

Untersuchungen über Bacterien.

VI.

Verfahren zur Untersuchung, zum Conserviren und Photographiren der Bacterien.

Von

Dr. Koch,

Kreisphysikus in Wollstein.

Hierzu drei Tafeln Photographie in Lichtdruck XIV. XV. XVI.

1. Die letzten Jahre haben erhebliche Verbesserungen in den Methoden zur Untersuchung der Bacterien gebracht. So hat namentlich die durch Dr. Weigert¹⁾ vervollkommnete Haematoxylinfärbung wesentlich zur Kenntniss der Bacterienverbreitung in thierischen Geweben beigetragen. Von Dr. Salomonsen²⁾ ist eine eigenthümliche Art von Cultur der Bacterien in langen Glas-capillaren angegeben, mittelst deren es gelingt, die verschiedenen Formen der Bacterien im faulenden Blute mehr oder weniger zu isoliren. Durch verbesserte und vielfach modificirte Impfmetho- den, besonders durch die Benutzung der Cornea als Impfstelle³⁾ ist unsere Kenntniss über das Wachsthum der Bacterien im thierischen Körper und die vorzugsweise bei septischen Processen auftretenden Bacterien gefördert. Indessen bleiben noch manche Hindernisse,

¹⁾ Beschrieben in Billroth und Ehrlich, Untersuchungen über *Coccobacteria septica*. Laugenbeck's Archiv für Chirurgie Bd. XX. p. 403. In neuester Zeit hat Dr. Weigert die Anilinfärbung zum Nachweis von Bacterien in thierischen Geweben angewandt und ausgezeichnete Erfolge damit erzielt.

²⁾ C. J. Salomonsen: *Studier over blodets forraadnelse*. Kopenhagen 1877.

³⁾ Frisch: Experimentelle Studien über die Verbreitung der Fäulnis- organismen in den Geweben und die durch Impfung der Cornea mit pilzhaltigen Flüssigkeiten hervorgerufenen Entzündungserscheinungen. Erlangen 1874.

welche sich der genauen Erforschung der Bacterien entgegenstellen, zu überwinden.

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

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

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

Fast eben so hemmend, wie diese in den Bacterien selbst liegenden Hindernisse, scheint mir auf die Bacterienforschung der Umstand gewirkt zu haben, dass es bis jetzt an einem Verfahren gefehlt hat, die Bacterien in ihrer natürlichen Gestalt und Lagerung, ausser wenn sie thierischen Geweben eingebettet sind, zu conserviren und Abbildungen derselben herzustellen, welche von jeder willkürlichen oder unwillkürlichen Entstellung frei sind.

Ich brauche wohl nicht den Nutzen auseinander zu setzen, welchen Sammlungen mikroskopischer Präparate für das Studium haben, und wie die Mittheilung wichtiger Befunde, durch Einsendung conservirter Präparate an andere Mikroskopiker zur Berichtigung eines falschen Urtheils, zum schnelleren Bekanntwerden einer Entdeckung dienen.

Wie manche unvollkommene Beobachtung und wie manche falsche Behauptung über das, was die Bacterien gethan oder nicht gethan

haben sollen, wäre nicht in die Oeffentlichkeit gelangt und hätte die Bacterienliteratur zu einem trüben Strom anschwellen lassen, wenn ein Jeder das, was er gesehen hat, in beweisenden Präparaten andern Forschern vorgelegt hätte.

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

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

Um die hier angedeuteten Hindernisse zu überwinden, habe ich ein Verfahren angewandt, welches kurz zusammen gefasst darin besteht, dass die bacterienhaltige Flüssigkeit in sehr dünner Schicht auf dem Deckglas eingetrocknet wird, um die Bacterien in einer Ebene zu fixiren, dass diese Schicht mit Farbstoffen behandelt und wieder aufgeweicht wird, um die Bacterien in ihre natürliche Form zurückzuführen und deutlicher sichtbar zu machen, dass

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

das so gewonnene Präparat in conservirende Flüssigkeiten eingeschlossen und schliesslich zur Herstellung von naturgetreuen Abbildungen photographirt wird.

Die einzelnen Theile dieses Verfahrens werde ich nun eingehender beschreiben:

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

Die Substanz ist stets in einer so dünnen Schicht auszubreiten, dass die Bacterien, Blutkörperchen u. s. w. sich nicht decken, sondern von einander durch kleinere oder grössere Zwischenräume getrennt liegen. Je dünner die Schicht geworden ist, um so schneller trocknet sie natürlich ein. Gewöhnlich ist das Präparat schon nach wenigen Minuten zur weiteren Bearbeitung fertig. Eiweisshaltige Flüssigkeiten, namentlich Blut, lässt man etwas länger, womöglich einige Stunden trocknen. So zubereitete Deckgläschen kann man indessen auch Wochen und selbst Monate lang, nur vor Staub geschützt, aufbewahren, ohne dass sich die angetrockneten Bacterien verändern. Es ist dies in sofern sehr vortheilhaft, als sobald die Umstände die sofortige weitere Untersuchung nicht zulassen, man die Präparate nur so weit herstellt und später weiter bearbeitet. Ich habe mir ein Kästchen für zwanzig Deckgläschen machen lassen, welches ebenso eingerichtet ist, wie die zur Aufbewahrung der mikroskopischen Präparate gebrauchten Kasten; dasselbe führe ich stets bei mir und bin dadurch leicht in den Stand gesetzt, bei Sectionen, am Krankenbette oder bei andern Gelegenheiten Proben von Flüssigkeiten, welche ich auf Bacterien untersuchen will, jederzeit zu sammeln. Deckgläschen mit angetrockneten Bacterien lassen sich auch gut versenden. So habe ich beispielsweise durch Vermittlung von Prof. F. Cohn Deckgläschen mit angetrocknetem Rückfalltyphus-Blut von Dr.

Albrecht in Petersburg erhalten, welches sich ganz ebenso wie andere Blutproben präpariren und zum Photographiren der darin enthaltenen Spirochaeten benutzen liess (cf. Taf. XVI. Fig. 7 u. 8)¹⁾.

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

Gegen dieses Trocknen der Bacterien muss natürlich der Einwand erhoben werden, dass, wie die Erfahrung an andern mikroskopischen Gegenständen lehrt, dadurch die Gestalt der Bacterien in erheblicher Weise verändert werden muss. Auch ich war anfangs davon überzeugt und hoffte erst durch das Aufweichen die ursprüngliche Form wiederzuerhalten. Aber schon bei den ersten in dieser Richtung angestellten Versuchen sah ich zu meinem Erstaunen, dass die Bacterien nicht, wie die meisten Infusorien, Monaden, mikroskopischen Pflanzen, zerfliessen oder zu unförmlichen Massen zusammenschrumpfen, sondern wie ganz starre, von einer Schleimhülle umgebene Körper mittelst dieser Schleimhülle am Glase ankleben und, ohne ihre Gestalt namentlich in Länge und Breite merklich zu ändern, eintrocknen. Dass es sich in der That so verhält und dass jede Bacterie eine schleimige, für gewöhnlich unsichtbare Hülle besitzt, lässt sich aus andern Verhältnissen (Zoogloeabildung) schliessen²⁾, ist aber auch nach dem Eintrocknen sofort daran zu erkennen, dass der Bacterienkörper von einem, je nach der Beschaffenheit der zugleich mit eintrocknenden Flüssigkeit mehr oder weniger deutlich zu erkennenden scharf begrenzten glashellen Saum umgeben ist. Meistens werden zwar beim Eintrocknen der Flüssigkeit, in welcher Bacterien sich befinden, letztere von einer Decke colloider oder krystallinischer Masse so überzogen, dass sie nur undeutlich zu erkennen sind. Aber am Rande des eingetrockneten Tropfens findet man sehr oft einzelne isolirte Exemplare, welche sich vortrefflich dazu eignen, um sich von der Beständigkeit der Gestalt beim Eintrocknen des Bacterienkörpers zu überzeugen. Die einzigen auffallenden Veränderungen, welche vorkommen, bestehen in der Abplattung der kugligen, gelappten oder verzweigten Zoogloeamassen und in der Verwandlung schraubenförmiger Körper in eine Wellen-

1) Schon Ehrenberg empfiehlt rasches Eintrocknen als Aufbewahrungsmittel mikroskopischer Organismen in Sammlungen: Infusionsthierehen 1838 p. XVII. 2) Vergl. F. Cohn, Beiträge zur Biologie I. 2. p. 138.

linie. Dieser Uebelstand lässt sich indessen dadurch leicht vermeiden, dass man sofort, nachdem die letzte Spur von sichtbarer Feuchtigkeit vom Deckglas verschwunden ist, das Präparat in der später anzugebenden Weise wieder aufweicht. Die Schleimhülle der Bakterien quillt dann vollständig wieder auf und gestattet dem Zoogloehaufen oder der Spirale ihre natürliche Gestalt wieder einzunehmen. Zum Beweise des Gesagten verweise ich auf die Photogramme der *Zoogloea ramigera*, Taf. XIV. Fig. 1 u. 2 und des *Spirillum undula*, Taf. XIV. Fig. 3, deren zugehörige Präparate in dieser Weise behandelt wurden. Feine Spiralen mit schmalen Windungen verlieren so wenig durch das Eintrocknen an ihrem natürlichen Aussehen, dass man sie in getrocknetem Zustande conserviren und photographiren kann. Beispiele hierfür sind die Photogramme der Spirochaete des Zahnschleims Taf. XIV. Fig. 8, und der Geiselfäden der Bacillen, (Taf. XIV. Fig. 5 u. 6), welche nach trocknen Präparaten angefertigt sind. Sie mögen zugleich als Beweis dafür dienen, dass das Eintrocknen allein eine wesentliche Hülfe beim Untersuchen der Bakterien leisten kann, indem es die Zahnspirochaeten, welche im Speichel wegen des geringen Brechungsunterschiedes sehr blass erscheinen, nach dem Verdunsten der Flüssigkeit ausserordentlich deutlich werden, und die in Flüssigkeiten ohne Färbung ungemein schwer sichtbaren Geiselfäden sofort zum Vorschein kommen lässt.

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

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

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

Durch Einlegen des Gläschens in absoluten Alkohol, noch besser in eine Lösung von Chromsäure ($0,5 \frac{0}{0}$), lässt sich die Schicht unlöslich in Wasser und Glycerin machen, aber eine unerwünschte Nebenwirkung dieser erhärtenden Flüssigkeiten besteht darin, dass die Schleimhülle der Bakterien nicht mehr aufquillt und deswegen die Bakterien fest am Glase angepresst, oder in die coagulirte Grundsubstanz eingebettet, ihre natürliche Gestalt nicht wieder annehmen können. Als ein Mittel, um die Schicht wieder aufzuquellen, ohne dass sie sich vom Glase ablöst, hat sich mir eine Lösung von essigsaurem Kali (1 Theil auf 2 Theile dest. Wassers) erwiesen. Die

Bakterien nehmen in derselben vollkommen ihre ursprüngliche Form wieder an, werden aber blasser und durchsichtiger als sie waren. Für grössere Formen ist dies kein Nachtheil, ebenso auch nicht für sporenhaltige Bakterien, da bei diesen die Sporen stark glänzend bleiben, also auch deutlich zu sehen sind. Eine weitere vortreffliche Eigenschaft der Lösung von essigsauerm Kali ist die, dass, nachdem die Bakterien aufgequollen sind, sie sich in derselben nicht weiter verändern. Man kann daher diese Flüssigkeit zum Conserviren des Präparates verwenden und letzteres sofort verkitten. Präparate, welche ich vor sechzehn Monaten in dieser Weise angefertigt habe, sind bis jetzt noch ganz unverändert und werden sich vermuthlich auch noch lange Zeit halten. In den meisten Fällen, namentlich wenn es sich um die kleinsten Formen handelt, werden indessen die Bakterien zur genaueren Untersuchung und zum Photographiren zu blass und es ist dann nothwendig, sie durch Farbstoffe deutlicher zu machen.

