisch?“ decken.

Man würde also diese beiden Punkte zusammenfassen können. (Zustimmung.) Ich habe bei Aufstellung der Frage unter Nr. 16 namentlich daran gedacht, ob wohl die praktische Ausführung des Verfahrens zum Nachweis der Kommabazillen nicht über dasjenige hinausgeht, was man von jedem Arzt oder wenigstens von jedem Sanitätsbeamten verlangen kann. Letzteren würde es doch zunächst zufallen, eventuell die Diagnose zu stellen. Ich dachte dabei viel weniger an die therapeutische Seite der Frage, als an die sanitätspolizeiliche Verwertung und daß womöglich die ersten Cholerafälle sofort diagnostiziert werden müssen. Kann man nun den Sanitätsbeamten zumuten, daß sie mit den erforderlichen Methoden soweit vertraut sind, um die Diagnose in zuverlässiger Weise stellen zu können? Ich erlaube mir hierbei nochmals ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß das Mikroskop allein nur in wenigen Fällen hierzu genügt; es ist vor allem notwendig, auch das Kulturverfahren zu kennen.

Nach Virchows Meinung fehlen noch immer einige Momente der Sicherheit, um den Cholerainfektionsstoff mit dem Kommabazillus als identisch zu betrachten. Bisher sei es nicht gelungen, auf irgendeine Weise durch Übertragung des Kommabazillus auf Tiere die Cholera zu erzeugen. Koch hätte mitgeteilt, daß es Richards gelungen sei, bei Schweinen durch Verfütterung von Inhaltmassen des Choleraarms eine schwere Infektion herbeizuführen, es handelt sich aber darum, wieweit derartige Zufälle mit der Cholera als identisch angesehen werden können. Dazu bemerkt Koch:

Ich möchte nur bezüglich der Versuche von Richards noch in Erinnerung bringen, daß man sie eigentlich gar nicht anders auffassen kann als eine Intoxikation. Die Schweine starben in unglaublich kurzer Zeit; nach höchstens $2\frac{1}{2}$ Stunden, und das kann man nicht mehr als eine Infektionskrankheit auffassen. Namentlich ist auch die Reproduktion des Infektionsstoffes in dem Versuch von Richards nicht gelungen. Dennoch will ich keineswegs behaupten, daß es gar kein Tier gibt, an dem nicht möglicherweise doch noch einmal der Infektionsversuch gelingen könnte. Ich habe neulich immer nur gesagt, daß man bei allen den Tieren, mit denen bis jetzt experimentiert ist und die bis jetzt in Choleraegenden mit Menschen in Berührung gekommen sind, niemals etwas Choleraartiges beobachtet hat. Also ich halte auch diese Frage durchaus noch nicht für abgeschlossen. Ich möchte nur betonen, daß die Versuche von Richards nicht im geringsten etwas gegen die Bedeutung der Kommabazillen beweisen; im Gegenteil, mir sind sie mehr als eine Bestätigung meiner Auffassung der Choleraätiologie erschienen, weil man auf diese Weise erfährt, daß sich im Darminhalt unter dem Einfluß der Kommabazillen eine toxische Substanz bildet.

Nach einer Zwischenbemerkung von Hirsch:

Ich habe in der letzten Zeit noch Gelegenheit gehabt, Material von Cholera nostras zu untersuchen. Nämlich Schnitte von der Darmschleimhaut eines sehr schweren und schnell tödlich verlaufenen Falles. Es waren keine Kommabazillen, dagegen eine Menge anderer Bazillen an der Darmoberfläche und in den schlauchförmigen Drüsen zu sehen. Außerdem erhielt ich Präparate aus Wien geschickt von Fällen, die dort vorgekommen sind, von denen man allerdings noch nicht mit Sicherheit sagen konnte, ob es Cholera nostras oder ob es Hitzschlag sei. Es waren Deckglaspräparate mit dem Darminhalt von zweien dieser Fälle. Kommabazillen waren nicht darin nachzuweisen.

Nach einer kurzen Erörterung über das sporadische oder epidemische Auftreten von Cholera nostras weist Virchow darauf hin, daß nach Ansicht von Koch mit dem bloßen mikroskopischen Nachweis der Kommabazillen die Diagnose nicht gesichert sei, und er knüpft daran die Frage: wenn ein zweifelhafter Fall vorliege, der klinisch der Cholera asiatica ähnele, und es würde durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt, daß zahllose Bazillen in den Entleerungen vorhanden seien, wäre Koch dann zweifelhaft, ob es ein echter Fall sei? Darauf erwidert Koch:

Ich würde in diesem Falle auch nicht einen Moment in Zweifel sein. Aber es kommt nicht sehr oft vor, daß man schon bei der mikroskopischen Untersuchung für die Diagnose

ausreichende Mengen von Kommabazillen findet. Meistens ist noch das Kulturverfahren erforderlich, welches niemals in Stich läßt. Ich wiederhole deshalb die Frage, ob der Nachweis der Kommabazillen sich auch praktisch verwerten läßt, und in dieser Beziehung meine ich doch, daß es nicht ganz gleichgültig ist, ob man z. B. bei dem allerersten Fall, der etwa durch Schiffe oder sonstwie eingeschleppt wird, sofort mit Sicherheit feststellen kann, ob es wirklich Cholera ist oder nicht. Wie Herr Hirsch eben sagte, half man sich bei Cholera nostras-Fällen damit, daß man wartete, ob die Kranken gesund wurden oder nicht. Auch dann weiß man es noch nicht, denn auch Menschen mit Cholera asiatica können gesund werden. Man muß also noch länger warten, bis die Fälle sich häufen; dann ist aber der günstigste Moment zum Handeln vorüber. Ich glaube doch, daß es unter allen Umständen sehr wichtig ist, gerade die ersten Fälle sofort als solche zu konstatieren und durch geeignete Maßregeln unschädlich zu machen. Wenn auch die frühere Praxis schließlich genau mit derselben Sicherheit darüber entscheiden konnte, ob Cholera asiatica vorlag oder nicht, so kam diese Entscheidung doch immer etwas spät, gerade wann die beste Zeit des Handelns vorüber ist. Die Diagnose der ersten Fälle ist übrigens nicht nur für die allererste Einschleppung der Cholera nach Europa, sondern auch beim Erscheinen der Cholera in einem Orte von größter Bedeutung, weil auch hier die ersten Fälle durch Isolieren unschädlich gemacht werden können. Will man aber mit der Diagnose warten, bis ein halbes Dutzend und mehr Fälle vorgekommen sind, dann hat man eigentlich schon die Übersicht und die Herrschaft über die Krankheit verloren. Was nun die Schwierigkeit der Methode zum Nachweis der Bazillen betrifft, so glaube ich, daß die Färbung der Tuberkelbazillen, die sich doch sehr rasch eingebürgert hat, schwieriger ist als die Herstellung einer Kultur von Kommabazillen. Ich denke mir: so gut wie sich die meisten Ärzte auf das Färben der Tuberkelbazillen eingeübt haben, könnte man auch von den Sanitätsbeamten, wenn auch nicht von allen, so doch von der Mehrzahl verlangen, daß sie eine solche Untersuchung ausführen können.

Auf eine Frage von Schubert, in welchem Stadium der Erkrankung die Kommabazillen sich finden, sagt Koch:

Ich habe die Bazillen in mehreren Fällen gesehen, die eben ins Krankenhaus geliefert wurden; allerdings sind auch dies nicht immer die ersten Stadien der Krankheit. Doch habe ich in Toulon einen im Hospital erkrankten und nach wenigen Stunden gestorbenen Menschen untersucht, in dessen Darminhalt die Kommabazillen in großer Menge zu finden waren. Ein von diesem Falle herstammendes Präparat habe ich Ihnen vorgelegt. Demnach nehme ich an, daß die Bazillen schon sehr frühzeitig nachzuweisen sind und daß die ersten farblosen wässerigen Entleerungen eine große Menge Bazillen enthalten müssen.

Auf die wiederholte Frage von Schubert, ob in den Dejektionen bereits zu Beginn der Krankheit die Kommabazillen konstatiert sind, wiederholt Koch:

Ja, das kann ich bestätigen.

Hirsch fragt, ob ein Fremder, der nach Berlin zugereist sei, der an choleraverdächtigen Erscheinungen erkrankt sei und in dessen Darmentleerungen der Bazillus nicht nachweisbar wäre, von Koch unter Observation gestellt würde. Dazu bemerkt Koch:

Ich würde einen solchen Menschen entschieden als verdächtig unter Beobachtung stellen. Aber dadurch wird durchaus nicht das, was ich beabsichtige, eingeschränkt, meine Intentionen gehen noch weiter.

Und auf eine Zusatzbemerkung von Hirsch:

In der Praxis kommt es wohl nicht so häufig vor, daß jemand aus einem Choleraort angereist kommt und sofort an einem unzweifelhaften Cholerafall erkrankt. In diesem Falle könnten wir, wenn alles ganz klar und offen liegt, auch das Mikroskop und das

Kulturverfahren beiseite lassen. Einen solchen Menschen würde ich ohne weiteres als Cholera-kranken behandeln und isolieren. Gewöhnlich geht es aber anders. Vorläufig beschränkt sich die Cholera noch auf Südfrankreich. Ich will nun aber den Fall setzen, es ereignet sich ein choleraartiger Fall in einer deutschen Stadt und man würde die Kommabazillen in diesem Falle nachweisen, dann muß man sich doch sagen: der Infektionsstoff ist nun schon in der Stadt. Dann wird man doch noch ganz andere Maßregeln ergreifen, als daß man sich darauf beschränkt, den Menschen zu begraben und seine Sachen zu desinfizieren. Ich glaube, daß es gerade unter derartigen Umständen außerordentlich wichtig ist, die Diagnose zu stellen. Es ist ja das immerhin kein sehr häufiger Fall, daß die Cholera so weite Sprünge macht, aber sie hat es doch schon verschiedentlich getan, und es wäre gar nicht undenkbar, daß bei dem jetzigen Reiseverkehr plötzlich irgendwo in einem Nachbarlande von Frankreich die Cholera zum Ausbruch kommt. Es wäre nicht unmöglich, daß man sich lange Zeit dagegen sträuben und damit trösten wird, daß es nur Cholera nostras sei; aber inzwischen werden der Fälle immer mehr und mehr, und wenn man sich endlich dazu entschließt, auf Grund der immer häufiger werdenden Todesfälle auszusprechen, daß es doch Cholera asiatica ist, dann ist es auch wieder zu spät, um die Epidemie noch einzudämmen. Also ich muß doch immer die Notwendigkeit des Nachweises der Kommabazillen in diagnostischer Beziehung aufrecht erhalten.

