Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Bemerkungen über Cyanophyceen und Bacteriaceen.

Von
O. Bütschli (Heidelberg).

Hierzu Tafel I.

Die Frage nach dem Bau der Cyanophyceen- und Bakterienzelle besitzt eine weit über die Spezialforschung dieser Gruppen reichende Bedeutung, da sie identisch ist mit der Frage: Giebt es kernlose Zellen oder sogenannte Moneren? Denn es sind bekanntlich nur diese Organismen, welche, wenigstens von einigen Forschern, noch heute ernstlich als kernlos angesehen werden. Aus diesem Grunde mag es gestattet sein, in diesem Archiv, welches der Protozoënkunde gewidmet ist, jene wichtige Frage, im Anschluß an eine neuerdings (1901) veröffentlichte Arbeit von R. Hegler, kurz zu berühren. Schon auf der Naturforscherversammlung zu Lübeck (1895) hat dieser allzu früh verstorbene, zweifellos sehr begabte junge Forscher über die Ergebnisse seiner Untersuchung der Cyanophyceen vorgetragen und Präparate demonstriert. Es kam damals von dort die Kunde, es sei Hegler gelungen, die Kernnatur des sog. Centralkörpers der Cyanophyceen (Phycochromaceen) sicher zu stellen, indem er dessen echt karyokinetische Teilung bei der Vermehrung der Zellen beobachtet habe. Daß hiermit die Frage zu Gunsten der von mir seit 1889 vertretenen Ansicht entschieden wäre, und damit auch die von mir hieraus gefolgerte Deutung der Bakterienzelle sehr wesentlich gesichert erschiene, bedarf keiner genaueren Ausführung für diejenigen, welche über den Stand dieser Streitfragen einigermaßen orientiert sind.

Erst vor kurzem aber, nach dem so frühen Tode des jugendlichen Forschers, wurde seine schon 1895 im wesentlichen abgeschlossene Arbeit veröffentlicht. Leider müssen wir sagen, daß die Arbeit, welche

Digitized by Google

alle an dem Problem Interessierten mit Spannung erwarteten, die in Aussicht gestellte Entscheidung nicht gebracht hat. Der Verfasser schildert zwar mit Worten den nach seiner Ansicht karyokinetisch verlaufenden Teilungsakt des Centralkörpers, dagegen zeigen seine, bei allzu geringer Vergrößerung aufgenommenen Photographien in der vorliegenden photo-lithographischen Reproduktion davon nichts Bestimmtes, selbst bei genauer Betrachtung mit der Lupe. Auch versichert Zacharias (1901), der Originalphotographien Hegler's gesehen hat, daß diese nicht mehr von dem erkennen ließen, was Hegler beschreibt. Es ist deshalb sehr zu beklagen, daß Hegler nicht wenigstens einen Versuch gemacht hat, das, was er beobachtet haben will, durch Zeichnungen zu verbildlichen: nämlich die Vereinigung der Chromatinkörnchen des Centralkörpers (sog. rote Körner des Centralkörpers, Bütschli) zu Chromosomen, das polare Auseinanderweichen dieser Chromosomen, sowie die streifig-faserige Beschaffenheit des sich einschnürenden Verbindungsstückes der beiden jungen Centralkörper.

Leider wird daher die Hegler'sche Arbeit den von dem Autor erwarteten Erfolg nicht erzielen, vielmehr im Gegenteil dazu beitragen, frischen Wind in die Segel der Gegner zu blasen und die Arbeiten der Vorgänger Hegler's, welche die Kernnatur des Centralkörpers zu erweisen suchten, wenn auch ungewollt, zu diskreditieren. Bedauerlicherweise ist ja diese Angelegenheit schon durch viele mangelhafte Arbeiten, welche keinerlei Förderung, sondern nur Verwirrung brachten, so verfahren, daß eine neue Publikation, die mit so bedeutenden Prätensionen auftritt, wie die Hegler's, und das Behauptete dennoch so wenig objektiv zu beweisen im stande ist, die Verwirrung noch erhöhen und alle jene Geister, welche an dem Zusammenbruch eines angestrebten Fortschritts in unserer Auffassung jener niederen Organismen ihre herzliche Freude haben, in ihrem Bestreben sehr wesentlich fördern muß.

Schon in Zacharias' Referat (1901) über Hegler's Arbeit tritt die erwähnte Wirkung deutlich hervor, indem Zacharias über Hegler's Beschreibung der Teilungsvorgänge bemerkt: „Wohl aber kann man sich vorstellen, wie jemand, der mit vorgefaßten Meinungen oder Wünschen an die Betrachtung der kleinen Objekte herantritt, dahin kommen kann, zu glauben, er habe dergleichen gesehen.“ Es ist dies ja ein Vorwurf, der auch mir von gewissen Botanikern und wohl auch Zoologen schon seit geraumer Zeit gemacht wird, welche sich bemühen den Glauben zu erwecken, daß meine Beobachtungen wabiger oder wabenartiger Mikrostrukturen nur von lebhafter

Digitized by Google

Phantasie und innerem Wunsch in die Objekte hineingesehene Dinge seien. Ich bin der Meinung, daß derartige Vorwürfe besser unterblieben, da sie an der Sache doch nichts fördern; denn es steht mir ja ebenso frei, das Nichtsehen dieser Dinge bei meinen Gegnern auf ihre vorgefaßte Meinung von deren Nichtexistenz zurückzuführen, obgleich ja in der Regel näher liegende Gründe dafür anzugeben sind.

Ich bin auch keineswegs der Meinung von Zacharias, daß ein Recht vorliegt, Hegler's Schilderungen einfach in der angegebenen Weise abzuthun und Hegler „vorgefaßte Meinungen oder Wünsche" unterzulegen; denn darum handelt es sich doch. Ich erkenne die grossen Verdienste von Zacharias um die genauere Erforschung der Cyanophyceen sehr gerne an; dagegen finde ich in seinen Arbeiten wenig Anhaltspunkte dafür, daß er in der Erkennung feiner und feinster mikroskopischer Strukturverhältnisse mit sehr starken Vergrösserungen besonders geübt ist. Es giebt ja auch viele Biologen und Nichtbiologen, welche den Ergebnissen der mikroskopischen Beobachtung, wenn sie über eine mäßige Vergrößerung hinausgeht, überhaupt mißtrauen; bei den Botanikern ist diese Anschauung jedenfalls noch verbreiteter als bei den Zoologen. Wie gesagt, kann ich mich daher nicht entschließen, Hegler's Angaben für bloße Gebilde einer überhitzten Phantasie zu erklären, sondern meine, daß ihnen Thatsächliches zu Grunde liegt; wenn ich natürlich auch nicht feststellen kann, wieviel dabei auf die Interpretation des Beobachters kommt.

