

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

III. Band.

15. November 1883.

Nr. 18.

Inhalt: Neelsen, Neuere Ansichten über die Systematik der Spaltpilze. — Dewitz, Ueber das verschiedene Aussehen der gereizten und ruhenden Drüsen im Zehenballen des Laubfrosches. — Metschnikoff, Untersuchungen über die mesodermalen Phagoeyten einiger Wirbeltiere. — Gottschau, Ueber die Nebennieren der Säugetiere.

Neuere Ansichten über die Systematik der Spaltpilze.

Die älteste systematische Bearbeitung der Gruppe von Organismen, welche wir jetzt unter dem Namen der Spaltpilze zusammenfassen, stammt bekanntlich von Ehrenberg. In seinem 1838 erschienenen Werk über „die Infusionstierchen“ beschreibt er eine Anzahl der wichtigsten Spaltpilzformen als besondere Familie *Vibrionia* und teilt diese Familie in fünf Gattungen ein, von welchen übrigens nur die vier ersten zur Zeit von Interesse sind. (Die fünfte Gattung *Spirodiscus* nennt er selbst unsicher und wir können sie hier füglich außer Acht lassen). Die von Ehrenberg angegebenen Unterscheidungsmerkmale sind folgende:

Gliederfäden gradlinig, unbiegsam: *Bacterium*.

Gliederfäden gradlinig, schlangenförmig, biegsam: *Vibrio*.

Gliederfäden gewunden, biegsam: *Spirochaete*.

Gliederfäden gewunden, unbiegsam: *Spirillum*.

Dieses Ehrenberg'sche System vereinigte die zu jener Zeit bekannten Spaltpilzformen in übersichtlicher und klarer Weise und schien zunächst wegen seiner durchsichtigen Anordnung ganz besonders geeignet, auch für die Klassifizierung neuer Formen die Grundlage zu bilden. Jedoch ergab sich bald, dass die in demselben zur Unterscheidung benutzten Charaktere mit den vorhandenen technischen Hilfsmitteln in vielen Fällen gar nicht, oder doch nur sehr schwer festzustellen seien. Die Gattungen sollten nach der Form der einzelnen Organismen bestimmt werden, und zwar nach der Form, welche

dieselben nicht im ruhenden, sondern im bewegten Zustand darboten, nach der Starrheit oder Biegsamkeit des Körpers während der Bewegung. Aber grade in diesem Punkt ist es (sogar jetzt noch bei den verbesserten optischen Apparaten) außerordentlich schwer, sich vor Irrtümern zu schützen, da die mit großer Schnelligkeit um ihre Längsachse rotirenden Fäden, sobald sie etwas gekrümmt sind, täuschend so aussehen, als wenn sie Schlangenbewegungen vollführten, auch wenn ihr Körper ganz starr und unverändert bleibt. Ehrenberg selbst ist (wie Cohn nachwies) einem solchen Irrtum unterlegen, denn die von ihm als *Vibrio* bezeichneten Gebilde sind nicht grade und biegsame, sondern krumme und unbiegsame Stäbchen. Vielleicht wegen dieser praktischen Schwierigkeiten wurde das Ehrenberg'sche System von spätern Forschern wenig beachtet, und war gegen den Anfang der zweiten Hälfte unsers Jahrhunderts, als sich das Interesse namentlich der pathologischen Forschung den Spaltpilzen in erhöhtem Maße zuwandte, nahezu in Vergessenheit geraten. Es fehlte somit an einer gemeinsamen Grundlage für die verschiedenen Untersuchungen, an einem brauchbaren Verständigungsmittel, und die Folge war eine mit der Zahl der Untersuchungen und Resultate proportional steigende Verwirrung. Fast jeder Autor schuf sich für die von ihm gefundenen oder genauer beobachteten Formen seine eigne Nomenklatur, unbekümmert um die von andern Seiten aufgestellten Bezeichnungen für ähnliche oder selbst gleichartige Gebilde. So gestaltete sich die Lehre von den Spaltpilzen zu einer Anhäufung unzusammenhängender Beobachtungen mit einer Unzahl untereinander nicht vereinbarter Bezeichnungen, welche das Studium dieses Kapitels der Biologie zu einem der unerquicklichsten und schwierigsten machten¹⁾. Unter diesen Verhältnissen war es ein ganz besonders verdienstliches Unternehmen, dass Cohn (a. a. O.) im Jahre 1872 es versuchte, die bisher gewonnenen Resultate in ein wenn auch nur provisorisches System zusammenzufassen und damit eine Verständigung unter den verschiedenen Forschern anzubahnen.

Cohn stützte sich auf das alte Ehrenberg'sche System, dessen vier Gattungen (mit etwas modifizirter Charakteristik in bezug auf die Gattung *Vibrio*) er beibehielt, erweiterte dasselbe jedoch durch Hinzufügung von zwei neuen Gattungen. Die von ihm für die Bestimmung der einzelnen Formen gewählten Unterscheidungsmerkmale waren folgende:

1) Vergl. hierzu die Bemerkungen in Cohn's erstem Aufsatz, Beiträge z. Biologie d. Pflanzen, I, S. 132, wo er unter andern folgende von verschiedenen Autoren angewandte Namen aufführt: *Microphytes*, *Microzoaires*, *Torulacées*, *Monades*, *Mycoderma*, *Microzymba*, *Bacteridium*, *Micrococcus*, *Leptothrix*, *Mycothrix*, *Microsporion*, *Zoogloea*, *Microsphaera* etc.

a) Zellen zeitweilig zu Schleimfamilien vereinigt.

