

8. Ludwig Klein: Ueber einen neuen Typus der Sporenbildung bei den endosporen Bacterien.

(Mit Tafel XII.)

Eingegangen am 5. November 1889.

In dem Masse, in welchem die morphologische Erforschung der Bacterien fortschreitet, gewinnt der Vorgang der Sporenbildung (und Sporenkeimung) immer grössere Bedeutung; er liefert uns in vielen Fällen specifische Merkmale, um ähnliche Formen mit Sicherheit als verschiedene naturhistorische Arten, nicht bloss als verschiedene Wachstumsformen von einander zu unterscheiden. Leider ist dieser so wichtige Vorgang bei der überwiegenden Menge der untersuchten und unterschiedenen Bacillenarten überhaupt nicht bekannt, womit jedoch in keiner Weise gesagt sein soll, dass er überall dort auch wirklich vorkommen müsse, und von denjenigen Fällen, in welchen er beobachtet wurde, ist zumeist nicht viel mehr, als eben nur das Vorkommen von Sporen constatirt; auf die Art und Weise ihrer Bildung und besonders auf die feineren Unterschiede, welche dabei auftreten, ist fast nirgends die gebührende Rücksicht genommen. So ist z. B. in der „Bacteriologischen Diagnostik“ von EISENBERG, 2. Aufl., nur der Unterschied gemacht, ob die Sporen end- oder mittelständig sind und noch dazu nicht einmal immer richtig (für *Bacillus Megaterium* werden endständige Sporen angegeben!).

In denjenigen Fällen nun, in welchen die Sporenbildung durch continuirliche Beobachtung dieses Vorganges am einzelnen Individuum gründlich studirt wurde, bei *Bacillus subtilis*,¹⁾ *anthracis*,²⁾ *butyricus*

1) F. COHN, Beiträge zur Biologie der Bacillen (Beitr. zur Biol. der Pflanzen, Band 2, S. 263). 1876.

2) R. KOCH. Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des *Bacillus Anthracis* (l. c. S. 282 und besonders S. 286), 1876.

[= *Clostridium butyricum*¹⁾], *Megaterium*,²⁾ *brassicae*,³⁾ *carotarum*,⁴⁾ *tumescens*,⁵⁾ *inflatus*,⁶⁾ *Ventriculus*,⁷⁾ *alvei*,⁸⁾ *ulna*,⁹⁾ *leptosporus*,¹⁰⁾ *sessilis*,¹¹⁾ bei *Vibrio Rugula*¹²⁾ und *Clostridium Polymyxa*¹³⁾ verläuft sie, wie ich bereits früher hervorhob,¹⁴⁾ immer nach dem gleichen Typus: „Ueberall tritt entweder nach vorangegangener Granulirung oder ohne eine solche die Spore zunächst als ein matt- oder dunkelgrauer, undeutlich umschriebener (sehr kleiner) Fleck auf, der etwas heranwächst, bald ein kräftiges Lichtbrechungsvermögen annimmt und dann auf Kosten des Zellplasmas wie ein Parasit in seiner Wirthzelle die definitive Grösse erlangt.“ Unterschiede secundärer Natur, obwohl für die Speciesunterscheidung sehr wichtig, sind dann darin zu suchen, dass entweder das gesammte Plasma einer Zelle zur Spore verbraucht wird, oder mehr oder minder beträchtliche Reste zurückbleiben, entweder die Spore am Ende der Zelle liegt oder in der Mitte, entweder nur je eine Spore in einer Zelle gebildet oder (ausnahmsweise) zwei, wozu schliesslich noch die absolute und relative Grösse der Sporen und eventuelle Veränderungen der sporenführenden Zellen gegenüber den vegetativen kommen.

Eine eigenthümliche Sonderstellung nahm bisher allein der kürzlich

1) A. PRAZMOWSKI, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bacterienarten, 1880, S. 27.

2) A. DE BARY, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoën und Bacterien, 1884, S. 496 und bes. 502. Vergl. auch die „Vorlesungen über Bacterien“ dieses Autors 2. Aufl. S. 14.

3) G. POMMER, Ein Beitrag zur Kenntniss der fadenbildenden Bacterien (Mittheilungen aus dem botanischen Institute in Graz), 1886, S. 102 und ALFRED KOCH, Morphologie und Entwicklungsgeschichte einiger endosporener Bacterienformen (Bot. Zeitung 1888 S. 311, Sep.-Abd. S. 10).

4) A. KOCH, l. c. S. 282, S.-A. S. 3.

5) A. KOCH, l. c. S. 316, S.-A. S. 12 und W. ZOPF, Die Spaltpilze, 3. Aufl., 1885, S. 82.

6) A. KOCH, l. c. S. 330, S.-A. S. 16.

7) A. KOCH, l. c. S. 341, S.-A. S. 17.

8) A. KOCH, l. c. S. 344, S.-A. S. 19.

9) A. PRAZMOWSKI, l. c. S. 21. Bei diesem *Bacillus* beginnt die Fructification damit, „dass in dem Inhalt des Stäbchens sich entweder eine Anzahl kleiner mattglänzender Tröpfchen differencirt, die dann zu einem grösseren Tropfen verschmelzen, oder, was häufiger der Fall, es erscheint von Anfang an ein solcher grösserer Tropfen. Dieser, Anfangs von undeutlichen Umrissen und unregelmässiger Gestalt, vergrössert sich auf Kosten des Plasmas des Stäbchens und gestaltet sich schliesslich zu einer scharf begrenzten, oblongen Spore.“

10) L. KLEIN, Botanische Bacterienstudien I. (Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, Band 6, 1889, S. 348, S.-A. S. 8).

11) L. KLEIN, l. c. S. 381, S.-A. S. 14.

12) A. PRAZMOWSKI, l. c. S. 43.

13) A. PRAZMOWSKI, l. c. S. 47 und Tafel II, Fig. 5e.

14) L. KLEIN, l. c. S. 382, S.-A. S. 15 unten.

