

**Erklärung der Abbildungen.**

- Fig. 1. Eine abgeblühte Blüthe von *Dentaria bulbifera*, am Grunde des Pistills 2 Staminodien stl und andere fadenförmige Gebilde, die bei *a, a* eine narbenartige, papillöse Spitze haben: *n, n* Nektarien, *p* Pistill.
- „ 2—6. Blüthen eines Blütenstandes, an denen nur die beiden kürzeren Staubblätter und das Pistill belassen wurden, die verschiedene Ausbildung der Staminodien zeigend; in Fig. 6 an Stelle des Staminodiums ein normales Staubblatt.
- „ 7—15. Staminodien in verschiedener Ausbildung. Die dunkler gehaltenen Stellen im Köpfchen deuten die fibrösen Zellen an.
- „ 16. Am Grunde des Pistills entstandene Gebilde; *a* mit papillöser, narbenartiger Spitze; *b* von anderer, abweichender Ausbildung.
- „ 17. Staminodien mit deutlich narbenartigem Ende, innerer Höhlung und an der schraffirten Stelle fibröse Zellen zeigend.

## 52. Arthur Meyer: Ueber Chlamydosporen und über sich mit Jod blau färbende Zellmembranen bei den Bacterien.

Mit Tafel XX.

Eingegangen am 25. Juni 1901.

In meiner Abhandlung „Ueber Geisseln, Reservestoffe, Kerne und Sporenbildung der Bacterien“ (Flora 1899, S. 462) habe ich auf S. 462 auseinander gesetzt, was ich unter Gemmen, Oidien, Schwärmoidien und Chlamydosporen verstehe. Ich zeigte dann, dass als das phylogenetisch primäre Vegetationsorgan der Gattung *Bacillus* der Zellfaden aufzufassen sei und dass die schwärmenden Stäbchen als Schwärmoidien zu bezeichnen seien. Die Frage, ob die Bacterien Chlamydosporen besitzen, also Reihengemmen, welche morphologisch mehr als Dauerform ausgebildet erscheinen, ist in letzter Zeit völlig verneint worden. Die Angabe VAN TIEGHEM's (Ann. des sciences natur., Sér. VI, T. VII, 1878, p. 180, und Traité de botanique, II. Aufl., 1891, S. 1206) über *Leuconostoc* sprechen nicht sicher dafür, dass bei dieser Species Chlamydosporen vorkommen, und auch alle anderen „Arthrosporen“ DE BARY's können keinen Anspruch auf den Namen Chlamydosporen machen.

Dennoch scheint es mir fast, als ob manche Arten der Gattung *Bacillus* im Stande seien, Chlamydosporen zu bilden. Bei der grossen Wichtigkeit, welche die Frage, ob die Bacterien ausser den Endosporen noch andere Dauersporen unter bestimmten Verhältnissen erzeugen können, für die Bacteriologie, also die praktische Bacterienkunde hat, halte ich es für zweckmässig, einige auf diese Fragen

bezügliche morphologische Beobachtungen mitzutheilen, die einer weiteren Verfolgung werth sind.