Bevor ich dies jedoch durch eigene Erfahrungen näher zu begründen suche, schicke ich einige Worte in eigener Sache gegen Hegler voraus. Hegler's Untersuchungen führten ihn, wie mich meine eigenen (1890 u. 1896) zur Überzeugung, daß der Centralkörper der Cyanophyceen dem Nucleus der Zellen entspreche. Hiermit hätte dann Hegler diese, besonders von mir verteidigte Ansicht bestätigt. Eine solche Bestätigung genügte ihm jedoch nicht, wie es in ähnlichen Fällen häufig ist; vielmehr schien es ihm gleichzeitig Aufgabe zu sein, nachzuweisen, daß die von mir seiner Zeit für die Kernnatur angegebenen Gründe nicht stichhaltig seien, womit seine Ergebnisse natürlich wesentlich an Originalität gewönnen.

Um zu diesem Ziele zu gelangen, führt Hegler die angeblichen Gründe auf, welche ich beigebracht hätte, und findet als ersten den „Wabenbau" des Centralkörpers, der nach meiner Ansicht dem von mir behaupteten Wabenbau der echten Kerne entspräche. Nun habe ich weder 1890 noch 1896 irgendwo behauptet, daß ich den Wabenbau des Centralkörpers als einen Charakter betrachte, der für dessen

Digitized by Google

Kernnatur entscheidend sei. Auch wurde von mir nie behauptet, daß die echten Kerne stets einen Wabenbau zeigen, wenn auch ganz entschieden derartig gebaute Kerne sich finden. Als Vertreter des Wabenbaues des Protoplasmas konnte mir überhaupt der Wabenbau des Centralkörpers in keiner Weise als etwas für den Kern Bezeichnendes erscheinen. Ich habe denn auch 1890 und 1896 nichts anderes gethan, als gezeigt, daß der Bau des Centralkörpers und der der Kerne gewisser Einzelliger sehr ähnlich sind.

Als zweiten Grund, den ich für die Kernnatur anführe, bezeichnet Hegler das Vorkommen der sog. „roten Körnchen", wie ich sie nannte, im Centralkörper, Körnchen, die ich mit den sog. Chromatinkörnchen echter Zellkerne identifizierte. Auch dieser Grund beweise jedoch nichts, da ich gleichzeitig dieselben Körnchen im Plasma der Cyanophyceen, dem vieler Einzelliger und gewisser Mehrzelliger gefunden habe. Dies ist nun auch insofern richtig, als ich 1890 von der Identität dieser mit saurem Hämatoxylin sich rot färbenden Körnchen im Centralkörper, den Kernen von Tieren und Pflanzen, und den erwähnten Körnchen im Plasma überzeugt war. Daß hierin eine Schwierigkeit liege, habe ich 1890 (p. 31) und 1896 (p. 41) hervorgehoben; jedoch in letzterer Schrift auch schon betont, daß die von mir 1890 angenommene Identität der roten Körnchen im Centralkörper und jener im Plasma der Cyanophyceen und anderer Organismen sehr wahrscheinlich irrig sei, indem sich nach den „unter meiner Mitwirkung von Lauterborn" angestellten Untersuchungen an Diatomeen ergeben habe, daß die sog. roten oder Chromatinkörnchen des Nucleus und die roten Körnchen des Plasmas der Diatomeen verschieden seien, was ihr Verhalten bei der Vitalfärbung mit Methylenblau deutlich erkennen lasse. Hegler hat es nun unterlassen, diese meine Ansicht von 1896 anzugeben; er weist nach, daß die sog. roten Körnchen des Plasmas der Cyanophyceen (Hegler's Schleimvakuolen) sich in der That bei Vitalfärbung mit Methylenblau anders verhalten wie die Körnchen des Centralkörpers und bestätigt so das schon 1896 von mir Vermutete. Außerdem fand er noch, daß die sog. Schleimvakuolen sich mit Überosmiumsäure schwärzen, die Chromatinkörnchen dagegen nicht.

Einen Widerspruch findet Hegler (p. 249) ferner in meiner Angabe (1890 p. 29), daß es mir nach der Behandlung der Cyanophyceen mit künstlichem Magensaft niemals gelang, die sog. roten Körnchen des Centralkörpers durch Hämatoxylin different zu färben. Ich glaubte jedoch hieraus nicht schließen zu dürfen, daß die Körnchen von der Verdauungsflüssigkeit wirklich gelöst werden, um

Digitized by Google

so weniger, als das Gelingen der charakteristischen Hämatoxylinfärbung der Körnchen von mancherlei unkontrollierbaren Nebenbedingungen abhängt und durch Vorbehandlung mit Säuren etc. gewöhnlich verhindert wird. Mein Widerspruch soll nun darin bestehen, daß es mir bei pflanzlichen und tierischen Gewebekernen, welche mit Magensaft behandelt waren, gelang, die charakteristische Rotfärbung der Chromatinkörnchen mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin noch zu erzielen. Ich gebe gerne zu, daß hiermit ausgesprochen ist, daß die sog. Chromatinkörnchen der Gewebekerne sich etwas anders verhalten, wie die Körnchen des Centralkörpers der Cyanophyceen. Mir schien dieser Unterschied jedoch nicht so groß, um seinetwegen von einer Homologisierung der beiderlei Gebilde Abstand zu nehmen. Es könnte nun in der That scheinen, daß dieser Widerspruch jetzt durch HEGLER's Beobachtungen gehoben sei, indem er auf p. 329 über die von ihm angestellten Verdauungsversuche bemerkt: „An solchen Präparaten kann man mit der Hämatoxylinmethode auch noch nach der Verdauung die chromatische Substanz, welche ungefärbt den Nukleinglanz zeigt, zur Darstellung bringen.“ Dieser Ausspruch ist gleichzeitig alles, was sich bei HEGLER über die eventuelle Erhaltung der Chromatinkörnchen nach der Verdauung findet. Diese Bemerkung lautet aber so unbestimmt, daß man unmöglich aus ihr entnehmen kann, es sei HEGLER, im Gegensatz zu mir, gelungen, die Chromatinkörnchen in den mit Verdauungsflüssigkeit behandelten Centralkörpern noch distinkt zu färben. Wäre dies der Fall gewesen, dann hätte er sich doch wohl etwas präciser ausgedrückt. Daß aber der den „charakteristischen Nukleinglanz“ zeigende, nach der Verdauung erhalten gebliebene Centralkörper sich mit Hämatoxylin intensiv blau färbt, habe ich schon 1890 und 1896 betont. Auf den sog. „charakteristischen Nukleinglanz“ aber möchte ich doch lieber keinen Wert legen; das ist denn doch ein sehr zweifelhaftes und unsicheres Merkmal.

So sucht denn HEGLER darzulegen, daß meine Hämatoxylinfärbemethode „nicht geeignet erscheine, den einwandsfreien Nachweis vom Vorkommen und der Verteilung chromatischer Substanz in den Zellen der Phycochromaceen und Bakterien zu erbringen.“ Dies wäre insofern richtig, als es jetzt sicher erscheint, daß, wie ich schon 1896 vermutete, die mit Hämatoxylin sich rot färbenden Granula des Plasmas von denen des Centralkörpers verschieden sind. Was aber die „Verteilung und das Vorkommen der chromatischen Substanz“ in dem Centralkörper betrifft, so möchte ich doch fragen, welcher anderen Methoden sich denn HEGLER bediente, um dieses zu er-

Digitized by Google

mitteln; doch keiner anderen als verschiedener Hämatoxylinfärbungsmethoden nach vorhergehender etwas eigenartiger Fixierung.