beschriebene *Bacillus E* von PETERS¹⁾ ein, der ein constanter Bewohner des Sauerteigs ist. Auch hier wird die Sporenbildung dadurch eingeleitet, dass im vorher vollkommen hyalinen Plasma feine Körnchen in grosser Zahl erscheinen. „Nun bemerkt man, einem Ende des Stäbchens genähert, eine Plasmabrücke, die sich von dem übrigen Inhalte des Stäbchens, ausgenommen den Körnchen, durch etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen unterscheidet, endlich erscheint an der Stelle der Plasmabrücke, zunächst noch schwach umschrieben, die Spore, und zwar sogleich in der endgültigen Grösse... Die Sporenanlage nimmt an Glanz zu und erlangt das bekannte Aussehen der Bacteriensporen. Hierauf wird die Membran des Stäbchens allmählich blasser und verschwindet endlich, die Sporen und die gleich zu beschreibenden Körnchen verharren jedoch in ihrer gegenwärtigen Lage, so dass man bei reichlicher Sporenbildung lange Reihen glänzender Kügelchen und Ovale erhält. Es ist dies wohl ein Zeichen, dass die verquellenden Membranen wenigstens zunächst einen ziemlich consistenten Schleim hinterlassen. Fast regelmässig zugleich mit dem ersten Auftreten der Spore, vielleicht schon hier und da etwas früher erscheinen unter den feinen Körnchen des Plasmas ein oder mehrere grössere an dem der Spore entgegengesetzten Ende des Stäbchens. Während nun die Spore an Glanz zunimmt, thun sie dasselbe, und schliesslich findet man in dem bloss erscheinenden Stäbchen die stark glänzende ovale Spore und ein oder mehrere ebenso glänzende, jedoch stets kugelförmige Körnchen, die zuweilen, besonders wenn nur einer vorhanden ist, der Spore wenig an Grösse nachgeben. Da nun ziemlich häufig nur ein solches grosses Körnchen gebildet wird, so schien es mir nöthig, zu untersuchen, ob demselben nicht auch etwa Sporenqualität zukomme. Zahlreiche Beobachtungen haben jedoch ergeben, dass dieselben nicht keimfähig sind. Wenn die Spore desselben Stäbchens längst den jungen *Bacillus* entlassen hat, liegt das runde Körnchen noch immer gänzlich unverändert da.“

Diese Beobachtung von PETERS habe ich absichtlich in extenso hierhergesetzt, weil sie, wie sich gleich zeigen wird, ein sehr schönes Bindeglied darstellt zwischen dem oben beschriebenen Typus der Sporenbildung und dem von mir beobachteten. Andere endosporenbildende Bacterien, bei denen möglicher Weise der Vorgang der Endosporenbildung gleichfalls nicht nach dem herkömmlichen Schema verläuft, wie den sogenannten Trommelschlägerbacillus BIENSTOCK's²⁾ lasse ich unberücksichtigt, weil entweder die Beobachtungen zu unvollkommen oder nach ganz verfehlten Methoden angestellt wurden, oder

1) W. L. PETERS, Die Organismen des Sauerteigs und ihre Bedeutung für die Brotgährung. Bot. Zeitung 1889, S. 438 ff.

2) B. BIENSTOCK, Die Bacterien der Faeces (S.-A. aus d. Zeitschr. f. Klinische Medizin, Band VIII, 1884, S. 11 und 17 ff.).

weil die Beschreibungen so unklar gehalten sind, dass sich keine deutliche Vorstellung von dem gewinnen lässt, was der Beobachter wirklich gesehen hat, so dass es unmöglich ist, Vermuthungen, Combinationen und direkte Beobachtungen auseinander zu halten.

In scharfem Gegensatze zu dem gewöhnlichen Typus der Sporenbildung, aber, wie erwähnt, durch den PETERS'schen *Bacillus* doch einigermaßen vermittelt, stellt sich nun eine Gruppe von Bakterien, die ich auf Grund ihrer Lebensverhältnisse ähnlich wie die Purpur-, Schwefel- und Eisenbakterien als „endospore Sumpfbakterien“ zusammenfassen möchte, ohne jedoch damit eine enge systematische Zusammengehörigkeit der hierher zu stellenden Formen präjudiciren zu wollen; eine solche ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, doch sind darüber weitere Beobachtungen und umfassendere Untersuchungsergebnisse, als sie mir derzeit zur Verfügung stehen, dringend nothwendig. Es gelang mir bis jetzt fünf verschiedene Formen auf Grund der Grössenverhältnisse und Sporenbildung mit ziemlicher Sicherheit als verschiedene Arten zu unterscheiden, doch zweifle ich nicht, dass sich diese Zahl bei weiteren in der gleichen Richtung fortgesetzten Untersuchungen noch erheblich vermehren dürfte. Ich habe die grösste dieser Arten zu Ehren DE BARY's *Bacillus de Baryanus* (Fig. 2), die zweitgrösste, ihr sehr ähnliche zu Ehren seines Nachfolgers und meines verehrten Lehrers *Bacillus Solmsii* (Fig. 4) getauft, einer dritten und vierten auf Grund auffälliger morphologischer Merkmale, der einen ihrer unverhältnissmässig grossen Sporen halber den Namen *Bacillus macrosporus* (Fig. 1), der andern ihrer stecknadelähnlichen Gestalt wegen den Namen *Bacillus Peroniella* (Fig. 2) gegeben und für die fünfte, die kleinste endlich, die keinerlei besonders hervortretende Merkmale zeigte, nach ihrem Vorkommen den Namen *Bacillus limosus* (Fig. 6) gewählt.

In einem Cylinderglase, in welchem nach nur zweitägigem Stehen die darin enthaltenen, in den Hanflöchern von BUCHHEIM gesammelten zahlreichen *Volvox*kugeln in Fäulniss übergegangen waren, fand ich im vergangenen Frühjahr einen relativ grossen und beweglichen *Bacillus* (den *Bacillus Solmsii*) in ziemlicher Menge, jedoch zunächst ohne Sporen; er erinnerte mich lebhaft an eine Form, welche ich vor Jahren in DE BARY's Laboratorium zu Strassburg in Untersuchung gehabt hatte; als nach einigen Tagen die Sporenbildung eintrat, stellte sich die Identität mit obiger Form zweifellos heraus. Woher der Strassburger *Bacillus* eigentlich stammte, vermag ich heute nicht mehr zu sagen, ich kann ihn nur noch bis zu einem Aufguss von gekochten Kartoffeln zurück verfolgen, in welchem er sich gezeigt und längere Zeit erhalten hatte. Da damals auf Sumpfpflanzen schmarotzende Chytridien im Institute untersucht wurden, ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, dass er von oder mit diesen in den Kartoffelaufguss gelangte, in welchem er jedoch gegenüber einer grossen Menge kleiner und kleinster

Fäulnissbakterien immer nur in beschränkter Zahl zu finden war. Erst als das Wasser bei fortgeschrittener Fäulniss der Kartoffeln ziemlich übelriechend wurde, zeigte sich in einzelnen Individuen sowohl, wie in kurzen Fadenverbänden Endosporenbildung, die mir in zwiefacher Hinsicht auffiel: erstens zeigten sämtliche reife Sporen einen zwar schwachen, aber doch vollkommen deutlichen blaugrünen Glanz gegenüber der normalen silbergrauen Färbung des übrigen Stäbchens wie der vegetativen Bacillen, und zweitens bewegten sich diese sporentragenden Fäden und Bacillen ganz in der gleichen Weise, wie die vegetativen Individuen. Da ich damals die Entwicklung der Sporen der Beweglichkeit der Stäbchen halber nicht direkt verfolgen konnte, auch diesem Vorgange an sich kein besonderes Gewicht beilegte, so entging mir zunächst der von den anderen bisher bekannten Bakterien so völlig abweichende Modus der Endosporenbildung. Dass die Bakterien gleichwohl nach demselben fructificirten und dass ich ganz die gleichen Bilder wie bei dem Freiburger Vorkommen wirklich gesehen hatte, das zeigt Fig. 4, die ich in Strassburg nach dem dortigen Material gezeichnet hatte und die die verschiedenen Stadien der Sporenbildung so klar und deutlich zeigt, dass ich sie unbedenklich zur Illustration meiner hiesigen Beobachtungen mit verwenden konnte. In Strassburg angestellte Culturversuche mit diesem Bacillus in den üblichen Nährmedien, ebenso wie Keimungsversuche in denselben und in reinem Wasser misslangen völlig, wie mir sein hiesiges Verhalten zeigte, aus leicht verständlichen Gründen. Als der alte Kartoffelhafen einmal durch Abgiessen des stinkenden Wassers und Aufgiessen von frischem Leitungswasser gereinigt wurde, nahm das unser Bacillus gewaltig übel, schien längere Zeit gänzlich verschwunden und trat auch später nur noch in vereinzelter Individuen auf.