In alten Culturen von *Bacillus cohaerens*, *Ellenbachensis* und *ruminatus*, deren allgemeine botanische Beschreibung bei GOTTHEIL (Centralblatt für Bacteriologie 1901, II. Abth., S. 430 u. f.) mitgetheilt ist, fand ich Gebilde, welche den Chlamydosporen der Pilze äusserst ähnlich sehen. *Bacillus cohaerens* A. M. et Gottheil ist eine typische Species der Gattung *Bacillus*, welche auf Nähragar mit Dextrose eine sehr regelmässige Entwicklung zeigt, ziemlich lange Zellfäden, Schwärmoidien und normale Sporangien bildet. Untersucht man eine ungefähr vier Monate alte oder ältere Cultur dieser Species, welche auf der schrägen Fläche des in einem Reagenzglase befindlichen Nähragars angelegt worden ist, so findet man in dem oberen, trocknen Theile der Cultur fast nur isolirte Sporen; im unteren, noch schwach feuchten Theile der Cultur erkennt man neben in Lösung begriffenen relativ dünnen, septirten Zellfäden und Stäbchen Gruppen von dickeren Fäden. Diese sind stellenweise gerade, meist jedoch mehr oder weniger stark, oft unregelmässig und kräftig gekrümmt. Zwischen plasmareichen Zellen (*l*) dieser Fäden liegen mehr oder weniger stark angeschwollene, sehr plasmareiche, aber glycogenfreie Zellen (*g*), die, wenn der Protoplast bei Jodbehandlung contrahirt wird, meist eine dickere Membran zeigen als die gewöhnlichen Zellen des Spaltpilzes. Das stark lichtbrechende Protoplasma erscheint nach Behandlung mit Jodjodkalium oft ganz homogen, oft mit einer oder einigen grossen Vacuolen versehen (Fig. 3). Bei Behandlung mit Formolfuchsin färben sich diese plasmareichen Zellen intensiv roth; auch die Membranen färben sich dabei, und man erkennt dann deutlich (Fig. 5 *g*) die verhältnissmässig grosse Dicke der Membran dieser Chlamydosporen. Zum Vergleich habe ich in Fig. 6 die normalen Sporangien der Species abgebildet; sie sind mit Jodjodkalium gelb gefärbt.

Ganz ähnliche „Chlamydosporen“ fand ich in der gleichen Region alter Colonien, welche aus reinem Sporenmaterial auf Dextrosenähragar erwachsen waren, bei *Bacillus Ellenbachensis* Stutzer. Ich sah sie in gleicher Weise in 4 Monate und in 17 Monate alten Culturen, welche bei gewöhnlicher Temperatur gestanden hatten, in der Region des Condenswassers. An den trockenen, oberen Stellen lagen auch in diesen Culturen nur Endosporen. Die Gemmenbildung tritt auch hier anscheinend unter Umständen ein, welche für die Sporangienbildung ungünstig sind. *Bacillus Ellenbachensis* bildet sofort bei der Keimung Schwärmoidien, später kurze Zellfäden, schliesslich, schon nach ungefähr 50 Stunden, bei 28° meist etwas anschwellende, fettführende Sporangien.

Die in den alten Culturen vorkommenden Chlamydosporen gleichen in ihrer Form angeschwollenen Sporangien, sind aber meist bedeutend

grösser als die Sporangien, besitzen eine dickere Zellmembran als diese und enthalten dichteres, meist ganz homogenes, fettfreies Cytoplasma. In Fig. 8 ist eine Chlamydosporenreihe, welche zwischen entleerten Stäbchen lag, aus einer 17 Monate alten Cultur abgebildet. Wie es scheint, handelte es sich bei dieser um noch wenig ausgebildete Sporen, da ihr Cytoplasma ganz homogen war und sich noch relativ schwach mit Jod färbte, während die Chlamydosporen, die in Fig. 9 abgebildet sind, Jod sehr reichlich aufnahmen. In Fig. 10 ist eine mit Jodjodkalium braun gefärbte Chlamydospore abgebildet, die sich durch eine kräftige Membranspitze auszeichnet. Fig. 11 und 12 zeigen mit Jod gefärbte Chlamydosporen mit Vacuolen und contrahirten Protoplasten, Fig. 13 eine mit Formolfuchsin roth gefärbte, dickwandige Spore mit Zellkern und roth gefärbter Membran. Interessant ist der seltene, in Fig. 14 abgebildete Fall, in welchem ein Zellfaden die Membranen abgestorbener und ausgesogener Gemmen (*l*), krankhafte Sporangien (*s*) und gut ausgebildete Gemmen (*g*) neben einander enthält.

Bei *Bacillus ruminatus* A. M. et Gottheil fand ich Chlamydosporen in 4 Monate alten Culturen nur vereinzelt. Sie waren meist kugelförmig, mit homogenem Protoplasten und mit dicker Membran versehen. Im Vergleich mit der von einer dicken Schleimmasse umhüllten Spore (Fig. 17) erscheinen sie nicht besonders gross.