Hegler scheint auch die Ansicht zu vertreten, daß er zuerst den zuverlässigen Beweis geführt habe, daß die sog. roten Körnchen des Centralkörpers Chromatinkörnchen seien. Wenn er dies mit seinen Färbungen gezeigt haben will, so muß ich bemerken, daß diese doch nicht mehr ergeben, als was ich schon beobachtete und abbildete. Glaubte er aber vielleicht durch seine Beschreibung des Verhaltens der Chromatinkörnchen bei der Teilung des Centralkörpers diesen Nachweis geführt zu haben, so dürfte er sich gründlich getäuscht haben, denn ebensowenig wie Zacharias werden die übrigen Botaniker ihm Glauben schenken.

p. 248 hebt Hegler noch hervor, „er (Bütschli) glaubte", daß das Vorkommen desselben (d. h. des Centralkörpers) „in der Einzahl, sowie seine Teilungsfähigkeit gewichtige Wahrscheinlichkeitsgründe für seine (Bütschli's) Anschauung darstellen." Dazu erlaube ich mir die Bemerkung, daß es mir niemals eingefallen ist, die Einzahl des Centralkörpers als einen „gewichtigen Wahrscheinlichkeitsgrund" seiner Kernnatur anzusehen. Was seine Teilungsfähigkeit angeht, so bildete auch sie keinen gewichtigen Grund meiner Deutung, sondern nur eine unerläßliche Bedingung für die Zulässigkeit dieser Deutung.

Hegler hat sich eben vergeblich bemüht, in meinen Schriften einzelne Beweisgründe für meine Deutung des Centralkörpers als Kern herauszuklauben, an denen er seine Kritik ausüben konnte. Meine Deutung basierte eben viel weniger auf solchen Einzelheiten in der Übereinstimmung von Centralkörper und Kern, als auf den Eigentümlichkeiten, mit welchen uns der Centralkörper in seiner Gesamtheit, und im Gegensatz zu dem umgebenden Plasma, in der Cyanophyceenzelle entgegentritt. 1896 habe ich dies folgendermaßen ausgedrückt und hätte auch heute an diesem Ausspruch nichts Wesentliches zu ändern: „Wenn jemand in einem höheren Organismus Zellen von der Beschaffenheit gutgefärbter Oscillarienzellen mit relativ kleinem Centralkörper fände, so würde er, meiner Überzeugung nach, nicht einen Augenblick zweifeln, daß der Centralkörper der Kern dieser Zellen sei, da er in seinen Färbungs- und Bauverhältnissen mit echten Nuclei so sehr übereinstimmt." Für mich war und ist eben der Centralkörper in seiner Gesamtheit als innerer, vom Plasma umschlossener Teil der Zelle, dessen Eigenschaften ferner dem Nucleus der Gewebezellen sehr ähnlich sind, entscheidend. Hinsichtlich der Einzelheiten bemühte ich mich haupt-

Digitized by Google

sächlich zu zeigen, daß sie einer solchen Deutung nicht widersprechen.

Hegler meint nun, daß eine wirkliche Lösung der Kernfrage nur durch den Nachweis der karyokinetischen Teilung des Centralkörpers zu erreichen sei. Man muß dem insoweit zustimmen, als dieser Nachweis die Kernnatur des Centralkörpers zweifellos sicherstellte. Dagegen könnte man durchaus nicht umgekehrt argumentieren: weil der Centralkörper sich nicht karyokinetisch teilt, ist er kein Kern. Ich wies schon 1896 (p. 44) darauf hin, daß es bei Einzelligen Kerne giebt, die sich normalerweise amitotisch teilen; die neueren Erfahrungen haben auf diesem Gebiet noch mancherlei Abweichendes über Kernvermehrungsvorgänge kennen gelehrt.

Schon 1896 (p. 44) bemerkte ich, daß ich gelegentlich Teilungszustände gewisser Centralkörper beobachtete, welche an karyokinetische Kernteilungsbilder erinnerten. 1898 veröffentlichte ich zwei Mikrophotographien von in Teilung begriffenen Zellen einer Nostocacee, die noch entschiedenere Anklänge an einen solchen Vorgang verrieten.

Wie schon gesagt, wird niemand behaupten können, daß die von Hegler veröffentlichten Mikrophotographien den karyokinetischen Teilungsprozeß des Centralkörpers irgendwie zu beweisen im stande sind. Selbst die genauere Betrachtung derselben mit der Lupe bei intensiver Beleuchtung läßt nichts Bestimmtes von den geschilderten Chromosomen etc. erkennen. Dennoch bin ich, wie schon oben betont, nicht der Meinung, daß Hegler seine Schilderung ganz aus der Phantasie geschöpft habe. Es gelang mir nämlich kurz nach der Veröffentlichung von 1898 in demselben Präparat, welches die beiden damals mitgeteilten Teilungszustände enthielt, noch eine Anzahl weitere, vorzüglich gefärbte aufzufinden, welche ich mir hier zu veröffentlichen erlaube.[1]) Die fragliche Nostocacee ist jedenfalls der von Hegler vorwiegend untersuchten Gattung Anabaena nächstverwandt oder gehört direkt zu ihr. Nur bemerkte ich an ihren Fäden nie Heterocysten und Sporen.

Eine genauere Beschreibung der abgebildeten Teilungsstadien erscheint mir kaum notwendig, um so weniger, als sich ja auch kaum wesentlich mehr angeben läßt, als die Figuren zeigen. Aus diesen ergiebt sich, daß 1. bei der Teilung der Zellen eine sehr beträchtliche Längsstreckung des Centralkörpers sowohl als

---

[1]) Wie schon 1898 mitgeteilt, handelt es sich um nach der alten Löffler-schen Geißelfärbungsmethode gefärbte Trockenpräparate (s. 1898 p. 64).