In einer ganzen Reihe von Sümpfen der Rheinebene, die ich diesen Sommer gelegentlich meiner *Volvox*-studien untersuchte, fand ich den *Bacillus Solmsii* als ständigen Bewohner, sobald ich erst einmal mein Augenmerk auf diesen Punkt gerichtet hatte und die anderen vier Arten fehlten gewöhnlich auch nicht, besonders nicht *B. limosus*, der sich am häufigsten einstellte, während *B. macrosporus*, *Peroniella* und besonders *B. de Baryanus* seltener zu finden waren. In dem frisch eingesammelten Wasser konnte ich, offenbar der viel zu geringen Individuenzahl halber, niemals einen dieser Spaltpilze entdecken, sobald aber nach einigen Tagen der Inhalt der mit reichlichem *Volvox*- oder *Hydrodictyon*-material beschickten Sammelgläser in Fäulniss überging, fanden sich fast regelmässig einige dieser Formen ein. Sie befanden sich am wohlsten, falls dieser Rückschluss aus ihrer gesteigerten Individuenzahl zulässig ist, sobald die bekannten grossen rothen Schwefelbakterien, die gleichfalls in zahlreichen Arten in diesen Sümpfen leben, sich üppig entwickelten, waren fast nur auf dem Grunde des

Gefäßes zu finden, und nach 8—10 Tagen trat stets reichliche Sporenbildung ein, während die rein vegetative Vermehrung noch eine Zeit lang fort dauerte. Dieses Verhalten zeigt deutlich, dass wir es hier mit im Wesentlichen anaeroben Formen zu thun haben und das Misslingen der früheren Culturversuche erscheint jetzt sehr begreiflich. Von *Bacillus de Baryanus* und besonders von *Bacillus Solmsii* und *limosus* stellte sich ausserdem die Befähigung zu facultativem Parasitismus heraus. Gar nicht selten gelangten *Volvox*kugeln zur Beobachtung, die zwar offenbar durch die beginnende Fäulniss des Sumpfwassers in ihrer Lebensenergie geschwächt waren, sich aber doch noch lebhaft bewegten, und im Innern dieser Kugeln sowohl, wie in den die Einzelzellen trennenden Gallertmembranen fanden sich zahlreiche Individuen der oben erwähnten Bacillen theils in Bewegung, theils in Ruhe. An letzteren liess sich der Vorgang der Sporenbildung sehr gut direkt verfolgen, wenn man eine derartige *Volvox*kugel durch ein aufgelegtes Deckgläschen festklemmte und durch einige untergelegte Deckglassplitter vor dem Zerdrücktwerden schützte. Auch *Hydrodictyon*zellen und kleine Crustaceen zeigten sich zur direkten Beobachtung der Sporenbildung sehr geeignet. Für *Bacillus Solmsii*, die am genauesten untersuchte Form, sei die Sporenbildung zunächst beschrieben.

Die verhältnissmässig langgestreckten Glieder dieses Bacillus, eine Eigenschaft, die er übrigens, *B. macrosporus* ausgenommen, mit den andern theilt, schwellen gewöhnlich an der Stelle, wo sich die immer endständige Spore bilden soll, leicht an, die erste Andeutung der Spore ist dann darin zu sehen, dass das Plasma dieser Anschwellung, die stets in offener Communication mit den übrigen Stäbchen bleibt, einen ganz leicht grünlichen Ton erhält (Fig. 4s). Darauf contrahirt sich der gesammte Inhalt der angeschwellenen Stelle, sich von der Zellwand loslösend und immer mehr an Lichtbrechungsvermögen zunehmend, mehr und mehr bis zur definitiven Gestalt der bohnenförmigen Endospore, die aber erst später ihren starken Glanz und den ausgesprochen bläulichgrünen Farbenton erhält. Ob während dieser Contraction noch eine weitere Ernährung der sich bildenden Spore aus dem übrigen Plasma stattfindet oder nicht, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen, doch halte ich sie nach den bei *B. Peroniella* gemachten Erfahrungen nicht für besonders wahrscheinlich, jedenfalls nicht für ausgiebig und glaube, dass die Sonderung des Plasmas in einen sporenbildenden und einen dazu nicht verwendbaren Theil schon vor der Contraction der jungen Sporenanlage stattfindet; dagegen halte ich eine nachträgliche Ernährung der fertig contrahirten Spore für wahrscheinlich. Ferner konnte noch nicht festgestellt werden, ob die Sporenmembran schon früher gebildet wird oder nicht; erst an der fertigen Spore tritt sie deutlich hervor und sie kann während des

Reifungsprozesses, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls nur sehr dünn sein. Irgend welche Granulirung oder Trübung des Plasmas ist bei diesen Vorgängen auf keinem Stadium der Entwicklung zu bemerken; das Plasma bleibt immer völlig hyalin. Ein nicht unbedeutlicher Theil des Zellplasmas bleibt bei der Sporenbildung stets in der Zelle zurück, was ohne Weiteres schon daraus hervorgeht, dass die Bacillen mit völlig reifen Sporen sich ebenso lebhaft bewegen wie die vegetativen Stäbchen; es ist darum auch selbstverständlich, dass dieses Plasma den cylindrischen Theil des Stäbchens gleichmässig erfüllt und nicht wie bei andern Bacterien in Gestalt geformter Reste zurückbleibt. Bei Fadenverbänden bildet sich die Spore gewöhnlich in den freien Enden der Endzellen, in der Mitte des Fadens nicht selten in den aneinander stossenden Enden zweier benachbarten Zellen. In einer Zelle wurde hier wie bei den anderen Formen nie mehr wie eine einzige Spore gefunden. Bei der nahezu geradlinigen, ziemlich langsamen, nur ab und zu durch einen kräftigen Ruck unterbrochenen Bewegung, ist das sporenführende Ende gewöhnlich, aber nicht immer, nach vorn gerichtet. Die Stäbchen halten oft eine kleine Weile still, um dann wie eine *Oscillaria*, mit der die Bewegung überhaupt eine grosse Aehnlichkeit hat, nach der entgegengesetzten Seite zurückzuschwimmen. Drehung um die Längsaxe findet bei der Bewegung ebenfalls statt.