Auf den Hinweis von B. Fränkel und Pistor auf die Schwierigkeit der Technik des Bazillennachweises sagt Koch:

Ich glaube doch, daß die Schwierigkeiten des Verfahrens überschätzt werden. Sie haben es neulich selbst gesehen, es sah doch sehr einfach aus. Die Nährgelatine ist außerdem jetzt käuflich zu haben. Man hat also nur die Gelatine zu erwärmen, mit einem Schleimflöckchen aus der Dejektion zu mischen und auf eine Glasplatte auszugießen. Die Platte wird dann unter eine Glasglocke gebracht oder in Ermangelung einer solchen zwischen zwei aufeinandergedeckte Teller gelegt, wie wir es bei unseren Versuchen in Kalkutta gemacht haben. Auch in bezug auf die Beschaffung der Dejektionen möchte ich annehmen, daß die Verhältnisse bei der Cholera außerordentlich günstig liegen. Sie wissen ja, daß die Dejektionen zum großen Teil in die Wäsche hineinkommen. Man braucht sich nur ein mit Dejektion beschmutztes Hemd geben zu lassen, wie ich das mehrfach getan habe, und einige von den Schleimflöckchen, die der Leinwand anhaften, zu untersuchen. Es ist dies das allergünstigste Untersuchungsobjekt, um die Diagnose zu stellen, und das steht doch gewiß sehr leicht zur Verfügung. Eines besonderen Wärmeapparates bedarf man zur Herstellung der Kulturen nicht, die Sommertemperatur im Zimmer genügt immer, um die Kommabazillen zum Wachsen zu bringen.

Auf die Bemerkung von B. Fränkel, daß in seinem Zimmer in den letzten Tagen nur 16° C gewesen sei, fährt Koch fort:

Dann müßte man im Notfalle ein wenig heizen lassen. Also besondere, komplizierte Apparate sind dazu nicht nötig. Meines Erachtens ist die Methode mindestens ebenso leicht zu handhaben, wie die Tuberkelbazillenfärbung.

S. Neumann betont unter andern, daß die Untersuchung von choleraverdächtigen Präparaten und die Entscheidung in Berlin stattfinden müsse. Virchow hält es für wünschenswert, daß gewisse Zentralstationen begründet werden, wohin Material zur Untersuchung gesandt wird. Gegenüber seiner Auffassung, daß ein paar Tage vergehen werden, ehe die Vegetation der Bazillen genügend zur Erkenntnis vorgeschritten sei, bemerkt Koch:

Das kann in 24 Stunden geschehen.

Er fährt dann weiter fort:

Das Versenden von Cholerastoffen scheint mir doch bedenklich zu sein. Es wäre wohl richtiger, den mit der Untersuchung Beauftragten an Ort und Stelle zu schicken. Ich glaube auch, daß sich dementsprechende Einrichtungen treffen lassen. Ich hoffe,

daß später ein jeder Physikus eine solche Untersuchung machen kann. Wenn sich die Untersuchungsmethode erst eingebürgert hat und wenn jeder es einmal gesehen hat, dann ist es gar keine schwierige Sache mehr, aber das wird sich allerdings nicht so rasch machen lassen. Ich stimme da vollständig mit dem Herrn Vorsitzenden überein, daß die Ärzte sich erst allmählich mehr und mehr damit vertraut machen werden, aber deswegen könnte doch schon in größeren Städten der eine oder andere zu finden sein, der einer solchen Untersuchung gewachsen ist und der sofort an Ort und Stelle gehen könnte.

Punkt 8 und 9: „Besitzt der Infektionsstoff große Widerstandsfähigkeit, Dauerzustand, wird er durch Trocknen innerhalb kurzer Zeit vernichtet?“

Virchow leitet die Diskussion mit dem Hinweis darauf ein, daß nach Ansicht von Pettenkofer nicht der Kommabazillus, sondern erst eine noch zu findende Dauerform als das gefährlichste Element betrachtet werden müßte. Dazu Koch:

Ich will noch einmal daran erinnern, daß meine Überzeugung von dem Fehlen eines Dauerzustandes, d. h. einer besonders großen Widerstandsfähigkeit des Cholera-infektionsstoffes sich nicht allein aus meinen Beobachtungen über das Verhalten der Kommabazillen gebildet hat, sondern daß auch alle früheren Erfahrungen schon dahin führen mußten. Wir haben eigentlich gar kein Beispiel, aus dem mit Sicherheit hervorgeht, daß der Infektionsstoff sich lange halten könnte, und ich muß immer wieder auf das Verhalten der uns bereits bekannten, mit einem Dauerzustand versehenen Infektionsstoffe verweisen; der Cholerainfektionsstoff müßte sich diesen doch konform verhalten. Das ist aber nicht der Fall. Ich habe die Beispiele von Milzbrand und von Pocken angeführt, von denen die Erfahrung vielfach gelehrt hat, daß der Infektionsstoff gerade im getrockneten Zustande, z. B. im Luftstaub, in Lumpen, in Wolle u. dgl. sich verhältnismäßig lange Zeit gehalten hat. Etwas Ähnliches kennt man von der Cholera gar nicht, und deswegen hätte man eigentlich schon im voraus sagen müssen: es kann da keinen Dauerzustand geben. Allerdings habe ich jetzt eine Zeitungsnotiz zugeschickt bekommen, wonach behauptet wird, daß in Kriegstetten in der Schweiz eine Cholera-epidemie vorgekommen sei infolge einer aus Zürich stammenden Lumpensendung. Die ganze Sache ist aber so oberflächlich beschrieben und man erfährt nicht, ob alle anderen Infektionsmöglichkeiten ausgeschlossen gewesen sind, so daß ich auf diese Notiz doch nicht viel geben kann. Bis jetzt würde das der einzige Fall sein, wo man einmal eine Übertragung durch Lumpen konstatiert hätte, während doch gewiß unendlich viel Lumpen in den Verkehr gekommen sind, die mit Choleraejektionen beschmutzt waren und keine Cholera erzeugt haben.

Auf die Bemerkung von Leyden, daß in einem Falle ein aus Amerika verschickter Koffer in Mühlhausen eine Infektion vermittelt haben solle, sagt Koch:

Meines Wissens existieren, wie ich bereits mehrfach erwähnt habe, unanfechtbare Beispiele, daß der Cholerainfektionsstoff in getrocknetem Zustande sich längere Zeit wirksam gehalten hat, nicht, und ich muß deswegen, auch ganz abgesehen von den Beobachtungen über die Kommabazillen, den Satz für richtig halten, daß kein Dauerzustand besteht und daß der Cholerainfektionsstoff durch Trocknen in kurzer Zeit vernichtet wird.

Nach weiteren Ausführungen von Hirsch über den von Leyden erwähnten Mühlhauser Fall:

Darf ich mir zunächst die Frage erlauben, welches die längste Zeit gewesen, binnen welcher in wohl konstatierten Fällen durch Effekten die Ansteckung vermittelt wurde?

Hirsch beantwortet die Frage nicht mit Sicherheit; es mögen 5—6 Tage, also Zeit genug zum Trockenwerden der Effekten dazwischen gelegen haben.

Ich dachte, es würde sich um eine Dauer von 4—6 Wochen gehandelt haben.

Nach einer kurzen Zwischenbemerkung Hirsch's, er lege auf diesen ihm zu dunkel erscheinenden Fall keinen Wert und habe ihn nur mitgeteilt, weil Herr Leyden ihn erwähnt habe, fährt Koch fort:

Der Mühlhauser Fall läßt sich nicht verwerten, da es einen Ort betrifft, wo kurze Zeit vorher die Cholera herrschte. Ich halte übrigens sogar eine Zwischenzeit von 4 bis 6 Wochen zwischen einem Cholerafall und dem Ausbruch einer Epidemie, welche durch Effekten vermittelt wurde, mit meinen Auffassungen noch durchaus vereinbar. Das ist noch kein Dauerzustand, der in einem solchen Falle vorliegen würde. Von Milzbrand besitze ich Material in getrocknetem Zustande, das nach 12 Jahren noch wirksam ist. Wir haben bei den Pocken Beispiele, daß Ansteckung nach 1 Jahr und länger erfolgte. Von der Vakzine wissen wir, daß sie sich mehrere Jahre im trockenen Zustande hält. Das nenne ich Dauerzustand. Zusammengepackte Wäsche kann nach einigen Wochen noch feucht sein und somit lebensfähige Kommabazillen enthalten. Wir haben, wie ich neulich noch besonders anführte, in den Reagenzgläschen die Kommabazillen 6 Wochen und länger am Leben erhalten, sie hatten dennoch keinen Dauerzustand gebildet. Sobald man sie dann trocknete, starben sie sofort ab. Zu Gunsten meiner Annahme erinnere ich noch an das, was ich früher über die Schiffscholera erwähnte. Es ist doch sehr merkwürdig, daß auf gewöhnlichen Handelsschiffen, welche doch auch alle möglichen Dinge an Bord führen, die aus Choleraegegenden kommen und also eigentlich den Infektionsstoff in der einen oder anderen Form enthalten müßten, niemals die Cholera anders als in den ersten Tagen nach der Abfahrt vorkommt. Bei den großen Transportschiffen aber verhält sich die Sache ganz anders. Der Ausbruch der Krankheit fängt gewöhnlich auch schon bald nach Abgang des Schiffes an, zieht sich aber nachher lange hin, bis zu 2, 3, 4 Wochen und noch länger. Es ist doch auffallend, daß nur auf solchen Schiffen, die viele Menschen an Bord haben, der Infektionsstoff sich in einem solchen Dauerzustand befinden und nun immer nach und nach zur Wirkung kommen sollte. Weswegen kommt das nicht auch einmal auf einem Kauffahrer vor, oder auf solchen Schiffen, auf denen nur wenige Menschen sind, die nicht so dicht zusammengedrängt sind? Dies ist meiner Meinung nach eins der schlagendsten Beispiele dafür, daß für gewöhnlich der Infektionsstoff außerordentlich rasch abstirbt und daß er nur in den Menschen selbst sich erhält durch fortlaufende Ansteckung, welche gerade in diesen außergewöhnlichen Verhältnissen durch das so enge Zusammenleben der Menschen ermöglicht ist. Man hat bei allen Epidemien, die auf größere Strecken hin über See verschleppt sind, immer nur die Menschen in Verdacht ziehen können. Die Angaben, die hin und wieder wohl über die Verschleppung durch Waren oder Effekten von Reisenden gemacht sind, haben sich nachher als unsichere herausgestellt. Also ich glaube, daß auch schon aus allen diesen Tatsachen, die wir der Erfahrung entnehmen, die Richtigkeit dieser Sätze erwiesen wird.