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

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

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

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

Von einer concentrirten spirituösen Lösung des Methylviolet oder Fuchsin setze ich einige Tropfen zu 15—30 Gramm destillirten Wassers, so dass sich letzteres intensiv färbt; hiervon bringe ich mit einer kleinen Pipette einige Tropfen auf die zu färbende Bacteriensicht und halte die Flüssigkeit auf dem Deckglase durch Drehen desselben in beständiger Bewegung. Nach einigen Sekunden wird das Deckglas so schräg gehalten, dass die Anilinlösung an den Rand fliesst und die Bacteriensicht frei wird. An der mehr oder weniger blauen Farbe der letzteren erkennt man dann leicht, ob sie schon genügend gefärbt ist oder nicht; im letzteren Falle lässt man die Farbe von Neuem darüber hinfließen, bis die gewünschte Färbung erreicht ist. Nach einiger Uebung wird man bald die Concentration der Anilinlösung und die Dauer der Färbung für die verschiedenen Objekte richtig beurtheilen lernen. Wenn die Anilinlösung zu schwach ist, löst sich die Bacteriensicht vom Glase ab; ist sie zu stark, dann färbt sich die Grundsubstanz, welche die Bakterien umgiebt, zu stark, und letztere heben sich zu wenig von ihrer Umgebung ab.

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

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

Die Färbung mit Anilinbraun ist von der eben beschriebenen mit Methylviolet und Fuchsin etwas verschieden. Da die mit Braun gefärbten Präparate in der Lösung von essigsaurem Kali die Farbe verlieren, dagegen die Aufbewahrung in Glycerin vertragen, so habe ich sie gleich von vornherein mit einem Tropfen einer concentrirten Lösung von Anilinbraun in gleichen Theilen von Glycerin und Wasser, welche von Zeit zu Zeit filtrirt werden muss, bedeckt und einige Minuten stehen lassen. Alsdann haben die Bakterien sich genügend

gefärbt und es kann die Farbstofflösung mit reinem Glycerin abgespült werden.

Eiweisshaltige Substanzen, wie Blut, Eiter und dergl., welche sich mit den wässrigen Lösungen des Methylviolet und Fuchsin nur schlecht färben lassen, geben mit in Glycerin gelöstem Braunn ganz vorzügliche Präparate, welche sich auch besonders gut zum Photographiren eignen.

4. *Conserviren*. Zum Conserviren der so gefärbten Präparate kann man Canadabalsam, concentrirte Lösung von essigsauerm Kali oder Glycerin verwenden.

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

In einem derartigen Präparat gewähren die gefärbten Baeterien, namentlich Schwärme von Vibrionen, Bacillen, Micrococcenketten einen ausserordentlich schönen und zierlichen Anblick. Leider erscheinen Zooglocahaufen und grössere Spirillen platt gedrückt. Auch ist es mir bis jetzt nicht gelungen, von Canadabalsampräparaten gute Photographien zu erhalten. Andererseits aber halte ich sie für ebenso dauerhaft wie andere in Canadabalsam eingelegte mikroskopische Objecte und aus diesem Grunde würden sie besonders für Sammlungen von Baeterienpräparaten zu empfehlen sein.

Mit Methylviolet und Fuchsin gefärbte Präparate müssen, wenn sie zum Photographiren benutzt werden sollen und wenn man die Baeterien in möglichst natürlicher Form erhalten will, in eine Lösung von essigsauerm Kali (1 : 2) und zwar unmittelbar nach Entfernung der Farbstofflösung noch feucht eingelegt und mit einem der gewöhnlich gebrauchten Kite verschlossen werden.

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

5. *Photographiren*. Das Photographiren der Baeterien unterscheidet sich von demjenigen anderer mikroskopischer Gegenstände nicht wesentlich. Die Baeterien sind allerdings als sehr kleine, blasse Körper nicht ganz leicht zu photographiren. Doch gestatten die nach dem beschriebenen Verfahren angefertigten Präparate, weil die zu photographirende Schicht sich unmittelbar unter dem Deckglase befindet, die Anwendung der stärksten Immersionssysteme. Auch

das geringe Lichtbrechungsvermögen lässt sich, wie schon früher angedeutet wurde, durch die Färbung der Bakterien mit braunem Anilin, welches die chemisch wirksamen Strahlen zurückhält, für den photographischen Process ersetzen.

Unter günstigen Verhältnissen lassen sich indessen auch lebende Baeterien, sofern sie nur unbeweglich sind, photographiren, wie aus den Photogrammen der Milzbrandbacillen Taf. XVI. Fig. 1 u. 2 zu ersehen ist; selbstverständlich müsste immer einem derartigen Photogramm, auch wenn es noch so blass ausfällt, der Vorzug vor demjenigen gegeben werden, welches die präparirten und gefärbten Baeterien darstellt. Ich zweifle nicht, dass alle ruhenden Baeterien, namentlich die Micrococceen nach dem Leben photographirt werden können, und werde später darauf bezügliche Versuche anstellen.

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

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

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

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

Feine Messungen sehr kleiner blasser Gegenstände, welche sich unmittelbar mit dem Mikroskop gar nicht ausführen lassen, können auf dem Negativ leicht und sicher vorgenommen werden. Manche Streitfragen über feinere Strukturverhältnisse werden vielleicht mit Hilfe der Photographie zu lösen sein, namentlich wenn statt der bisher üblichen blauen und rothen Farben mehr von gelben, braunen oder solchen rothen Farbstoffen, welche den chemisch wirksamen Theil des Spektrums nicht durchlassen, ein vorsichtiger Gebrauch gemacht wird. Weitere Versuche mit den letzteren Farben würden bestimmt auch für die Baeterien-Photographie noch bessere Resultate gewinnen lassen, z. B. die Möglichkeit: Canadabalsam-Präparate zu photographiren.

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

Das Wesentliche dieses Apparates besteht darin, dass die Camera,

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

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

das Mikroskop und die Beleuchtungsvorrichtung horizontal aufgestellt und genau centrirt sind. Diese drei Theile des Apparates sind jeder für sich beweglich und von den beiden anderen Stücken unabhängig. Hierdurch unterscheidet sich der Apparat von allen anderen ähnlichen Zusammenstellungen, bei denen die einzelnen Theile an einem Stativ befestigt oder unmittelbar mit einander fest verschroben sind. Die Vorzüge der von Prof. Fritsch getroffenen Anordnung liegen darin, dass Fehler in der Centrirung leicht und schnell corrigirt werden können, dass Erschütterungen, welche beim Einsetzen der Kassette, beim Richten des Spiegels u. s. w. unvermeidlich sind, nur einen Theil des Apparates treffen und sich nicht auf die anderen fortsetzen können; dass schiefe Beleuchtung durch Drehung der Beleuchtungs- vorrichtung nach der Seite hin in der einfachsten Weise erreicht wird, und dass schliesslich sowohl Mikroskop als Camera jederzeit zu anderen Zwecken benutzt werden können. Insofern bin ich indessen von dieser Einrichtung abgewichen, dass ich das Sonnenlicht durch einen Heliostaten dem Apparat zuführe und damit das lästige Richten des Spiegels vermeide. Im Fensterladen, vor welchem der Heliostat aufgestellt ist, befindet sich ein Schieber, der vermittelt einer Schnur vom Standpunkt neben der Kassette aus ohne die geringste Erschütterung des Mikroskops oder der Camera zur Beleuchtung der empfindlichen Platte geöffnet und wieder geschlossen werden kann. Der durch diese Oeffnung gehende Lichtstrahl wird durch ein oder mehrere matte Gläser in zerstreutes Licht verwandelt, passirt unter Umständen noch eine Cuvette mit Kupferammoniaklösung oder Kobaltgläser, und wird durch eine mit verschiedenen Diaphragmen versehene Beleuchtungslinse auf das zu photographirende Object geworfen. Als Beleuchtungslinse kann man die dem Mikroskop beigegebene zur Beleuchtung opaker Gegenstände dienende Linse gebrauchen. Doch habe ich meistens und zwar mit sehr gutem Erfolg zu diesem Zwecke ein mikroskopisches Objectivsystem (Hartnack's Objectiv 2 oder 4), welches in die Blendenhülse unter dem Objectisch geschoben wird, benutzt. Vor dem Gebrauch habe ich jedesmal nach Entfernung der matten Gläser und Einschaltung sehr dunkler Kobaltgläser das von dem Beleuchtungsobjectivsystem entworfene Sonnenbildchen genau auf die Mitte des Objectes und auf die Ebene desselben eingestellt. Sobald dann der Sonnenstrahl durch das matte Glas wieder zerstreut wird, tritt der beste Beleuchtungseffekt ein. Etwaige Störungen im Gange des Heliostaten lassen sich ebenfalls leicht daran erkennen, dass nach einiger Zeit das Sonnenbild aus dem Mittelpunkt des Gesichtsfeldes gewichen ist;

die Correctur dieser Störung ergibt sich aus der Richtung der Abweichung von selbst. Auf einen, wie mir scheint, nicht gleichgültigen Umstand will ich noch aufmerksam machen, der das Arbeiten mit dem mikrophotographischen Apparat nicht unwesentlich erleichtert. Da das Mikroskop und die Camera unmittelbar zusammenstossen, so bleibt, wenn das Object in das Gesichtsfeld gebracht oder innerhalb desselben verschoben werden soll, nichts anderes übrig, als das Mikroskop aus seiner horizontalen Lage aufzurichten, oder was noch umständlicher ist, die Camera so weit zu verkürzen, dass man mit der Hand den Objecttisch erreichen kann. Um diese zeitraubenden Vorrichtungen, welche möglicherweise auch die Centrirung des Apparates stören, zu umgehen, habe ich am Objectivbrett der Camera einen trichterförmigen Ansatz anbringen lassen, der sich mit dem Objectivbrett ohne Verschiebung des Mikroskops oder der Camera leicht abnehmen lässt, und dann soviel Spielraum zwischen Camera und Mikroskop gewährt, dass man bequem nach Einsetzen des Oculars in das Mikroskoprohr mit dem horizontal stehenden Mikroskop in gewöhnlicher Weise die zu photographirende Stelle des Objectes aufsuchen und in die passendste Lage bringen kann. Nachdem dies geschehen, wird das Ocular entfernt, ein innen geschwärzter Papier-Cylinder in das Mikroskoprohr gesteckt, um die Spiegelung der glänzenden Metalltheile zu beseitigen, dann das Objectivbrett mit dem Trichter eingesetzt und die Mündung des letzteren, welche sich nahe vor dem Ende des Mikroskoprohrs befindet, durch eine Hülse von schwarzem Tuch lichtdicht mit dem Mikroskop verbunden. Jetzt bedarf es nur noch der Einstellung des Bildes für die Ebene, welche die empfindliche Platte einnehmen soll. Auch für diesen Zweck hat Professor Fritsch eine sehr praktische Vorrichtung angegeben, welche darin besteht, dass die zur feinen Einstellung dienende Schraube des Mikroskops vermittelt eines Zahnrades und eines durch zwei Kugelgelenke verbundenen Stabes aus beliebig weiter Entfernung bewegt wird. Zur groben Einstellung kann das Bild auf einer matten Visirscheibe, aber zur feinsten Einstellung muss es auf einer durchsichtigen Scheibe mit einer Lupe beobachtet werden. In Betreff der eigentlichen photographischen Manipulationen muss ich den sich dafür Interessirenden auf die Lehrbücher der Mikrophotographie von Reichardt und Stürenburg¹⁾, Beneke²⁾ und Gerlach³⁾, von denen namentlich das letzte für den Anfän-

¹⁾ L. c. ²⁾ Beneke: Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. Braunschweig 1868. ³⁾ Gerlach: Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. Leipzig 1863.

ger sehr praktisch und zuverlässig ist, verweisen, neben welchen Schriften jedoch die Kenntniss eines grösseren photographischen Lehrbuches z. B. des von Vogel¹⁾, unentbehrlich ist.

Bemerken will ich noch, dass für mikrophotographische Zwecke, sobald es sich um starke Vergrösserungen handelt, nur das Verfahren mit nassen Collodiumplatten und zwar mit einem möglichst empfindlichen Collodium verwendbar ist. Trockenplatten eignen sich wegen ihrer geringen Empfindlichkeit höchstens für schwache Vergrösserungen.