Auch im Innern von absterbenden *Hydrodictyon*-zellen fand sich *Bacillus Solmsii* und *limosus* häufig in beträchtlicher Menge; ob sie auch hier als Parasiten aufzutreten vermögen, liess sich nicht sicher entscheiden. In vollständig lebenskräftigen, frisch eingesammelten *Volvox*- und *Hydrodictyon*-material habe ich sie niemals angetroffen, diese Pflanzen müssen offenbar durch die beginnende Fäulniss des Sumpfwassers erst in die geeignete Disposition versetzt werden.

Bacillus de Baryanus (Fig. 3), *Peroniella* (Fig. 2) und *limosus* zeigten genau den gleichen Verlauf der Sporenbildung, wie er für *Bacillus Solmsii* beschrieben wurde. An dem stark angeschwollenen Köpfchen von *B. Peroniella* konnte man genau sehen, dass die reife Spore in einem völlig leeren Raume liegt, während der unverdickt gebliebene Theil des Stäbchens die normale silbergraue Färbung vegetativer Stäbchen zeigt und sich in seinem Lichtbrechungsvermögen schwach gegen das leere Köpfchen absetzt; eine trennende Membran scheint hier nicht gebildet zu werden, dafür ist die gegen das Köpfchen zu concave Trennungslinie zu unbestimmt und verschwommen. Der immer unbewegliche, plumpe *Bacillus macrosporus* endlich zeigt ebenfalls gewöhnlich endständige Sporen, doch wurden auch mittelständige beobachtet. Ihre Bildung geht ebenso wie bei den andern vor sich, nur scheint es mir bei der unverhältnissmässigen Grösse der reifen Sporen zweifelhaft, ob hier nicht sämmtliches Plasma des Stäbchens zur Sporenbildung aufgebraucht wird.

Als gemeinsamen Charakter dieser fünf endosporen Sumpfbakterien können wir also, abgesehen von der Lebensweise, die Sporenbildung betrachten, die sich nach einem ganz neuen, bisher bei den Bakterien nicht beobachteten Typus abspielt. Die Angaben von ZOPF¹⁾ lassen allerdings das Gegentheil vermuthen: „Der Vorgang der Sporenbildung, soweit er bis jetzt näher untersucht, besteht zunächst in einer Contraction des Zellinhaltes auf einen möglichst kleinen Raum, worauf die Masse sich verdichtet und abrundet und endlich eine derbe, wahrscheinlich zweischichtige, stets glatt und farblos bleibende Membran abscheidet.“ Die von ZOPF näher beschriebenen Fälle der Sporenbildung (*B. subtilis*, *anthracis*, *ulna*, *Megaterium*, *Vibrio Rugula* und *Clostridium butyricum* und *polymyxa*) lassen freilich erkennen, dass es sich hier um eine Verwechselung handelt, die wahrscheinlich dadurch herbeigeführt wurde, dass ZOPF, der selbst vornehmlich die Bakterien des Sumpfwassers untersuchte, mit Ausnahme des richtig beschriebenen Vorganges der Sporenbildung bei *Bacillus tumescens*,²⁾ den gewöhnlichen Modus niemals selbst beobachtet hat und durch die Bilder, die ihm gelegentlich endospore Sumpfbakterien zeigten, bei denen Granulirung und kleine Sporeninitialeu stets fehlten, zu seiner irrigen allgemeinen Auffassung geführt wurde. Dass ZOPF endospore Sumpfbakterien mit Sporen wahrscheinlich wirklich gesehen hat, dafür sprechen mir einzelne seiner Abbildungen, die leider nicht näher erläutert sind (S. 18, Fig. E, F) und seine Bemerkung (S. 19): „Merkwürdiger Weise thut die Anlage und Ausbildung der Spore der Schwärmfähigkeit der betreffenden Zelle in manchen Fällen keinerlei Eintrag.“ — Ferner ist allen gemeinsam, dass die junge Spore sich in ihrem Lichtbrechungsvermögen noch nicht wesentlich von dem übrigen Plasma unterscheidet; sie ist meist erheblich grösser als die reife und erlangt erst durch Contraction ihre definitive Grösse, wobei es auffällt, dass sie zunächst viel weniger stark lichtbrechend ist, als die vollkommen reife Spore, und auch die grünliche Farbe kaum zu erkennen ist. Dieses relativ geringe Lichtbrechungsvermögen der halbreifen Spore, die bereits die definitive Grösse erlangt hat, lässt es nun sehr wahrscheinlich erscheinen, dass auch hier eine weitere Ernährung derselben aus dem übrig gebliebenen Plasma einigermassen ähnlich wie bei den anderen endosporen Bakterien stattfindet, nur mit dem Unterschiede, dass dort diese Ernährung schon bei der ganz jungen und kleinen Spore beginnt, während sie hier erst bei der morphologisch vollkommen ausgebildeten Spore in Erscheinung tritt. Der eigenthümliche bläulichgrüne Glanz der reifen Spore kommt allen fünf Arten zu, bei allen mit Ausnahme von *B. Peroniella* und *B. limosus* zeigt die Spore häufig eine bohnenförmige Gestalt; ist bei

1) W. ZOPF, Die Spaltpilze, 3. Aufl., 1885, S. 18.

2) W. ZOPF, l. c. S. 82 und Fig. 26.

B. de Baryanus und besonders bei *B. Solmsii* das sporentragende Ende nicht angeschwollen, so ist die reife Spore etwas länger und meist völlig cylindrisch. Die verhältnissmässig starke Abrundung der Enden bei den Einzelstäbchen ist dagegen ein Umstand, auf den ich wenig Gewicht legen möchte; bei diesen grossen Formen ist sie unschwer zu bemerken, während sie bei kleinen oft übersehen wird. Bei allen endlich war das Plasma in allen Entwicklungsstadien völlig hyalin und niemals eine Trübung oder Granulirung zu erkennen. Wo Bewegung beobachtet wurde (*B. de Baryanus*, *Solmsii* und *limosus*) geht das sporenführende Ende gewöhnlich voran.

Die wesentlichen Merkmale der 5 Arten sind nach meinen bisherigen Erfahrungen folgende:

Bacillus de Baryanus n. sp. 2—2,5 μ breite vollkommen cylindrische Stäbchen, oft zu Scheinfäden verbunden, beweglich oder unbeweglich (längere Fäden); Einzelzellen langgestreckt; Sporenende in der Regel nicht oder nur wenig angeschwollen. In den Fadenverbänden die Sporen meist paarweise genähert; die Spore der Endzellen im freien Ende. Reife Sporen endständig, bläulichgrün, oval oder bohnenförmig, selten cylindrisch ca. 2,25—2 μ breit oder 3—4 μ lang.

Bacillus Solmsii n. sp. 1,25—1,5 μ (selten 1,6) breite vollkommen cylindrische Stäbchen, die denen des *B. de Baryanus* sehr ähneln; meist beweglich, Einzelzellen langgestreckt; Sporenende in der Regel ellipsoidförmig angeschwollen. In den Fadenverbänden sind die Sporen viel seltener paarig genähert; Spore der Endzellen meist im freien Ende. Reife Sporen endständig, bläulichgrün, oval oder bohnenförmig oder in nicht angeschwollenen Stäbchen vollkommen cylindrisch 1,2 bis 1,5 μ breit und bis 2,5 μ lang.

