

III.

Ueber Spirillen.

Von Dr. F. A. Mühlhäuser in Speier.

(Hierzu Taf. III. Fig. 1—7.)

Spirillen sind mikroskopisch kleine Wesen von der Form einer Spirale und mit der Fähigkeit selbständiger Bewegung. Sie sind schon seit längerer Zeit bekannt und früher von Ehrenberg, Dujardin, Pritchard und Anderen bei ihren mikroskopischen Beobachtungen gesehen und mit Abbildungen beschrieben, in neuerer Zeit aber genauer von Prof. F. Cohn¹⁾ in Breslau studirt worden. Wegen ihrer Eigenschaft, sich frei und lebhaft zu bewegen, zählten die älteren Beobachter sie zu den Infusorien; die neueren halten sie fast einstimmig für niederste pflanzliche Bildungen. Man fand sie bisher nur gelegentlich in Flüssigkeiten verschiedener Art und theilte sie ein nach ihrer Form in mehrere Arten. Es gab weder ein bestimmtes Verfahren sie darzustellen, noch einen Ort, wo man sie regelmässig auffinden konnte; es war daher wenig von ihnen bekannt und die zierlichen lebhaften Gebilde erschienen als eine seltene Curiosität.

Als Dr. Obermaier 1873 entdeckte, dass im Blut von Menschen mit Rückfalltyphus sich ganz ähnliche, höchst feine Spirillen zeigen, so erregten das Interesse der Aerzte nun auch die bis dahin bekannten Beobachtungen über anderorts schon gefundene Spirillen, ohne dass übrigens wegen der Seltenheit derselben neue Studien von Bedeutung erfolgten. Da ohnehin über die Entwicklung dieser Spirillen keine Beobachtungen vorlagen, so schienen sie für Aerzte doch zu fern zu liegen. Heydénreich in seiner bekannten Schrift über den Parasiten des Rückfalltyphus hat sich in dieser Beziehung am meisten bemüht, doch ohne zu bedeutenden Resultaten zu kommen.

¹⁾ Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. 2. Hft. S. 128 (1881).

Indem seither sich die Anschauung verbreitete, „dass alle sogenannten Spaltpilzformen, die langfädigen nicht ausgenommen, unter Umständen sich mit Bewegungsorganen versehen und „ausschwärmen“ können“, dass die „Spirillenform“ daher verschiedenen Ursprungs sein, dass Spirillen, Vibrionen und Spirochäte z. B. auch aus *Leptothrix buccalis* sich entwickeln könnten¹⁾, so schien ein specielles Studium dieser Gebilde zunächst nicht zu erwarten. Ihre Selbständigkeit war dadurch in Frage gestellt, ihr Ursprung und die Bedingung ihres Vorkommens zweifelhaft; die Beobachtung, dass sie besonders oder nur bei faulenden Prozessen sich einfinden, schien nicht richtig und die Bedeutung ihrer Analogie für die Krankheitslehre verschwand.

Dass Spirillen ganz allgemein, massenhaft und jederzeit vorkommen, war bisher unbekannt. Cohn giebt an, dass wenigstens Spirochäte des Wassers ziemlich selten und in faulendem Wasser nur ausnahmsweise vorkomme²⁾. Dies ist aber eine nächste Verwandte von Spirillum, dessen drei Arten (*Spir. tenue*, *Sp. undula* und *Sp. volutans*) Cohn in einem Aufguss todter Süsswasserschnecken zu gleicher Zeit auffand und studirte (l. c. S. 182). „Infusionsthierchen findet man nicht in übelriechenden Pfützen“, sagt Ehrenberg 1838 in der Vorrede seines grossen Werkes.

Der eigenthümliche, nicht symmetrische Bau der Spirillen, ihre feinen zierlichen Formen und ihre grosse Beweglichkeit haben für jeden Beobachter einen besonderen Reiz und würden sie schon längst zu einem beliebten Gegenstand mikroskopischer Untersuchung überhaupt gemacht haben, wenn es leichter gewesen wäre, diese Geschöpfe bestimmt aufzufinden. Kranke mit Rückfalltyphus sind ein zu seltenes, höchst flüchtiges Object; diese ansteckende epidemische Krankheit kam bisher im südlichen Deutschland nicht vor. Es scheint hier erwähnenswerth, dass auch in der Diarrhöe von einem Kranken mit Typhus abdominalis einmal grosse Spirillen (*Spir. volutans*) in Menge gefunden wurden, nachdem das Präparat mehrere Wochen unberührt gestanden hatte. Zwar gelang es nicht, diese Beobachtung

¹⁾ „Die Spaltpilze“ von Dr. W. Zopf. 1883. S. 15 u. 81.

²⁾ Heydenreich, Ueber den Parasiten des Rückfalltyphus. S. 46.

zu bestätigen; die Bemühungen hatten aber endlich in einer anderen Richtung den gesuchten Erfolg. Es fanden sich Spirillen in einer Vase, welche abgeschnittene Blüthen mit Wasser enthalten hatte. Mit Benutzung dieser Fingerzeige und Durchprüfung aller möglichen septischen Prozesse gelang es, einen Fundort zu entdecken, wo Spirillen regelmässig jederzeit erhalten werden können. An diesem Orte findet sich jedoch nur Eine und stets dieselbe Art von Spirillen aus der Zahl der vorkommenden verschiedenen Arten und zwar jene, deren Entwicklung mit der der Spirochäte des Rückfalltyphus gleichen Schritt zu gehen scheint und darin von anderen beobachteten Arten wesentlich abweicht.

Angesetzte faulende Infusionen oder Macerationen der verschiedensten Mischungen, von pflanzlichen oder thierischen Bildungen, Sumpfwasser, Leitungswasser, Zahnschleim, Fäces — ergeben entweder andere bewegliche ähnliche oder abweichende pflanzliche oder Infusorienbildungen oder in den meisten Fällen gar keine Spirillen.

Vorkommen und Darstellung.

Der endlich aufgefundene Ort, wo Spirillen jederzeit in beliebiger Menge entnommen werden können, ist die Stätte, in welcher die Abgänge der grösseren Hausthiere in Oeconomien angesammelt werden, die Dunggrube. Die Jauche in derselben enthält überall und in jeder Jahreszeit diese kleinen Gebilde in solcher Menge, dass sie als ein wesentliches Product des bestehenden Processes erscheinen.

Zu ihrer Darstellung und Beobachtung dienen die gewöhnlichen, hier wohl nicht zu wiederholenden Methoden. Der Befund ist zwar nicht immer ganz derselbe und man findet beim ersten Anblick bei einer etwa 300maligen Vergrösserung verschiedene bewegliche, auch viele unbewegliche sehr kleine Elemente. Das Wesentliche sind aber stets feine bewegliche Spiralen, die mit der Spirochäte des Rückfalltyphus der Form nach übereinstimmen und dadurch unser ärztliches Interesse erwecken. In dieser Jauche wie an ihren festeren Bestandtheilen findet sich weder ein Spaltpilz noch eine Alge, als deren „Schwärmzustand“ jene Wesen zu betrachten wären. Ihre Entwicklung ergiebt sich

vielmehr als eine andere, selbständige und für die Krankheitslehre des Menschen merkwürdige.