rund: *Sphaerobacteria*

Gattung *Micrococcus*

länglich: *Microbacteria*

Gattung *Bacterium*¹⁾.

b) Zellen niemals zu Schleimfamilien vereinigt.

fadenförmig: *Desmobacteria*

Faden grade: Gattung *Bacillus*

Faden wellenförmig gebogen: Gattung *Vibrio*

spiralförmig gewunden: *Spirobacteria*

Spirale biegsam: Gattung *Spirochaete*

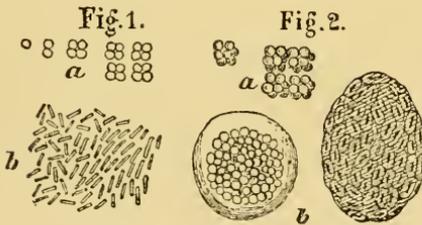
Spirale starr: Gattung *Spirillum*.

Wie leicht ersichtlich liegt in diesem Cohn'schen „System“ nicht etwa bloß eine Vermehrung der Ehrenberg'schen Gattungen um zwei neue solche, sondern insofern auch eine wesentliche Verbesserung, als die zur Unterscheidung dienenden Charaktere, sich nicht auf die Form des Einzelwesens beschränken, und als daneben vor allen Dingen das Verhalten einer größern Summe von Einzelindividuen und ihre Fähigkeit, sich unter gewissen Verhältnissen zu Schleimfamilien zu vereinigen, als grundlegend für die Unterscheidung der Gattungen Beachtung gefunden hat. Dass trotz dieses offenbaren Fortschrittes und trotz der Klarheit der Anordnung, welche sie mit dem Ehrenberg'schen System gemein hat, diese Cohn'sche Einteilung an manchen Stellen (namentlich bei den Botanikern des Auslandes, aber auch bei manchen deutschen Forschern) von Anfang an auf Widerspruch stieß, soll hier nicht verhehlt werden; aber immerhin waren die gegnerischen Stimmen nur vereinzelte, und bei der großen Mehrzahl der Forscher, besonders aber bei den Lehrenden und Lernenden, fand es als lang entbehrtes Verständigungsmittel begeisterten Anklang. Seine rasche Verbreitung, seine Aufnahme in die verbreitetsten Lehrbücher, in die verschiedensten wissenschaftlichen und populären Aufsätze etc. beweisen dies hinlänglich; und auch heutzutage würde man ohne Anwendung der Cohn'schen Terminologie in weitem wissenschaftlichen Kreisen kaum auf ein Verständniss rechnen können. Und doch müssen wir jetzt aufgrund der Tatsachen, welche durch weitere Untersuchungen seither zu Tage gefördert wurden, unumwunden zugestehen, dass der Cohn'schen Einteilung nur noch in dem oben angedeuteten Sinn ein wissenschaftlicher Wert beizumessen ist.

*) Gegenüber den, wenigstens in medizinischen Kreisen, hin und wieder auftauchenden irrigen Anschauungen dürfte es angebracht sein, ganz besonders darauf aufmerksam zu machen, dass Cohn als Grundlage zur Unterscheidung zwischen *Bacterium* und *Bacillus* nicht die verschiedene Länge der Stäbchen, sondern die Fähigkeit oder Unfähigkeit Schleimfamilien zu bilden angenommen hat.

Es sind im wesentlichen drei Grundsätze, von denen Cohn ausging. Einmal, dass die Bacterien ausschließlich durch Querteilung in einer Richtung des Raumes (S. 138) sich vermehrten, dass also bei der Gleichförmigkeit der Vermehrungsvorgänge diese letztern nicht wie bei höhern Pflanzen zur Begründung der Gattungen benutzt werden könnten; zweitens dass in der Form und Größe der Einzelglieder ein konstantes, zur Unterscheidung der Gattungen (wenn auch nicht der Arten) ausreichendes Merkmal gegeben sei, drittens dass die Fähigkeit, durch Vergallertung ihrer Membranen Schleimfamilien zu bilden, nur den zwei ersten Gattungen zukomme, und dass dieselben dadurch scharf von den übrigen geschieden seien. Alle drei sind zur Zeit nicht mehr haltbar.

Was zunächst die Vermehrung anbetrifft, so erscheint es genugsam bewiesen, dass die Wachstumsvorgänge bei den verschiedenen Bacterienarten keineswegs so konform sind, wie Cohn annahm. Neben der einfachen Querteilung in einer Richtung des Raumes mit Bildung von Gliederketten finden wir bei einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Bacteriaceen andere Wachstumsarten, und zwar in so mannigfaltiger Form, dass gradezu alle Möglichkeiten erschöpft scheinen. Wir beobachten Teilung in zwei Richtungen des Raumes mit Bildung von tafelförmigen Kolonien, wobei die Teilstücke bald in regelmäßigen quadratischen Plättchen angeordnet bleiben [*Bacterium merismopedioides*¹⁾ Fig. 1 a²⁾], bald unregelmäßig gelagert sind [tafelförmige



Zoogloen der Essigmutter und vieler anderer Formen (Fig. 1 b)]. Wir finden ferner Teilungen in allen drei Richtungen des Raumes mit denselben beiden Varianten, regelmäßige Anordnung der Teilstücke in würfelförmigen Kolonien (*Sarcina* Fig. 2 a) und unregelmäßige

Anhäufung zu runden, oblongen oder anders gestalteten Ballen (Fig. 2 b; besonders deutlich an den Kolonien von *Ascococcus* und den Coccenzuständen der Beggiatoen); und selbst im Innern des einzelnen Fadens beobachtet man bei den höhern Bacterienformen neben dem Wachstum in der Längsachse mit Bildung von flach zylindrischen Gliedern Teilung dieser letztern in den beiden andern Richtungen des Raumes,

1) Zopf (Die Spaltpilze. Breslau 1883. S. 56). — Ähnliche Anordnung zeigen bekanntlich auch vielfach die in der Vaccine- und Variolalymphe vorkommenden Coccenformen, und auch die „Pneumonie-Coccen“ treten nach des Verf. Erfahrung vielfach, namentlich bei Züchtung außerhalb des Körpers, in solchen vierteiligen Tafeln auf.