Bacillus Peroniella n. sp. Stäbchen von ca. 1 μ Dicke, meist leicht gekrümmt, 15 bis gegen 40 μ lang, ohne dass Scheidewände zu erkennen sind; nur unbewegliche, auf faulenden Algen und Crustaceen festsitzende Individuen beobachtet; das freie, Sporen tragende Ende stark angeschwollen (2,5—3,5 μ); reife Spore endständig, bläulichgrün, oval oder cylindrisch, verhältnissmässig klein, 1—1,5 μ breit, 2 μ lang.

Bacillus macrosporus n. sp. Stäbchen verhältnissmässig kurz und plump, an den Enden clostridiumartig verschmälert (stumpf spindelförmig), nur unbewegliche, heerdenweise beisammenliegende Individuen beobachtet, 2,2—2,5 μ breit und ca. 6—8 μ lang. Spore meist end-, seltener mittelständig 1,8—2 (2,2) μ breit und 3—3,2 μ lang, bläulichgrün, oval oder bohnenförmig.

Bacillus limosus n. sp. Stäbchen 0,8—1 μ breit, 5—8 μ lang, vollkommen cylindrisch; ziemlich lebhaft beweglich; nur Einzelstäbchen beobachtet, dass sporentragende Ende nicht angeschwollen; reife Spore

endständig, bläulichgrün, nahezu cylindrisch, ungefähr so dick wie das Stäbchen und $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie breit.

Zur Veröffentlichung dieser ziemlich fragmentarischen Beiträge zur Kenntniss der endosporen Sumpfbakterien, deren weitere Erforschung ich mir vorbehalte, bestimmt mich die Bedeutung, welche diesem Typus der Sporenbildung zukommt; sie dürfte meiner Ansicht nach einigermaassen über die Entdeckung eines neuen Typus hinausgehen, der an und für sich ganz interessant ist, aber unsere Kenntnisse über die Natur und die systematische Stellung der Bakterien in keiner Weise erheblich fördert. Bekanntlich stehen unsere Ansichten über die Abstammung und über die Verwandtschaftsverhältnisse der Bakterien auf recht schwachen Füßen. Der Mangel einer erkennbaren inneren Structur, die Kleinheit und Einfachheit des Baues lassen uns bei den meisten Formen kaum Analogieen, geschweige denn Homologieen mit anderen Lebewesen erkennen und es ist nur zu natürlich, dass sich der subjectiven Auffassung ein um so weiterer Spielraum eröffnet, je mehr die Zahl der morphologischen Anhalts- und Vergleichspunkte abnimmt. Die unzweifelhafte grosse Aehnlichkeit, welche viele der vegetativ höchst entwickelten Formen, wie *Leuconostoc*, *Crenothrix* etc. zu den Cyanophyceen besitzen, scheinen für eine zu enge Zusammengehörigkeit dieser beiden Organismengruppen zu sprechen, während andererseits, die, wie neueste Untersuchungen¹⁾ zweifellos festgestellt haben, wohl in den meisten Fällen durch Cilien als Bewegungsorgane vermittelte Schwärmfähigkeit vieler Arten auf einen genetischen Zusammenhang mit den Flagellaten hinweist, wo auch die im ganzen Pflanzenreiche nirgends vorkommende Endosporenbildung nach DE BARY²⁾ ihr Analogon findet, während BÜTSCHLI³⁾ glaubt, dass die endogen entstehenden Dauerzustände gewisser Flagellaten (*Monas*, *Chromulina*) recht wohl mit der Sporenbildung der Schizomyceten homologisirt werden können, wenn einmal diese endogene Sporenbildung der Bakterien überhaupt verglichen werden soll. DE BARY spricht sich jedoch nicht direct gegen eine Homologisirung aus: „In dieser zunächst nur analogen Erscheinung auch die Andeutung einer Homologie wenigstens zu vermuthen, dagegen ist in den bekannten Erscheinungen kein Grund enthalten. Endlich muss bei solcher Betrachtung wohl hervorgehoben werden, dass das Gebiet der als Flagellaten zusammengefassten Organismen gerade mit Rücksicht auf den Entwicklungsgang der Species noch zu ungleichmässig bekannt ist, um klare und sichere Anknüpfungen zu

1) LÖFFLER, Eine neue Methode zum Färben der Mikroorganismen, insbesondere ihrer Wimperhaare und Geiseln, Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. VI, 1889, Nr. 8 bis 9.

2) DE BARY, Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. S. 513 (1884).

3) BÜTSCHLI, Protozoa II. Abtheilung. Mastigophora S. 809 (1884).

gestatten.“ Der Grund zu dieser Reserve DE BARY's liegt offenbar darin, dass die Endosporenbildung der Bacterien so, wie er sie kannte, und die Cystenbildung bei *Monas (Spumella) vulgaris* und *Chromulina*, so, wie CIENKOWSKI¹⁾ dieselbe beschrieben hatte, eigentlich nur darin übereinstimmten, dass in beiden Fällen die Sporen (Cysten) im Innern des Mutterorganismus gebildet werden, während die Art und Weise, wie dieser Vorgang sich abspielte, so verschieden wie nur möglich erschien: bei *Monas* etc. bildet sich aus einem (dem grössten) Theil des Plasmas die Cyste und zwar gleich in definitiver Gestalt und Grösse, während bei den Bacterien damals nur Endosporenbildung bekannt war, die mit einer kleinen, sich allmählich vergrössernden Initiale beginnt. DE BARY erwartete nähere Anschlusspunkte am ehesten bei der formenreichen Gruppe der Flagellaten und es ist auch in keiner Weise zu bezweifeln, dass dort solche gefunden werden dürften; vielleicht bietet der merkwürdige von KÜNSTLER²⁾ unter dem Namen *Bacterioidomonas sporifera* beschriebene Organismus auch in dieser Beziehung Homologien, falls sich seine Beschreibung bestätigt. Dieses wie „Bacterium“ geformte Wesen soll 24 μ gross werden, eine Geisel, einen homogenen Kern besitzen und sich durch 4 endogen entstandene Sporen vermehren, bei deren Bildung der Organismus in Bewegung bleibt.

Einstweilen jedoch glaube ich solche wünschenswerthe Zwischenformen, die eine wirkliche Homologisirung der Bacterienendosporen mit den Flagellatencysten gestatten, bei den vorstehend beschriebenen „endosporen Sumpfbacterien“ gefunden zu haben, bei denen sich der Modus der Endosporenbildung zunächst von der Cystenbildung obiger Flagellaten in keinem wesentlichen Punkte unterscheidet, aber auch von dem Vorgange der Endosporenbildung bei den übrigen Bacterien nicht soweit entfernt ist, wie es auf den ersten Blick den Anschein haben dürfte. Wenn auch hier anstatt der allmählichen Vergrösserung einer sehr kleinen die Verkleinerung einer Sporenanlage zu constatiren ist, die grösser ist als die reife Spore, so deutet doch, wie erwähnt, der verhältnissmässig erst spät sich einstellende Glanz der reifen Sporen darauf hin, dass hier wie dort die Sporenanlage während des Reifungsprocesses von dem übrigen Zellplasma ernährt wird, denn wir haben a priori keinen Grund, diesen Glanz, den wir bei den anderen endosporen Bacterien mit vollem Rechte auf eine Verdichtung, beziehungsweise Entwässerung des Plasmas zurückführen, hier bei diesen Sumpfbacterien einer anderen Ursache zuzuschreiben. Ausserdem ist auch

1) CIENKOWSKI, SCHULTZE's Arch. f. mik. Anat. VII, S. 434; cf. mit BÜTSCHLI l. c. S. 797.