Beschreibung.

Die kleinen Körper haben unter den angeführten Umständen die Form einer verschieden langen sehr feinen Schraube ohne Axe, einer Spirallinie mit gleichweiten Windungen in verschiedener Zahl: zwei bis fünf im Durchschnitt, aber auch bis zehn und noch mehr Windungen kommen vor, alle von gleicher Weite, Anfang und Ende völlig gleich, wie abgeschnitten, weder kolbig, noch zugespitzt. Sie bewegen sich in der Flüssigkeit immer nur in Spiralforn, vorwärts wie rückwärts gleich leicht, indem sie sich rasch um sich selbst drehen und so gleichsam bohrend vorrücken, ähnlich etwa einer Schiffsschraube.

Der Faden, aus dem sie gebildet sind, ist ganz gleichmässig und sehr fein, bei starker Vergrösserung gemessen etwa 0,0005 mm dick. Wenn man die photographischen Abbildungen von *Spirochäte des Recurrens* auf Tafel 4 der Mittheilungen des kaiserlichen Gesundheitsamts, welche bei 650maliger Vergrösserung nur eine Dicke von $\frac{1}{5}$ mm haben, also $\frac{1}{3250} = 0,0003$ mm dick sind, als Maassstab betrachtet, so werden unsere Gebilde sich grösstentheils nur wenig davon unterscheiden. Die Höhe der gleichmässigen Windungen ist etwa 0,0025 bis 0,003 mm. Die Länge der Spirillen ist bedeutend, je nach der Zahl der Windungen kann sie 0,02 bis 0,03 mm und mehr betragen. Eine feinere Structur ist bei schwacher Vergrösserung nicht zu erkennen: man findet bei diesen Gebilden weder etwas wie einen Kopf, noch scheinbar einen Inhalt. Unter Umständen hängen mehrere grössere Spirillen aber zusammen durch ein unsichtbares Band, das einer Art von Axencylinder gleicht, auch beim Zerfall der Spirille oft kenntlich wird und etwas über ihren Körper hervorstehen muss. Bei sehr starker Vergrösserung sieht man allerdings eine etwas ungleiche Quertheilung und eine zusammengesetzte Hülle. Cohn hat bei dem grossen *Spirillum volutans* an beiden Enden Geisseln als feine Fäden beobachtet. Wir haben bei unseren Spirillen zwar solche nicht bestimmt auffinden können; aber aus obigen Befunden muss man schliessen, dass auch bei ihnen analoge Organe nicht fehlen. Denn die Bewegung

der Spirillen in der schraubenartigen Weise ist ziemlich rasch: eine mittelgrosse Spirille von 3 bis 4 Windungen kann etwa den Raum von $\frac{1}{3}$ mm in einer Secunde durchlaufen in der Jauche und unter dem Deckglas. Sie läuft, wie bemerkt, vorwärts und kurz darauf auch rückwärts, beides gleich leicht, bald rascher, bald langsamer, und meist in gerader Richtung ohne Bogen zu bilden. Unter Umständen, bei Wasserzusatz in kleiner Menge von der Seite beobachtet man ein blasiges Auftreiben eines Endes vieler einzelner Spirillen in der Mitte oder zur Seite. Sofort lähmt sich bei ihnen die Bewegung dieses Endes, während sie übrigens noch fortbesteht und die Blase nachgeschleppt wird. Dieser Anblick, einem schwimmenden Sonnenschirm etwa ähnlich, scheint mehr für eine Theilnahme der Aussenwand an der Bewegung zu sprechen.

Grössere Spirillen mit vielen Windungen kommen in jüngeren Jauchen nicht vor. Sie bilden sich darin erst nach einigen Tagen und man sieht die längsten kurz vor ihrem Zerfall, wenn die rahmartige Schicht auf der Jauche sich vermindert. Solche lange Gebilde waren es wohl, die man als *Spirochaete plicatilis* Ehrenb. beschrieben hat. — Dass in dieser Periode zwei mit den Enden oder dem Körper zusammenhängende Fäden lange Zeit nicht auseinander kommen können (Heydenreich, l. c. S. 60) ist nicht selten; eine Vereinigung derselben findet indessen nicht statt.

Man findet auch nicht selten kleine Nester, bestehend aus verfilzten Anhäufungen junger Spirillen, welche, sich daraus ablösend, ihre Bewegungen fortsetzen. Die Bildung solcher Nester aus vorher wohl ganz kurzen Formen, die sich vereinigten, scheint eine häufige Entwicklungsweise grösserer Spirillen.

Trotz der so raschen Mehrung der ersten Anlage ist eine ansehnliche Masse dieser Geschöpfe doch nie oder nur ausnahmsweise vorhanden. Die Art der Bewegung bei Spirillen ist immer dieselbe: Denkt man sich in die Axe einer solchen versetzt, so geht die Richtung der Bewegung von unten links nach oben rechts und sofern bei der mikroskopischen Beobachtung eine Umkehrung des Bildes stattfindet, so geht die wahre Bewegung von unten rechts nach oben links vorwärts, umgekehrt rückwärts, und ist in dieser Richtung unveränderlich. Eine Biegung der kleineren

Spirillen findet sich zwar nicht; haben dieselben aber eine grössere Zahl von Windungen (z. B. 6, 10 bis 12 Windungen sind nicht selten), so findet nicht nur eine Biegung abwechselnd nach den Seiten, ein Schlingeln statt, es zeigen sich selbst Bewegungen ohne Ortsveränderung zugleich. Je länger und gewundener eine Spirille, desto relativ träger ist im Allgemeinen ihre Bewegung.

Spirillen sind die grössten der gleichzeitig mit ihnen vorkommenden Gebilde; indem sie sich zuweilen aneinander hängen, scheint es wohl als ob die grossen durch die Vereinigung der kleineren gebildet werden. Dies findet aber doch nicht statt. Sie wachsen, indem sie länger werden und die Zahl ihrer Windungen sich täglich mehrt; aber einen Uebergang dieser Spirillen in andere bewegliche oder unbewegliche Gebilde haben wir niemals gesehen. Sie zerfallen vielmehr bei ihrem Absterben sofort und sehr rasch besonders bei etwas höherer Temperatur in kleinste punktförmige Elemente, indem sie sich durch Entstehung vieler feiner Zwischenräume quer spalten und dann auflösen. Bei mässiger Temperatur ist zuweilen die Beobachtung solcher Spirillen gegeben, deren Körper quer in bald dunkle, bald helle Spalten getheilt sind, aber noch Zusammenhang und zuweilen selbst noch Bewegung haben. Solche sind nicht so selten wie es früher schien, indem man annehmen darf, dass dazu gehört, was von Koch in den Mittheilungen des kaiserl. Gesundheitsamts I. Bd. S. 48 beschrieben und auch mit No. 78 photographisch abgebildet wurde als *Spirill. leucomelaenum* nach Perty. Die dabei citirte Abbildung in v. Nägeli's „Niedere Pilze“ 1877 S. 4 ist wohl nur eine schematische. Schon Ehrenberg hat eine halb zerfallene Spirille gezeichnet in No. 12 auf Tafel 5 seines Werks.