Virchow und Hirsch gehen sodann weiter auf die Frage des Dauerzustandes ein und Hirsch betont, daß Erfahrungen vorliegen, die es im höchsten Grade wahrscheinlich machten, daß die Cholera an einem Orte, in welchem sie epidemisch geherrscht hatte und mit Eintritt kalter Jahreszeit erloschen war, im folgenden Jahre von neuem auftrat, ohne daß man auch nur entfernt an eine neue Einschleppung des Krankheitsgiftes denken konnte. Dazu Koch:

Ein Dauerzustand, wie wir ihn von anderen Bakterien kennen, würde das niemals sein, und diese Frage würde also nicht zur Erörterung dieses Satzes gehören. Es würde eigentlich eine ganz neue Frage aufzustellen und als solche zu diskutieren sein, wenn nicht mit dem Ausdruck „Dauerzustand“ Verwirrung angerichtet werden soll. Aber ich muß gestehen, daß diese Frage der vollen Erwägung wert ist. Nachdem ich gesehen habe, daß die Kommabazillen eine sehr niedrige Temperatur ertragen können, und da ich weiß, daß sie abgetrennt vom menschlichen Körper existieren können, z. B. auf

Kartoffeln, oder daß sie im Reagenzglas mit Gelatine oder auf Wäsche eine Zeitlang ihr Dasein fristen können, halte ich es wohl für möglich, daß etwas Derartiges vorkommen kann und daß sich die Kommabazillen durch ein verlangsamtes Wachstum unter beschränkenden Verhältnissen eine Zeitlang an geeigneten Stellen im Boden oder sonstwo zu halten vermögen, ohne daß sie Gelegenheit zur Infektion finden. Möglich ist das auf jeden Fall, aber es fehlt mir darüber an Erfahrung, und ich kann mich nicht bestimmt darüber aussprechen. Man müßte dazu in solchen Orten, aus denen die Cholera verschwunden ist, noch eine Zeitlang Boden und Wasser und alles das, was möglicherweise noch Infektionsstoffe enthalten könnte, gründlich untersuchen. Das ist eine Frage, deren Lösung der Zukunft angehört, die aber jedenfalls sehr wichtig ist. In Kalkutta konnten solche Untersuchungen selbstverständlich nicht gemacht werden, weil die Cholera dort keine Pausen macht. Erst bei einer Epidemie in Europa kann diese Frage gelöst werden, und ich glaube, daß es sehr zweckmäßig ist, sie in Anregung zu bringen. Es werden sich auf diesem Wege ganz gewiß manche der von P e t t e n k o f e r gefundenen Tatsachen leichter als bisher erklären lassen.

Auf die Frage von H i r s c h, ob unter den aufgestellten Diskussionsfragen auch die Beziehung des Bazillus zu Temperaturverhältnissen erwähnt sei, konstatiert K o c h:

„Das ist hier nicht in Betracht gezogen.“

Punkt 10: „Kann der Infektionsstoff auf anderen Wegen als durch den Verdauungskanal in den Körper gelangen?“

Ich habe diese Frage hauptsächlich deswegen zur Diskussion vorgeschlagen, weil P e t t e n k o f e r der Ansicht ist, der Infektionsstoff könne auch durch Atmung und durch die Lungen in den Körper eindringen.

Weil das von so gewichtiger Seite ausgesprochen ist, wäre es doch sehr wünschenswert, über diese Frage zu diskutieren.

Auf die Frage von B. F r ä n k e l, ob die Bejahung der in Punkt 10 aufgeworfenen Frage die Infektion durch die Luft ausschließen solle, sagt K o c h:

Ich glaube bei meinen Mitteilungen neulich schon darauf hingewiesen zu haben, daß ich mir doch Verhältnisse denken kann, unter denen der Infektionsstoff auch einmal durch die Luft übertragen wird. Das kommt aber nur ausnahmsweise vor, und die Verschleppung kann denn auch nur auf sehr kurze Distanzen vor sich gehen. Man kann es deshalb immer noch als Regel gelten lassen, daß durch die Luft eine Verschleppung nicht stattfindet. Eine Ausnahme von dieser Regel kann beispielsweise unter folgenden Verhältnissen zustande kommen. In Alexandrien münden in den neuen Hafen die Kloaken ein. Der Inhalt dieser Kloaken mischt sich mit dem Meerwasser, welches nahe am Strande dementsprechend schmutzig aussieht. Wenn man sich nun an diesem Strande aufhält, dann kann man sehr bald bemerken, daß fortwährend ein Teil von diesem verunreinigten Seewasser durch die Brandung zerstäubt wird. Wie reichlich die Verstäubung ist, mögen Sie daraus entnehmen, daß ich nach ungefähr 5 Minuten das verstäubte Seewasser von den Brillengläsern abwischen mußte, weil ich am Sehen behindert war. Da kann ich mir wohl denken, daß, wenn durch die Kloaken irgendein Infektionsstoff, z. B. Cholera-defektionen, an den Strand gespült und da fortwährend verstäubt wird, derselbe den Anwohnern durch den Luftstrom zugeführt werden kann. Mag sich nun der Infektionsstoff auf Nahrungsmittel niederschlagen, oder mag er eingeatmet werden, so kann er immer in die Verdauungsorgane gelangen. Das ist allerdings der einzige mir bis jetzt bekannte Fall, in dem ich überzeugt bin, daß der Infektionsstoff durch die Luft verschleppt werden kann. Ich will noch erwähnen, daß gerade in den Häusern am neuen Hafen von Alexandrien, welche in der Nähe der Kloakenausmündung stehen, eine Anzahl von Cholerafällen vorgekommen ist.

Leyden erinnert daran, daß verhältnismäßig häufig Leichenträger erkranken und dann und wann auch mancher aus dem Gefolge einer Choleraleiche.

Zunächst möchte ich zu dem, was Herr Leyden gesagt hat, bemerken, daß es doch auffallend ist, wenn nur die Leichenträger und das Leichengefolge erkranken, während wir doch wissen, daß gerade Krankenwärter und Ärzte, die doch in viel innigere Berührung mit dem Kranken und mit staubförmigen Abgängen desselben kommen, lange nicht in der Weise leiden, wie gerade die beim Begräbnis beteiligten Menschen.

Auf die Erwiderung, daß in der Danziger Epidemie von 1866 eine ganze Reihe von Krankenwärtern erkrankt und gestorben sei, daß aber die Ärzte bei weitem nicht soviel und solange bei den Kranken beschäftigt wären, sagt Koch:

Es kommen auch in Krankenhäusern Choleraepidemien vor, aber im großen und ganzen kann man sagen, daß Krankenwärter und Ärzte nicht viel häufiger erkranken als andere Menschen. Sie sind gewöhnt, sich zu reinigen und zu waschen, nur gegen den Staub würden sie sich nicht schützen können, während die Leichenträger und das Leichengefolge insofern immer einer besonderen Gefahr sich aussetzen müssen, als sie in das Sterbehäus hineingehen und dort meistens etwas genießen. Sie kommen da nicht bloß mit staubförmigen Dingen in Berührung und eine Infektion derselben kann auf vielfache andere Weise zustande kommen.

Dann wissen wir doch — wenn ich nicht irre, hat Herr Hirsch darüber in seiner Beschreibung der Epidemie vom Jahre 1872 berichtet —, daß diejenigen Menschen, welche die Leichen von Flößern transportiert hatten, die Cholera bekamen. Das kann aber kaum durch staubförmige Bestandteile gekommen sein. Höchst wahrscheinlich haben sich die Leute die Hände beschmutzt und nachher mit den beschmutzten Händen gegessen. Ich glaube, daß bei den Leichenträgern immer noch die Erklärung der unmittelbaren Übertragung durch Nahrungsmittel oder durch beschmutzte Hände viel näher liegt als durch Staub. Wenn der Staub infizierend wäre, müßten ja ähnlich wie bei einer anderen Kategorie von Infektionskrankheiten, z. B. exanthematischem Typhus oder Masern, Scharlach, eine viel größere Anzahl unmittelbarer Ansteckungen bekannt sein.

Leyden betont, daß er den Staub nicht gemeint habe, aber keine Schwierigkeit darin sehe, anzunehmen, daß, wenn eine starke Verdunstung stattfindet, Keime des Infektionsstoffes in der Atmosphäre suspendiert sein könnten.

Dem muß ich allerdings widersprechen. Alle Erfahrungen, die wir über Infektionsstoffe und über Mikroorganismen besitzen, sprechen dagegen. Ohne daß die Flüssigkeit zerstäubt wird oder daß Blasenbildung stattfindet, können die Bakterien sich nicht aus einer solchen Flüssigkeit erheben. Die Flüssigkeit muß erst eintrocknen, die eingetrocknete Masse muß in Staubform gebracht und dann durch den Luftstrom fortgeführt werden. Wäre der Infektionsstoff in getrocknetem Zustande haltbar, dann müßte bei den großen Mengen von Choleraejektionen, welche auf Kleidern, Betten usw. trocknen und fortwährend staubförmig in die Luft gelangen, von den Kranken viel häufiger eine direkte Ansteckung z. B. in demselben Zimmer, in demselben Krankensaale vorkommen. Was schließlich noch die Einschleppung durch Gesunde betrifft, so wird von einer solchen sehr selten berichtet. Es ist wahrscheinlich, daß irgendwelche andere Dinge dabei im Spiel gewesen sind, z. B. daß jemand Eßwaren oder sonst etwas mitgebracht und seinen Angehörigen gegeben hat oder daß der scheinbar Gesunde doch einen ganz leichten Choleraanfall gehabt hat, der unbemerkt geblieben ist.