Digitized by Google

der gesamten Zelle stattfinden muß. 2. Daß dabei der Centralkörper eine deutlich längsfaserige Struktur annimmt (Fig. 1, a—c). Die dunkler gefärbten Längsfasern hängen durch quere Verbindungen zusammen und enthalten körnige Bildungen, welche jedoch bei diesem Färbungsverfahren nicht different tingiert hervortreten. 3. Die Enden des längsgestreckten Centralkörpers sind manchmal deutlich zugespitzt, so daß der Körper spindelartig erscheint (1 b). Auch sind diese Enden zuweilen blässer gefärbt (1 b u. c), so daß der mittlere längsfaserige starkgefärbte Teil einer hohen Äquatorialplatte ähnlich sieht (1 b). 4. Bei dem Weitergang der Teilung schnürt sich der Centralkörper in der Mitte ein und dieser mittlere Teil wird allmählich zu einem längsfaserigen Verbindungsstück der beiden Tochterkörper. Mehrfach fanden sich Zellen, bei welchen dieser sich einschnürende Verbindungsteil der Tochterkörper sehr wenig oder kaum gefärbt war, so daß die stark gefärbten und auch allein mit körnigen Bildungen versehenen Anteile der beiden Tochterkörper zwei halbierten und auseinandergewichenen Äquatorialplatten sehr ähnlich waren (1 d, 3 a u. b). Die Fasern dieser Äquatorialplatten erinnern dann an Chromosomen. 5. In der Mitte des Verbindungsstranges der beiden Tochterkörper treten zuweilen einige stärker gefärbte feine Körnchen deutlich hervor, die etwas an sog. Zwischenkörnchen, wie sie an entsprechender Stelle bei Gewebekernen häufig beobachtet wurden, erinnern (2 d u. 3 b). 6. Die erste Teilung des Zellkörpers zeigt sich als eine schwache Einbuchtung der Mittelregion der Zelle (1 a u. b); darauf tritt in der Mitte dieser Einbuchtung ein sich stark färbender zarter Ring an der Zellwand auf, der mit der weitergehenden Einschnürung sich allmählich verengert (1 c, d; 3 b). Die Ausbildung eines solchen Ringes, d. h. wohl des sich neu bildenden Teils der Membran, habe ich schon früher für Chromatium (1890 Fig. 1 c—h, 1896 Fig. 3 T. III) beschrieben. 7. Die Teilung der Zellen wiederholt sich so rasch, daß die Scheidewände benachbarter Zellen noch nicht vollendet sind, wenn die neue Teilung beginnt (Figg. 1 u. 2). Die Teilung und endliche Durchschnürung des Centralkörpers kann daher auch nicht passiv durch die sich bildende neue Scheidewand bewirkt werden, sondern muß ein davon unabhängiger, selbständiger Vorgang sein. In diesem Punkt, der auch mir wichtig scheint, stimme ich Hegler durchaus bei.

Die hervorgehobenen Momente sind etwa diejenigen, welche aus den vorliegenden Beobachtungen mit einiger Sicherheit zu entnehmen wären. Sie verraten meiner Meinung nach wenigstens

Digitized by Google

gewisse Anklänge in der Teilung des Centralkörpers der Cyanophyceen an die karyokinetische Kernteilung und vermögen daher die Deutung des Centralkörpers als Zellkern zu sichern.

Über die in neuester Zeit (1901) erschienene Arbeit J. Massart's möge es mir gestattet sein, hier einige Worte zu bemerken. Diese Untersuchung ist die „preisgekrönte" Lösung einer von der belgischen Akademie seit langen Jahren gestellten Preisfrage: nach der Existenz eines Kerns bei den Schizophyceen und dessen eventuellem Teilungsmodus. Obgleich die Ergebnisse dieser Untersuchung, wie gesagt, preisgekrönt wurden und die belgische Akademie demnach die Meinung hegen muss, daß die von ihr gestellte Frage von Massart gelöst oder doch wesentlich gefördert worden sei, dürfte die übrige wissenschaftliche Welt nur zum kleinsten Teil diese Ansicht teilen. Ich begnüge mich damit, hier hervorzuheben, daß die von dem Autor angewendete Untersuchungsmethode ausschließlich in der Vitalfärbung des Centralkörpers mit sehr verdünnten Methylenblaulösungen und eventueller nachträglicher Fixierung mit pikrinsaurem Ammon besteht. Andere Methoden will Massart auch versucht haben, jedoch ohne Vorteil; deshalb kehrte er stets wieder zu der genannten zurück. Hieraus darf man doch wohl mit Sicherheit schließen, daß es dem Verfasser nicht gelang, mit anderen Methoden genügende Präparate herzustellen, was aber gewiß nicht Schuld dieser Methoden ist, sondern an dem Verfasser liegt. Mit höchst ungenügenden Gründen verwirft dann Massart jede Beziehung des Centralkörpers zu dem Nucleus. So werden z. B. die Verdauungsversuche und die sonst auf chemischem Wege ermittelten Beziehungen zu dem Kern mit der Phrase abgethan: „Les charactères chémiques sont loins d'être constants; ils sont d'ailleurs insuffisamment établis" (p. 28). Massart selbst hat nicht einen Versuch gemacht, diese Verhältnisse weiter aufzuklären. Die Bakterien hat Verfasser sehr wenig berücksichtigt, da ihnen ja „der Centralkörper fehlt". Von größeren Bakterien (speziell z. B. Schwefelbakterien), die ja in dieser Frage allein als Pfadfinder dienen können, untersuchte er nur das Achromatium oxaliferum Schewiakoff's näher. Für diese Form wird ohne jede Angabe von Gründen die naive Behauptung aufgestellt, daß ihre stark lichtbrechenden Einschlüsse Schwefel seien. Wie man angesichts der sehr sorgfältigen Untersuchungen Schewiakoff's (1893), die unter meiner steten Teilnahme ausgeführt wurden, nachdem ich mich vorher eingehend mit Schwefelbakterien und ihren Schwefeltropfen beschäftigt hatte, eine solche Behauptung wagen kann, bleibt mir ein Rätsel. Die einzige Thatsache, daß jene Inhaltskörper sich weder in absolutem Alkohol noch in Äthyläther oder Schwefelkohlenstoff lösen, genügt zu ihrer Widerlegung. Wenn wir nach diesen Ergebnissen Massart's über die Natur der Inhaltskörper des Achromatium seine sonstigen Beobachtungen über diesen Organismus beurteilen dürfen, so werden wir nicht erstaunen, daß er von den von Schewiakoff beschriebenen Bauverhältnissen absolut nichts erkannte.

Ähnlich ergeht es ihm mit der von mir und anderen bei den Schizophyten beobachteten alveolären Struktur des Plasmas (worunter Massart nach seiner Auffassung natürlich auch den Centralkörper einbegreift). „Jamais je n'ai rien observé qui pût être pris pour de la structure alvéolaire, ni surtout rien qui rappelât, même de très loin (!!), les dessins par trop schématiques que donnent M. Bütschli (1890 et 1896) et M. Nadson (1895)" (p. 21). In einem Appendix wird dann noch zugefügt, daß die von Bütschli (1901) veröffentlichten Mikrophotographien der alveolären Struktur von Tolypothrix (lebend und nach Behandlung mit Über-

Digitized by Google

osmiumsäuredämpfen) „ne sont aucunement convaincantes“ (p. 26). Also wieder die schon so oft gehörte Leier; die Zeichnungen sind allzu schematisch, die Photographien hingegen absolut nicht überzeugend. Nun, gewisse Leute sind eben nicht zu überzeugen, vor allem nicht diejenigen, welche sich nicht überzeugen lassen wollen. Wer aber glaubt, von den drei von mir 1901 veröffentlichten Mikrophotographien behaupten zu dürfen, daß sie nicht überzeugend einen alveolären (resp. nach anderer Auffassung retikulären) Bau bei den betreffenden photographirten Zellen zeigten, mit dem gebe ich jede Diskussion auf, ebensowenig als ich mich mit einem Farbenblinden in eine Erörterung über die Farben eines Körpers einzulassen vermag. Hätte sich Massart etwas mehr in der Litteratur umgesehen, so wäre ihm eine 1897 veröffentlichte Arbeit Zettnow's nicht entgangen, in welcher der alveoläre Bau zahlreicher gewöhnlicher Bakterien und Schwefelbakterien gerade mit der Methode der Methylenblauvitalfärbung auf das Klarste erwiesen und durch zahlreiche vortreffliche Mikrophotographien dargelegt wird. Da ich die vorzüglichen Zettnow'schen Originalphotographien kenne, welche die leider sehr mäßigen photolithographischen Reproduktionen nur sehr unvollständig wiedergeben, so vermag ich natürlich die Richtigkeit der Zettnow'schen Angaben besser zu beurteilen, als dies mit Hilfe der beiden von ihm veröffentlichten Tafeln möglich ist. Immerhin genügen diese doch, um jeden Unbefangenen davon zu überzeugen, daß es mit dem alveolären Bau seine Richtigkeit hat. Ich glaube zwar sicher annehmen zu dürfen, daß Massart auch über diese Mikrophotographien urteilen wird, daß sie „aucunement convaincantes“ seien. Nun, darauf läßt sich nur sagen: habeant sibi. Zur erfolgreichen wissenschaftlichen Beobachtung ist eben noch mancherlei anderes erforderlich als ein gutes Mikroskop und eine Anzahl Anilinfarben!