Eine Sporenbildung im Inneren von Spirillen haben wir nie gesehen.

Bemerkenswerth ist das Streben dieser Gebilde nach Luft und ihre Fähigkeit, die Atmosphäre aufzufinden. In einem engen Gefässe drängen sie sich gemeinsam nach der Oberfläche der Flüssigkeit, eine feine rahmartige Schicht bildend und selbst unter einem Deckgläschen in der dünnen mikroskopischen Schicht versammeln sie sich an den Rändern der etwa mit ein-

geschlossenen Luftbläschen, wo sie im lebhaftesten Spiele sich bewegen.

Die unter den angegebenen Umständen beobachteten Spirillen sind immer dieselben. Sie sind von nahezu gleicher Grösse, Länge und Dicke und weichen in den gewöhnlichen Beziehungen nur selten ab. Man beobachtet nemlich zuweilen einestheils eine noch feinere und dünnere Generation, welche aber in allen sonstigen Eigenschaften mit der gewöhnlichen Form identisch ist, andererseits finden sich zuweilen unter noch unbekannten Umständen auch einige Spirillen neben den gewöhnlichen, welche ein 3—4mal dickeres Caliber haben und eine ungleiche, fast knotige Gliederung zeigen, sich auch viel langsamer bewegen.

Spirillen sind gegen äussere Einwirkungen sehr empfindlich: sie gehen zu Grund schon beim Eintrocknen, wobei sie fast vollständig verschwinden. Jeder Zusatz einer anderen Flüssigkeit, als der, worin sie gewöhnlich leben, selbst einer etwas grösseren Menge Wasser tödtet sie alsbald. Diese Wirkung haben auch alle irgend differenten Flüssigkeiten anderer Art und jeder Zusatz ausser der stets neutral reagirenden Jauche selbst. Jede Erhitzung, schon das Sonnenlicht tödtet sie bald, nachdem sie zuweilen kurz vorher in einen allgemeinen krampfhaften Tanz versetzt worden waren, an welchem alles Bewegliche Theil genommen hat. Dunkelheit und mässige Kälte dagegen schaden den Spirillen zunächst nicht.

Daher sind sie denn bei sehr warmem Wetter seltener und fehlen wohl ganz; der Prozess endet zu rasch. Regen ist ihrer Entwicklung förderlich, wie es scheint.

Eine Fortentwicklung oder Vermehrung in sogenannter Nährlösung liess sich nicht erreichen. Man konnte wohl noch am nächsten Tage lebende Spirillen darin beobachten, dann zerfielen sie aber und auch ihr Seminium entwickelte sich nicht; es bildete sich später Penicillium in der Lösung, dann an der Oberfläche. Doch soll die Möglichkeit einer Entwicklung unter anderen Umständen auch in einer schwefelfreien Nährflüssigkeit nicht verneint werden.

Spirillum tenue.

Was wir beschrieben haben ist also *Spirillum tenue* nach Ehrenberg und den übrigen Autoren, besonders Cohn¹⁾, der es von *Sp. undula* und *Sp. volutans* unterscheidet und von diesen schon früher bekannten Arten ebenfalls genaue Abbildungen giebt. Alle drei Arten können nach Cohn gleichzeitig in derselben Jauche vorkommen. Wir finden *Spir. tenue* so dünn, besonders im frischen Zustande, dass Spirochäte des Rückfalltyphus wohl kaum viel feiner erscheinen kann. Beim Färben von *Spir. tenue* mit Anilinfarben wird es jedoch gleichmässig dicker und erscheint dann wie *Spir. undula*, ist dann auch viel leichter und schon bei 200maliger Vergrösserung gut sichtbar. Eine ähnliche Wirkung haben andere Zusätze z. B. Chlorcalciumlösung.

Spir. volutans, den Riesen unter den Bakterien, glauben wir hier nicht gesehen zu haben, obwohl er unter ähnlichen Umständen vielleicht mehr einzeln vorkommt.

Nach alledem und besonders wegen des gleichen Ursprungs würden wir wahrscheinlich dahin gelangen, alle drei Arten von *Spirillum* für identisch und die abweichenden Formen für zufällig bedingte halten; da wir sie aber nicht bestimmt beobachtet haben, müssen wir dies noch unentschieden lassen. Spirochäte des Rückfalltyphus trennen wir aber streng, wenn auch die Aehnlichkeit noch so gross wäre, da sie das Product einer ansteckenden Krankheit und wahrscheinlich die Ursache der Ansteckung ist. — Die Uebereinstimmung der Symptome von Fäulniss, von Septicämie und von Typhus treten dennoch vor Augen und die Entwicklung von *Spirillum* giebt einen deutlichen Hinweis auf die Ursache der Wiederkehr des Fiebers im Rückfalltyphus, — indirect auch über den Vorgang bei Intermittens.

Indem wir die Literatur vergleichen, besonders die wichtigen Arbeiten von Cohn, in seinen Beiträgen zur Biologie der Pflanzen 1872 und 1875, so müssen wir zu dem Resultat gelangen, dass dieses *Spirillum* und seine Entwicklungsformen isolirt dastehen und mit anderen beschriebenen Bakterien und Bacillen nicht verwandt sind; namentlich ist *Bacillus anthracis* eine ent-

¹⁾ Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Hft. 2. 1881. S. 181.

schiedene Pflanze und dieses sind wohl auch alle anderen sogenannten Spaltpilze, deren erste Bekanntschaft wir schon 1844 gemacht und sie in Henle und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin beschrieben und abgebildet haben. Spirillum und seine Entwicklungsformen scheinen als bewegliche Gebilde eher mit den Infusorien verwandt, da auch sie Sauerstoff aufnehmen und ihn als Leberelement verbrauchen. Man beobachtet stets, dass sie sich an der Oberfläche der Flüssigkeit halten, auch die Ränder einer etwa mit eingeschlossenen Luftblase zu erreichen wissen und sie als Sammelort betrachten. Dieses vermögen Spirillen, wie auch ihre kleineren Entwicklungsformen und beweisen dadurch ihren Zusammenhang und zugleich Eigenschaften, für welche der Ausdruck: „contractiles Protoplasma“ etwas zu eng erscheint.

Wir haben später noch zu betrachten, dass Spirillum und seine Verwandte einer bestimmten Form der Fäulniss angehören und sich nur mit dieser verbinden, während andere Formen der Fäulniss und ähnliche, ihr blos nahe stehenden Prozesse wenig oder keine beweglichen mikroskopischen Elemente enthalten.

v. Nägeli wie auch Billroth fassen alle die verschiedenen existirenden Formen kleinster Gebilde unter Einer Species oder Familie zusammen: v. Nägeli unter seinen Spaltpilzen, welchen die verschiedenartigsten Umwandlungen, Eigenschaften, Wohnsitze und Lebensvorgänge zugeschrieben werden, deren sie alle zugleich durch Uebergänge in einander fähig sein sollen.