Was die Wahl der Mikroskop-Objective betrifft, so gebrauchte ich zuerst Hartnack'sche Objective (No. 7 und 9 immers), war aber von den damit angefertigten Bildern wenig befriedigt. Dann schaffte ich mir die Seibert und Krafft'schen photographischen Objective 1 Zoll, $\frac{1}{4}$ Zoll, $\frac{1}{8}$ Zoll und dessen Immersionssysteme 7, 8 und 9 an und erreichte damit so gute Resultate, dass ich nur noch mit diesen Objectiven gearbeitet habe.

Die photographischen Objective und das Immersions-System 7 sind vollkommen frei von Focusdifferenzen und geben sehr feine, scharfe Bilder. Für die Untersuchung der Bacterien schien mir vorläufig eine 500—700fache Vergrösserung ausreichend zu sein, und da ich diese mit dem Immersions-System 7 bequem erreiche, so habe ich dieses System fast ausschliesslich angewandt.

Die Bestimmung dieser Vergrösserung lässt sich mit grösster Sicherheit vornehmen; sie geschah in der Weise, dass das Bild eines Objectivmikrometers auf der matten Scheibe entworfen, mit dem Zirkel genau gemessen und die Camera so weit ausgezogen wurde, bis die Vergrösserung genau 500 respective 700 betrug. Die hierdurch gefundene Entfernung der Visirscheibe vom Objectivsystem wurde dann bei der Aufnahme der Bilder eingehalten.

Bislang habe ich nur in gerader Richtung einfallendes Licht zum Photographiren benutzt. Doch möchte ich es für nothwendig halten, dass in Zukunft versucht wird, die Bacterien mit den stärksten Objectiven und unter Anwendung von mehr oder weniger schräg einfallendem Lichte zu photographiren. Vielleicht würde man damit noch weitere Aufschlüsse über den feineren Bau der Bacterien und wie die Beobachtung von Dallinger und Drysdale¹⁾ vermuthen lässt, über das Vorkommen von Geiselfäden bei den kleinsten beweglichen Bacterienformen erhalten.

¹⁾ H. Vogel: Lehrbuch der Photographie. Berlin 1874.

²⁾ On the existence of flagella in *Bacterium termo*. *Monthly Microscopical Journal*. Sept. 1875.

Monochromatisches blaues Licht, welches sich beim Photographiren der Diatomaceen so nützlich erwiesen hat, gewährte mir nur für braun gefärbte Präparate Vortheil, dagegen für ungefärbte und für mit Methylviolet gefärbte Präparate schien es mir eher nachtheilig zu wirken.

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

Denjenigen, welcher die Mikrophotographie ausüben und sich das lästige und langweilige Anfertigen der Copien nach seinen Negativen vereinfachen will, mache ich hier noch darauf aufmerksam, dass in neuerer Zeit haltbares lichtempfindliches Papier im Handel zu haben ist. Ich habe mich immer des sogenannten Lichtpauspapieres (mit Glanz) von R. Talbot¹⁾ zu meiner grössten Zufriedenheit bedient. Durch Papierpositive wird man indessen niemals alle Feinheiten des Negativs wiedergeben können, und wenn es sich um eine ganz genaue Reproduction des Negativs handelt, wird man seine Zuflucht zum Kohledruck nehmen müssen.

Nachdem ich das von mir befolgte Verfahren, die Bacterien zu präpariren und zu photographiren, geschildert habe, möchte ich noch ausdrücklich bemerken, dass ich dasselbe noch vieler Abänderung und Verbesserung fähig halte. Vielleicht giebt es noch andere Farben und bessere Conservierungsflüssigkeiten, als die von mir benutzten. Die photographische Technik, welche ich mir nur durch Studium der früher genannten Lehrbücher aneignen konnte, wird in geübterer Hand besseres leisten, als ich es vermochte. Namentlich würden sich unzweifelhaft durch richtige Auswahl der Belichtungszeit und der Verstärkungsmethoden noch kräftigere Bilder erzielen lassen. Vielleicht könnte man auch ein besonderes, für die im Bacterien-Präparat befindliche Anilinfarbe wenig empfindliches Collodium

¹⁾ Berlin N. Auguststrasse No. 68.

(gefärbtes Bromecollodium) anwenden, um noch stärkere Bilder zu erhalten.

6. *Beschreibung der Photogramme.* Aus einer grösseren Sammlung von Bacterien-Präparaten und darnach hergestellten Negativen habe ich einige Beispiele zur Veranschaulichung des Gesagten ausgewählt. Viele sehr interessante Objecte musste ich zurück lassen, zu deren Mittheilung ich vielleicht später Gelegenheit finde.

Selbstverständlich ist durchaus keine Retouche an den Negativplatten oder an den Copien vorgenommen. Letztere wurden nach den Original-Negativen durch die Lichtdruck-Anstalt der Herren Römmler und Jonas in Dresden angefertigt.

Wenn in der folgenden Beschreibung über Färbung des Präparates und Objectivsystem, mit welchem photographirt wurde, nichts bemerkt ist, dann ist das Präparat mit Methylviolet gefärbt und mit Seibert's Objectivsystem 7 photographirt worden.

Tafel XIV.

Fig. 1. Vergr. 200. Mit photographischem Objectiv $\frac{1}{8}$ Zoll und Fig. 2. Vergr. 500 mit Seibert's Immersionsobjectiv No. 7 photographirt.

Zoogloea ramigera. Itzigs. Beim ersten Anblick der Fig. 1 wird man unter dem baumförmigen Gebilde alles andere eher vermuthen, als eine Bacteriencolonie, eine Zoogloea. Bei genauerer Betrachtung erkennt man jedoch bald, dass Stamm und Zweige der beiden Bäumchen, von denen das grössere seinen Anheftungspunkt unten, das kleinere dagegen links oben hat, ganz gleichmässig aus kleinen Körnchen zusammengesetzt sind. Und bei stärkerer 500 facher Vergrösserung eines kleinen Stammes (Fig. 2) sieht man, dass derselbe aus ovalen, vielfach in Theilung, also in raschem Wachsthum begriffenen Bacterien besteht. Zuerst wurde diese eigenthümliche Zoogloea von Dr. Itzigsohn in sich zersetzenden Algenkulturen gefunden und der Gesellschaft der naturforschenden Freunde zu Berlin schriftliche Mittheilung darüber gemacht¹⁾. Nach Itzigsohn soll sie sich durch dendritische Verzweigung des ursprünglich mehr oder weniger kugligen Gallertkörpers bilden, und die zu Spirillen gewordenen ovalen Körperchen ausschwärmen lassen. Ich habe die *Zoogloea ramigera* nur einige Male vom Juni bis August 1876 ebenfalls auf faulender Algenflüssigkeit, und zwar einmal in ungeheurer Menge gefunden. Sie war untermengt mit anderen wolkenähnlich gebildeten Zoogloeamassen, deren Bacterien indessen grösser waren, als die-

1) Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin 19. November 1867. Dr. Eidam, Mykologie 1872 p. 191.

jenigen der *Zoogloea ramigera*, einen Uebergang zwischen Beiden oder ein Auswachsen der kugligen Zoogloea in baumförmig gestaltete habe ich nicht auffinden können. Im Gegentheil sieht man schon bei den kleinsten Colonien, welche aus wenigen Individuen bestehen, dass die Bakterien sich dicht an einander schliessen und zu langgestreckten Stämmchen entwickeln. Bei einer Länge, welche ungefähr der in Fig. 2 entspricht, schwillt das obere Ende an und theilt sich schliesslich in zwei oder mehrere Aeste. Ebenso wenig kann ich die von Itzigsohn behauptete Verwandlung der eiförmigen Bakterien in Spirillen bestätigen. Ich habe trotz sorgfältiger Beobachtung nichts derartiges gesehen.

An die Schilderung der *Zoogloea ramigera* anknüpfend, will ich über die Zoogloeenbildungen im Allgemeinen bemerken, dass dieselben in sehr verschiedenen aber wohl charakterisirten Formen vorkommen. Eine der merkwürdigsten und auffallendsten ist jedenfalls die *Zoogloea ramigera*. Andere Zoogloeen haben gelappte Gestalt, noch andere sind knollenförmig, einige haben reine Kugelgestalt und sind entweder gleichmässig mit Bakterien gefüllt oder sie lassen in der Mitte einen Hohlraum. Auch Präparate mit ringförmigen besitze ich. Die meisten werden von kugligen, ovalen oder lang ovalen Bakterien gebildet, doch giebt es auch solche, die aus kurzen Stäbchen und aus kleinen Spirillen zusammengesetzt sind. Die Zoogloeen enthalten immer unbewegliche und in schneller Vermehrung begriffene Bakterien, sie bilden also Ruhezustände, wie sie im Formenkreis der niedrigsten Organismen fast niemals fehlen. Die Zoogloeaform allein kann indessen zur Charakteristik einer bestimmten Bakterienart nicht genügen. Andererseits ist es aber auch sehr unwahrscheinlich, dass eine Bakterienart bald in dieser, bald in jener Gruppierung ihren Ruhezustand einnehmen wird, namentlich da, wie ich einzelnen Beobachtungen entnehme, die Entwicklung der Bakterien zur Zoogloea, gerade so wie die Bildung von Häutchen (Taf. XV, Fig. 2) oder bei manchen Bacillen das Auswachsen zu langen Gliederfäden (Taf. XVI, Fig. 2 und 3) der Entwicklung von Sporen vorhergeht. Es ist daher geboten, in Zukunft den Zoogloeen mehr Aufmerksamkeit zu schenken und womöglich festzustellen, ob ihrem Zustandekommen ein Schwärmzustand der betreffenden Bakterien vorhergeht und wie die Sporenbildung sich in ihnen gestaltet. An einer in Regenwasser entstandenen kugligen aus ovalen Bakterien bestehenden Zoogloea konnte ich im Laufe von mehreren Wochen folgenden Vorgang bemerken. Nachdem die Zoogloea eine gewisse Grösse erreicht hatte, bildeten sich in ihr Gruppen von 10 — 12 Bakterien, welche

bis dahin ganz gleichmässig im Zoogloeschleim vertheilt gewesen waren; sie rückten immer näher zusammen und erschienen schliesslich wie zusammengeballt; dann bildete sich in einigen Bacterien je ein glänzendes Körnchen, welches ganz das Aussehen von Sporen hatte. Das Häufchen schrumpfte immer mehr zusammen und wurde blass. Zuletzt bestand die Zoogloea aus Gruppen jener glänzenden Körnchen und einzelnen Resten von Bacterien. In diesem Zustande senkte sich die kleine Flocke auf den Boden des Gefässes, während an der Oberfläche immer neue Zoogloecen entstanden.

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

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

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

Aehnliche aber etwas schwächere und kürzere Geiseln habe ich bei *Vibrio Rugula* gesehen.

Fig. 5. Vergr. 500. Nach einem trocknen ungefärbten Präparate photographirt. Mehrere Bacillen mit Geiseln. In der Mitte befinden sich drei Exemplare und nach dem Rande zu zwei ebensolche, welche ein wenig unterhalb der Einstellungsebene liegen, da sie hell mit dunklen Rändern erscheinen. Diese Bacillen haben eine schwerfällige wackelnde Bewegung, sind dieker, in manchen Exemplaren auch länger als die Bacillen der Fig. 6 (beim Vergleich ist zu beachten, dass Fig. 5 500 mal und Fig. 6 700 mal vergrössert ist). Sporenbildung habe ich bei diesen Bacillen nicht gesehen; vermuthlich bilden sie lange Fäden und entwickeln dann erst Sporen. Wegen der

Grösse, der eigenthümlichen Bewegung und des Fehlens der Sporen in den beweglichen, noch kurzen Stäbchen, halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass diese Bacillen dem eigentlichen *Bacillus subtilis* angehören, der sich im Heu-Infus entwickelt. Ich habe sie an der Oberfläche von faulenden Pflanzenaufgüssen oft gefunden. Die Form der Geisel ist ebenso wie die Bewegung von derjenigen des folgenden Bacillus verschieden. Er trägt an jedem Ende eine starke mit ein bis zwei grossen Krümmungen versehene oder aufgerollte Geisel.