2) Die Abbildungen sind unter Benutzung der Werke von Cohn und Zopf gezeichnet.

so dass aus ihnen je vier in der Querrichtung des Fadens angeordnete Teilstücke entstehen (von Cohn zuerst bei *Crenothrix* beobachtet Fig. 3). Aber auch das Wachstum oder die Teilung in einer Richtung des Raums ist durchaus nicht bei allen Formen und unter allen Verhältnissen ein gleichartiger Vorgang. Selbst bei einer und derselben Form (mit Ausnahme der niedrigsten, deren Fadenglieder stets runde Gestalt haben)

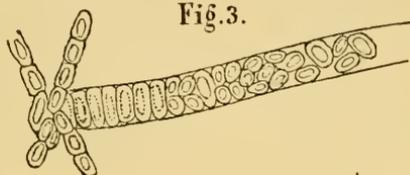


Fig. 3.

begegnen wir hier zwei mindestens physiologisch streng zu sondernden Vorgängen. Einerseits sehen wir die (an und für sich schon länglichen aber kurzen) Fadenglieder unter günstigen Ernährungsverhältnissen zu langen graden oder gewundenen, scheinbar ungegliederten Fäden auswachsen, andererseits beobachten wir wieder einen Zerfall der so gebildeten Fäden in kleinere Teilstücke. Da die Fäden, obwohl sie in frischem Zustande ganz homogen aussehen, doch in Wahrheit aus zahlreichen kurzen Gliedern zusammengesetzt sind, wie sich durch Reagentien leicht nachweisen lässt¹⁾, so könnte man diesen spätern Zerfall einfach als notwendige zweite Phase eines einheitlichen Wachstumprozesses auffassen. Für eine ganze Anzahl solcher Teilungen dürfte das insofern zutreffend sein, als es sich nur um eine Ablösung der schon vorher angelegten Segmente, sei es einzeln oder sei es in kürzern Ketten, handelt. Hierbei bleibt jedoch dieser Prozess in sehr vielen Fällen nicht stehen; wir sehen vielmehr die Segmentierung noch weiter fortschreiten, das einzelne Fadenglied selbst wird wieder noch in mehrere (zwei oder vier) Teilstücke zerlegt, welche sich von ihrer Mutterzelle durch ihre runde Gestalt unterscheiden, d. h. der Faden zerfällt in Coccen (Gonidien Fig. 4)²⁾. Auf die Bedeutung dieser bis zur Gonidienbildung fortschreitenden Teilung werden wir später noch zurückkommen.

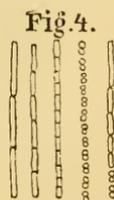


Fig. 4.

Zunächst müssen wir hier noch zweier weiterer Tatsachen gedenken, welche insofern für den Biologen ein ganz besonderes Interesse bieten, als sie den Beweis liefern, dass das ganz homogene und unsern Augen überall gleichmäßig strukturlos erscheinende Protoplasma der Bakterien doch keineswegs überall die gleiche biologische Dignität besitzt; es ist das das einseitige Wachstum, und die Bildung von Dauersporen. Das erstere, das

1) Als ganz besonders bequem zur Darstellung dieser Gliederung empfehle ich die Anwendung von Methylenblau in wässriger Lösung; wenn man dieselbe auf lebende Fäden, z. B. von gezüchtetem Milzbrand, von *Cladothrix dichotoma* etc. etwa $\frac{1}{2}$ Stunde einwirken lässt, erhält man ungemein scharfe Präparate, welche sich auch einige Zeit konserviren lassen.

2) Vergl. die bei Zopf a. a. O. S. 5 angeführte Literatur.

einseitige Wachstum, bei welchem ein Ende des Fadens, die Basis, in der Entwicklung stehen bleibt, während das entgegengesetzte Ende als Spitze weiterwächst, findet sich bei allen höhern Bacterienarten.

Fig. 5.



Es wurde zuerst von Cohn an der *Cladothrix dichitoma* (Fig. 5)¹⁾ beobachtet und ist bei dieser Form am leichtesten zu konstatiren, weil hier durch seitliches Ausweichen einzelner Fadenglieder in dem Spitzenteil des Fadens und späteres Wachstum derselben in demselben Sinne wie der Hauptfaden Pseudoverzweigungen gebildet werden, so dass die ganze Fadenkolonie ein zierlich baumförmiges Ansehen bekommt. Das einseitige Wachstum