Billroth und seine Anhänger glauben ebenfalls an Einheit aber an eine regelmässige Entwicklungsreihe der Familie *Coccobacteria septica*, welche bei jeder Art von Fäulniss Theil nehmen muss.

Auch Klebs nimmt zwei Gruppen von Bakterien an, hält aber doch innerhalb derselben scharfgetrennte Species aufrecht.

Die Verwandtschaft von Spirillen mit Spaltpilzen ist nicht sehr nahe; man findet sie fast allein in der Structur, sofern auch Spirillen durch Quertheilung in ihre Keime zerfallen, welche geeignet sind, den Cyclus der Entwicklung von Neuem zu beginnen. Selbst v. Nägeli zählte wenigstens früher die Spirillen nicht zu seinen Spaltpilzen, sondern hielt sie für eine andere fremdartige Form (Mikroskop. S. 644), ebenso hält Billroth Spirillen und

Spirochäte nicht für Coccobakterien und behält sich darüber spätere Untersuchung vor.

Bezüglich der sogenannten Dauersporen, welche unter den Bakterien als einzige Entwicklungselemente eine Hauptrolle spielen, indem sie eine beinahe unverwüsthche Keimkraft besitzen sollen, können wir nur sagen, dass dieselbe bei *Spirillum* nicht existiren. Die trocknen Keime derselben sind unsichtbare Luftbestandtheile, die feuchten aber sind anfangs so unendlich klein, dass sie von anderen elementaren Körperchen nicht unterschieden werden können; der erkennbare Unterschied tritt erst auf, wenn diese einzelnen Pünktchen in der Flüssigkeit in Bewegung gerathen, während die anderen Arten unbeweglich bleiben. Das was man Zooglöa in der Bakterienkultur nennt, und auch wir als „körnige Massen“ schon 1844 beschrieben haben, erscheint als Folge der Bewegung der Wände, innerhalb welcher eine bakterienhaltige Flüssigkeit sich fortbildet. Bei *Spirillum* existirt diese Form jedoch nicht. Die kleinen Häufchen verfilzter Fäden haben nur eine geringe Aehnlichkeit mit jenen Massen und kommen niemals in der Unzahl zusammen vor, wie jene körnigen Gebilde. An eine Modification der Formen und Eigenschaften der kleinsten Gebilde, wie sie v. Nägeli durch die Annahme der Anpassung einzuführen sucht, können wir einstweilen nicht glauben, halten vielmehr für nöthig, so lange zu trennen und zu untersuchen, bis der Grund der Verschiedenheit aufgedeckt ist.

Spirillum propellor.

Wenn man die Jauche in etwas jüngerem Zustande auf *Spirillen* untersucht, so finden sich sehr oft statt derselben ein Gewirre von sehr feinen kurzen, geraden, äusserst rasch durch das Sehfeld eilenden Fäden. Sie eilen heran und fliegen wieder weg nach allen Richtungen, es ist ein sehenswerthes Bild bewegten Lebens in einer Flüssigkeit, vergleichbar etwa einem Ameisenhaufen. Sieht man die Fäden einzeln näher an, so zeigen sie eine zitternde Bewegung bei ihrem raschen Lauf und bald sieht man zwei, seltner drei hellere Punkte in dem schma-

len geraden Körper. Man sieht das Geschöpf selten ruhend und nur nach längerem Beobachten und indirect überzeugt man sich von dem Sachverhalt. Es ist eine Spirille von wenigen, von zwei bis drei Windungen.

Hebt man alle Bewegung im Object auf durch Zusatz oder Erhitzung, so findet man nachher nur kurze todte Spirillen mit allen anatomischen Eigenschaften der längeren Spirille; sie finden sich auch dann, wenn keine grösseren Spirillen nebenbei vorhanden gewesen waren.

Ob man diese lebhaften Wesen früher schon als *Vibrio lineola* beschrieben hat, können wir nicht entscheiden. Ehrenberg's *Vibrio lineola* ist viel kürzer und dicker, seine übrigen Vibrionen passen ebenfalls nicht bis auf *Vibrio subtilis*, Cohn's *Bacillus subtilis*. Aber dieser weicht durch seine Gliederung und Länge, durch die gerade Form in der Ruhe wieder ab; Cohn's dicke *Vibrio rugula* mit körnigem Inhalt oder gar *Vibrio serpens* können es auch nicht sein. (Man sieht aber beiläufig in der Jauche eine diesen gleichende Figur.) Es scheint, dass die Anwendung starker Vergrösserungen die genauere Beobachtung dieser Gebilde bisher verhinderte, da sie zu rasch entschwinden und die Sehfläche dafür zu dünn ist. Dennoch ist aus einigen Abbildungen bei Cohn und Ehrenberg zu vermuthen, dass sie dasselbe oder Aehnliches gesehen haben, während Heydenreich keine betreffende Bemerkung enthält.

Das kleine Geschöpf, das man Propellor nennen kann, da es eine Anzahl von Umdrehungen um sich selbst in der Secunde macht, wie etwa die Schraube eines Dampfers, ist, wie bemerkt, eine junge noch nicht ausgewachsene Spirille von zwei Windungen. Der Propellor ist also kein selbständiges Individuum, er ist nur ein Entwicklungszustand. Bei dieser der Ausbildung nächsten Grösse ist die Bewegung schneller und lebhafter, als im ganz ausgewachsenen Zustande. Durch die raschen kraftvollen Umdrehungen ist er länger gestreckt und erscheint dicker, etwa 0,005 mm bei einer Länge von 0,02 bis 0,03 mm. Er schwimmt vor und rückwärts gleich gut ohne sich umzuwenden, geht überhaupt meist in gerader Richtung und zeigt sich nur selten als Spirille mit langsamer Schraubenbewegung. Man kann den Weg, den er in einer Flüssigkeit zurücklegt, auf 1 mm in

2 Sekunden anschlagen: er ist daher das schnellste der mit ihm zugleich vorkommenden Geschöpfe.

Die ausgebildete längere Spirille verliert diese rasche Art durch Umdrehungen zu schwimmen, wie sie der Propellor besitzt, mehr und mehr, je länger sie wird. Wenn man eine künstliche Spirale von Metall in die Spindel einer Drehbank einsetzt, so bildet sich bei etwa 10 Umdrehungen in der Secunde dieselbe Figur.

Ob der Propellor diese raschen systematischen Bewegungen durch bloß eine einzige Geißel am Ende seines Körpers hervorbringen kann oder ob noch äussere Hilfsorgane dabei mitwirken, muss vorerst unbestimmt bleiben.

Nimmt man an, dass er bei jeder Umdrehung sich um seine Länge = 0,03 mm vorwärts bewegt und in der Stunde den Weg von 0,5 mm zurücklegt, so würde er 16 Umdrehungen in der Secunde machen, was wohl zu viel ist. Er erscheint dann als eine schmale gerade Linie ohne die hellen Zwischenräume, welche erst sichtbar werden, wenn die Zahl der Umdrehungen etwas geringer ist.