Leyden erwähnt einen Fall, wo ein junges Mädchen, das in ein Haus gegangen sei, um für eine an der Cholera gestorbene Frau ein Leichenkleid anzufertigen, selbst gesund geblieben sei, dagegen deren Mutter, die gar nicht mit der Choleraerkrankten in Berührung gekommen sei, an der Cholera erkrankt und gestorben wäre.

Betreffs der Verschleppung durch Gesunde möchte ich noch hervorheben, daß es sich doch hier um eine ganz andere Art und Weise der Verschleppung durch gesunde

Menschen handelt, als P e t t e n k o f e r annimmt. Nach P e t t e n k o f e r hängt sich der aus dem Boden stammende, in der Luft verteilte Infektionsstoff einem Menschen an, er haftet an ihm und an seinen Kleidern und kann auf große Entfernungen hin verschleppt werden. Das Beispiel, welches H e r r L e y d e n anführt, ist ein ganz anderes und stimmt mehr mit dem, was ich annehme. In solcher Weise kann auch einmal der Gesunde Träger des Infektionsstoffes werden, doch wird das nur höchst selten vorkommen und die Verschleppung kann nur auf sehr geringe Entfernungen geschehen. Es ist also auch nicht daran zu denken, daß die Cholera möglicherweise durch den Seeverkehr auf diese Art zu uns gebracht werden kann.

Punkt 6. „Wird der Infektionsstoff im Menschen reproduziert, oder geschieht das unabhängig vom Menschen im Boden und dient alsdann der Mensch (Tiere usw.) nur als Träger?“

V i r c h o w wirft die Frage auf, wie es komme, daß, obwohl der Bazillus ein wesentlich aërober ist, der menschliche Darm einen besonders günstigen Platz für seine Entwicklung darstelle.

Ja, diese Frage habe ich mir auch schon vorgelegt. Aber es muß doch freier Sauerstoff im Darm zur Verfügung stehen oder es müssen wenigstens solche Verbindungen vorhanden sein, welche dem Bazillus den Sauerstoff liefern. Wir sehen die Bazillen lebend in großen Massen im Darm und sehen andererseits, daß, wenn wir ihnen außerhalb des Körpers die Luft entziehen, sie dann sofort aufhören zu wachsen. Ich folgere daraus, daß die Bakterien im Darm in irgendeiner Weise Sauerstoff finden müssen. Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß im Darm noch eine ganze Anzahl anderer Bakterien vorkommen, die auch bei Luftabschluß nicht wachsen. Auch das Oidium lactis, welches Sauerstoff zu seiner Entwicklung bedarf, kommt bisweilen im Darm sehr reichlich vor.

Nach einigen Bemerkungen von L e y d e n, B e r g m a n n und V i r c h o w:

Vielleicht könnten die Kohlenhydrate einen Ersatz liefern.

Bislang wissen wir nur, daß die Bazillen bei Entziehung des Sauerstoffs nicht wachsen und ebenso nicht in Kohlensäureatmosphäre.

V i r c h o w hält die Frage für wichtig, inwieweit die Infektionsstoffe im Boden reproduziert werden und der Mensch nur als Träger diene. Es wäre denkbar, daß beides vorkomme, sowohl die Reproduktion im Menschen, als auch die im Boden. Dazu erklärt K o c h:

Das wird sich nicht eher entscheiden lassen, als bis cholerainfizierte Lokalitäten untersucht werden können.

V i r c h o w scheint die Möglichkeit, daß im Boden eine Vermehrung stattfindet, aus den bisherigen Erfahrungen direkt zu folgen.

Daraus, daß man diesen Satz teilweise bejahen kann, ergibt sich am besten, daß doch noch eine Einigung über die verschiedenen auseinandergelassenen Meinungen zu erzielen sein wird.

Punkt 5: „Ist eine direkte Übertragung möglich oder muß der Infektionsstoff eine Art Reifung oder Generationswechsel im Boden oder sonstwo durchmachen?“

Nach einer Bemerkung von V i r c h o w:

Das bezieht sich nicht allein auf den Boden, sondern es ist auch behauptet, daß der Infektionsstoff selbst in der Cholerawäsche einer besonderen Reifung bedürfe, weil die Wäsche in ganz frischem Zustande nicht infektiös sei. Diese Annahme stützt sich hauptsächlich auf die Versuche von T h i e r s c h, und darüber hätte ich sehr gern ein Urteil gehört, inwieweit das begründet ist. Ich glaube, daß die Wäsche schon unmittelbar nach der Beschmutzung ansteckend ist. Ist vielleicht irgendwie ein Beispiel bekannt, aus dem man schließen könnte, daß erst eine Art Reifung und Umwandlung des Infektionsstoffes nötig gewesen wäre? Mir ist nichts bekannt.

Die Diskussion über die Punkte 3 und 4 wird vereinigt. Wird der Infektionsstoff nur durch den menschlichen Verkehr verschleppt, welches sind die Träger des Infektionsstoffes im Fernverkehr: Schiffe, Waren, Briefe, gesunde Menschen, infizierte Menschen. Welches sind die Träger des Infektionsstoffes im Nahverkehr: Choleraleichen, Choleraeffekten, Wäsche, Nahrungsmittel, Trink- und Gebrauchswasser, Luft, Insekten.