wurde später auch für *Beggiatoa* und *Leptothrix* festgestellt; es führt hier jedoch nicht zur Bildung von Pseudoverzweigungen, sondern das Spitzenende des Fadens markirt sich häufig durch geschlängelten Verlauf, während die Basis gestreckt erscheint, oder es besitzt eine beträchtlichere Breite als die letztere. Noch auffallender tritt die verschiedene Dignität des Protoplasmas bei der Bildung von Dauersporen hervor. Bei den bisher besprochenen Teilungsformen, namentlich auch bei dem Zerfall der Fäden in Gonidien, erscheinen alle entstehenden Teilstücke gleichwertig, gleich widerstandsfähig gegen schädliche Einflüsse von außen, und gleich vermehrungsfähig. Ganz anders bei der Sporenbildung. Hier wird nur ein Bruchteil des in dem einzelnen Fadenglied enthaltenen Protoplasmas zur Bildung des Keimes verwandt; derselbe ballt sich bald an dem einen Ende, bald in der Mitte des Gliedes zu einem runden oder oblongen Klümpehen zusammen, welches allein als Spore persistirt, während die übrige, meist bedeutend größere Menge des Protoplasmas zu grunde geht, oder sich nur an der Bildung der dicken stark lichtbrechenden Kapsel beteiligt,

Fig. 6.



welche jede einzelne Spore einhüllt (Fig. 6). Ein anderer Teil dieser Umhüllungsmasse dürfte übrigens, wenigstens bei manchen Formen, auf die äußere die Fadenglieder einhüllende Membran zurückzuführen sein, welche überhaupt in dem Lebenszyklus der Spaltpilze, und zwar namentlich durch ihre Neigung zu vergallerten, eine bedeutsame Rolle spielt.

Das führt uns auf den oben erwähnten dritten Grundsatz der ältern Cohn'schen Einteilung, nämlich die Annahme, dass nur ganz bestimmten Bacterienformen die Fähigkeit innewohne, durch Vergallertung ihrer Membranen Schleimfamilien (Zoogloen) zu bilden. Auch diese Annahme ist durch die weitem Forschungen nicht bestätigt worden. Es hat sich herausgestellt, dass solche Gallertbildung

1) Beiträge zur Biologie der Pflanzen. I. 3. S. 135.

bei den allerverschiedensten Formen und Arten der Bacieren, die höchst entwickelten nicht ausgeschlossen, eintreten kann, ja wir dürfen schon jetzt mit größter Wahrscheinlichkeit es aussprechen, dass die Fähigkeit zur Zoogloënbildung überhaupt keiner einzigen Bacierenart abgeht. Namentlich sind es die durch fortgesetzte Teilung der Fadenglieder entstehenden Coccenformen der höhern Bacierenarten, welche große Neigung zeigen, unter Zusammenfließen ihrer Membranen zu einer gemeinsamen Gallert-hülle in Kolonien sich zu sammeln. Bald bilden diese Kolonien runde oder unregelmäßige Haufen, bald zeigen sie ganz charakteristische Formen, wie z. B. die hohlkugelförmigen, netzähnlich durchbrochenen Zoogloë der *Beggiatoa roseopersicina*, welche von Cohn als *Clathrocystis* beschrieben wurden (Fig. 7)¹⁾. Aber auch von den Fadenzuständen sind Formen mit Gallerthülle bekannt, welche zum Teil so auffallende und von dem gewöhnlichen Bacierentypus abweichende Gestalt darbieten, dass sie von ihren ersten Beobachtern für besondere neue Arten gehalten wurden [*Zoogloea ramigera* (Fig. 8)²⁾, *Myconostoc* (Fig. 9)³⁾].

Ein Rückblick auf die hier bisher angeführten Tatsachen ergibt ohne weiteres, dass durch dieselben auch derjenige von den drei der Cohn'schen Einteilung zugrunde liegenden Sätzen, welchen wir noch nicht besonders besprochen haben, widerlegt wird, der Satz nämlich, dass Größe und Form der Einzelglieder für die Bestimmung der Gattungen ein ausreichendes Charakteristikum bilde.

Schon die bis zur Coccenbildung fortgesetzte Teilung der Fadenzustände liefert selbst bei gradlinigen Fäden Stäbchen von sehr verschiedener Länge, neben den kugligen Zellen, also Formen, welche in die beiden Cohn'schen Gattungen *Bacillus* und *Micrococcus* verteilt werden müssten, — und

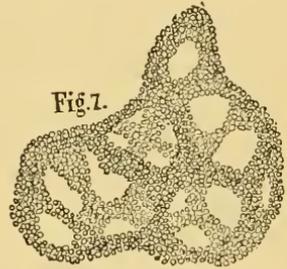


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

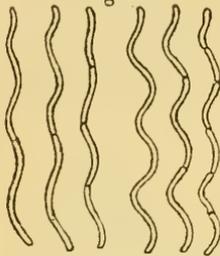
1) A. a. O. S. 157.

2) Itzigsohn, Sitzungsberichte d. naturf. Freunde zu Berlin 19. Nov. 1867.

3) Cohn a. a. O. S. 183.

bei den schraubenförmigen Fäden resultiren durch die fortgesetzte Teilung neben den Coccen und Bacillenformen noch mehr oder weniger gebogene Stücke, die also dem Cohn'schen Genus *Vibrio* oder

Fig. 10.



Spirillum entsprechen würden (Fig. 10). Damit ist aber die Zahl der möglichen Formverschiedenheiten noch lange nicht erreicht. Wir sehen bei derselben Art von Bacterien je nach den äußern Verhältnissen Schwärmzustände in verschiedenen Formen (Coccen, Bacillen, Spirillen, Spirochaeten) und gallertbildende Ruhezustände bald in den Formen gewöhnlicher Coccen- bzw. Bacterienzoogloen, bald in andern bei der Cohn'schen Einteilung überhaupt nicht berücksichtigten Ge-

stalten, als *Myconostoc*-, als *Clathrocystis*-Form, als *Chroococcus*-ähnliches Gebilde auftreten, kurz wir finden eine Mannigfaltigkeit der äußern Erscheinung, welche dem Blicke des Beobachters zunächst nicht wie der Formenkreis einer einzigen Pflanze, sondern wie Entwicklungsstadien ganz verschiedener kaum in verwandtschaftlichen Beziehungen stehender Pflanzenarten sich darstellte¹⁾.