Fig. 6. Vergr. 700. Nach einem trocknen ungefärbten Präparat photographirt. Dieser Bacillus findet sich oft an der Oberfläche von faulenden Pflanzenaufgüssen und zwar in solcher Menge, dass er eine ziemlich dicke schleimige Haut auf denselben bildet. Er hat eine eigenthümliche zitternd rotirende Bewegung, durch welche er leicht von andern Bacillen, namentlich vom Vorhergehenden, zu unterscheiden ist. Beide Enden des Bacillus tragen eine Geisel, welche eine feine regelmässig gestaltete Wellenlinie bildet. Auf seine eigenthümliche Sporenbildung, welche die Fig. 3. Taf. XV. zeigt, komme ich bei Besprechung dieser Figur zurück. Da dieser Bacillus vom *Bacillus subtilis* sich durch die abweichende Sporenbildung und von dem von Trécul und van Tieghem¹⁾ beschriebenen *Bacillus amylobacter* sich dadurch unterscheidet, dass er nicht im Pflanzengewebe, sondern an der Oberfläche von Aufgüssen sich findet und die beim *Bacillus amylobacter* gefundene Jodreaction nicht giebt, so halte ich ihn für eine besondere Art und schlage den Namen *Bacillus tremulus* für ihn vor.

Zu den drei vorhergehenden Photogrammen, welche geiseltragende Bakterien enthalten, habe ich hier noch folgende Bemerkungen einzuschalten. Ehrenberg hat zuerst an einem, von ihm als *Bacterium triloculare* bezeichneten Bacillus eine fadenartige wirbelnde Geisel (Rüssel) an einem Ende des Stäbchens gesehen und abgebildet²⁾. Sodann hat F. Cohn³⁾ Geiselfäden an *Spirillum volutans* gefunden und in diesen Beiträgen beschrieben. Später haben Dallinger und Drysdale (l. c.), wie aus der Figur und dem benutzten Objectiv (Powell and Lealand $\frac{1}{8}$ ") zu entnehmen ist, bei ungefähr 1500facher Vergrösserung und mit einer besondern Vorrichtung für sehr schiefe Beleuchtung (*with the supplementary stage for very oblique illumination*) Geiseln an *Bacterium Termo* gesehen.

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

2) Infusionsthierchen 1838 p. 76. Tab. V. Fig. 1. 2.

3) Diese Beiträge: Bd. I. Heft 2 p. 183.

Mit welchen Schwierigkeiten dies indessen verknüpft war, mag man daraus abnehmen, dass der eine der beiden Forscher erst nach langem Suchen (*after nearly five hours of incessant endeavour a flagellum was distinctly seen at one end of two termo which were moving slowly across the field*) eine Geißel erblickte und dann erst nach weiterer mehrstündiger Arbeit beide ein *Bacterium termo* mit einer Geißel an jedem Ende sahen. Es dürfte wohl nur wenigen Mikroskopikern vergönnt sein, diese Beobachtung, deren Richtigkeit ich durchaus nicht bezweifle, nach derselben Untersuchungsmethode zu bestätigen; es gehören schon ganz besonders glücklich construirte Augen dazu, nachdem man fünf Stunden lang *Bacterium termo* beobachtet hat, dann noch ein so ungemein zartes und blasses Gebilde wie eine Geißel zu erkennen. Mir wenigstens würde das unmöglich sein. Eine dritte Angabe über Geißelfäden der Bacterien ist von Dr. Warming¹⁾ gemacht. Er fand sie bei röthlichen Vibrionen und Spirillen, welche an der dänischen Küste vorkommen. Diese Schriften von Warming und von Dallinger und Drysdale habe ich indessen erst kennen gelernt, nachdem ich die Geißelfäden schon bei mehreren Bacterien gesehen hatte. Meine Aufmerksamkeit wurde dadurch auf die Geißelfäden gelenkt, dass ich bei Exemplaren von *Spirillum Undula*, welche am Rande eines Tropfens lagen und in der flachen Flüssigkeitsschicht sich nicht fortbewegen konnten, eine wirbelnde Bewegung der Flüssigkeit an den Enden wahrnehmen konnte. Aber trotz aller Anstrengung gelang es mir nicht, die als Ursache dieses Wirbels vermuthete Geißel zu erkennen. Sobald indessen die Flüssigkeit verdunstete und das *Spirillum* eintrocknete, waren mit einem Male die Geißeln sehr deutlich zu sehen. Durch diese Beobachtung geleitet gelang es mir dann noch weiter an *Vibrio Rugula*, wie schon früher erwähnt wurde, und an Bacillen Geißelfäden aufzufinden. Diese eben genannten, sowie eine Art sehr kleiner Spirillen, besitzen an jedem Ende eine Geißel. Dagegen fand ich bei einer kleinen, sehr wenig gekrümmten Bacterie von kurzer gedrungener Gestalt nur eine Geißel, welche sehr fein ist und einem langgestreckten S gleicht. Mit äusserst zarten Geißeln, welche erst durch die später zu erwähnende Behandlung mit *Extr. campechian.* zum Vorschein kamen und photographirt werden konnten, war eine Bacterie versehen, welche ihrer Grösse und Bewegung nach für *Bacter. lineola* gehalten werden muss. Merkwürdigerweise trägt diese Art die beiden Geißeln an dem einen Ende dicht neben einanderstehend.

¹⁾ Dr. Eug. Warming. *Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bakterier.* Kjöbenhavn 1876.

Bei diesen Untersuchungen war es jedoch sehr störend, dass die Geiseln nur an solchen Bacterien sichtbar wurden, welche dicht am Rande des Tropfens oder noch besser ausserhalb desselben eingetrocknet waren. Nach dem Innern des Tropfens zu waren sie durch die mit eintrocknenden, gelösten Bestandtheile der Flüssigkeit zu stark verdeckt. Um dem abzuhelpen und zugleich den Beweis zu führen, dass die Geiselfäden an den eingetrockneten Bacterien nicht etwa ein zufälliges seltnes Vorkommen oder gar ein Kunstproduct seien, habe ich versucht, dieselben mit Farbstoffen zu imprägniren und dadurch leichter wahrnehmbar zu machen. Dass für diesen Zweck mit Anilinfarben nichts zu erreichen war, konnte ich schon daraus abnehmen, dass ich in keinem der vielen mit Anilin gefärbten Bacterienpräparate bis dahin Geiseln gefunden hatte. Indessen versuchte ich nochmals alle mir zugänglichen Anilinfarben und überzeugte mich von der eigenthümlichen Thatsache, dass so schnell und so reichlich der Körper der Bacterien die verschiedensten Anilinfarben aufnimmt, doch die Geiseln von keiner einzigen derselben auch nur im geringsten gefärbt werden. Dann wandte ich Carmin, Hämatoxylin — Alaunlösung, Tannin und noch verschiedene andere Farbstoffe an mit demselben negativen Erfolg. Nur mit Pikrinsäure gelang es, die Geiseln etwas deutlicher zu machen. Zuletzt versuchte ich verschiedene Pflanzenextracte und fand, dass sich das *Extractum campech.* in einer concentrirten, wässrigen Lösung, der, um Schimmelbildung zu verhüten, ein wenig Campher zugesetzt war, ganz vortrefflich zur Färbung der Geiseln eignet. Durch vorsichtigen Zusatz dieser Lösung zu bacillen- und spirillenhaltiger Flüssigkeit gelingt es sehr leicht, die Geiseln sichtbar zu machen. Noch deutlicher und schöner sind sie zu sehen, wenn man die Lösung einige Zeit auf die am Deckglas eingetrocknete Bacterienschiicht wirken lässt, entfernt und das Präparat wieder trocknet. Ich habe auf diese Art Präparate erhalten, in denen unter Schwärmen von Bacillen fast jeder einzelne Bacillus sehr schöne, braun gefärbte Geiselfäden erkennen lässt. Derartige Präparate lassen sich in den gewöhnlichen Einschlussflüssigkeiten, namentlich Glycerin, nicht auf die Dauer bewahren, da der Farbstoff sehr bald ausgezogen wird. Doch kann man sich dadurch helfen, dass man das Deckglas nach der Behandlung mit *Extr. campech.*, in eine schwache Chromsäurelösung oder in die Müller'sche Flüssigkeit bringt, es bildet sich dann eine braunschwarz gefärbte unlösliche Verbindung des *Extr. campech.* mit Chrom (bekanntlich werden viele Sorten Schreibfarbe mittelst Blauholzabkochungen und Chromsalzen her-

gestellt). Hierauf kann man das Präparat in Glycerin oder nach nochmaligem Eintrocknen in Canadabalsam legen. Ein solches Canadabalsam-Präparat besitze ich von *Bacillus tremulus*, in dem an vielen Exemplaren zugleich Sporen und Geiseln zu sehen sind.

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

F. Cohn sprach sich schon früher¹⁾ über die Verwandtschaftsbeziehungen der Bakterien dahin aus, dass die Kugel- und Stäbchenbakterien leicht mit kugligen oder elliptischen Monaden zu verwechseln seien und dass, wenn die von ihm bei *Spirillum volutans* entdeckten Geiseln auch bei den eigentlichen Bakterien gefunden würden, wie Ehrenberg vermuthet habe, dann die mundlosen Arten der bisherigen Gattung *Monas* unmittelbar mit den geiselführenden Bakterien vereinigt werden müssten. Dieser Fall ist jetzt eingetreten und es würde also nothwendig sein, die Gattung *Monas* zu trennen und theilweise den Infusorien, also dem Thierreiche, theilweise den Bakterien, also dem Pflanzenreiche, zuzutheilen. Die Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich, welche in ihren untersten Regionen undeutlich und verwischt erscheint, würde sich dadurch weit schärfer ziehen lassen.

Fig. 7. Vergr. 500. *Spirochaete plicatilis*. Häufig in Rinnsteinen, im Stadtgraben von Wollstein, im Schiamm am Rande des Wollsteiner Sees, während des ganzen Sommers gefunden. Die eigenthümlichen, ausserordentlich schnellen Bewegungen und die zweifache Wellenlinie, welche sie bildet, unterscheiden diese Spirochaete sehr leicht von andern. Die primären Windungen sind bei allen Exemplaren gleich gross, die secundären dagegen sind oft, namentlich bei längeren Individuen, von ungleicher Grösse. Ausser der *Spirochaete plicatilis* enthält dieses Photogramm noch mehrere Exemplare von *Vibrio Rugula*, welche in ziemlich regelmässigen Abständen mit dunklen Körnchen versehen sind, ferner noch eine andere kurze dicke Spirochaete (oberhalb und links von der *Spiroch. plicat.*), welche in der ersten Hälfte des Sommers häufig im Schlamme des

¹⁾ Diese Beiträge Bd. I. Heft 2 p. 185.

Wollsteiner Sees vorkommt; die Bewegungen dieser letzteren Spirochaete sind langsam.

Fig. 8. Vergr. 500. Spirochaete des Zahnschleims¹⁾. In trockenem, ungefärbtem Zustande photographirt. Mit essigsauerm Kali eingelegte Präparate wurden ebenfalls photographirt; sie fallen blasser aus, während die Länge und Dicke der Spirochaeten dieselbe wie in Fig. 8 ist. Diese Spirochaete scheint mir ein ebenso regelmässiger Bewohner der menschlichen Mundhöhle zu sein, wie *Lep-tothrix*; ich habe vielfach den Inhalt von kariösen Zähnen und den Schleim, welcher sich an der Basis der Backzähne und zwischen denselben findet, untersucht und diese Spirochaeten ohne Ausnahme in grossen Mengen gefunden. Sie hat grosse Aehnlichkeit mit der Spirochaete des Rückfalltyphus, ist jedoch kürzer und etwas dünner; einige Exemplare erreichen wohl die Dicke, aber nie die Länge der Typhus-Spirochaeten.

Von Manassëin²⁾ wurden in dem Inhalte einer nach der Mundhöhle zu offenen Balggeschwulst mehrere Monate lang Spirochaeten gefunden, für identisch mit den Recurrensspirochaeten erklärt und aus dieser Beobachtung irrige Rückschlüsse über die Bedeutung der Spirochaeten für den Recurrenstyphus gemacht. Dass es sich in diesem Falle jedoch nicht um Recurrensspirochaeten, sondern höchst wahrscheinlich um Zahnschleimspirochaeten handelte, bedarf wohl mit Rücksicht auf den Fundort der Spirochaeten keiner weiteren Begründung. (Bei der Vergleichung der Figuren 7 und 8 auf Tafel XIV mit Fig. 7 und 8 auf Tafel XVI, welche die Typhusspirochaeten enthalten, ist zu berücksichtigen, dass letztere 700fach und die Spirochaeten der Tafel XIV nur 500fach vergrössert sind.)