2) KÜNSTLER, Journal de micrographie VIII, S. 376, 1884 (Comptes rendus Bd. 99, S. 376–380); vergl. auch BÜTSCHLI l. c. I. Abth. Einleitung. S. XIV (1888).

dieser Typus der Sporenbildung mit dem anderen durch Uebergangsformen verbunden und zwar durch Vermittelung des PETERS'schen *Bacillus E*, bei dem die Spore gleich in der definitiven Grösse angelegt wird und des *Bacillus ulna*, bei welchem nach PRAZMOWSKI¹⁾ die Sporenbildung damit beginnt, „dass in dem Inhalte des Stäbchens sich entweder eine Anzahl kleiner mattglänzender Tröpfchen differencirt, die dann zu einem grösseren Tropfen verschmelzen, oder, was häufiger der Fall ist, es erscheint von Anfang an ein solcher grösserer Tropfen.“

Mit der Sporenbildung dagegen, wie wir sie bei *Leuconostoc* z. B. kennen, selbst wenn hier eine zweite innere Haut um das Plasma der zur Spore werdenden Gliederzelle abgeschieden werden sollte, scheint mir die Endosporenbildung in keiner engeren Beziehung zu stehen. Jene findet ihr vollkommenes Homologon in der Sporenbildung der Nostocaceen, wo ja auch der gesammte Inhalt der sporogenen Gliederzelle unter beträchtlichem Wachsthum der ganzen Zelle, wie hier, zur Spore wird. Diese Arthrospore ist erheblich grösser als die vegetative Zelle. Neuerdings sucht nun PRAZMOWSKI²⁾, gestützt auf seine Untersuchungen an *Micrococcus ureae* und der „Mistbacterie“ den Nachweis zu führen, dass derzeit kein triftiger Grund vorhanden sei, bei den Bakterien einen zweifachen Fructificationsmodus anzunehmen, ein Versuch, der nach meinem Dafürhalten als misslungen zu bezeichnen ist. Die Gattung *Arthrobacterium* (*Bacterium*) ist bei DE BARY nicht mehr, wie ursprünglich, den Dimensionen nach ein Mittelding zwischen *Micrococcus* und *Bacillus*, sondern sie umfasst die der Endosporen entbehrenden Formen, „welche in der vegetativen Gestalt *Bacillus* gleichen“³⁾. Daraus geht doch klar hervor, dass alle Bacillen, bei denen Sporenbildung nicht gefunden wurde, provisorisch hierher zu stellen sind; wirklich hierher gehören sie jedoch nur dann, wenn sie in der That keine Endosporen bilden. Das gleiche betont auch HÜPPE⁴⁾, der den Mangel endogener Sporen als den „einzigen durchgreifenden Unterschied gegen *Bacillus* und *Clostridium*“ angiebt. PRAZMOWSKI fand nun in dem Bodensatz von Reinculturen des *Micrococcus ureae* in Harn nach abgelaufener Gährung viel kleinere und beinahe kugelförmige, stärker lichtbrechende und glänzende, von einer derben dunkeln Membran umgebene Zellen, welche

1) PRAZMOWSKI l. c. S. 21.

2) A. PRAZMOWSKI, Ueber Sporenbildung bei den Bakterien (S. A. aus d. Krakauer Academie 1888. 35 S. 1 Tafel (polnisch!)) Ein kurzer deutscher Auszug davon steht im Biologischen Centralblatt VIII, 1888—89, Nr. 10. Auf letztere Arbeit bezieht sich auch das Referat im Centralbl. f. Bacteriol. IV. 1888, S. 325.

3) DE BARY l. c. S. 506.

4) HÜPPE, Die Formen der Bakterien und ihre Beziehungen zu den Gattungen und Arten. S. 145. 1886.

sich gegen äussere Einflüsse sehr widerstandsfähig zeigten und durch ihre Keimungsfähigkeit als Sporen legitimierten. Ihre Bildungsweise wurde nicht direct verfolgt, trotzdem schreibt PRAZMOWSKI ihnen endogenen Ursprung zu, weil sie in sämtlichen Eigenschaften und Merkmalen mit wirklichen endogen entstandenen Sporen anderer Bakterien übereinstimmten und auch die, ohne Abhebung einer distincten Membran erfolgende, Sporenkeimung nicht dagegen spreche! Und wenn dies auch wirklich der Fall sein sollte, was wäre damit bewiesen, als dass wir es hier eben nicht mit einem arthrosporen *Micrococcus* zu thun hätten³⁾. Die „Mistbakterie“, deren Stäbchen 2,5—4 μ lang und 1,5 μ breit sind, die vor der Sporenbildung birnförmig anschwellen und in dem angeschwollenen Ende auf eine aus den Abbildungen nicht näher zu ersiehende Weise kugelförmig stark lichtbrechende Sporen bilden, gehört nach diesen Befunden PRAZMOWSKI's sicher nicht zu den Arthrobakterien, sondern zu den endosporen Bacillen, wie P. mit Recht betont. Bei Licht besehen hat also P. einen einzigen neuen endosporenbildenden *Bacillus* gefunden, ein „Beweis“, dass ein Unterschied zwischen den Sporen der Mistbakterie und des Harnfermentes, weil sie in Structur, Widerstandsfähigkeit und Auskeimung übereinstimmen, nicht bestehe, und somit auch letztere endogen entstehen müssen, ist damit selbstverständlich nicht erbracht und ein anderer, trotz P.'s gegentheiliger Versicherung, bei der Kleinheit der Objecte und der gegenwärtigen Leistungsfähigkeit der Mikroskope nach der Ansicht des Verf. recht wohl denkbar. Für die *Leuconostoc*-Sporen hält auch VAN TIEGHEM nicht mehr an dem früher behaupteten endosporen Charakter fest; bei *Bacterium Zopfii*²⁾ sind die sogen. „Coccen“ doch sicherlich so typische Arthrosporen, wie man sie nur wünschen kann. Die vom endosporen Typus abweichenden Modi beziehen sich also nicht nur auf Fälle, bei denen es wegen der Kleinheit oder der besonderen Form der vegetativen oder fructificirenden Zellen unmöglich sei, den ganzen Vorgang in den morphologischen Details genau zu verfolgen und zur Aufhebung des arthrosporen Typus liegt darum zur Zeit gar kein Grund vor. Im Gegentheil glaubt Verf., dass sich die Spaltpilze aus 2 phylogenetisch nicht allzu nahestehenden Gruppen zusammensetzen, einer endosporen bildenden, sich näher an die Flagellaten anschliessenden Reihe und einer zweiten, die man als saprophytische und farblos gewordene Cyanophyceen auffassen könnte. Zu letzterer Gruppe würden dann vornehmlich diejenigen Formen zu ziehen sein, deren Sporenbildung, wie *Leuconostoc* geradezu als Homologon der blaugrünen Parallelreihe aufzufassen ist, und die vegetativ am höchsten

1) cf. DE BARY, Vorlesungen über Bakterien. 2. Auflage, S. 20, 1887, wo auf die Möglichkeit Endosporen auch „bei den einfachsten Micrococcen“ zu finden, ausdrücklich hingewiesen wird.