Dass die von ihm aufgestellte Einteilung, welche er ja selbst nur als provisorische bezeichnet hatte, den Fortschritten der Bacterienforschung gegenüber unzureichend sei, wurde von Cohn selbst sehr bald erkannt, und er stellte deshalb schon drei Jahre später ein neues erweitertes System auf (Beiträge zur Biologie d. Pflanzen I. 3. S. 202), in welchem er die Spaltalgen und Spaltpilze als große gemeinsame Familie der Schizophyten unterbrachte. Dass eine solche Vereinigung chlorophyllhaltiger und chlorophyllloser Organismen wegen der auffallenden morphologischen Aehnlichkeiten in der Anordnung und Form der Zellen sowie in den Wachstums- und Vermehrungsvorgängen wol berechtigt sei, wird wol niemand leugnen können. Und doch bildete dieselbe wol das Haupthinderniss für eine weitere Verbreitung dieses Systems in den Kreisen der Bacterienforscher. Wenn man berücksichtigt, dass die Bacterienuntersuchung wenigstens bisher zum weitaus größten Teil in Händen von Aerzten, also nicht speziell botanisch gebildeten Männern lag, so erscheint es begreiflich, dass ein System, dessen Verständniss eine Menge speziell botanischer Fachkenntnisse erforderte und also umfangreiche Vorstudien auf einem dem Arzt ferner liegenden Gebiet notwendig machte, vielfältig auf passiven Widerstand stieß. Man ließ das neue System unbeachtet

1) Vergl. die Arbeiten von Cienkowski, zur Morphologie der Bacterien (Memoires d. l'acad. d. sciences à St. Petersbourg VII. Serie Bd. 25. 1877). — Warming, Vidensk. Meddelelser f. d. naturhist. Forening. Kjöbenhavn 1875. — Neelsen, Studien über d. blaue Milch. (Beiträge z. Biol. d. Pflanzen Bd. III. 2. — Zopf, Zur Morphologie d. Spaltpflanzen (referirt in Biol. Centralblatt Bd. III Nr. 6).

und zog es vor, so gut es ging, mit der durch die erste Einteilung Cohn's gegebenen Terminologie sich zu behelfen. Natürlich würden ja solche rein äußerliche Gründe die Einführung des betreffenden Systems nur vorübergehend verzögert, aber nicht endgiltig verhindert haben, wenn dasselbe gegenüber den frühern wesentliche Verbesserungen aufgewiesen hätte. Das ist jedoch (wenigstens soweit es sich auf Bacterien bezieht) nicht der Fall, sondern es stellt sich vielmehr nur als eine Erweiterung der ersten Einteilung dar, welche auf ganz die gleichen Grundsätze gebaut ist. Wir finden hier dieselben sechs Familien wieder, welche in der ersten Einteilung aufgeführt sind, und zwar mit den gleichen Unterscheidungsmerkmalen, neben 9 neu aufgenommenen Familien (*Sarcina*, *Ascococcus*, *Leptothrix*, *Crenothrix*, *Beggiatoa*, *Streptococcus*, *Myconostoc*, *Cladothrix*, *Streptothrix*). Eine eingehende Kritik der für die Trennung dieser vielen Arten angegebenen Charaktere würde hier zu weit führen; ich kann dieselbe um so eher unterlassen, da schon die bloße Aufzählung der Namen genügt, um den Nachweis zu führen, dass das System mit unsern jetzigen Kenntnissen über Spaltpilze unvereinbar ist; es sind in denselben ja eine ganze Anzahl von Formen als getrennte Familien aufgeführt, welche nur verschiedene Entwicklungszustände einer Gattung darstellen¹⁾.

Dass unter diesen Verhältnissen das Bedürfniss nach einer den neuern Erfahrungen entsprechenden systematischen Einteilung der Bacterien vorliegt, dürfte wol von niemand bestritten werden, und es wird deshalb jeder Versuch ein solches System aufzustellen in den Fachkreisen lebhaftem Interesse begegnen. Ein solcher Versuch ist ganz neuerdings von Zopf²⁾ gemacht worden. Unter Ausschaltung der noch ungenügend beobachteten Formen teilt Zopf die Spaltpilze in folgende vier Gruppen:

1) Coccaceen. Sie besitzen nur die Coccen und die durch Aneinanderreihung von Coccen entstehende Fadenform

Genus: *Leuconostoc*.

2) Bacteriaceen. Sie weisen vier Entwicklungsformen auf: Coccen, Kurzstäbchen (Bacterien), Langstäbchen (Bacillen) und Fäden (Leptothrixform). Letztere besitzen keinen Gegensatz von Basis und Spitze. Typische Schraubenformen fehlen.

Genera: *Bacterium*. *Clostridium*.

1) Um ein Beispiel als Beleg anzuführen, würde der oben geschilderte Entwicklungszyklus von homogenen langen Fäden bis zu den Coccenformen je nach dem Stadium, in welchem sich die Pflanze befindet, den Cohn'schen Familien *Leptothrix*, *Bacillus*, *Streptococcus* bezw. *Bacterium* und *Micrococcus* entsprechen.