Der Propellor kommt gewöhnlich in grösserer Anzahl zusammen vor und ist dann so zu sagen ein geselliges Geschöpf. Am Rande einer kleinen Luftblase unter Deckglas sieht man sie zu tausenden spielen, wie sie es vorher thaten an der Oberfläche des kleinen Meeres, in dem sie leben und man muss sich erst sagen, dass es keine Thiere sind.

Sonnenhitze tödtet sie alsbald; wenn sie nur kurze Zeit von einer Wärme von 40° C. durchdrungen werden, so ist alles Bewegliche für immer erstarrt und was Propellor war, hat Form und Gestalt einer Spirille von zwei Windungen.

Ueberlässt man aber den Propellor sich selbst, so verschwindet er nach 1 bis 2 Tagen ebenfalls und geht über in die längere, minder bewegliche Spirille mit einer grösseren Anzahl von Windungen.

Kleinere Formen.

Alle Flüssigkeiten, in welchen sich Spirillen finden, sind trübe. Ausser den zufälligen Beimischungen verschiedener Art enthalten sie regelmässig kleine und kleinste unbewegliche Pünkt-

chen von gleichmässigem Durchmesser in grosser Menge, aber ausserdem auch eine Reihe beweglicher Elemente von verschiedener Grösse. Sie finden sich entweder alle zugleich in derselben Flüssigkeit vor, oder es überwiegen regelmässig in jüngeren Flüssigkeiten die kleineren, später aber die grösseren Elemente gegenüber den kleineren. Diese Gebilde kommen als solche nicht in Haufen und Häufchen vor, aber sie entstehen aus Häufchen, von deren Rändern sie sich abtrennen und wegschwimmen. Sie bleiben dann einzeln, hängen nie fest zusammen, und noch weniger theilen sie sich in zwei Theile. Alle streben nach dem Sauerstoff der Luft.

Wir folgen der bisherigen Ordnung und beschreiben zuerst die grösseren dann die kleineren Formen.

1) Pisciculus, das Fischchen, kommt häufig in allen Jauchen vor, welche Spirillen jeder Altersstufe enthalten. Es findet sich aber auch schon in so jungen Flüssigkeiten von eiweisshaltiger Fäulniss, welche noch keine Bildung von Spirillen erreicht haben oder nicht mehr erreichen, auch in solchen, worin Spirillen unlängst zerfallen waren; in jeder einige Zeit der Luft ausgesetzten Eiteransammlung findet sich dieses Gebilde sehr bald ein; es fehlt wahrscheinlich nie, ist aber nicht zahlreich.

Es ist ein sehr bewegliches, flinkes, kleines Geschöpf, ist nur 0,01—0,015 mm lang, 0,001 dick und hat einige Aehnlichkeit mit einem kurzen Fischchen, wenn es sich rasch um sich selbst dreht, was es fast immer thut und wodurch es in der Mitte dicker erscheint als es wirklich ist. Es bewegt sich nach allen Richtungen vor- und rückwärts, kann aber seiner Kleinheit wegen nur etwa $\frac{1}{3}$ mm in der Secunde durchschwimmen. Es bildet keine Heerden, strebt aber ebenfalls dem Sauerstoff nach. Es ist eine Spirille von nur Einer Windung.

Es giebt Generationen dieser Art, welche noch kleiner sind und nur die Länge eines menschlichen Blutkörperchens haben, also 0,008 mm, und noch andere kleinste von nur der Hälfte dieser Grösse, nur zu erkennen an der Form und Raschheit ihrer Bewegungen.

2) Musculus, das Mäuschen, findet sich häufig neben dem Fischchen, von dem es sich dadurch unterscheidet, dass es scheinbar eine gerade Linie und nicht biegsam ist. Dennoch ist

auch dieses kleine Geschöpf sehr beweglich. Es ist scheinbar nur ein grösseres Punctum, wie wir es nachher beschreiben werden, hat aber die Länge von mehreren Punkten, während es in der Dicke von allen beschriebenen Gebilden nicht abweicht.

Es kann vor- und rückwärts laufen, wie alle diese beweglichen Gebilde der gleichen Flüssigkeit und wechselt darin erstaunlich leicht ab. Es ist in der Ruhe zu unscheinbar, um bestimmter erkannt werden zu können; ob es rotirt, ist ungewiss.

Es ist in jüngeren Flüssigkeiten häufig, kommt stets in Verbindung mit den kleinsten Körpern in denselben, aber oft ohne die grösseren Formen vor. Es macht grosse Bögen von $\frac{1}{2}$ mm Weite bei seinem Umlauf, geht aber auch geradeaus.

Auch von diesem Geschöpf wie von seinen Verwandten giebt es Exemplare und Generationen von unmessbarer Feinheit, nur kenntlich an der Raschheit ihrer Bewegungen und der Gangart, die sie beschreiben.

3) Punctum saltans. Wir finden nöthig, dieses kleinste Individuum noch zu statuiren als ersten Anfang beweglicher Formen in der Jauche. Schon Ehrenberg stellte ein Punctum auf als ersten Anfang der Gattung Vibrio und wir schliessen uns an, besonders wegen seiner Eigenschaft der Ortsbewegung, die wir als bezeichnend für alle beschriebenen Gebilde annehmen.

Das Punctum saltans ist ein sehr kleines (etwa 0,0005 mm), länglich-rundes und sehr lebhaftes Geschöpf. Vermöge seiner Form drängt es rasch zwischen kleinen Hindernissen durch von verschiedener Form und Grösse. Es beschreibt gewöhnlich Kreise von kurzem Umfang, die es auffallend rasch durchläuft und so einem tanzenden Thierchen gleicht; es entzieht sich einer genauen Beobachtung, erscheint jedoch bei stärkster Vergrösserung etwas länglich. In jüngeren Jauchen ist es meistens zu finden und zuweilen häuft es sich an, am Rand einer Luftblase ein Gewimmel von blossen Punkten bildend. Es kann $\frac{1}{10}$ mm in 1 Secunde durchlaufen, also das 200fache seiner Grösse und diese Schätzung ist noch knapp.

Ausser den beschriebenen kommen seltener noch einige andere bewegliche Bildungen vor, die als nebensächlich hier nicht berücksichtigt werden sollen.

In jungen Jauchen, in frischen Eiterungen finden sich aber noch keine beweglichen Formen. Sie enthalten als erste Anlage eine Menge kleinster unbeweglicher Körperchen. Das Stadium derselben ist nothwendig, da alle beweglichen aus ihnen entstehen und der Prozess der Fäulniss wie die Bildung von Spirillen von ihnen eingeleitet wird. Es ist ein viel durchforschtes Gebiet, dem wir uns hauptsächlich mittelst der Untersuchungen von Cohn genähert haben und denen wir nur beizufügen uns erlauben, was die hier eingeschlagene Richtung nothwendig zu ergeben scheint.