2) H. KURTH, *Bacterium Zopfii*, Botanische Zeitung 1886. S. 401 ff.

differencirten Gattungen. Wohin dann das Gros der kleinen und kleinsten sog. arthrosporen Formen zu stellen wäre, deren gemeinsamer morphologischer Charakter wesentlich in dem Fehlen der Endosporen liegt und deren „Arthrosporen“, wenn sie überhaupt solche haben, morphologische Differenzen gegenüber den vegetativen Zellen nicht oder kaum mehr aufweisen, ob diese Formen zu der ersten oder zu der zweiten Gruppe gehören, oder vielleicht, was mir am plausibelsten erscheint, auf beide zu vertheilen sind, dass dürfte auf Grund unserer derzeitigen Kenntnisse am besten noch in suspenso bleiben. Für diese Zweitheilung scheint mir besonders die auffallende Erscheinung zu sprechen, dass gerade die systematisch höher stehenden Formen, die endosporenbildenden, in morphologischer Beziehung erheblich hinter den in vegetativer Richtung höchst entwickelten Formen zurückstehen: wir kennen bei ihnen keine Theilung nach mehr als einer Raumrichtung, wir kennen keine so festen, an die Oscillarien erinnernden Fadenverbände wie bei der Beggiatoen, wir kennen keine Verzweigung wie bei *Cladothrix* und wir kennen schliesslich keine Scheidenbildung, wie bei *Cladothrix*, *Crenothrix* und vielen Eisenbacterien, alles Dinge, die wir genau ebenso bei den Cyanophyceen wiederfinden. Ein Homologon mit der Endosporenbildung dagegen finden wir bei den Cyanophyceen nicht. Als die ältere der beiden Reihen möchte ich dabei diejenige ansehen, welche sich direct von den Cyanophyceen ableitet, da es mir persönlich am naturgemässesten erscheint, die Cyanophyceen als die älteste Organismengruppe zu betrachten, wie dies z. B. auch COHN¹⁾ und SCHRÖTER²⁾ thun. Das bestimmende Moment ist dabei leider physiologischer Natur und darum für eine derartige Betrachtungsweise nicht unanfechtbar, allein ich glaube, dass für die Gewinnung eines Anfangspunktes derartiger phylogenetischer Deductionen, aber auch nur hier, die physiologische Betrachtungsweise nicht wohl entbehrt werden kann. Sämmtliche chlorophyllfreien Organismen, die wir gegenwärtig kennen, Pflanzen sowohl wie Thiere bedürfen zu ihrer Ernährung organischer Substanz; nur die Chlorophyll oder einen, dasselbe physiologisch vertretenden Farbstoff besitzenden Organismen sind gegenwärtig in letzter Instanz befähigt, diese organische Substanz aus anorganischen Verbindungen aufzubauen; die Ausnahmslosigkeit, welche dieser Thatsache zukommt, lässt es höchst unwahrscheinlich erscheinen, dass die Sache ehemals, als die ersten Organismen auf der Erde lebten, umgekehrt gewesen sei. Die einfachsten assimilirenden Organismen treffen wir gegenwärtig unter den Chlorophyceen und Cyanophyceen, wobei freilich nicht verschwiegen werden

1) F. COHN, Ueber Physiologie und Systematik der Oscillarineen und Florideen, Jahresbericht der Schlesischen Gesellsch. f. vaterländische Cultur, 1866, S. 137.

2) J. SCHRÖTER, Die Pilze (Kryptogamen, Flora von Schlesien) 1. Lfg. 1885, S. 79.

darf, dass unsere Kenntniss von der Ernährungsphysiologie der letzteren noch eine höchst mangelhafte ist und dass viele Formen in dem nicht unbegründeten Verdachte stehen, einem mehr oder minder weitgehenden Saprophytismus zu fröhnen. Da nun die Cyanophyceen zweifellos die einfachere Gruppe sind, ausserdem mit den ihnen nahestehenden Beggiatoen die einzigen Lebewesen sind, welche bei Temperaturen von 40° R. im Wasser der Thermalquellen zu leben vermögen, ein Umstand, auf dessen phylogenetische Bedeutung schon COHN hingewiesen hat, und wir uns doch wohl das erste Auftreten von Organismen zu den Zeiten denken müssen, wo die allmählich sinkende Temperatur gerade noch oder besser gesagt eben schon ein Leben gestattete, so halte ich die Cyanophyceen für die directesten und verhältnissmässig am wenigsten veränderten Abkömmlinge der ersten Bewohner unseres Erdballs, so weit uns die derzeit lebende Organismenwelt einen Rückschluss auf ihre Urahnen gestattet. Ich möchte die Cyanophyceen als erste Organismen etwa in dem Sinne auffassen, in welchem man die Stärke als erstes Assimilationsproduct bezeichnet; die höher entwickelten Formen derselben würden selbstverständlich einen nach oben blindendigen Stamm repräsentiren und der systematische Anschluss der Flagellaten ziemlich tief unten, bei den einfachsten Formen durch Vermittelung blaugrüner flagellatenartiger Wesen zu suchen sein.

DE BARY¹⁾ freilich ist eher geneigt „einen Anschluss der Schizophyten an die einfachsten Chlorophyceen zu suchen, von welchen sich jene etwa als selbständige Reihe abzweigen würden, welche ihr oberes nicht weiter anschliessendes Ende in den Rivularien hätte“ und BÜTSCHLI²⁾ endlich glaubt die Frage, welche Lebensweise wohl die ältesten Organismen geführt hätten, eine saprophytische oder holophytische, zu Gunsten der ersteren entscheiden zu sollen, „da die holophytische Lebensweise einen höheren Organisationsgrad voraussetzt und demgemäss als die später entwickelte betrachtet werden muss.“ So richtig mir im übrigen BÜTSCHLI's Stammbaum der Protozoen (l. c. S. XII) in den Hauptzügen erscheint, hier kann ich ihm nicht folgen, denn, die höhere Organisation der Holophyten zugegeben, scheint mir kein Grund vorhanden, weshalb nicht schon bei den ältesten Lebewesen die parasitische oder saprophytische Lebensweise zunächst degenerirend und vereinfachend auf die Organisation der zu ihr übergehenden Holophyten gewirkt haben soll, wie das später stets der Fall war, und vor allem vermag ich mir nicht zu erklären, woher denn die organischen Substanzen gekommen sein sollen, von welchen sich die ältesten Erdbewohner saprophytisch ernährten? Doch sind dies auch von meiner Seite nur „aprioristische Vermuthungen.“

1) DE BARY, Zur Systematik der Thallophyten, Bot. Zeitung 1881, S. 14.