Bei einigen anderen erdbewohnenden Bacterien konnte ich keine Gemmen auffinden. So lagen an den feuchten Stellen alter Culturen bei *Bacillus subtilis* (Fig. 18), *simplex* und *fusiformis* nur plasmaarme Stäbchen. Bei *Bacillus carotarum* fanden sich dort neben den Massen der abgestorbenen Stäbchen gesunde Stäbchen normaler Form, nur bei *Bacillus graveolens* (Fig. 20) waren derartige Stäbchen meist etwas mehr abgerundet als die normalen Stäbchen.

Ich habe die zuerst beschriebenen Gebilde als Chlamydosporen bezeichnet, weil sie in der That ihrer Morphologie nach ungemein den Chlamydosporen anderer Sporangien erzeugender Pilze gleichen. Ich verweise z. B. auf die Gemmen von *Endomyces decipiens*, von *Dothiora Sorbi* (BREFELD, Untersuch. aus dem Gesamtgebiete der Mykologie, X. Heft, 1891, Taf. X, Fig. 13 und 14), *Dothidea puccinioides* (Taf. XI, Fig. 32), *Sphaerulina intermixta* etc.; auch auf die von WILL beschriebenen Gemmen der Saccharomyceten (Abbildung bei KLÖCKER, Die Gährungsorganismen, 1900, S. 166).

Nach der Morphologie dieser Gebilde möchte ich also annehmen, dass sie mehr oder weniger gut entwickelte Dauerformen der Gattung *Bacillus* sind; eine sichere Entscheidung über ihre biologische Bedeutung kann aber selbstverständlich nur eine genaue biologische Untersuchung bringen, wobei jedoch zu beachten ist, dass eine solche Dauerform nicht nur dann biologisch werthvoll für die Species zu

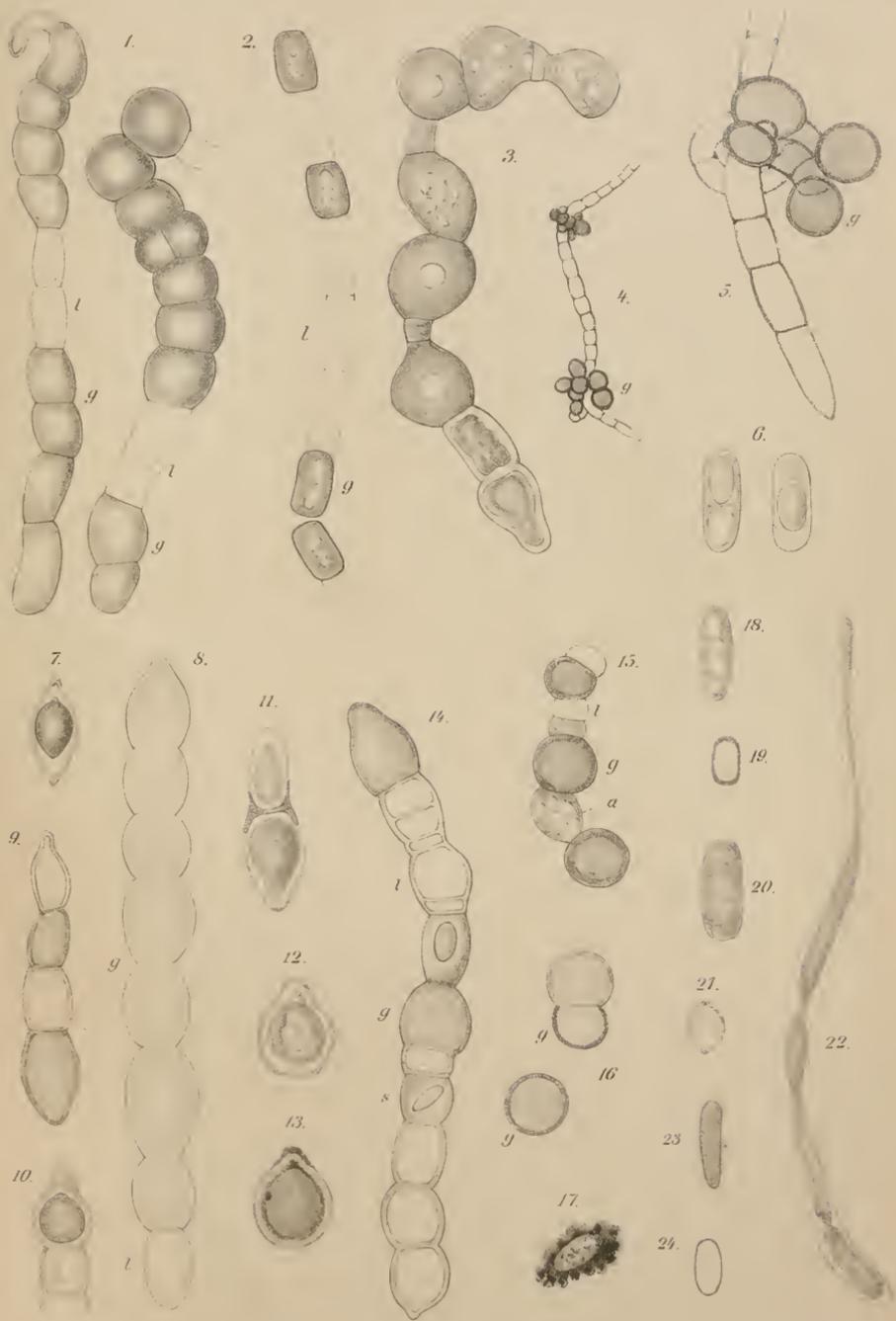
sein braucht, wenn sie gegenüber höherer Temperatur oder beim Austrocknen sich widerstandsfähiger erweist als die Oidien; sie kann auch andere biologische Vorzüge besitzen. Zu Keimungsversuchen eignete sich leider das mir vorliegende Material nicht gut, weil die vereinzelt beigemengten Endosporen die Versuche meist störten und gut ausgebildete, also reife und gesunde Chlamydosporen nicht häufig genug in dem Material vertreten waren. Wenn diese Deutung der Gebilde richtig wäre, so würde meine Anschauung, dass die Bacterien sporangienbildende Pilze sind, eine neue Stütze erhalten.