Die Spirochaete des Zahnschleims würde sich, da sie jederzeit und sehr leicht zu beobachten ist, vielleicht dazu eignen, die Entwicklungsgeschichte dieser eigenthümlichen Gebilde zu studiren, was für die Aetiologie des Rückfalltyphus vom grössten Werth sein könnte. Auffallend ist es, dass die Zahnschleimspirochaeten nicht bloss eine sehr verschiedene Länge, sondern auch verschiedene Dicke besitzen, manche sind ungemein dünn und klein. Vielleicht sind dies verschiedene Entwicklungsstadien.

Tafel XV.

Fig. 1. Vergr. 500. Sehr wenig mit Methylviolet gefärbt, um die Sporenbildung nicht zu verdecken. Kurze keulenförmige

¹⁾ Cohn, Beiträge I. 2. p. 180.

²⁾ Heydenreich: Ueber den Parasiten des Rückfalltyphus p. 40.

Bacillen ohne Bewegung. Gefunden im Jahre 1877 im Saft einer faulen Zwiebel, welche in einem Sumpf gelegen hatte. Die keulenförmige Gestalt ist durch Bildung einer Spore am einen Ende des Bacillus bedingt. Einige Bacillen sind noch vollkommen cylindrisch, in anderen zeigen sich die ersten Andeutungen der Spore, welche immer grösser und dunkler wird. Schliesslich wird der Bacillenfaden blass, schwindet fast ganz und bildet nur ein Anhängsel der Spore.

In der Gruppe befindet sich noch ein kleiner cylindrischer Bacillus mit vier Sporen in gleichen Abständen. Einem bedeutend grösseren, aber durch Sporenbildung ebenfalls keulenförmig gestalteten Bacillus begegnen wir in Fig. 2. Ausserdem besitze ich noch Präparate mit ähnlichen keulenförmigen Bacillen, welche sich durch die Dicke oder Länge des Bacillenfadens, sowie die Grösse der Spore von diesen beiden hier mitgetheilten Formen wesentlich unterscheiden. Mehrere derselben zeichnen sich dadurch aus, dass sie 2—6 gliedrige Ketten bilden, in denen die Sporen oder die sterilen Enden zweier benachbarter Glieder zusammenstossen, also in dieser Weise: — . . — — . . — — . sehr häufig sieht man diese Form: . — — ., welche auch in Fig. 2 auftritt. Alle diese Bacillenformen scheinen keine selbständige Bewegung zu besitzen; Geiselfäden habe ich an ihnen nicht wahrgenommen. Vorzugsweise finden sie sich in Früchten, Wurzeln, im saftigen Stengel von Wasserpflanzen, welche im Wasser faulen. Unzweifelhaft gehört die von van Tieghem *Bacillus amylobacter* genannte Art¹⁾ in diese Gruppe von Bacillen. Ob dieselbe aber mit der hier abgebildeten identisch ist, vermag ich nicht zu sagen, da van Tieghem die Grössenverhältnisse seines *Bacillus* nicht angegeben hat und ich noch nicht Gelegenheit hatte, die Einwirkung, welche Jod auf dieselben hat, zu prüfen. Nach van Tieghem sollen diese Bacillusarten nur Cellulose-Fäulniss veranlassen; ich habe sie mehrfach im Körper tochter Wasserinsekten, denselben ganz ausfüllend, einigemal auch in faulendem Blute²⁾ gefunden, was wohl darauf schliessen lässt, dass sie sich unter Umständen auch an der Zersetzung eiweisshaltiger Substanzen betheiligen. Erwähnen will ich noch, dass ich neben den keulenförmigen Bacillen auch eine andere, wie mir scheint, hierher gehörige Form gefunden habe, deren Individuen etwas kürzer, als diejenigen der Fig. 4, lanzettförmig gestaltet und mit einer dem einen Ende näher gelegenen Spore versehen sind, welche indessen oval geformt ist und den Bacillenkörper nicht keulenförmig oder bauchig auftreibt.

1) l. c. 2) Vergl. auch die Abbildungen in der Schrift von Salomonson l. c. Taf. III. Fig. 1. 3. 4. 7 etc.

Fig. 2. Vergr. 500. Ungefärbt. Lange keulenförmige Bacillen mit Sporen. An der Oberfläche von Kartoffeln, welche in Wasser aus dem Wollsteiner Stadtgraben faulten, gefunden.

Fig. 3. Vergr. 500. Der schon bei Taf. XIV. Fig. 6 erwähnte *Bacillus tremulus* mit Sporen.

Dieser *Bacillus* gehört, was die Sporenbildung betrifft, einer anderen Gruppe, als die vorhin erwähnten keulenförmigen, mit endständigen Sporen versehenen Bacillen an. Die hier photographirten Exemplare haben allerdings sämmtlich nur eine Spore zur Entwicklung gebracht, doch ist das nicht die Regel. Bei üppigem Wachsthum sieht man oft ganz ähnlich, wie bei Fig. 4, den *Bacillus tremulus* mit 2 auch 3 vollständig entwickelten und einigen verkümmerten Sporen. Die ausgebildeten Sporen liegen dann bald mehr dem Ende, bald mehr der Mitte zu, sind also durchaus nicht regelmässig endständig. Das eigenthümliche bei der Sporenbildung der Bacillengruppe, welcher der *Bacillus tremulus* angehört, ist indessen, dass die Spore dicker wird, als der Bacillenkörper; dabei aber letzteren nicht keulen- oder spindelförmig auftreibt, sondern blasenartig aus dem Bacillus hervorquillt. Deswegen erscheint die ausgewachsene Spore gewöhnlich seitenständig. Auch diese Gruppe umfasst ausser diesen und der folgenden noch andere Formen. Eigenthümlich ist es, dass manche, so auch die in Fig. 4 gegebenen Bacillen nur zur Sporenbildung kommen, nachdem sie Häutchen an der Oberfläche von destillirtem oder Regenwasser, überhaupt von Flüssigkeiten, welche keinem eigentlichen Fäulnisprozess unterworfen sind, gebildet haben. Ob diesem Ruhezustande ein bewegter vorhergeht, habe ich bis jetzt nicht feststellen können. Der *Bacillus tremulus* dagegen findet sich nur in faulenden Flüssigkeiten und bis jetzt habe ich ihn niemals in einem Ruhezustande gesehen. Dass er mit Geiselfäden versehen ist, wurde schon früher besprochen.

Fig. 4. Vergr. 500. Bacillen mit mehreren seitlichen Sporen. Diese Art fand sich an der Oberfläche von Regenwasser nach mehrtägigem Stehen zugleich mit weit ausgedehnten Häutchen, die von einer dem *Bact. termo* ähnlichen und ebenfalls sporenhaltigen Bacterie gebildet waren. Die Sporen dieser letzteren Art sind auch dicker als der Bakterienkörper und treten kugelförmig aus diesem hervor; doch habe ich noch eine andere kleinere Form von *Bact. termo* öfter gesehen, welche sich lebhaft bewegte und mit Sporen versehen war, die den Durchmesser des Bakterienkörpers nicht überschritten; ich möchte daher annehmen, dass das, was bis jetzt gewöhnlich unter dem Namen *Bact. termo* begriffen wird, mehrere durch Sporen-

bildung und Grösse verschiedene Arten umfasst, welche gelegentlich unterschieden werden müssen.

Fig. 5. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glycerin eingelegt. Schafblut, welches vier Tage lang bei einer Temperatur von $8-10^{\circ}$ C. in einem offenen Gefäss gestanden hatte. Links oben befindet sich eine Gruppe mittelgrosser Micrococceen, nach unten von diesen eine etwas kleinere Form und an der rechten Seite der grossen Gruppe eine dunkel gefärbte kleinste Form, an welche sich noch weiter nach rechts wieder eine Gruppe der kleineren Form anschliesst. In demselben Präparat war eine noch grössere Micrococceenform vertreten, die grösste, welche ich bis jetzt überhaupt gefunden habe; sie bildete ebenfalls Gruppen und die einzelnen Individuen derselben, welche fast den dritten Theil vom Durchmesser eines Blutkörperchens erreichten, befanden sich meistens in der Theilung, also in lebhaftem Wachsthum. Leider ist das Negativ, welches eine Gruppe dieser grössten Micrococceen neben anderen kleineren Formen enthielt und ebenfalls veröffentlicht werden sollte, beim Copiren für den Lichtdruck zerbrochen. Wir haben also in demselben faulenden Blut grösste, mittelgrosse, kleinere und kleinste Micrococceen zu unterscheiden und zwar bildet jede Form für sich eine ziemlich genau begrenzte Gruppe, an deren Rand, wie es bei dem Präparationsverfahren nicht anders möglich ist, sich einzelne oder mehrere Micrococceen einer anderen Form anlegen; doch sind auch in diesem Falle die nicht zur Gruppe gehörigen Micrococceen leicht zu erkennen. Unzweifelhafte Uebergangsformen zwischen diesen verschiedenen Gruppen sind nicht vorhanden.

Fig. 6. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glycerin eingelegt. Dasselbe Blut, welches das Präparat zu Fig. 5 geliefert hatte, enthielt nach vierwöchentlichem Stehen bei derselben Temperatur die in Fig. 6 wiedergegebenen Formen von Bacterien. Die Blutkörperchen, welche in Fig. 5 noch gut erhalten scheinen, sind in Fig. 6 verschwunden und statt der in Gruppen gelagerten Micrococceen erscheinen hier reihenförmig angeordnete, daneben einzelne sehr kleine Micrococceen und längliche zu *Bact. termo* gehörige Formen, die auch schon in Fig. 5 zu bemerken sind.

Fig. 7. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glycerin eingelegt. Kettenförmig angeordnete Micrococceen, welche sich constant und oft in grosser Menge im Zungenbelag finden. Zwischen je zwei oder vier Micrococceen ist immer ein deutlicher Zwischenraum. Die beiden grossen ovalen Körper sind Kerne vom Plattenepithel der Mundhöhle. An dem einen Ende der Kette befindet sich ein Hau-

fen kleinster Micrococceen, welche in dichten Zoogloeamassen den eigentlichen Zahnschleim bilden. Gewöhnlich umschliessen diese letzteren, wie es auch hier der Fall ist, kleine Gruppen von einem etwas grösseren Micrococcus, der sich durch eine nie fehlende, jedesmal ein bis vier Individuen umschliessende breite glasartige Schleimhülle auszeichnet (in Billroth's Werk über *Coccobacteria septica* auf Taf. III. Fig. 22 abgebildet).

Fig. 8. Vergr. 500. Reihenförmig geordnete Micrococceen, eine feine Haut auf Wasser bildend, welches in Schleim eingebettete *Gomphonema*arten enthielt und mehrere Tage der Fäulniss überlassen blieb. Nur im Frühjahr 1877 einigemal gefunden. In der Flüssigkeit selbst fanden sich lange Ketten desselben Micrococcus aber keine Zoogloeabildung.