Auf die von Skrzeczka und Virchow besonders erörterte Frage, inwieweit Lumpen die Cholera verbreiten können, bemerkt Koch:

Ich kann mich dem gegenüber nur darauf berufen, daß das in der Praxis überhaupt noch nicht vorgekommen ist, bis auf den Fall, den ich Ihnen heute schon angeführt habe, der mir sehr fraglich zu sein scheint. Es müßte doch, da man früher meines Wissens gar nicht so großen Wert auf die Unterdrückung des Lumpenhandels in Cholerazeiten gelegt hat, öfter vorgekommen sein. Die Frage der Möglichkeit der Infektion durch Lumpen ist auf den Cholera-Kongressen in Wien und in Konstantinopel angeregt, und niemand hat ein Beispiel anführen können, daß durch Lumpen, z. B. bei der Bearbeitung derselben in Papierfabriken oder sonstwo einmal die Cholera entstanden sei. Daraus möchte ich doch schließen, daß die Behandlung und Verarbeitung der Lumpen eine derartige sein muß, daß der Cholera-Infektionsstoff zugrunde geht. Dieser Frage ist übrigens gar nicht so große Bedeutung beizumessen. Was soll es uns viel nützen, wenn wir den Lumpenhandel unterdrücken, während wir cholera-kranken Menschen über unsere Grenzen kommen lassen müssen. Die Möglichkeit, daß durch Lumpen der Infektionsstoff übertragen wird, kann nach den jetzigen Erfahrungen nur eine unendlich geringe sein, während die Möglichkeit, daß uns die Cholera durch scheinbar gesunde Menschen ins Land gebracht wird, eine ungemein größere ist und die können wir nicht abwehren.

Virchow wirft die Frage auf, ob es eine Grenze gibt, wo der Bazillus nicht mehr lebensfähig ist, oder ob er beliebig lange im Wasser existieren und wirksam bleiben kann.

Soweit meine Erfahrungen bis jetzt reichen, scheinen die Kommabazillen in reinem Wasser ziemlich rasch abzusterben; nicht sofort, wenn man sie hineinbringt, aber nach einigen Tagen. Sie können sich nicht bloß nicht vermehren, sondern sie scheinen auch nach einiger Zeit zugrunde zu gehen.

Virchow weist dann darauf hin, daß die anderen Punkte zum Teil schon erörtert sind.

Es bleiben nur noch Punkt 11, 12, 13 und 15 übrig. „Sind besonders individuelle Dispositionen erforderlich, um ihn (den Infektionsstoff) wirksam werden zu lassen? Wie lange ist das Inkubationsstadium? Gibt das einmalige Überstehen der Cholera Immunität für eine gewisse Zeit? Kann die Wirkungsweise der Bazillen als eine Intoxikation aufgefaßt werden.“

Dazu bemerkt Virchow: Von diesen Punkten möchte ich fast glauben, daß es nicht nötig wäre, sie hier zum Gegenstande einer Erörterung zu machen. Es sind so weitgehende Fragen, die sehr viel Details erfordern, und die doch auch nicht so unmittelbar mit den Fragen zusammenhängen, welche uns gegenwärtig beschäftigen und welche zunächst eine unmittelbar praktische Bedeutung haben. Wenn Herr Koch nicht sehr großen Wert darauf legt, dann möchte ich vorschlagen, daß wir vorläufig diese Fragen in suspenso lassen. Vielleicht findet sich in späterer Zeit Gelegenheit, daß wir noch einmal darauf zurückkommen.

Leiden ist der Meinung, daß eine gewisse Immunität gegen eine nochmalige Erkrankung der Cholera durch ihr einmaliges Überstehen erworben zu werden scheint.

Jedenfalls geht daraus hervor, daß die Fälle sehr vereinzelt sein müssen.

Auf die Frage von Hirsch, ob Koch etwas über die Inkubationszeit der Cholera konstatiert habe, erwidert Koch:

Ich habe aus eigener Erfahrung nichts weiter konstatieren können. Was mir darüber bekannt ist, ist aus der Literatur entnommen. Es wäre mir aber sehr lieb, wenn

ich wenigstens noch über diesen Punkt das Urteil der Versammlung hören könnte. Meiner Ansicht nach gibt es kein langes Inkubationsstadium. Alle die Fälle, in denen ein scheinbar langes Inkubationsstadium beobachtet ist, lassen auch eine andere Erklärung zu.

v. B e r g m a n n ist der Meinung, daß man bei drohender Choleraepidemie den praktischen Ärzten den Rat geben soll, sich angesichts der verschiedenen Streitfragen zunächst an die hier entwickelte Bazillentheorie zu halten. Dem gegenüber erklärt K o c h :

Ich möchte von diesem Vorgehen abraten. Das würde doch wieder auf das hinauskommen, was wir vermeiden wollen, es würde ein bestimmtes Urteil über die ganze Auffassung der Choleraätiologie sein. Ich denke mir, jeder möge sich selbst sein Urteil nach dem, was hier verhandelt ist, bilden.