Bei diesem Anlaß möge es mir noch gestattet sein, einiger Beobachtungen zu gedenken, welche ich im Laufe der letztvergangenen Jahre gelegentlich an gewissen größeren Bakterien anzustellen vermochte.

Spirillum volutans Ehbg.

Dieses große schöne Spirillum wurde 1897 in einem Sumpfwasser von Herrn Dr. H. Plenge in großer Menge aufgefunden. Seine Identität mit der von Cohn (1872) unter diesem Namen beschriebenen und abgebildeten Form unterlag keiner Frage. Herr Dr. Plenge, der zu dieser Zeit auf meinem Institut arbeitete. hatte die Güte eine Anzahl Präparate herzustellen, bei deren Untersuchung ich das Nachfolgende beobachtete.

Präparate der mit Alkohol getöteten, dann mit Delafield'schem Hämatoxylin vorsichtig gefärbten und in Kanadabalsam übergeführten Spirillen (s. Fig. 4 g) zeigten stets die von mir 1890 und 1896 von anderen Spirillen beschriebenen hellen ungefärbten Enden in ganz gleichmäßiger Ausbildung; was mir wiederum beweist, daß es sich

Digitized by Google

dabei um normale Dinge, nicht dagegen um plasmolytische Erscheinungen handelt, wie A. Fischer meint.

Der übrige Inhalt der Spirillen, welchen ich als dem Centralkörper der Cyanophyceen entsprechend betrachte, war mäßig stark gefärbt und enthielt in der Regel zahlreiche der sog. roten Körnchen von intensiv rotvioletter Färbung. Die genauere Untersuchung dieser häufig recht ansehnlichen Körner erwies ihre Hohlheit sehr bestimmt; es ließ sich sogar häufig erkennen, daß der schwächer brechende Hohlraum excentrisch gelagert war (Fig. 4h). Eine feinere Struktur dagegen zeigte der Centralkörper an diesen Präparaten nicht. Sehr sorgfältige Betrachtung ließ ferner an vielen Individuen feststellen, daß der gefärbte Centralkörper von einem schmalen ungefärbten Saum umgeben war, dessen Dicke jedoch nicht überall dieselbe war. Vielmehr umzieht er (p) den Centralkörper in 2 bis 3 Schraubenturen, wie es Fig. 4g zeigt. Hier und da gelang es in dem Saum eine alveoläre Struktur, wenn auch schwierig, zu erkennen (s. bei p). Daß dieser Saum nun in der That schraubig, oder doch schraubig verdickt den Centralkörper umzieht, verrät auch der optische Durchschnitt solcher Spirillen, der häufig recht klar den Durchschnitt des gefärbten Centralkörpers excentrisch in dem ungefärbten Saum zeigt (Fig. 4f).

Trockenpräparate, die mit wässerigem Gentianaviolett stark gefärbt waren, ergaben nun noch weitere interessante Verhältnisse. An den aufgetrockneten Spirillen trat der schraubige Saum häufig viel klarer und relativ höher hervor und erwies sich nun ganz deutlich als alveolär. Er setzt sich an den Enden des Spirillum direkt in die oben erwähnten hellen Polspitzen fort (Fig. 4a—c). Nun finden sich in diesen Trockenpräparaten auch sehr seltsame Zustände der Spirillen, wie sie Fig. 4b zeigt. Die Betrachtung derselben ergiebt, daß sie nur so zu erklären sind, daß in solchen Fällen die Spirillen mit ihrer alveolären schraubigen Hüllschicht auf dem Deckglas antrockneten oder festklebten, während der Centralkörper noch frei und zusammenziehungsfähig blieb. Bei dem weiteren Antrocknen zog sich der Centralkörper mehr oder weniger zusammen, so daß er häufig viel kürzer wurde als die Alveolarhülle, deren Zusammenziehung durch das Haften am Deckglas verhindert war. Gleichzeitig geschah es häufig, daß sich der Centralkörper mehr oder weniger weit von der Hülle entfernte (Fig. 4d). Im Centralkörper sind die roten Körnchen vielfach deutlich zu sehen; eine sonstige Struktur desselben zeigen jedoch auch diese Präparate nicht deutlich.

Die schraubige Hüllschicht gewisser Spirillen wurde schon 1891

Digitized by Google

und 1897 von Zettnow bei Spir. serpens und Sp. undula minus an Trockenpräparaten, die nach der Löffler'schen Geißelfärbemethode hergestellt waren, beobachtet und vortrefflich photographisch wiedergegeben. Ihre alveoläre Zusammensetzung bemerkte er nicht. Zettnow deutete diese Hüllschicht, im Anschluß an meine Untersuchungen, als das Protoplasma der Spirillen. Hierfür spricht namentlich auch der direkte Übergang der Hülle in die beiden hellen Enden, von welchen die Geißeln entspringen. Ich schloß mich 1896 diesen Anschauungen Zettnow's vollkommen an, indem ich gleichzeitig hervorhob (p. 55), daß der von Zettnow entdeckte Bau der Spirillen ganz mit jenem übereinstimmt, den ich 1890 bei Spirochaete serpens und Spirulina festgestellt hatte. Bei beiden letzteren Gattungen findet sich nämlich ein langfadenartiger Centralkörper, welcher die langgestreckten Organismen durchzieht, und eine diesen Faden schraubig umziehende Schicht von alveolärem Plasma (vergl. 1890 Fig. 10 und 1896 Tf. II Fig. 29 und 38, Tf. V Fig. 2). Die geschilderten Befunde bei Sp. volutans bilden daher eine neue Stütze der von Zettnow und mir entdeckten Bauweise der größeren Spirillen.

An den Trockenpräparaten wurde gelegentlich noch ein eigentümliches Verhalten der Geißel beobachtet, indem von deren Ursprung an der hellen Endkappe eine dunklere fädchenartige Fortsetzung bis zum Centralkörper zu verfolgen war (Fig. 4b). Auch auf die eigentümlichen Verhältnisse der Geißelbasis auf Fig. 4e möchte ich hier hinweisen, ohne daran weitere Folgerungen zu knüpfen.