Dem, was man jetzt Bakterien nennt — *Bacterium termo* von Cohn — geht jedenfalls ein Bestand noch unbeweglicher, höchst feiner Körperchen voraus als erste Anlage der aus der Luft niederfallenden, in der Flüssigkeit aufquellenden und sich rasch vermehrenden Fäulnissskeime.

Diese Vermehrung geschieht vermuthlich nicht durch Theilung. Wir möchten für sie das Bild des Anschliessens bei der Krystallisation concentrirter Salzlösungen anwenden und glauben, dass die chagrinirten Flächen und Schichten entstehen ungefähr wie ein Künstler sie zeichnen würde, durch massenhafte Progression von Einem Keime aus nach allen drei Richtungen. Man sieht bei sehr starker Vergrößerung von ersten Anlagen die kleinsten rundlichen Formen neben einander. Dieser Vorgang ist kurz und wahrscheinlich erschöpfend für die ganze Flüssigkeit.

Die Fähigkeit der Vermehrung können die Glieder der längeren Bakterien aber wieder erlangen durch irgend eine sie trennende Katastrophe in der Flüssigkeit, durch Austrocknen oder Vermischung der Jauche mit einer sie lösenden Substanz und diese Vorgänge sind wohl die gewöhnlich eintretenden und häufiger als die Gelegenheit zu vollständigem Auswachsen in Spirillen, zu welchen, wir glauben, Bakterien sich stets entwickeln würden und wozu etwa ein Zeitraum von 6—7 Tagen gehört.

Bei der Fäulniss von Albuminaten nehmen wir vorerst keine Entwicklung von fadenförmigen oder rosenkranzartigen Kettengliedern wahr. Die Keime solcher Gebilde mögen vorhanden sein, aber sie bleiben ruhig, weil das Material nicht das ihrige ist und von den beweglichen Punkten verwendet wird. Weder

Bacillen, noch Kugelbakterien, noch sogenannte Dauersporen können wir als Glieder unserer beschriebenen Formen betrachten. Cohn unterschied *Bacterium termo* von Kugelbakterien und von amorphen organischen und unorganischen Sedimenten (l. c. S. 149), nimmt aber die langen Fäden von *Bacillus subtilis* als aus *Bacterium termo* sich bildend an (l. c. S. 140). Wir haben dies nicht gesehen und vermuthen, dass diese Fadenbakterien aus vorher latent vorhandenen anderen Keimen sich entwickelten, da in einer Flüssigkeit, die der Luft ausgesetzt war, alle möglichen Keime sein können, welche sich nicht sogleich entwickeln.

Entwicklung von Spirillen.

Wir haben jetzt nur nöthig, die Reihe der beobachteten kleinen Organismen umzukehren, so können wir sie als Stufen aufstellen zum Beginn, zum Wachsen und zur vollständigen Entwicklung der immer gleichen und durchaus eigenthümlichen Art, für die der herkömmliche Name *Spirillum* beibehalten wird, indem nur allein der Parasit des Rückfalltyphus mit *Spirochäte* zu bezeichnen bleibt.

Indem man sich hält an die Beweglichkeit der gleichzeitig vorkommenden Formen, an ihre stets gleichbleibende Dicke und an die täglich fortschreitende Grösse dieser beweglichen Formen, so kann man nicht wohl irren in der Annahme des genetischen Zusammenhangs zwischen ihnen und mit ihnen allein. Die natürliche Frage nach dem Ursprung der grösseren Formen beantwortet sich dadurch vollständig, wenn auch im Einzelnen noch kleine Lücken sich auffinden liessen in den Beobachtungen, deren Bestand sich vermehren lässt. Die Ausscheidung aller unbeweglichen Formen ist erfahrungsgemäss: sie konnten nicht in die Entwicklungsreihe aufgenommen werden und man bedurfte ihrer nicht. Auch von den beweglichen Gebilden in einer Jauche ist eine Reihe seltener nicht aufgenommen aus denselben Gründen. Namentlich sind Bacillen ausgeschieden worden, deren in nicht zu frischen Jauchen mehrere Arten, darunter sehr feine, vorkommen, welche denen der Tuberculose ähnlich sind. Ihre Entwicklung durch Sporenbildung im Innern und später durch Theilung der verlängerten Glieder zeigt, dass sie mit Spirillen nicht zusammenhängen, da sie auch grösser als die beweglichen

Bakterien werden. Dr. Hans Buchner¹⁾ giebt ausdrücklich an, dass in faulenden pflanzlichen Aufgüssen keine Heubakterien (Bacillen) vorkommen, trennt sie also von *Bacterium termo* und giebt auch das Fehlen der Eigenbewegung zu.

Dass die zerfallenen Glieder der Spirillen zu Bacillen werden, was ja möglich wäre, ist weder gesehen worden, noch sind Gründe da, es anzunehmen. Noch weniger hat sich ein Uebergang von Spirillen oder ihren Keimen in längere rosenkranzähnliche, unbewegliche Gebilde gezeigt und man kann nur wiederholen, dass der Zerfall das einzige Schicksal von Spirillen ist und dass ihre Theile die einzige Bestimmung haben mögen, bei Gelegenheit von Neuem zu Spirillen heranzuwachsen.

Als die Ursache der Bewegung von Bakterien und überhaupt von Spaltpilzen in Flüssigkeiten werden verschiedene sehr feine Anhänge, „Cilien oder Geisseln“ genannt, angenommen, welche stets an den Enden, nie seitlich sich befinden sollen²⁾, die treibende Kraft: „flexiles Protoplasma³⁾“, soll nur unter Mitwirkung von Sauerstoff und nur in einfachster Form, als sogenanntes Schwärmen thätig sein, nie z. B. als Schlangelbewegung.

Diese etwas beengenden Bestimmungen trennen Spirillen von den Infusorien, denen sie durch ihre Beweglichkeit nahe stehen, so dass Pasteur sie zum Theil als solche betrachtet (Cohn, l. c. S. 193). Da ihre Bewegungen mannichfaltige, zusammengesetzte und seltener wohl auch schlängelnde sind, da sie darin auf die verschiedenste Weise abwechseln je nach den Hindernissen auf ihren Bahnen, und zwar die kleinsten so gut wie die grösseren, da die letzteren zuweilen durch Wasseraufnahme an einem Ende aufquellen und unbeweglich werden, während das andere Ende den Körper noch fortbewegt, so scheinen die Bewegungsorgane aus mehr als etwa blos je einem Geisselfaden am Ende des Körpers zu bestehen, wie ihn z. B. Cohn an *Spirillum volutans* gesehen hat, welche doch nicht wohl eine so sichere vor- und rückwärts gehende Drehbewegung für sich allein verrichten könnten. An den kleinsten, ohnehin kaum sichtbaren und doch so lebhaften Geschöpfen wie dem *Punctum saltans*,

¹⁾ v. Nägeli, Unters. über niedere Pilze. 1882. S. 242, 248.

²⁾ Zopf, Die Spaltpilze. 1884. S. 15, 16.