Mit Rücksicht auf letztere Ansicht ist nun auch die Thatsache von Interesse, dass die Zellmembran einiger Bacterien sich mit Jod intensiv blau färbt. Die Zellmembranen dieser Bacterien verhalten sich wie diejenigen der Hyphen und Asken mancher flechtenbildender und anderer Ascomyceten, die sich auch mit Jod wie Stärke färben. EMIL CHR. HANSEN in Kopenhagen hat gezeigt, dass sich die Schleimmassen der Zellen von *Bacterium Pasteurianum* Hansen und *Bacterium Kützingianum* Hansen mit Jod blau färben (siehe Comptes rendus des travaux du laborat. de Carlsberg, Th. I, 1879; Th. III, Heft 3, 1894; Th. V, Heft 1, 1900). Er hält diese Schleimmassen für eine directe Fortsetzung, eine Aussenschicht der Membran, deren Verhalten gegen Jod er wegen der Kleinheit des Objectes damals (1894) nicht feststellen konnte. Ich habe die Frage an Material von *Bacterium Pasteurianum*, welches HANSEN mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, und welches ich vorzüglich aus anderen Gründen genau angesehen habe, jetzt sicher entscheiden können. Ich untersuchte sowohl Stäbchen, welche nach drei Tagen in einem  $1\frac{1}{2}$  pCt. Alkohol enthaltenden Biere bei  $28^{\circ}$  gewachsen waren, als solche, welche aus Culturen stammten, die sich zwei Tage bei  $28^{\circ}$  auf Dextroseagar entwickelt hatten. Bei Zusatz von sehr wenig Jodjodkalium zu den Präparaten färbte sich der Schleim zwischen den Stäbchen und eine periphere Membranschicht hellblau, die innerste Schicht der Zellmembran dunkelblau, ehe sich der Protoplast braun färbte (Fig. 24). Setzte man etwas mehr Jodjodkalium zu, so färbte sich der Protoplast braun. Bei zu grossen Jodzusatz wird die Blaufärbung der Membran verdeckt. In schleimarmen Culturen findet man eventuell die Membran der ganzen Dicke nach gleichmässig blau gefärbt (Fig. 22). Die geschilderten Thatsachen machen es zugleich sehr wahrscheinlich, dass der Schleim der Bacterien durch Verquellung äusserer Membranschichten gebildet wird.