Dagegen muß ich bei dieser Gelegenheit auf eine gewisse Analogie zwischen dem Bau der großen Spirillen und demjenigen großer Geißeln der Flagellaten hindeuten. Seit einigen Jahren liegen mir nicht vollendete Untersuchungen über die Geißeln einer Reihe von Flagellaten vor, die ich gemeinsam mit Frau Margouliès anstellte. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war eine teilweise Bestätigung der Erfahrungen A. Fischer's und derjenigen Kunstler's über diesen Gegenstand. Es ergab sich an nach Löffler gefärbten Trockenpräparaten, daß sich ein Achsenfaden in den Geißeln (speziell von Euglena) erkennen läßt, der in schraubigen Turen von einer alveolären feinen Hülle umzogen wird, ganz ähnlich wie der Centralkörper der Spirillen, oder fast ebenso wie der von Spirochaete von der alveolären plasmatischen Hülle. Das äußerste Ende dieses Achsenfadens läßt keine Hülle mehr wahrnehmen und bildet die schon von Löffler entdeckte und dann von Fischer eingehend dargestellte Endspitze der Geißel. Die alveoläre Bildung der Hülle entspricht dem von Kunstler entdeckten Alveolarbau der Geißel. Physiologisch vermute ich, daß

Digitized by Google

der Achsenfaden als elastischer Bestandteil funktioniert, die plasmatische schraubige Hülle dagegen das Kontraktile darstellt, was erklärt, warum die Geißeln sich zur Schraubenform kontrahieren. Um die thatsächlichen Schraubenbewegungen der Geißeln nach dieser Auffassung zu erklären, wäre anzunehmen, daß die kontraktile plasmatische Hülle um den Achsenfaden zu rotieren vermöge, eine Möglichkeit, welche nicht ganz unzulässig erscheint. Nach dieser Auffassung des Geißelbaues würde derselbe ferner in nahe Übereinstimmung mit jenem gebracht werden, welcher durch die neueren Erfahrungen bei den Geißelfäden tierischer Spermatozoen ermittelt wurde.

Dagegen gelang es uns nie, die von A. Fischer angegebenen haarförmigen seitlichen Anhänge der Euglenengeißel mit Sicherheit nachzuweisen. Zwar begegnet man häufig Bildern, welche etwas derartiges zu zeigen scheinen; die genauere Untersuchung ergiebt jedoch stets, daß es sich um krystallitisch-trichitische Ansätze an die Geißel handelt, welche sich beim Eintrocknen des Tropfens, oder auch bei der Färbung bilden.

Am Schlusse dieser kurzen Mitteilung berichte ich noch über zwei Schwefelbakterien, welche ich bei Gelegenheit der Geißelstudien gemeinschaftlich mit Frau Margoulies beobachtete.

Die erste derselben ist eine kleine Form, welche gleichzeitig mit anderen Schwefelbakterien, wie Ophidomonas, Chromatium und der gleich zu erwähnenden Rhabdomonas ziemlich reichlich in schwefelwasserstoffhaltigem Wasser von Ludwigshafen vorkam. Sie zeichnet sich durch die meist eigentümlich-eckige Körperform aus (s. Fig. 5b—c). Bald ist diese annähernd quadratisch, bald mehr fünfeckig oder sogar sechseckig; gelegentlich jedoch auch mehr abgerundet (5a). Sowohl in den mit Jodalkohol abgetöteten und mit Delafield'schem Hämatoxylin vorsichtig gefärbten Präparaten, als auch bei den nach Löffler gefärbten Trockenpräparaten läßt sich der wabig strukturierte Centralkörper (ck) deutlich von der plasmatischen Rindenschicht unterscheiden. Die alveoläre Struktur der letzteren war dagegen nur selten einigermaßen deutlich (s. Fig. 5d), Interessant ist der relativ mächtige Geißelapparat, welcher bei den nach Löffler gefärbten Exemplaren meist sehr gut hervortritt. Er erscheint an den aufgetrockneten Individuen in der Regel als ein aus einer sehr verschiedenen Zahl von Geißeln bestehender

Digitized by Google

dicker Busch, der in den meisten sicheren Fällen von einer der Körperecken breit entsprang.

An dem Fig. 5e abgebildeten Exemplar war zwischen dem Centralkörper und der Geißelbasis eine dunkelrot gefärbte Partie vorhanden, wie eine Art Verbindung zwischen dem Centralkörper und der Geißelbasis. — Fig. 5d ist ein Teilungszustand; der linke, etwas kleinere Geißelbusch ist vermutlich der neugebildete. Die Membran zeigt auf der Teilungsgrenze deutlich einen sich stärker färbenden Ring, ähnlich wie ich dies zuerst bei Chromatium beobachtete.

Unter den Beschreibungen von Schwefelbakterien, die ich vergleichen konnte, fand ich keine Form, welche der vorliegenden zu entsprechen scheint. Die etwas wechselnde eckige Form des Körpers beruht wahrscheinlich darauf, daß zuweilen eine Vermehrung in geißellosem Zustand eintritt, wobei sich die benachbarten Individuen gegenseitig polygonal pressen.

Rhabdomonas rosea Cohn (1875, Tf. VI Fig. 14). Diese von Cohn mit Chromatium Okenii in einem Wasser von Kahla entdeckte Art, fand sich auch ziemlich häufig in dem Wasser von Ludwigshafen. Daß sie mit Cohn's Form identisch ist, unterliegt keinem Zweifel. Zur Ergänzung der von Cohn gegebenen Schilderung bemerke ich, daß ein großer Centralkörper, ähnlich wie bei Chromatium und Ophidomonas, das ganze Innere durchzieht und die Schwefeltröpfchen einschließt (Fig. 6a). Die Membran zeigt eine feine Spiralstreifung ähnlich der der Euglenen. Die von Cohn nur einmal beobachtete Geißel entspringt von dem etwas dickeren Ende und erschien bei den nicht aufgetrocknet untersuchten Individuen stets einfach. In den nach Löffler gefärbten Trockenpräparaten dagegen war die Geißel teils einfach (Fig. 6b), teils in ihrem Verlauf mehrfach zerfasert (Fig. 6c), teils dagegen bis zur Basis in mehrere Geißelfäden zerspalten (6e und 6d).

Die nach Löffler gefärbten Trockenpräparate dieser Schwefelbakterien boten Gelegenheit, auch die Geißelverhältnisse von Chromatium okenii und Ophidomonas jenensis an vielen Exemplaren zu studieren. — Bei Chromatium beobachtete ich früher (1890 p. 7) sowohl im lebenden Zustand als nach verschiedener Behandlung stets nur eine einzige ansehnliche Geißel. Diese Erfahrung wird durch die zahlreichen nach Löffler gefärbten Trockenpräparate, welche ich seither untersuchte, bestätigt, denn die Geißel erscheint auch in ihnen fast ausnahmslos einfach. Nur ganz vereinzelt fanden sich Exemplare, deren Geißel an ihrem äußersten

Digitized by Google

Ende auf eine kurze Strecke, in zwei Fäserchen auslief. Vielfach ließ sich an der stark gefärbten Geißel das in Fig. 8 abgebildete Verhalten erkennen. An der Geißel treten in ziemlich regelmäßigen Abständen etwas dunklere, stärker gerötete Stellen hervor, zwischen welchen die schwächer gefärbten Verbindungsstücke etwas spindelig angeschwollen erscheinen. Im Zusammenhang mit meinen an Flagellatengeißeln gesammelten Erfahrungen erkläre ich mir dieses Verhalten so, daß die etwas bandförmig abgeplattete Geißel schraubig gedreht ist, also ein steiles Schraubenband darstellt. Die dunkeln Partien sind diejenigen Stellen, an welchen man das Schraubenband von der schmalen Seite erblickt, und so durch dessen ganze Breite hindurchsieht. Die blässeren Zwischenpartien zeigen dagegen das Schraubenband in der Fläche und daher breiter und viel blässer. Eine ähnliche Beschaffenheit beobachtete ich auch an vielen ebenso präparierten Flagellatengeißeln.