2) BÜTSCHLI, Protozoa, II. Abtheilung, Mastigophora. S. 814 (1884)

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit Hülfe des Prismas bei 1200facher Vergrösserung entworfen, bei allen sind die Sporen durch einen grünlichen Ton ausgezeichnet; die grösseren mattcontourirten Sporen sind unreif, die kleineren dunkelcontourirten reif.

Fig. 1. *Bacillus macrosporus* L. KLEIN. Plumpe unbewegliche Bacillen mit reifen und nahezu reifen bohnenförmigen Sporen, die meist end-, mitunter jedoch auch mittelständig sind. Stäbchen $2,2\text{--}2,5\ \mu$ dick, ca. $6\text{--}8\ \mu$ lang, Sporen $1,8\text{--}2\ \mu$ ($2,2$) dick und $3\text{--}3,2\ \mu$ lang.

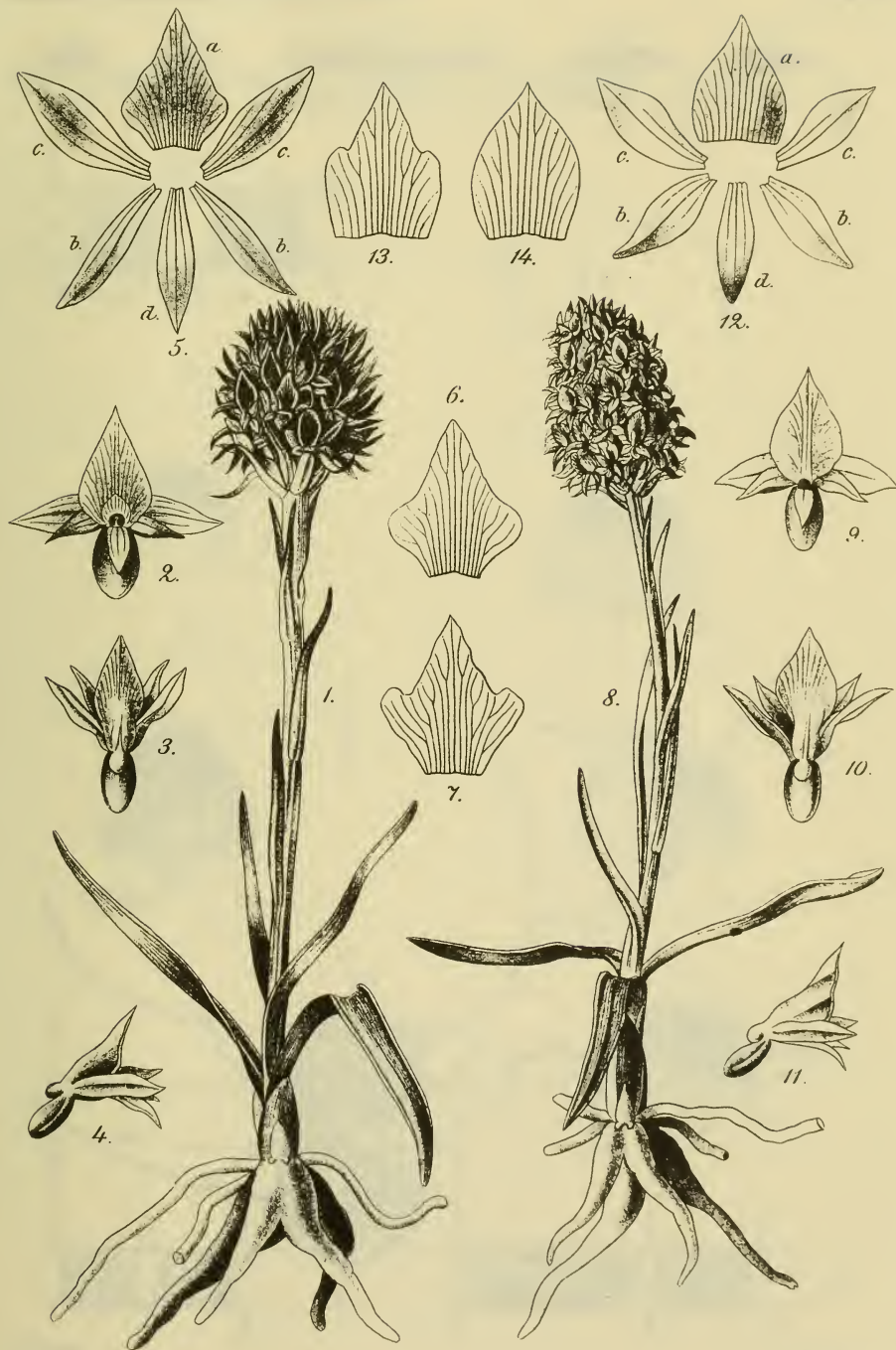
Fig. 2. *Bacillus Peroniella* L. KLEIN. Schlanke, leicht gekrümmte, häufig an *Vibrio Rugula* PRAZM. erinnernde unbewegliche Bacillen mit ovalem sporentragendem Kopfende, die mit dem Fussende an faulenden Algen festsitzen. Kopf $2,5\text{--}3,5\ \mu$ dick, Faden ca. $1\ \mu$ dick und ca. $40\ \mu$ lang; reife Spore $1,5\ \mu$ dick, $2\ \mu$ lang.

Fig. 3. *Bacillus de Baryanus* L. KLEIN. 1 und 4 lange unbewegliche Fäden, 2 und 3 bewegliche Zustände. Fäden ca. $2,5\ \mu$ breit ($\text{--}2\ \mu$), Sporen meist paarweise genähert, endständig in den Zellen mit und ohne köpfchenartiger Anschwellung, Sporen ca. $2,25\ (\text{--}2)\ \mu$ dick und $3\text{--}4\ \mu$ lang.

Fig. 4. *Bacillus Solmsii* L. KLEIN. Dem *B. de Baryanus* sehr ähnlich, aber in allen Theilen kleiner; nur bewegliche Zustände, nach Strassburger, in Sporenbildung begriffenem, Material gezeichnet. Fadendicke $1,25\text{--}1,5\ \mu$ ($1,6$), Kopf bis $2\text{--}5\ \mu$ dick; Spore ca. $1,2\text{--}1,5\ \mu$ dick und bis $2,5\ \mu$ lang.

Fig. 5. Desgl. nach Freiburger Material gezeichnet; war das sporentragende Ende nicht angeschwollen (3) so ist die cylindrische Spore etwa schmaler und länger.

Fig. 6. *Bacillus limosus*. L. KLEIN. Kleine, lebhaft bewegliche Einzelstäbchen von ca. $0,8\text{--}1\ \mu$ Durchmesser. Sporen endständig, nahezu so dick wie das Stäbchen, ca. $1,5\ \mu$ lang.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Klein Ludwig

Artikel/Article: [Ueber einen neuen Typus der Sporenbildung bei den endosporen Bacterien. 1057-1072](#)