In den Figuren 5 bis 8 sind nur einige Micrococceenformen wiedergegeben; ihre Zahl ist damit noch nicht erschöpft und ich hätte, wenn es der Raum gestattete, wohl dreimal so viel Photogramme von verschiedenen Micrococceenformen veröffentlichen können. Bei der Auswahl, welche ich hier getroffen habe, kam es mir nur darauf an, zu zeigen, dass auch die Kugelbakterien sich recht gut in Formen trennen lassen, welche allerdings vorläufig nur durch die Grösse und charakteristische Gruppierung (auch die *Zoogloea ramigera* muss hierher gerechnet werden) unterschieden werden müssen — sowie dass, sobald diese Gruppen nicht gestört und, wie es gewöhnlich bei der Untersuchung von Bakterienflüssigkeiten geschieht, nicht Alles durcheinander gerührt wird, auch keine Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Micrococceen vorkommen. In Betreff des letzten Punktes, welcher noch so vielfach Widerspruch findet, will ich noch anführen, dass man sich von der Richtigkeit desselben am leichtesten durch Culturen in kleinen Glaszellen überzeugen kann. In einem eingeschlossenen Tropfen fäulnissfähiger Flüssigkeit, z. B. Blut, Fleischwasser, entwickeln sich gewöhnlich nur eine oder wenige Bakterienformen, die immer colonieweise jede für sich von einem Entwicklungscentrum aus wuchern, sich schliesslich berühren oder verdrängen, auch durch einander mengen, wenn sie beweglich sind, aber niemals Uebergangsformen bilden. Alle diese Vorgänge lassen sich in dem Tropfen, weil die Flüssigkeit fortwährend, ohne sie zu bewegen, beobachtet werden kann, bequem verfolgen. Bei einer sehr grossen Reihe von in dieser Weise angestellten Untersuchungen, ebenso auch in frei faulenden Flüssigkeiten, welche mit möglichster Vorsicht in sehr dünner Lage auf das Deckglas gebracht, und um die Bakterien in ihrer natürlichen Anordnung zu lassen, eingetrocknet

und dann erst weiter untersucht wurde, habe ich niemals Uebergangsformen finden können, welche zu der Vermuthung geführt hätten, dass wie man heutzutage noch vielfach annimmt, die Bacterien sämmtlich in den Entwicklungskreis einer oder weniger Formen gehören.

Tafel XVI.

Fig. 1. Vergr. 700. *Bacillus Anthracis*. Dieses Photogramm zeigt die Milzbrandbacillen in ganz frischem lebenden Zustande. Milzsubstanz einer unmittelbar vorher an Impf-Milzbrand gestorbenen Maus wurde möglichst schnell unter einem Deckgläschen mit Oel in einen hohlen Objectträger eingeschlossen, um die Verdunstung zu verhüten und sofort photographirt.

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

Fig. 2. Vergr. 700. Dasselbe Präparat, welches die Fig. 1 zeigt, nachdem es 24 Stunden bei 18—20° C. gehalten war. Die Milzbrandbacillen sind schon bedeutend gewachsen, haben die Blutkörperchen zurückgedrängt und bilden eine dichte verfilzte Masse. Auch diese Bacillen sind ohne jede Präparation nach dem Leben photographirt.

Fig. 3 und 4. Vergr. 700. Milzbrandbacillen, welche in *humor aqueus*¹⁾ zu langen Fäden ausgewachsen sind und Sporen gebildet haben. Um die Fäden zum Photographiren in eine Ebene zu bringen, wurde die Flüssigkeit eingetrocknet, aber die getrocknete Substanz unmittelbar nachher wieder in *Kali acet.* aufgeweicht und ohne gefärbt zu sein, photographirt. In Fig. 3 erscheinen die Fäden noch deutlich; Fig. 4 zeigt ein weiteres Stadium, in dem die Fäden zerfallen und verschwinden, so dass die Sporen allein, aber noch in Reihen geordnet, zurück bleiben.

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

¹⁾ Vgl. diese Beiträge Bd. II. Heft II. p. 286.

Die Präparate, nach denen die Photogramme der Milzbrandbacillen angefertigt wurden, stammen von Thieren her, die mit mehr als fünf Jahre altem, getrockneten, Sporen enthaltenden Milzbrandblut erfolgreich geimpft sind. Ich erwähne dies ausdrücklich, da es Feser¹⁾ bei Wiederholung meiner Versuche über Impfungen mit Sporen des *Bacillus Anthracis* nicht gelungen ist, diese länger als einige Monate wirksam, also lebensfähig zu erhalten, und er daraus schliesst, dass „die Milzbrandsporen die von mir behauptete Lebenszähigkeit nicht besitzen.“ Aber ich habe nicht allein zu meinen früheren Versuchen meistens sporenhaltige Substanzen, welche schon Jahre alt waren, gebraucht, sondern noch in der allerletzten Zeit vielfache Impfungen (einige noch vor wenigen Wochen im pflanzenphysiologischen Institut zu Breslau) mit sporenhaltigem Milzbrandblut gemacht, welches vor ein oder zwei Jahren und selbst vor fünf Jahren getrocknet war und zum Zwecke der Impfung in destillirtem Wasser oder Glycerin aufgeweicht wurde. Alle diese Impfungen sind ausnahmslos erfolgreich gewesen.

Die jahrelange Haltbarkeit der Milzbrandsporen ist also eine ganz feststehende Thatsache, welche dadurch, dass ein anderer Beobachter ein negatives Resultat bei seinen Versuchen erhält, nicht umgestossen werden kann. Für die Praxis würde es sehr wichtig sein zu untersuchen, unter welchen Bedingungen die Milzbrandsporen so schnell unwirksam werden, wie bei den Feser'schen Versuchen der Fall war, es müssten sich daraus am einfachsten die Massregeln ergeben, welche man zur Ausrottung des endemischen Milzbrandes, welcher nur durch die Bildung der lange haltbaren Milzbrandsporen bestehen kann, zu ergreifen hat. Vielleicht geben die Feser'schen Versuche hierfür einen Anhalt. Von diesen Versuchen müssen als nicht ganz zweifelsfrei diejenigen ausgeschlossen werden, bei denen direkt von den frischen Cadavern entnommene Gewebstheile zur Sporenbildung angesetzt wurden, ohne sie vor dem Eindringen anderer Bacterien zu schützen, da Feser selbst sagt (p. 394), dass die in diesen Substanzen später gefundenen Sporen möglicherweise von andern ähnlichen in faulendem Blut und dergleichen vorkommenden Bacillen herrühren konnten. Es bleiben also nur die Versuche mit in geschlossenen Zellen gezüchteten reinen Milzbrandsporen übrig. Wie nun aus den betreffenden Protokollen (S. 393 und 394) zu ersehen ist, hat Feser die sporenhalt-

¹⁾ Archiv für wissenschaftliche und praktische Thierheilkunde 1877. Heft 5 und 6.

tige Flüssigkeit auf Schreibpapier eingetrocknet, und gerade hierin scheint mir der Grund für das Misslingen der später mit diesem Material angestellten Impfversuche zu liegen, denn es ist bekannt, dass Schreibpapier meistens einen nicht unbedeutenden Gehalt an Blei, Kupfer oder Arsen hat, der aus den Farbstoffen der zur Fabrikation dienenden Lumpen stammt, oder auch, um dem Papier einen gewissen Farbenton zu geben, absichtlich zugesetzt wird. Da es aber bis jetzt noch nicht erwiesen und auch ganz unwahrscheinlich ist, dass die Milzbrandsporen durch Salze der genannten Metalle nicht getödtet werden, so ist die von Feser befolgte Methode durchaus nicht so fehlerfrei, wie er annimmt.

Fig. 5. Vergr. 700. Von derselben Milzsubstanz, welche zur Herstellung der vorhergehenden Photogramme gedient hatte, wurde eine dünne Schicht auf einem Deckgläschen eingetrocknet, mit Anilinbraun gefärbt und in Glycerin eingelegt. Durch dieses Verfahren wurden die Blutkörperchen ihres Farbstoffes beraubt, dagegen die Bacillen, sowie die Kerne der weissen Blutkörperchen braun gefärbt. Auf der Photographie erscheinen daher jetzt, im Gegensatz zur Photographie der frischen unpräparirten Milzsubstanz, die Blutkörperchen kaum angedeutet als blasse Kreise, die Kerne der weissen Blutkörperchen ziemlich dunkel und die Bacillen, weil sie am meisten braun gefärbt sind, ungemein kräftig und dunkel. Zugleich fällt aber auch auf, dass die Bacillen zwar nicht in Länge und Breite verändert sind, aber doch deutlich gegliedert und an dem Ende nicht abgerundet, sondern abgestutzt erscheinen. Ausserdem ist die Gliederung insofern eigenthümlich, dass die Glieder nicht durch eine einfache Querlinie geschieden sind, sondern dass die helle Trennungslinie in der Mitte eine kleine Anschwellung besitzt und dass die Verbindungsstelle zwischen zwei Gliedern eine schwache knotenförmige Verdickung zeigt. Beim ersten Anblick macht deswegen der Bacillus den Eindruck, als ob er in regelmässigen Abständen mit hellen Punkten besetzt wäre. Dieses aussergewöhnliche Verhalten beim Eintrocknen findet sich bei keinem von allen andern Bacillen, die ich bis jetzt untersucht habe, wieder. Höchstens wird die Gliederung durch das Trocknen und Färben der Bacillen und ihrer Ketten ein wenig prägnanter. Aber dieses abgestutzte und punktirte Aussehen, wie es der getrocknete und gefärbte Milzbrandbacillus annimmt, ist für diesen so charakteristisch, dass man dasselbe zur Diagnose des Milzbrands mit vollkommener Sicherheit benutzen kann. Und in der That habe ich vor einigen Monaten bei einem Menschen, welcher zwei Tage vorher an Milzbrand in Form einer diffusen An-

schwellung an der linken Halsseite erkrankt war, durch das Auffinden einiger Bacillen, welche dieses charakteristische Kennzeichen hatten, die richtige Diagnose stellen können, welche letztere durch erfolgreiche Ueberimpfung der Anthraxsubstanz auf Thiere bestätigt wurde. Die getrockneten Milzbrandbacillen habe ich auch mit Blauholzextraktlösung gefärbt und genau untersucht, aber nicht die geringste Andeutung von Geiseln finden können. Ich erwähne das nur, weil damit auch ein morphologischer Unterschied zwischen dem *Bacillus Anthracis* und dem *Bacillus subtilis*, welcher ersterem in Grösse, Wachsthum und Sporenbildung ungemein ähnlich ist, aber Geiseln besitzt, gegeben wird. Für die Milzbrand-Aetiologie würde hierdurch der Einwand, welchen man so oft gemacht hat, dass unmöglich derselbe Organismus das eine Mal als *Bacillus subtilis* Buttersäuregährung und das andere Mal als *Bacillus Anthracis* tödtliche Krankheit erzeugen könne, beseitigt werden; denn *B. subtilis* und *B. Anthracis* sind nicht nur in ihrer physiologischen Wirkung, sondern auch in ihrer Gestalt und in ihren ganzen Lebensbedingungen vollkommen von einander abweichende Organismen.

Fig. 6. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt. Blut aus der *Art. basilaris* einer nach zwei Tagen (im Juni) secirten Erstickungsleiche. Im Pericardialserum derselben Leiche fanden sich dieselben Bacillen, theilweise zu drei bis vier Mal längeren Fäden ausgewachsen und mit Sporen versehen. Wahrscheinlich gehören diese Bacillen derselben Form an, welche Billroth in seinem Werke über *Coccobacteria septica* auf Taf. IV. Fig. 34 abgebildet und *Streptobacteria gigas* genannt hat. Nach meiner Erfahrung sind dies gewöhnlich die ersten Bakterien, welche im Blute von Leichen auftreten, daneben finden sich oft noch andere kleinere und dünnere Bacillenformen, von denen auch in Fig. 6 eine kleine Gruppe zu sehen ist. Erst später kommen im Leichenblute Micrococcen, *Bacterium termo* und ähnliche Arten zum Vorschein. Ob, wie von Manchen angenommen wird, die Keime jener ersten Bacillen schon im lebenden Blute enthalten waren, aber erst im Leichenblute die Bedingungen für ihre Entwicklung finden, muss ich dahin gestellt sein lassen. Wahrscheinlicher ist es mir jedoch, dass sie erst nach dem Tode aus dem Verdauungskanal in das Pericardialserum und in das Blut einwandern, da man sie zuerst und in grösster Zahl immer in der Nähe der Verdauungsorgane findet. Im frischen Zustande sind sie nur etwas deutlicher gegliedert als die Milzbrandbacillen, sonst sind sie diesen in Länge und Breite so ähnlich, dass man sie nur

bei sorgfältiger Untersuchung unterscheiden kann; und manche Behauptung über Blut, welches Milzbrandbacillen enthielt und sich beim Impfen erfolglos erwies, und ähnliche Irrthümer sind zweifellos durch Verwechslung des *Bacillus Anthracis* mit diesen Bacillen entstanden. Der Unterschied zwischen beiden tritt weit deutlicher durch Eintrocknen und Färben hervor, und um dies recht augenfällig zu machen, habe ich die beiden Photogramme neben einander gestellt. Beide sind genau in derselben Weise präparirt und gefärbt; aber sofort fallen bei den Milzbrandbacillen die eckigen fest aneinander schliessenden, an den Enden noch verdickten Glieder des Stäbchens auf im Gegensatz zu den lose verbundenen abgerundeten Gliedern des Bacillus im faulenden Blute.