2) In dem die Spaltpilze behandelnden Abschnitt der Encyclopädie der Naturwissenschaften. Auch als Separatabdruck unter dem oben zitierten Titel erschienen.

3) Leptotricheen. Sie besitzen Coccen, Stäbchen, Fadenformen (welche einen Gegensatz von Basis und Spitze zeigen) und Schraubenformen.

Genera: *Leptothrix*, *Beggiatoa*, *Crenothrix*, *Phragmidiothrix*.

4) Cladotricheen. Sie zeigen Kokken, Stäbchen, Faden- und Schraubenformen. Die Fadenform ist mit Pseudoverzweigungen versehen.

Genus: *Cladothrix*.

Das Zopf'sche System fasst die zur Zeit bekannten Tatsachen in klarer Uebersichtlichkeit zusammen; es setzt an Stelle einer Unzahl von mehr oder weniger mangelhaft charakterisirten Einzelformen einige wenige Gruppen von Organismen, welche durch die Gesamtsumme der während ihres Lebenscyklus möglichen Einzelformen charakterisirt werden. Das entspricht jedenfalls den Prinzipien der botanischen Systematik¹⁾ und ermöglicht einen sehr bequemen Ueberblick über das zur Zeit gewonnene, an und für sich ja schon recht umfangreiche Material. Damit dürfte den Anforderungen genügt sein, welche man billigerweise an eine systematische Zusammenstellung auf so unfertigem und lückenhaftem Gebiet stellen kann. Zopf schaltet ausdrücklich die ungenauer bekannten Bacterienformen aus und fügt nur die genauer untersuchten seinem System ein; er beansprucht aber keineswegs in demselben eine Form geschaffen zu haben, in welche sich voraussichtlich sämtliche, oder doch die Mehrzahl der vorhandenen Spaltpilzarten werde einschalten lassen — und wer könnte auch bei unsern jetzigen Kenntnissen wagen, nur mit annähernder Wahrscheinlichkeit vorauszusagen, wohin uns die Wege der Untersuchung in Zukunft noch führen werden. Trotzdem, und wenn wir

1) Auffällig und von den Prinzipien abweichend erscheint allerdings der Umstand, dass Zopf in seinem System eine so charakteristische Fortpflanzungsart wie die Bildung der Dauersporen gar nicht berücksichtigt; zumal da dieselbe, soweit die bisherigen Erfahrungen reichen, keineswegs der gesamten Familie der Spaltpilze eigentümlich erscheint, vielmehr nur bei den beiden untersten Gruppen, den Coccaceen und Bacteriaceen, beobachtet worden ist. Wenn es durch weitere Untersuchungen bestätigt wird, dass die Sporenbildung bei den Leptotricheen und Cladotricheen nicht vorkommt, so würde darin wol das wichtigste und wesentlichste Merkmal zur Trennung dieser Gruppen von den oben erwähnten zu suchen sein — Mir persönlich ist das wahrscheinlich, namentlich aus dem Grund, weil ich weder selbst bei den *Spirillum*- *Vibrio*- und *Bacillus*-Formen von *Cladothrix* und *Beggiatoa* Sporenbildung habe beobachten können, noch solche irgendwo erwähnt finde (auch Zopf in seiner Morphologie der Spaltpflanzen spricht nicht davon). — Dass es sporenbildende *Vibrio*- und *Spirillum*-Formen gibt ist ja zweifellos, aber dieselben dürften mit den Leptotricheen und Cladotricheen nicht in genetischem Zusammenhang stehen, sondern Morphen einer zur Zeit noch unbekanntes Spaltpilzform darstellen, welche wol als neue Gruppe den Bacteriaceen anzureihen sein würde.

auch vorderhand in dem Zopf'schen System nichts weiter sehen dürfen, als eine Sammlung und übersichtliche Anordnung der zur Zeit bekannten aber in der Literatur verstreuten Tatsachen, werden wir ihm doch die Anerkennung zollen müssen, dass es auch für neue und weitere Untersuchungen von hohem Wert ist, namentlich durch die aus ihm sich ergebende präzisere Fragestellung. Ganz besonders auf dem Gebiet der pathologischen Bacterienforschung dürfte sich dieser Wert bemerkbar machen. Wir werden uns in Zukunft nicht mehr begnügen mit der einfachen Feststellung derjenigen Form, welche wir im erkrankten Körper antreffen und derjenigen, welche wir durch Züchtung auf einem einzelnen Medium erhalten, sondern uns die Frage vorlegen, ob nicht dieselbe Polymorphie, wie wir sie bei den bekannten Bacterienarten finden, auch bei dem neu entdeckten noch unbekanntem Organismus vorhanden sei, ob nicht in andern Medien außerhalb des Körpers und auch innerhalb des Körpers in andern Phasen der Krankheit andere Formen vorkommen. Die Frage an sich ist nicht neu, sie ist nicht erst durch die Zopf'schen Arbeiten angeregt, sondern hat sich schon längst jedem Pathologen aufgedrängt angesichts der vielen Lücken, welche auch bezüglich der bestbeobachteten Krankheiten unsere Kenntnisse noch darbieten. Der Vorteil aber, welcher aus dem Zopf'schen System erwächst, ist der, dass es uns Analogien bietet und aufgrund derselben eine präzisere Fassung der Frage gestattet.