³⁾ Cohn, l. c. S. 138, 144.

musculus und pisciculus ist es mit den heutigen Hilfsmitteln nicht möglich, noch einzelne Bewegungsorgane zu unterscheiden und es bleibt nur übrig, anzunehmen, dass äussere sehr feine Wimpern an den Seiten existiren, welche bei den Bewegungen mitwirken. Es ist leicht zu beobachten, dass diese Geschöpfe sich niemals nahe berühren, sondern stets einen kleinen Abstand bei gegenseitigem Nähern zwischen sich haben.

Das Streben nach Luft und die Art der Bewegung dahin setzt schon mehr voraus als blosser Flexion, ist aber sichtlich nicht das einzige Motiv bei Spirillen.

Es giebt überdies bei ihnen keine besondere Jugendzeit des Schwärmens: ihre Bewegungen sind beständig.

Die ausgebildeten langen Spirillen leben gewöhnlich nur Einen Tag und es ist Resultat der erstaunlichsten Empirie, dass Dr. Obermaier sie gerade in diesem kurzen Zeitraum im Blut von kranken Menschen aufgefunden hat. Dass sie die Ursache der Krankheit und nicht blosser Nebenerscheinung sind, wie Lewis glaubt¹⁾, das wird indirect durch unsere Untersuchung erwiesen. Spirillen sind die Ursache des Rückfalltyphus, wie *Bacterium termo* die Ursache der Fäulnis ist. Denn *Bacterium termo* ist der Anfang, die erste Anlage der Spirille und diese ist das Endglied von *Bacterium termo*.

Die Zwischenglieder haben wir nur aufgestellt und benannt, weil sie in diesen Uebergangsformen häufig vorkommen, viel öfter gesehen werden können, als die längere oder ausgebildete Spirille. Eine zufällige Beobachtung ergab, dass das *Punctum saltans* ebenso massenhaft vorkommt und um die kleinen Luftblasen spielt, wie die längeren Formen und es ist nicht mehr zu bezweifeln, dass die kleinen Gebilde in die grösseren auswachsen, aber in der Spirille ihr letztes Glied erreichen und dann zerfallen.

Nach dem Zerfall können andere Gebilde zur Entwicklung kommen, deren Samen schon vorhanden waren. Sehr häufig finden sich kleine und kleinste Bacillen, letztere dem *Bacillus* der Tuberculose nahe kommend, Anfänge von später wachsenden Fadenformen oder von Infusorien verschiedener Art, z. B. von

¹⁾ „Epiphénomènes.“ Lewis, *Les microphytes du sang*. p. 88.

„*Paramecium putrinum*“, dessen kleiner Anfang einem beweglichen Blutkörperchen gleicht. — Alle diese Bacillen und anderen Formen sind nicht mit Spirillen verwandt und gehen nicht in sie über, während die Reste zerfallener Spirillen ihrerseits noch kurze Entwicklungen aufweisen.

Schliesslich kommt der Zustand einer gegebenen Flüssigkeit, in welchem keine kleinen Gebilde mehr gedeihen aus Mangel an vorhandenem Nährstoff; es zeigen sich dann unorganische und feine Fettkrystalle.

Spirillum ist also ein Genus für sich und einstweilen weder eine Pflanze noch ein Infusorium. Durch die Aufnahme von Sauerstoff, die Unfähigkeit Kohlensäure zu zersetzen, die energische Einwirkung auf flüssige Eiweisskörper des Thier- und Pflanzenreichs unter Ausscheidung von Wasserstoffverbindungen ihres Schwefels, Stickstoffs und eines Theils ihres Kohlenstoffs entwickelt sich Spirillum als ein parasitisches Geschöpf eigener Art und Zusammensetzung, ohne Schwefel (und Phosphor) und wohl auch ohne oder mit nur Einem Atome Stickstoff.

Das glückliche Auffinden regelmässig vorhandener Spirillen an einem ganz anderen Orte, als im Blut von Kranken mit Rückfalltyphus, wo man sie schon früher gefunden hatte, gab Gelegenheit, die Entwicklungsgeschichte dieser kleinen Geschöpfe während längerer Zeit und in verschiedenen Stadien zu beobachten. Dies führte zu Resultaten, die wohl auch für die Krankheitslehre von Interesse sein können, so entfernt sich scheinbar die Prozesse liegen. Der Zusammenhang von Typhus mit Fäulniss, schon den Alten bekannt und durch neuere Beobachtungen von Massenerkrankung nach Genuss faulen Fleisches bis zur Verwechslung deutlich, findet seine evidente Begründung im Vorhandensein kleinster Wesen von sehr ähnlicher Beschaffenheit und Lebensweise.

Schon 1873 fand Engel im Blut bei Rückfalltyphus neben Spirillen äusserst kleine, sich rasch bewegende Körnchen in Menge ¹⁾, die dem *Punctum saltans* entsprechen. Auch von P. Guttman, Bliesener, Weigert und Anderen wurden sie nach ihrer Grösse und Beweglichkeit bestätigt, freilich als stark

¹⁾ Engel, Berl. klin. Wochenschr. 1873. No. 35.

lichtbrechend wie Dauersporen, dann wieder als blass geschildert. Albrecht¹⁾ schildert sie als „tanzend“ und sah noch viel kleinere zu 2 bis 6 zusammenhängend und sich stets bewegend. Die Uebereinstimmung ist daher über Erwarten, da solche Beobachtungen im Blut viel schwieriger sein werden.

Man hat also gerade am Rückfalltyphus ein Experiment über die Dauer der Entwicklung der Spirillen und die günstigsten Bedingungen constanter Wärme und der Albuminate. Rühle gab an, dass Jemand in „feuchter Kammer“ diesen Vorgang unter dem Mikroskop verfolgt und die herangewachsene Spirochäte zu derselben Zeit wie beim Kranken wiedergefunden habe²⁾. Indem auf der Höhe der Krankheit die langen Spirochäten zerfallen, bilden sie das Seminium für neue Spirochäten, die am 7. Tage bei dem Kranken wieder ausgewachsen sind, und dies wiederholt sich bis zum Tod oder zur Heilung des Kranken. Es ist nicht die hohe Temperatur, die sie zerfallen macht, wie Heidenreich glaubte, sondern ihr Alter. Damit widerlegen sich auch die pessimistischen Anschauungen von Lewis und Ch. Murchison³⁾, dass sie nicht die Ursache der Krankheit seien und nur Folge des Fiebers.

Spirillen und Spirochäten sind also bezüglich ihrer Entwicklung so ähnlich, wie bezüglich ihrer Form. Spirillen sind nicht immer so kurz und Spirochäten nicht immer so lang, als sie gewöhnlich abgebildet werden. Dennoch können beide nicht identisch sein. Spirochäten wird vermuthlich kleinere Sporen haben, so kleine, dass sie durch die Athemluft oder durch die äussere Haut der Atmosphäre mitgetheilt und von einem Gesunden aufgenommen entweder ohne Folgen untergehen oder die gleiche Krankheit wieder hervorrufen. Je ansteckender eine Krankheit, desto feiner und flüchtiger ihre Keime; bei der anderen lässt ihre Grösse und Schwere ein Aufsteigen in freier Luft nicht zu.