Diese beiden letzten Photogramme veranlassen mich, noch auf einen Punkt, welcher von Naegeli in seinem neusten Werke¹⁾ berührt wurde, einzugehen. Naegeli nimmt nämlich an, dass alle dickeren Stäbchen und Fäden (oft selbst die dünneren) bei Behandlung mit verschiedenen Reagentien (namentlich mit Jodtinctur, auch beim Austrocknen) bald torulos (wodurch die Gliederung nur angedeutet wird), bald deutlich kurzgliederig erscheinen, und er giebt in Fig. 2 (pag. 4) eine schematische Zeichnung, wie diese Gliederung an Bacillen und Spirillen beschaffen sei. Gerade auf diesen Umstand habe ich mein besonderes Augenmerk vom Anfang meiner Untersuchungen an gerichtet, da schon früher von anderen Seiten über das Zerfallen von Bacillen in Micrococcen und umgekehrt über das Entstehen von Stäbchen aus Micrococcen berichtet ist und je nachdem diese Angaben sich bestätigten oder als Irrthümer herausstellten, unsere gesammten Anschauungen über die Bakterien sich grundverschieden gestalten müssen. Es ist also gewissermassen eine Principienfrage, deren Entscheidung man anstreben muss, wenn eine Verständigung unter den Bakterienforschern erreicht werden soll und zu deren Lösung ein Jeder nach seinen Kräften beizutragen hat. Meine Erfahrung nun, welche sich auf tausende von getrockneten Präparaten stützt, von denen viele mit Jodtinctur und auch mit andern Reagentien behandelt wurden, widerspricht den Naegeli'schen Beobachtungen. Das habe ich auch gefunden, dass Gliederungen von Fäden durch Eintrocknen deutlicher werden, was ja namentlich aus den beiden letzten Photogrammen hervorgeht; ferner dass Jodtinktur in manchen Bacillen, Spirillen und Vibrionen den feinkörnigen Inhalt stärker hervortreten lässt. Aber so kurz gegliederte Bacillen und

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

Spirillen wie sie Naegeli abbildet, habe ich niemals, weder nach Eintrocknen noch nach Behandlung mit Jodtinktur gesehen. Die Figuren 4, 5, 6 und 8 der ersten Tafel stellen sämtlich im getrockneten Zustande befindliche Baeterien dar, alle übrigen Bacillen (mit Ausnahme von Fig. 1 und 2) und Spirochaeten sind vor dem Färben getrocknet gewesen; aber an keinem dieser Baeterien wird man eine torulose oder kurzgliedrige Beschaffenheit erkennen. Ein Irrthum meinerseits kann hier unmöglich vorliegen, denn es würde wenigstens an den eingetrockneten Baeterien, welche so stark vergrößert und so scharf eingestellt photographirt wurden, dass ihre Geiseln zum Vorschein kamen, eine etwa vorhandene Gliederung nicht verborgen geblieben sein. Den Einwand aber, den ich auch schon früher gehört habe, dass man nämlich nach Belieben eine Baeterie auf der Photographie gegliedert oder ungegliedert erscheinen lassen könne, kann nur derjenige im Ernste machen, der nicht die geringste Kenntniss von Microphotographie besitzt.

Fig. 7 und 8. Vergr. 700. Mit Anilinbraun gefärbt, in Glycerin eingelegt. *Spirochaete Obermeieri*. Vom Methylviolet werden die Recurrens-Spirochaeten sehr intensiv gefärbt und eignen sich vorzüglich zum Einlegen in Canadabalsam. Auch Anilinbraun nehmen sie gut an und geben damit gefärbt ziemlich kräftige Bilder. Wie schon früher angegeben wurde, verdanke ich das Material zu diesen Photogrammen Herrn Dr. Albrecht in Petersburg, welcher die Güte hatte, mir eine Anzahl Deckgläschen mit eingetrocknetem Blut von Recurrenskranken zu senden. Ich war dadurch in den Stand gesetzt, eine grössere Anzahl von Photogrammen anzufertigen, von denen ich des knappen Raumes wegen nur diese beiden mittheilen konnte. Das dazu benutzte Präparat stammt von einem 22jährigen Manne, 28 Stunden nach Beginn des zweiten Anfalles. Da die Spirochaeten nicht so regelmässige Windungen, wie in den bekannten Abbildungen und in manchen Präparaten resp. Photogrammen noch stärkere Biegungen und Knickungen, wie in Fig. 7 zeigten, so vermuthete ich, dass sie durch Eintrocknen so verändert würden. Diese Vermuthung erwies sich indessen als unrichtig, da Dr. Albrecht auf eine Anfrage folgende Mittheilung machte: „Was die Formverhältnisse der Spirochaete vor dem Eintrocknen anbelangt, so kamen Spirochaeten vor, welche in gradliniger Richtung regelmässige Spiralen zeigten. Dieselben Spirochaeten nehmen oft bei gleichmässig bleibenden Windungen eine schwach gebogene Richtung an. Bei Weitem die Mehrzahl derselben zeigte jedoch schon während des Lebens Formen, wie sie auf Ihren von Prof. Cohn mir zugeschickten Photogrammen sehr schön zu sehen sind,

nur dass bei den schnellen Bewegungen ein beständiger Wechsel des Biegungswinkels Statt hatte. Dabei können die beiden Enden sich bis zur Berührung einander nähern, sogar übereinander herausgehen, um dann, zurückgehend, eine mehr gerade Richtung anzunehmen. Dabei erscheinen die Windungen nie gleichmässig geformt, vielmehr sind in der Gegend der Knickung immer eine oder mehrere Windungen grösser und länger, als die übrigen. Die schnellen Bewegungen und der beständige Wechsel der Formen lassen eine genaue Prüfung der Grösse und Zahl der Windungen nicht zu.“

Es bestätigte sich also auch hier wieder, dass die Gestalt der Baeterien durch schnelles Eintrocknen mit wenigen Ausnahmen nicht verändert wird. Die Spirochaete der Fig. 8 zeichnet sich nicht allein durch ihre regelmässige Gestalt, sondern noch durch eine kleine knotenförmige Verdickung in der Mitte aus (das Negativ zeigt dieselbe weit deutlicher, als das Papierbild); ich habe diese Verdickungen, welche auch Heydenreich auf Taf. I Fig. 27 seiner Schrift¹⁾ abgebildet hat, nicht oft gefunden und vermag über die Bedeutung derselben nichts anzugeben.

Etwas, worauf meines Wissens noch nicht aufmerksam gemacht ist, tritt auf den Photographien sehr deutlich hervor, dass die Spirochaeten des Recurrens ebenso wie die Zahnschleimspirochaeten an beiden Enden zugespitzt sind, während die anderen Spirochaeten mehr oder weniger gestutzte Enden haben. Heydenreich lässt es unentschieden, ob die *Spiroch. plicatilis*, die Zahnschleimspirochaete und die *Spiroch. Obermeieri*, zu ein und derselben Art gehören oder nicht und hält es für möglich, dass die geringen Unterschiede in Gestalt und Grösse dieser drei Spirochaeten durch verschiedene Lebensbedingungen zu Stande kommen können. Dem gegenüber nehme ich an, dass die drei Spiroch. Arten streng von einander zu trennen sind. Die *Spiroch. plicatilis* unterscheidet sich von der Recurrensspirochaete durch die doppelte Wellenlinie und die Zahnschleimspirochaete durch geringere Dimensionen von derselben. Aber auch abgesehen von diesen Formunterschieden spricht gegen die Identität der drei Arten schon der Umstand, dass die *Spirochaete plicatilis* seit fast zwei Jahren von mir in Wollstein und Umgegend, wo bis jetzt noch niemals eine Recurrens-Epidemie vorkam, häufig gefunden, und die Zahnschleimspirochaete wahrscheinlich ein harmloser Begleiter der meisten Menschen ist. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, dass die Recurrensspirochaete nicht möglicher Weise auch anders wo vorkommen

¹⁾ l. c.

könnte, als im menschlichen Blute; aber wo sie sich findet, da muss sie auch durch gelegentliches Eindringen in den menschlichen Blutstrom und dadurch bewirkte charakteristische Krankheitserscheinungen sich manifestiren.

7. Zum Schluss meiner Arbeit möchte ich noch einmal auf den Werth der Photographie für die Baeterienforschung hinweisen. Jeder, der sich mit Baeterienuntersuchungen abgegeben hat, kennt die ausserordentliche Mannigfaltigkeit in den Formen der Baeterien und die grosse Schwierigkeit, dieselben richtig aus einander zu halten und zu gruppiren. Viele Formen in diesem Chaos gewinnen jetzt schon an Consistenz und müssen fixirt werden, so vor allen Dingen die mit Sporen versehenen Baeterien, dann die geiseltragenden Baeterien, ferner die Zoogloeabildungen und manche durch charakteristische Gestalt leicht erkennbare Formen. Es ist durchaus nicht nöthig, dass sofort eine jede dieser Formen als besondere Art bezeichnet wird, obwohl man dies in Betreff der sporenhaltigen Baeterien schon jetzt unbedenklich thun könnte. Es ist auch wahrscheinlich, dass bei weiterer Erforschung der Baeterien gewisse Formen dieser einzelnen durch Sporen, Geiseln u. s. w. bezeichneten Reihen als zusammen gehörig gefunden werden.

Vorläufig müssen aber, wie schon gesagt, alle fixirt werden, um eine naturgemässe Classification der Baeterien zu ermöglichen. Dazu eignet sich aber nichts mehr, als die Photographie. Es ist dringend zu wünschen, dass in Zukunft von allen bemerkenswerthen Funden haltbare Präparate, welche sich photographiren lassen, oder womöglich gleich Photographien selbst angefertigt werden. Um so mehr ist es geboten, wenn es sich um seltene Gegenstände handelt, oder wenn die Verhältnisse sich so gestalten, dass das Untersuchungsobject nicht Jedem zugänglich ist, z. B. das Vorkommen von Baeterien bei seltneren Krankheiten. So wäre beispielsweise sehr wichtig, wenn die in neuester Zeit von Klebs¹⁾ entdeckten Monas- und Navicula-artigen Organismen und die kleinen die Gestalt eines unregelmässigen Tetraeders besitzenden Infusorien, denen er einen Einfluss auf die Kropfbildung zuschreiben zu müssen glaubt, so wie die von ihm durch fractionirte Cultur mit Tuberkelmassen erhaltenen impffähigen Körperchen²⁾, wenn diese also photographirt und das naturgetreue Bild dieser Dinge zu Aller Kenntniss gebracht würde.

¹⁾ Klebs: Studien über Cretinismus. Prag 1877.