Für Ophidomonas jenensis war ich früher (1890 p. 15) der Meinung, daß drei Geißeln an dem einen Ende sich fänden. Diese Erfahrung gründete sich auf die Beobachtung lebender oder mit Osmiumsäure und anderen Reagentien getöteter, schwach gefärbter Exemplare. Dagegen zeigen nun die nach Löffler gefärbten Trockenpräparate, daß die Sache wesentlich anders liegen muß. Die Geißelverhältnisse, die man hier beobachtet, sind äußerst mannigfaltig, indem sich alle Zwischenstufen von einer anscheinend einfachen Geißel, die an ihrer Basis sehr dick ist und sich gegen das Ende ganz fein zuspitzt, bis zu einem aus sehr zahlreichen Einzelgeißeln bestehenden förmlichen Geißelschopf finden. Der Zustand mit einer einfachen Geißel ist in Fig. 7e abgebildet und auch auf Fig. 6b von Rhabdomonas dargestellt. Eine solche Geißel macht gleichfalls den Eindruck eines an ihrer Basis recht breiten, stark abgeplatteten Bandes. Die äußerst mannigfaltigen Zustände mit zwei, drei bis vielen einzelnen Geißelfäden erwecken nun bei mir durchaus die Vorstellung, daß es sich um sehr verschiedengradige Zerfaserung einer ursprünglich einheitlichen Geißel handelt. Hierfür sprechen namentlich die häufigen Zustände, welche die Geißel nur an ihrem Ende in einzelne Fasern aufgelöst zeigen, z. B. Fig. 7c, während Fig. 7b eine bis an die Basis ungemein reich zerfaserte Geißel darstellt. Auch Fig. 7d scheint mir sehr für diese Auffassung zu sprechen, da sie eine mittlere Auflösung zweier anscheinender Geißeln in drei und zwei Fäden aufweist.

Bekanntlich wird die vorstehend besprochene, bei Spirillen sehr gewöhnliche Erscheinung des Geißelapparates meist gerade umge-

Digitized by Google

kehrt gedeutet, d. h. angenommen, daß der Normalzustand ein Schopf zahlreicher feiner Einzelgeißeln sei, während die Zustände mit weniger Geißeln oder nur einer einzigen von mehr oder weniger vollständiger Verklebung der Geißeln herrührten.

Wenn ich sehr geneigt bin, diese Erscheinung in umgekehrter Weise zu beurteilen, so bestimmt mich hierzu vor allem der Gesamteindruck, den die Vergleichung zahlreicher Individuen machte; andererseits jedoch auch der Umstand, daß wir einige Analogien für die weitgehende Zerfaserung schwingender protoplasmatischer Gebilde kennen, dagegen keine für einen solchen Verklebungsprozeß. Es ist bekannt, daß die Cirrengebilde der hypotrichen Ciliaten häufig in feinste wimper- oder geißelartige Fädchen zerfasern; ähnliches gilt auch für die Membranellen der Ciliaten. Ebenso haben namentlich Ballowitz' Untersuchungen nachgewiesen, daß die Geißelfäden vieler tierischer Spermatozoen bei Einwirkung macerierender Flüssigkeiten in feinere Fasern zerfallen. Für meine Auffassung ließ sich vielleicht noch anführen, daß das Entstehen eines Schopfs von Einzelgeißeln durch Zerfasern eines ursprünglich einheitlichen Geißelgebildes leicht begreiflich ist, hingegen das Entstehen des letzteren durch Verkleben eines Schopfes von Geißeln schwerer; denn in letzterem Fall dürfte doch schwerlich ein so einheitliches regelmäßiges Geißelgebilde zu stande kommen, an welchem von den Einzelgeißeln gar nichts zu erkennen ist.

In seltenen Fällen ließ sich an den Geißeln der Ophidomonas noch eine interessante Struktur wahrnehmen. Fig. 7c stellt ein Geißelband dar, das, etwa von der Mitte ab, reich zerfasert ist. Dasselbe zeigt, soweit es einheitlich ist, eine regelmäßige Querbänderung durch etwas dunklere Linien. Bemerkenswerterweise besitzt auch eines der abgelösten Geißelfädchen die Querbänderung noch als eine Reihe dunklerer Punkte, die in entsprechenden Abständen aufeinanderfolgen. Auch auf den Zeichnungen, welche Frau Margoulièes von den zerfaserten Geißeln der Ophidomonas angefertigt hat, ist diese feine und regelmäßige Punktierung öfter angegeben. Ob die Punktierung, welche auf Fig. 4a und 4c an den Geißeln des Spirillum volutans dargestellt wurde, ein ähnliches Strukturverhältnis bedeutete, oder nicht eher eine schraubige Bildung, wie sie Fig. 8 von der Geißel eines Chromatium angiebt, erscheint mir zweifelhaft. — Dagegen dürfte es nach meinen Erfahrungen an Flagellatengeißeln ganz sicher sein, daß die auf Fig. 7c dargestellte Querbänderung der Geißel von Ophidomonas zu der von Kunstler an den Flagellatengeißeln entdeckten feinen Quer-

Digitized by Google

bänderung gehört, die ich mit ihm als die Andeutung einer Alveolarstruktur des Geißelplasmas ansehe. — Ich habe Geißelbänder von Euglena in nach Löffler gefärbten Trockenpräparaten beobachtet, die eine ganz ähnliche Querbänderung zeigten.

Fig. 7a zeigt noch einen Teilungszustand von Ophidomonas jenensis, der in ähnlicher Weise mehrfach wiederkehrte und deshalb interessant ist, weil die alte Geißel vielfach zerfasert ist, während die neu gebildete des sonst geißellosen Pols einfach erscheint. Wie bemerkt, wurden mehrere solche Teilungszustände beobachtet, welche dasselbe verschiedene Verhalten der alten und der neuen Geißel zeigten; woraus hervorgehen dürfte, daß die neue Geißel zunächst keine Neigung zur Zerfaserung besitzt. Gleichzeitig ist an diesem Teilungszustand die mittlere Durchschnürungsstelle schon als ein sich stark färbender Membranring angedeutet.

Heidelberg, Ende November 1901.

Litteratur.

Bütschli, O. (1890): Über den Bau der Bakterien und verwandter Organismen. Leipzig. 1 Tf.