Es wäre nicht schwer, eine Umwandlung der einen in die andere hier anzunehmen; die Möglichkeit läge wenigstens ebenso nahe, wie der Uebergang von Heubacillen in Milzbrandbacillen. Aber alle Uebergänge von wirklichen Arten in andere sind un-

¹⁾ Albrecht, Deutsch. Archiv f. klin. Med. 1881. Bd. 29. S. 77.

²⁾ Allg. med. Centralzeitung. 1883. S. 1030.

³⁾ Lewis, Les Microphytes du sang. 1880. p. 90.

statthaft. Ihre Annahme führt leicht zu einer Aufhebung der gesetzlichen Nothwendigkeit im Lebensgang kleinster Wesen und zu Irrthümern in der Krankheitslehre.

Wenn die Ursache der typhusähnlichen Massenerkrankung durch Fäulniss das *Seminum* der Spirillen ist, wenn im Typhus *recurrens* diese Spirillen sich ausgebildet zeigen, so könnte der Keim des Typhus abdominalis eine verwandte Bildung sein, wahrscheinlicher als eine entgegengesetzte; eine verwandte also, sofern deren Producte dieselben oder sehr ähnliche sind. Schon Heydenreich¹⁾ hielt für möglich, dass wir die Parasiten des Typhus abdominalis und exanthematicus bloß deshalb nicht sehen, weil sie kürzere Fäden haben könnten.

Daraus ergäbe sich; dass nicht der Keim variirt nach der Ernährungsflüssigkeit: denn das Blut ist stets dasselbe, sondern dass es verschiedene Keime giebt, die sich ewig gleich bleiben.

Bisher waren die Untersuchungen über Fäulniss nicht zugleich auf Typhus gerichtet. Man würde sonst den Unterschied zwischen septischem und epidemischem Typhus in den neuesten Beobachtungen von Bäumler und in anderen Schriften nicht vermissen. Auch beim septischen Typhus, einer sporadischen Erkrankung, findet eine Multiplication des Keims statt.

Wenn das Vorstehende eine Stütze für die Annahme ist, dass die gefundenen beweglichen Gebilde „höchst wahrscheinlich“ auch die Ursachen der gleichzeitigen Krankheiten sind, so kann die Consequenz nicht ausbleiben, dass unbewegliche, in Bacillen, Kettengliedern oder Fäden erscheinende Spaltpilze, selbst wo sie in grösserer Menge vorkommen, einen Typhus nicht erzeugen. Als der Verf. solche Spaltpilze aus den Diarrhöen von Typhus abdominalis 1844 zuerst beschrieb und abbildete²⁾, da enthielt er sich der naheliegenden Annahme eines causalen Zusammenhangs der leicht nachweisbaren Gebilde mit der Krankheit und hält sie jetzt für verwandt mit den die Verdauung stets begleitenden leptothrixartigen Spaltpilzen.

Es erscheint noch nöthig, der Schriften zweier Botaniker zu erwähnen, welche ähnliche Beobachtungen veröffentlicht haben.

¹⁾ Heydenreich, l. c. S. 50.

²⁾ Henle u. Pfeufer's Zeitschr. für ration. Medicin. Bd. 3. S. 126.

Cienkowsky ¹⁾ fand, dass die Theilchen sehr kleiner Algen beweglich werden können und sich von der Mutterpflanze trennend die Formen von Kokken, Bakterien, Fäden und Zooglöa annehmen. Eigentliche Spirillen der beschriebenen Art scheint Cienkowsky nicht beobachtet zu haben.

Weiter ging Dr. W. Zopf ²⁾, welcher Vibrio, Spirillum und Spirochäte aus gekrümmten Faden der Alge Cladothrix durch „Schwärmen“ entstehen sah und sogar eine Theilung solcher Schrauben beobachtete (S. 11). Wir haben dies nie gesehen, überhaupt andere Gebilde gesehen und müssen glauben, dass die Annahme der Entstehung aller Spirillen aus Algen unbegründet ist. Die leicht zu verfolgende Entwicklungsgeschichte unseres Spirillum, sowie das Fehlen einer Alge im Typhus recurrens sprechen zu bestimmt dagegen. Ausser den älteren Beobachtern hat auch Flügge in seiner vortrefflichen Bearbeitung des gesammten Materials „über Fermente und Mikroparasiten“ diese Anschauung aufrecht erhalten ³⁾.

Um jedoch der Sache näher zu kommen, haben wir durch Maceration pflanzlicher und thierischer Theile jene Gebilde darzustellen versucht und dabei in der That kleinste pflanzliche Neubildungen gesehen, von welchen sich ganz kurze lebhaft spiralig bewegliche Glieder getrennt haben mochten, während andere noch viel feinere, sehr lange, spiralig gewundene Formen unbeweglich mit den Algen im Zusammenhange blieben.

Jene in ihren Formen verschiedenen Gebilde mögen schon für Spirillen gehalten worden sein; was wir in Natur und Bild gesehen ist kurz, eine bis zwei Windungen, oft geknüpft an einem Ende, sehr klein, nicht fähig zu wachsen, verschwindet wieder ohne die Entwicklung wie bei Spirillum zu zeigen.

Andererseits haben wir keine Thatsache gefunden, die für Annahme einer Alge als Keimstätte von Spirillum oder von Spirochäte entscheidend wäre und möchten daher vorschlagen, jenen Schwärmezustand als spiralige Formen vom Genus Spirillum oder Spirochäte getrennt zu halten.

¹⁾ Zur Morphologie der Bakterien. St. Petersburg 1877.

²⁾ Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig 1882.

³⁾ 1883. S. 274.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel III.

- Fig. 1. *Spirillum tenue*: a jüngere, b ältere längere Formen, c in Häufchen, d stark vergrößert, e mit Axoneylinder, f in Zerfall, g dabei häufig vorkommende Bacillen unbekannter Art.
- Fig. 2. *Spirillum propellor*, a in Bewegung, b in Ruhe als *Spir. tenue* von 2 bis 3 Windungen.
- Fig. 3. *Spirillum pisciculus*.
- Fig. 4. *Spirillum musculus*, a bei schwacher, b bei starker Vergrößerung.
- Fig. 5. *Punctum saltans*, a bei schwacher, b bei starker Vergrößerung.
- Fig. 6. Bewegliche spiralförmige Formen aus mikroskopischen Algen.
- Fig. 7. Unbewegliche sehr lange spiralförmige Formen an solchen Algen und frei.

Sämtliche Figuren sind nach der Natur gezeichnet. Für die schwächeren Vergrößerungen dienten Systeme von Oberhäuser, No. 7, 8 und 9; für die stärkeren: $\frac{1}{18}$ und $\frac{1}{25}$ ''' Oelimmersionen mit Abbé'scher Beleuchtung von Leitz.