## Erklärung der Abbildungen.

Die Intensität der in der Beschreibung angegebenen Farben der Figuren ist durch die Tiefe des grauen Tones der Bilder ausgedrückt. Die Figuren sind, mit Ausnahme der Fig. 4, bei 3500facher Vergrößerung gezeichnet.

- Fig. 1. *Bacillus cohaerens*. Stück eines ungefärbten Zellfadens aus einer 4 Monate alten Cultur.
- „ 2. Gerader Faden aus derselben Cultur, mit Jodjodkalium braun gefärbt.
- „ 3. Mit Jodjodkalium braun gefärbter Chlamydosporeverband, mit grossen Vacuolen.
- „ 4. Zellfaden von *Bacillus cohaerens*, mit Formolfuchsin gefärbt, schwach vergrössert. Die nicht angeschwollenen Zellen sind plasmafrei; die angeschwollenen, an gekrümmten Stellen des Zellfadens liegenden sind mit Plasma dicht gefüllt und mit dicker Membran versehen.
- „ 5. Die Partie *g* des Zellfadens in stärkerer Vergrößerung.
- „ 6. Mit Jod gefärbte normale Sporangien von *Bacillus cohaerens* in gleicher Vergrößerung gezeichnet wie die Chlamydosporen.
- „ 7. Sporangium von *Bacillus Ellenbachensis*, mit schon etwas verquollener Membran.
- „ 8. Chlamydosporenreihe aus einer 17 Monate alten Cultur des Spaltpilzes, mit Jodjodkalium gelbbraun gefärbt; die unterste Zelle plasmafrei.
- „ 9. Zellfaden mit leeren Zellen und Chlamydosporen, aus einer 4 Monate alten Cultur, mit Jodjodkalium braun gefärbt.
- „ 10—12. Chlamydosporen, mit Jodjodkalium braun gefärbt.
- „ 13. Durch Formolfuchsin roth gefärbte Chlamydosporen.
- „ 14. Zellreihe mit ungesunden Sporangien, Chlamydosporen und leeren Zellen, ungefärbt; ebenfalls von *Bacillus Ellenbachensis*.
- „ 15. Zellreihe von *Bacillus ruminatus*, mit leeren Zellen (*l*), vacuoliger angeschwollener Zelle (*a*) und mit Chlamydosporen (*g*).
- „ 16. Durch Methylenblau blau gefärbte Chlamydosporen.
- „ 17. Eine Spore des Spaltpilzes mit der von GOTTHEIL zuerst beobachteten Schleimhülle, welche durch Methylenblau intensiv blau gefärbt wurde.
- „ 18. Mit Jod gelb gefärbtes, plasmaarmes Stäbchen von *Bacillus subtilis*.
- „ 19. Spore desselben Spaltpilzes, deren Exine mit Fuchsin roth gefärbt worden ist.
- „ 20. Mit Jod möglichst intensiv braun gefärbtes Stäbchen aus einer 4 Monate alten Cultur von *Bacillus graveolens*.
- „ 21. Spore desselben Spaltpilzes, mit Jod gefärbt.
- „ 22. Mit Jod gefärbte und septirte Zellfäden von *Bacterium Pasteurianum*, aus einer bei 40° gehaltenen Cultur in Bier; die Membran blau, der Proto-  
plast braun gefärbt und contrahirt.
- „ 23. Zelle aus einer 6 Tage bei 28° auf Dextrose-Nähragar gewachsenen Cultur von *Bacterium Pasteurianum*, mit wenig Jodjodkalium gefärbt. Der centrale Theil ist braun, die dunkle Linie, welche der innersten Membranallemelle entspricht, ist dunkelblau; die äussere, den schon ein Wenig verquollenen Lamellen entsprechende, scharf begrenzte Zone ist hellblau gefärbt.
- „ 24. Wie Fig. 23, nur aus einer drei Tage alten Cultur und mit sehr wenig Jodjodkalium behandelt, so dass das Cytoplasma noch farblos blieb, während die innerste Membranallemelle dunkelblau, die äussere hellblau gefärbt erschien.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Arthur

Artikel/Article: [Ueber Chlamydosporen und über sich mit Jod blau färbende Zellmembranen bei den Bacterien 428-432](#)