Derselbe (1896): Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Leipzig. 5 Tf. 87 pp.

Derselbe (1898): Notiz über Teilungszustände des Centralkörpers bei einer Nostocacee etc. Verh. d. naturh. med. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. 6 p. 63–68. 1 Tf.

Derselbe (1901): Meine Ansicht über die Struktur des Protoplasmas und einige ihrer Kritiker. 1 Tf. Arch. f. Entwicklungsmechan. Bd. 11. p. 526.

Hegler, R. (1901): Untersuchungen über die Organisation der Phycochromaceenzelle. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 36. p. 229—354. 2 Tf.

Massart, J. (1901): Sur le protoplasme des Schizophytes. Mémoires couronnés et autres mémoires p. p. Acad. R. de Belgique. T. 61 pp. 40. 6 Pl.

Schewiakoff, W. (1893): Über einen neuen bacterienähnlichen Organism. d. Süsswassers. Verhandl. d. naturh. med. Vereins Heidelberg. N. F., Bd. 5 p. 44—79 Tf. 2.

Zacharias, E. (1901): Referat über „Hegler". Botan. Zeitung. Bd. 59 (II) p. 322—327.

Zettnow, E. (1891): Über den Bau der Bakterien. Centralbl. f. Bakteriol. Bd. 10 p. 690—694. 1 Tf.

Derselbe (1897): Über den Bau der grossen Spirillen. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 24 p. 72—92. Tf. 1—2.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Figg. 1—3. Verschiedene in Teilung begriffene Zellen einer kleinen blaugrünen Nostocacee aus Süßwasser. Trockenpräparat nach dem Löffler'schen Geißelfärbungsverfahren gefärbt. Canadabalsam. Vergr. ca. 4800. In einigen Zellen

Digitized by Google

sind die ungefärbten und daher sehr schwer sichtbaren Cyanophycinkörner (cy) des Plasmas zu sehen. Näheres siehe im Text.

Figg. 4a—h. Spirillum volutans Ehbg. Vergr. v. 4a—c u. g ca. 2500. 4a—e. Trockenpräparate, mit wäßrigem Gentianaviolett gefärbt, Canadabalsam. 4a u. 4c Exemplare, bei welchen der Centralkörper und die plasmatische Hülle ihr normales Verhalten bewahrten, abgesehen davon, daß die Hülle dicker ist, wie bei nicht getrockneten Präparaten. — 4b. Exemplar mit am Deckglas angetrockneter Hülle und stark zusammengezogenem Centralkörper, der viel kürzer ist als die Hülle. 4c ähnliches Exemplar wie Fig. 4a. 4d. Ähnliches Exemplar wie Fig. 4b, bei dem sich der Centralkörper stark verkürzt und gestreckt und daher von der angetrockneten Hülle streckenweise entfernt hat. Nur ein Teil abgebildet. 4e. Das eine Ende dieses Exemplars, wo der Centralkörper im normalen Verhalten sich erhielt. — 4f—4h. Präparation: Konservierung mit Pikrinschwefel-Osmiumsäure oder Alkohol, darauf mit Delafild'schem Hämatoxylin gefärbt, Canadabalsam. 4g. Ganzes Exemplar mit schwach gefärbtem Centralkörper (ck), sog. rote Körnchen darin schön gefärbt, meist excentrisch hohl, siehe 4h stärker vergrößerte; plasmatische Hülle (p) als scheinbar ungefärbter Saum kenntlich, der in die hellen Pole übergeht. — 4f. Optischer Querschnitt eines Exemplars. Der intensiv gefärbte Centralkörper (ck) excentrisch in der plasmatischen Hülle (p).

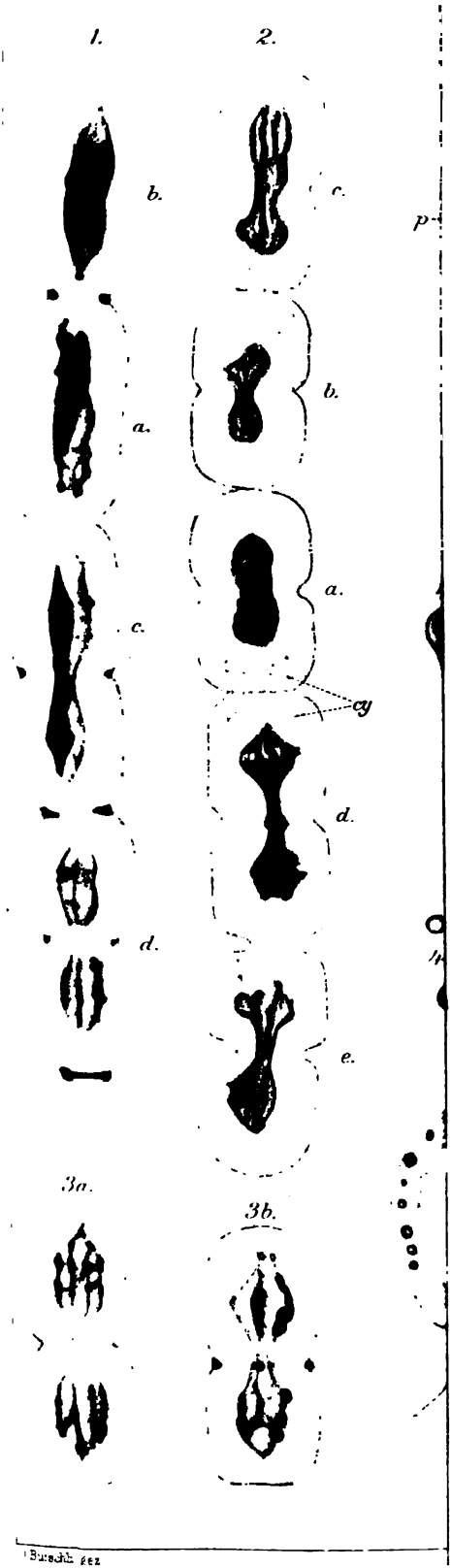
Figg. 5a—d. Kleines Schwefelbakterium. Trockenpräparat, nach Löffler gefärbt. ck Centralkörper, p plasmatische Rinde. 5d Exemplar in Teilung.

Figg. 6a—e. Rhabdomonas rosea Cohn. 6a. Ganzes Exemplar nach Alkoholbehandlung mit Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt, Canadabalsam. Der wabig strukturierte Centralkörper (ck) deutlich, ebenso die spiralgestreifte Membran. 6c—e. Verschiedene Zustände des Geißelapparates in nach Löffler gefärbten Trockenpräparaten.

Figg. 7a—c. Ophidomonas jenensis Ehgb. aus nach Löffler gefärbten Trockenpräparaten. 7a in Teilung begriffenes Exemplar. 7b—e verschiedene Zustände des Geißelapparates.

Fig. 8. Chromatium okenii Ehgb.. Geißel eines Exemplars. Trockenpräparat, nach Löffler gefärbt.

Digitized by Google



Digitized by Google

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 1_1902

Autor(en)/Author(s): Bütschli Otto [Johann Adam]

Artikel/Article: Bemerkungen über Cyanophyceen und Bacteriaceen 41-58