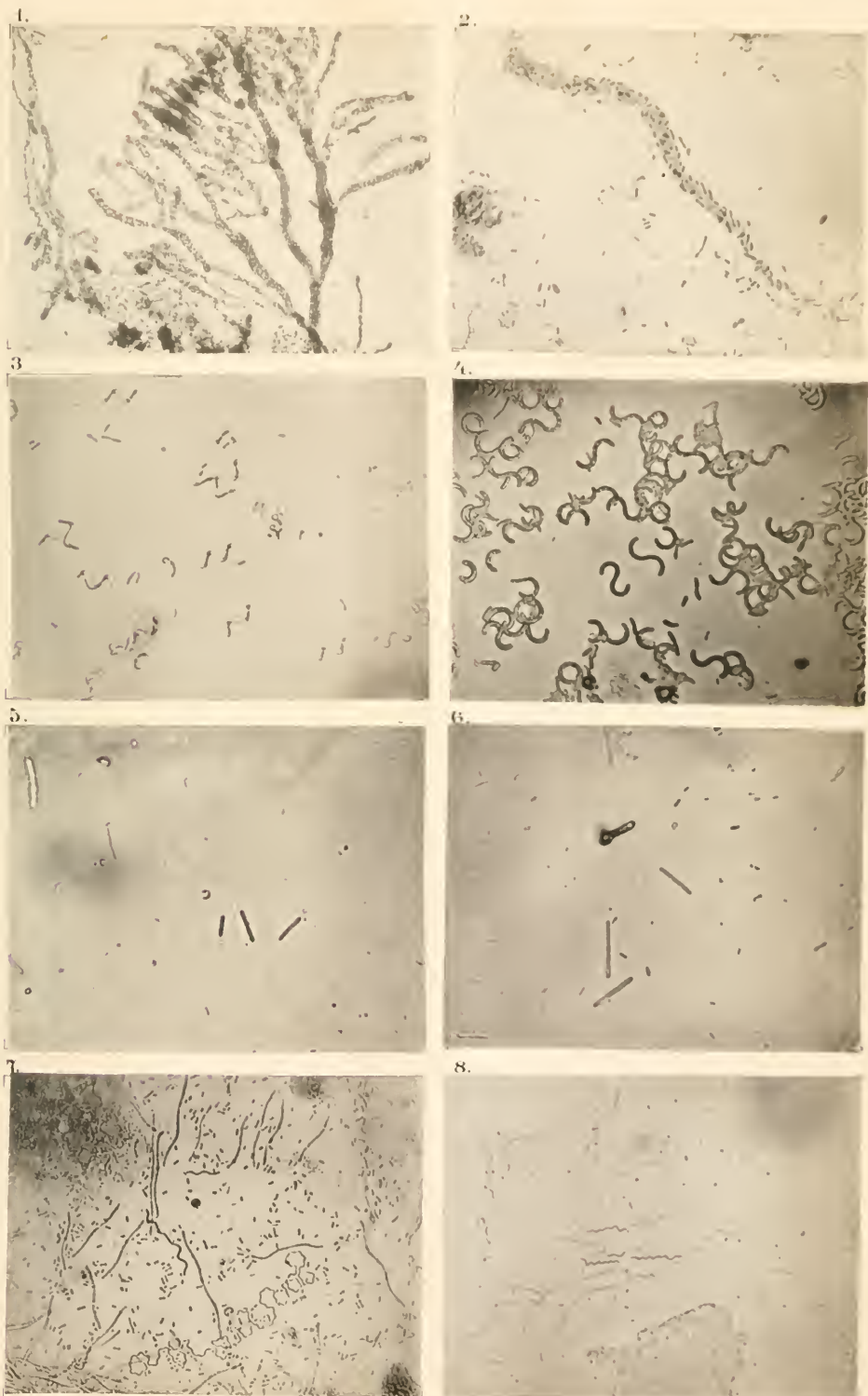
²⁾ Klebs: Ueber Tuberculose. (Nach einem Referat in der Allgem. med. Central-Zeitung 1877. No. 78—91.)

Dasselbe gilt von der Entdeckung des Prof. Semmer ¹⁾, welcher im Speichel und Blut wuthkranker Hunde feinkörnigen Micrococcus und kleine Kettenformen, und bei acht an Wuth eingegangenen Rindern im Blute, ausser Kugel- und Stäbchenbakterien noch „geschwänzte, den Spermatozoen ähnliche Gebilde“ fand.

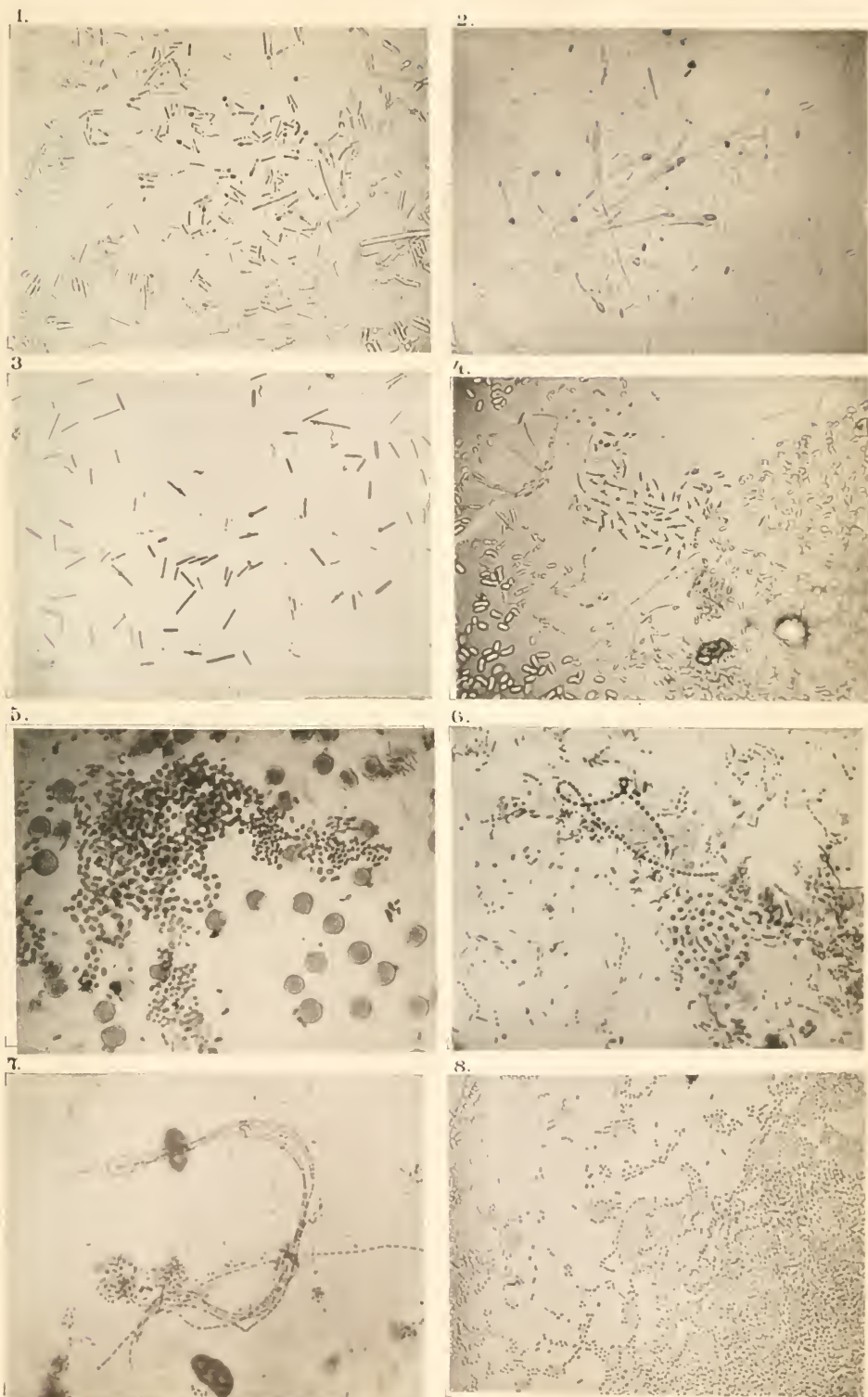
Sehr wichtig wäre es auch, dass die bei Diphtheritis und Septikämie gefundenen Bakterien, über deren Beschaffenheit die Angaben sehr widersprechend sind, photographirt würden. Es liessen sich dann leichter Vergleiche dieser mit anderen Bakterien anstellen und man würde bestimmt das Richtige an diesen Angaben vom Irrthümlichen scheiden können. Um solche Vergleiche zu ermöglichen, müssten Sammlungen angelegt werden, welche alles bisher auf dem Gebiet der Bakterienkunde gewonnene Material umfassten, und damit dieses Material durch naturgetreue Abbildungen Jedem zugänglich gemacht würde, müsste ähnlich dem Schmidt'sehen Atlas der Diatomaceenkunde ein photographisches Sammelwerk geschaffen werden. Unzweifelhaft würden solche Einrichtungen von grösstem Nutzen sein, um die zahlreichen wilden Schösslinge, welche die Bakterienkunde getrieben hat und die ihrem Gedeihen ausserordentlich hinderlich sind, zu beseitigen.

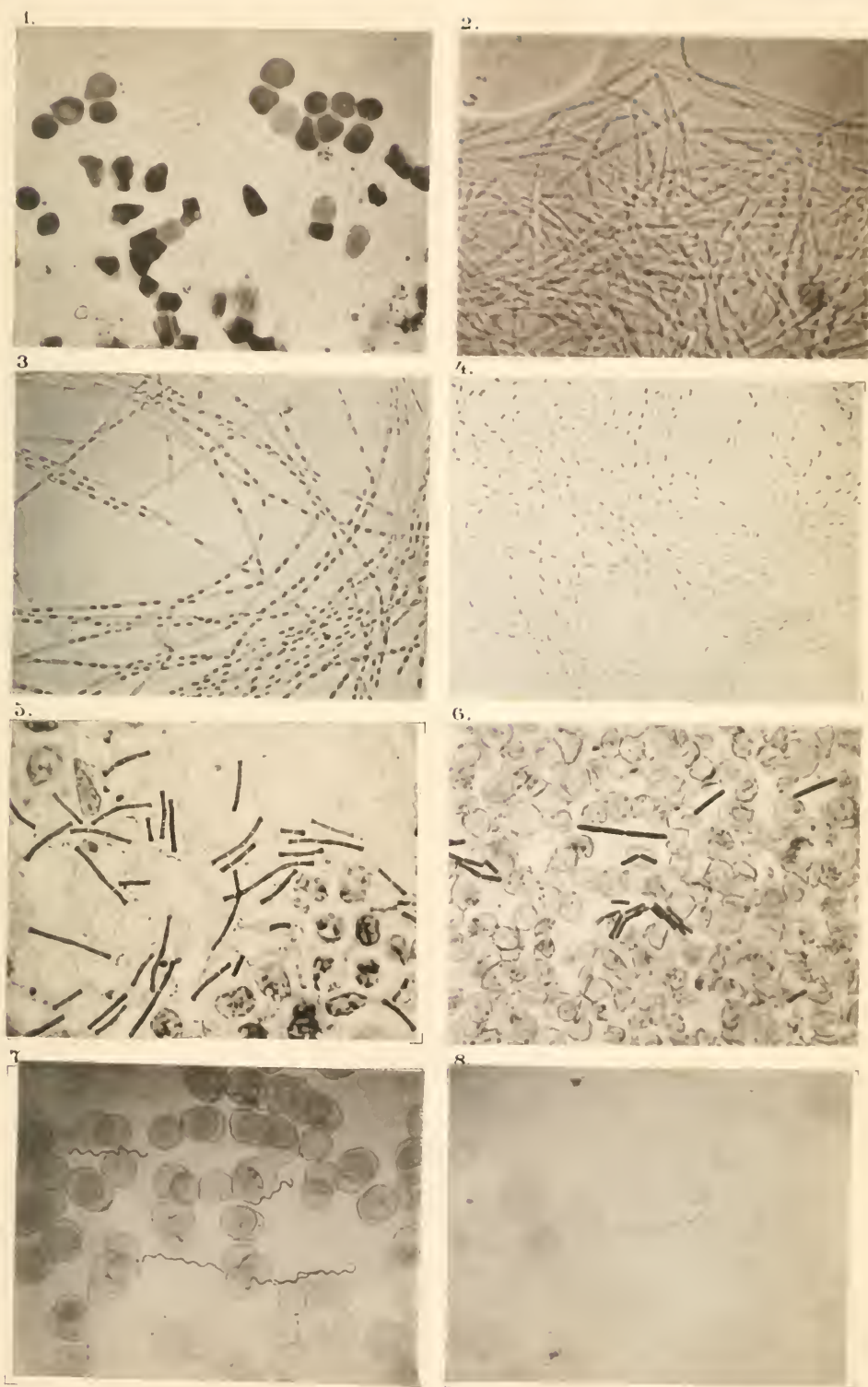
¹⁾ Prof. E. Semmer (Dorpat): Zur Genesis der septischen Blutersetzungen. (Nach einem Referat in der Allgem. med. Central-Zeitung 1877. No. 56 u. 57.)

Wollstein, November 1877.



Photogramme nach der Natur von Dr. K. Cohn. In: *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, Band II, Tafel 2.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Biologie der Pflanzen](#)

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [2_3](#)

Autor(en)/Author(s): Koch R.

Artikel/Article: [Untersuchungen über Bakterien 399-434](#)