Nachdem wir wissen, dass die *Spirochaete plicatilis*, die *Spirochaete* des Mundschleims, keine Sporen erzeugt, sondern Schwärmstadien einer Leptotrichee darstellt, welche nur durch Uebergang in die Coccenform zum Ruhezustand gelangt, werden wir auch bei der *Recurrentis-Spirochaete* das vergebliche Suchen nach fruktifizirenden Formen und Sporen aufgeben können und zunächst versuchen, nach Analogie der erwähnten Formen der aus den Spirochäten resultirenden Coccen habhaft zu werden, sowie nachforschen, ob dieselben nicht unter gewissen Verhältnissen zu ähnlichen Fadenzuständen auswachsen können, wie die ihnen in der Form gleichen und genauer bekannten Organismen. Wir werden nicht mehr, wie das unter dem Bann früherer Anschauungen wol geschehen konnte, voneinander abweichende Befunde bei verschiedenen Stadien derselben Krankheit¹⁾ a priori als unvereinbar ansehen, sondern, gestützt auf die Analogie anderer den beobachteten ähnlicher Bacteriaceen, die Frage in Erwägung ziehen, ob wir es nicht vielleicht doch mit entsprechend den verschiedenen Verhältnissen verschiedenen Morphen desselben Organismus zu tun

1) Wie z. B. die wechselnden Befunde bei Typhus, bei welchem wol jedem Beobachter aufgefallen ist, dass man keineswegs immer die Eberth'schen Kurzstäbchen, sondern in manchen Fällen statt derselben zweifellose Coccenformen, oder aber längere gegliederte Fäden antrifft.

haben¹⁾. Dass durch diese neu gewonnenen Gesichtspunkte besonders die Arbeit der pathologischen Bacterienforschung vereinfacht und erleichtert sei, wird allerdings niemand behaupten wollen. Im Gegenteil, je größer der zu erforschende Formenkreis sich gestaltet, um so schwieriger wird es, denselben exakt und in beweiskräftigen Methoden festzustellen, und wir werden doppelte Vorsicht bei allen pathologisch-mykologischen Untersuchungen anwenden müssen, um uns vor Irrthümern zu bewahren.

Eine Hauptschwierigkeit liegt in der Erledigung der Frage, welche von Zopf zunächst (und mit gutem Grunde) mit Stillschweigen übergangen worden ist, die Frage nämlich, wie sich die verschiedenen Morphen zueinander verhalten. Dass der (namentlich bei den höhern Spaltpilzarten, den Beggiatoen etc.) überraschend reichhaltige Formenkreis nicht einen einheitlichen Entwicklungszyklus darstellt, welchen die Pflanze während ihres Lebens notwendig durchlaufen muss, etwa wie das Insekt die Formen des Eies, der Larve, der Puppe und des reifen Tieres, liegt auf der Hand. Jede Züchtung unter konstanten Bedingungen lehrt uns ja, dass der Organismus der Bacterien im stande ist, sich Generationen hindurch auf einige wenige Glieder der Kette zu beschränken, ohne an seiner Lebensenergie irgendwie Abbruch zu leiden. Nur unter wechselnden Lebensverhältnissen kommt die Polymorphie zum vollendeten Ausdruck, erscheinen uns die Bacterien, um mit Lankester zu reden, als ein Proteusgeschlecht. Wir können diesem Forscher rückhaltlos beistimmen, wenn er die Polymorphie der Spaltpilze gegenüber den wechselnden Formen, welche uns der Entwicklungszyklus irgend eines höhern Organismus zeigt, in folgender Weise charakterisirt. „The forms of a Protean species are a series of adaptations; the forms exhibited in the development of a species from its egg are a series of hereditary recapitulations.“ — Eine Reihe von Anpassungen ist es, die uns in dem Formenreichtum der Spaltpilze entgegentritt, ein Wechsel der Gestalt, nicht ausschließlich durch innere dem Organismus erblich eingepflanzte Kräfte bedingt, sondern durch äußere Verhältnisse herbeigeführt und ebenso wie diese eine gesetzmäßige Reihenfolge nicht innehaltend.

1) Als eine Stütze für die oben ausgesprochene, natürlich zur Zeit nur hypothetische Auffassung könnte die Tatsache angeführt werden, dass in neuerer Zeit selbst in bezug auf gut bekannte pathogene Spaltpilze, deren Formenbeständigkeit nahezu als bewiesen gelten konnte, Beobachtungen veröffentlicht worden sind, nach denen auch bei ihnen bisher nicht bekannte Morphen gefunden seien, welche, falls sich ihr Vorkommen durch weitere Untersuchungen bestätigen sollte, den von Zopf für die Bacteriaceen angegebenen Formenkreis um die zur Zeit noch fehlenden Glieder ergänzen würden. (Vergl. Archangelski, Beitrag zur Lehre vom Milzbrandcontagium Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1883 Nr. 15 und Klebs, Weitere Beiträge zur Geschichte d. Tuberkulose. Archiv f. experimentelle Pathologie Bd. XVII Heft 1 u. 2).

Ganz ungesetzlich und regellos werden wir uns aber diese Serie von Anpassungen dennoch nicht denken dürfen; nicht etwa so, als ob das Einzelindividuum im stande wäre, je nach den äußern Verhältnissen gestern als *Vibrio*, heute als schwärmender *Coccus*, morgen als *Spirochaete* aufzutreten. Es sind nicht Einzelindividuen, welche durch Formwechsel sich den wechselnden Lebensbedingungen anpassen, sondern Generationen. Die verschiedenen Formen bilden Glieder verschiedener Entwicklungszyklen vom Keim bis wieder zum Keim, und die einzelnen Phasen dieser Entwicklungszyklen laufen mit derselben Gesetzmäßigkeit ab, wie die Entwicklungsformen eines jeden höhern Organismus. Es gibt da weder einen sprungweisen Uebergang aus einem Stadium in das andere mit Außerachtlassen der notwendigen Zwischenformen, noch ein Durchbrechen des Kreises; — und durch das Stadium des Keimes (bezw. eines dem Keim analog zu setzenden Ruhezustandes)¹⁾ kann die Pflanze in den einzelnen Entwicklungszyklus eintreten und diejenigen Individuen, welche einmal die Bahn betreten haben, müssen dieselbe wieder bis zum Keim durchlaufen, oder zu grunde gehen. Die so gebildeten Keime haben zwar die Fähigkeit, sich zu andern Formen auszubilden, als ihre Mutterzellen waren, jedoch nur, wenn sie unter andere Verhältnisse geraten; bleiben die Verhältnisse dieselben, so müssen sie ungezählte Generationen hindurch den gleichen Entwicklungsgang durchmessen.

Diese absolute Gesetzmäßigkeit innerhalb der einzelnen Formenkreise erklärt uns unschwer den scheinbaren Widerspruch der hier ausgeführten Anschauung mit den Resultaten der Züchtung auf festem Nährboden.

In dem geronnenen Serum, der erstarrten Gelatine, zwingen wir dem Organismus ganz gleichmäßige und konstante Lebensbedingungen auf; wir nehmen ihm die Möglichkeit, durch Schwärmbewegung bald sauerstoffreiche, bald sauerstoffarme, bald wärmere, bald kältere Schichten aufzusuchen; wir bringen ihn in ein Medium, in welchem weder eine ausgiebige Diffusion der gebildeten Zersetzungsprodukte in die Umgebung stattfinden, noch auch Strömungen auftreten können, welchem also alle die Bedingungen fehlen, die selbst in einer ursprünglich gleichmäßig zusammengesetzten Flüssigkeitsmenge einen lokalen Wechsel der physikalischen und chemischen Eigenschaften herbeiführen — und wir sehen ihn mit der größten Beständigkeit einen einzigen Cyklus durchmachen, welcher in der hundertsten und zweihundersten Generation sich nicht anders gestaltet, als in der er-

1) Die vom Verf. (Studien über die bl. Milch) zuerst mit bezug auf das *Bacterium cyanogenum* ausgesprochene Ansicht, dass die aus der Teilung der Fadenformen hervorgegangenen Coccen einen solchen Ruhezustand, „Gonidien“ repräsentiren, ist neuerdings durch Kurth (Botanische Zeituug 1883 Nr. 23—26) für das *Bacterium Zopfii* experimentell bewiesen worden.

sten. Daraus werden wir aber nicht den Schluss ziehen dürfen, dass dieser Cyklus nun auch alle für den Organismus möglichen Formen umfasse (selbst dann nicht, wenn eine verschiedene stoffliche Zusammensetzung des festen Nährbodens keine wesentlichen Abweichungen bedingt), sondern wir werden erst dann die Zahl der möglichen Formen als bekannt ansehen dürfen, wenn wir den gleichen Organismus in verschiedenen flüssigen Medien beobachtet und die hier auftretenden Morphphen studirt haben.

Es könnte vielleicht auf den ersten Blick scheinen, als ob die Forschung bei dieser Art der Untersuchung Gefahr liefe, auf Irrwege zu geraten und wol gar bei der Ansicht zu stranden, dass aus allem alles werden könne; jedoch faktisch existirt eine solche Gefahr für den besonnenen Beobachter nicht. Wir haben ein souveränes Mittel zur sichern Kontrolirung der Züchtungen in der Rückversetzung der gezeichneten Formen in die ursprünglichen Lebensverhältnisse, — in der Impfung pathogener Organismen auf den tierischen Körper, der Impfung zymogener Formen auf die betreffenden chemischen Stoffe, indem wir uns an den Satz halten, dass eine jede Spaltpilzform, auch die vielgestaltigste, wenn sie unter denselben Bedingungen vegetirt und dieselbe physiologische Tätigkeit ausübt, immer die gleiche Form darbieten muss, unbeeinflusst durch die Entwicklungszyklen, von welchen die zur Aussaat benutzten Keime stammen.

F. Neelsen (Rostock).

Ueber das verschiedene Aussehen der gereizten und ruhenden Drüsen im Zehenballen des Laubfrosches.

Von H. Dewitz.

Schon mehrfach hat man nach dem Vorgange Heidenhain's das verschiedene Aussehen ruhender und elektrisch gereizter Drüsen konstatiert. Am schärfsten tritt diese Verschiedenheit wol nach Behandeln mit Farbstoffen hervor.

Beschäftigt mit der Untersuchung der das Klettern ermöglichenden Drüsen in den Zehenballen des Laubfrosches versuchte ich, diese Drüsen dadurch zu reizen, dass ich ein auf einer Glasplatte sitzendes Tier an einem Hinterfuß einige Zeit festhielt und sich abmühen ließ, aus dieser unangenehmen Lage zu entkommen. Es streckte die Vorderbeine weit vor, befestigte sie durch das an den Zehenballen abgeschiedene Sekret ¹⁾ und suchte den Körper nachzuziehen.

1) Dass der Laubfrosch an den Zehen keine Saugscheiben trägt, sondern sich durch eine Flüssigkeit befestigt, ist zuerst von v. Wittich festgestellt; und zwar wirkt sie nach genanntem Autor infolge der Kapillarattraktion.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Neelsen F.

Artikel/Article: [Neuere Ansichten über die Systematik der Spaltpilze. 545-558](#)