

## II. F. Heydrich: Die systematische Stellung von *Actinococcus* Kütz.

Mit Tafel V.

Eingegangen am 16. Februar 1906.

Der Zweifel der Selbständigkeit, welcher dem Genus *Actinococcus* noch vor der Veröffentlichung von SCHMITZ „Die Gattung *Actinococcus*“<sup>1)</sup> anhaftete, ist wohl nach jeder Richtung durch diese Betrachtung gehoben. Es wurde hierdurch bewiesen, dass diese Pflanze keineswegs zur Wirtspflanze gehört, sondern ein selbständiges Individuum darstellt; nur über die Zugehörigkeit in eine der grösseren Unterabteilungen des Florideensystems ist man noch völlig im Unklaren.

Während nämlich 1852 J. AGARDH in seinen Spec. Gen. et Ord. Alg. II S. 488 *Actinococcus* zu den Squamariaceen stellte, wurde sie 1897 von SCHMITZ in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, unter die Gigartinaceen<sup>2)</sup> eingereiht, trotzdem Antheridien und Cystokarprien bis dahin unbekannt waren.

Jedenfalls war hier nur das Substrat die Ursache zur systematischen Stellung. Jetzt ist es mir, wenigstens bei *Actinococcus peltaeformis* Schmitz, gelungen, die Geschlechtsorgane aufzufinden und demgemäss diesem Genus eine sichere Stellung im System anzuweisen.

Von vornherein war es zu vermuten, dass durch den eigenartigen Bau des Ganzen und die Anordnung der Tetrasporangien auch die Geschlechtsorgane besondere Formen annehmen müssten.

Daher erstreckten sich die Untersuchungen auf sämtliche Exemplare von *Gymnogongrus norvegicus*, die mit *Actinococcus* behaftet waren. Aber ein jeder, der sich mit dieser eigentümlichen Alge jemals beschäftigt hat, weiss, dass fast ausschliesslich ungeschlechtliche Exemplare vorkommen. Es gehörte daher eine grössere Anzahl dazu, um zu einem Resultat zu gelangen. Dieses Verdienst gebührt Hrn. CRODEL<sup>3)</sup> in Marseille, welcher mir zu jeder Zeit trockenes und in Alkohol konserviertes Material zur Verfügung stellte.

1) Flora 1893.

2) Ebenso DARBISHIRE, *Actinococcus* and *Phyllophora* in Annals of Botany, 1899, Juni.

3) Ich erlaube mir daher auch an dieser Stelle Hrn. CRODEL meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Wie selten Geschlechtsexemplare vorkommen, bekundet der Umstand, dass nur zwei weibliche und drei männliche Exemplare gefunden wurden.

Um nun meine Betrachtung an das Bestehende sich anlehnen zu lassen, sei über die Anheftung und den Zellbau auf die SCHMITZ'schen<sup>1)</sup> Ausführungen bei der Beschreibung von *Actinococcus roseus* (Suhr) Kütz. auf *Phyllophora Brodiaei* und *Actinococcus peltaeformis*<sup>2)</sup> hingewiesen.

Die Frage, ob die Alge durch Rhizoiden im Innern der Wirtspflanze weiterkriechend neue Individuen nach aussen bildet, muss man bejahen, denn es kamen z. B. auf einem 1—2 mm grossen Stück eines Sprosses von *Gymnogongrus* 2—5 Polster vor. Hierbei lag das älteste mehr in der Mitte, die 2—3 jüngeren in verschiedenen Abständen von 2—300  $\mu$  entfernt. Solche Gruppen zeigen Rhizoidenverbindung. Die Besiedelung anderer Sprosslappen geschieht aber meist durch Keimpflanzen. Übrigens kann es vorkommen, dass Rhizoiden auf die entgegengesetzte Sprossfläche des *Gymnogongrus* wachsen und dort neue Polster bilden. Ein weiterer Umstand, dass durch Rhizoiden mehrere Polster veranlasst werden können, scheint mir darin zu liegen, dass 2—4 gleichalterige Polster dicht nebeneinander vorkommen. Eine direkte Beobachtung der Rhizoiden im Innern des *Gymnogongrus* von einem Polster zum andern hat seine Schwierigkeiten. Man kann aber ziemlich sicher annehmen, dass die meisten einzelstehenden Polster durch Sporenkeimung hervorgerufen werden, dagegen engstehende durch Rhizoiden.

### Die Tetrasporangien.

Das Wachstum, die Entwicklung und mithin die Form der Tetrasporangien ist eine ungewöhnlich verschiedene von anderen Florideen.

Zunächst kommen Ketten vor, deren einzelne Tetrasporangien länglich sind, mit dementsprechender Teilung. Viele bilden aber fast kugelförmige Tetrasporangien. Nehmen wir den Fall mit kürzeren Sporangien, so erkennen wir an einem günstig geführten Längsschnitt, vom Zentrum des Polsters beginnend, einen langen Zellfaden, dessen untere 10—12 Zellen oval und ohne Teilung sind; dann folgen 8—10 Tetrasporangien, den Abschluss aber bilden 1—3 viereckige oder längliche Zellen. Die letzte bildet die Terminalzelle, welche

1) SCHMITZ, *Actinococcus* S. 374. Taf. VII, Fig. 10.

2) KÜTZING, *Phycol. gener.* S. 412 handelt über *Pachycarpus dilatatus*, welche Alge nach SCHMITZ gleich mit *Gymnogongrus norvegicus* ist. Die Fig. 2 jener Arbeit zeigt einen sehr gut gezeichneten Durchschnitt, an dem man vorzüglich die Rhizoiden des Schmarotzers erkennen kann.

immer ungeteilt auftritt (Taf. V, Fig. 1, *d*). Sobald aber die Vegetation fortschreitet, trennt sich diese Zelle in zwei, und zwar nach oben in die nächste Terminalzelle (Fig. 1, *d*) und nach unten in den tetrasporischen Apparat, beide nunmehr durch eine neue Zellwand geschieden.

Wir haben in diesem Augenblick die in der Literatur erwähnten zwei hellen Endzellen. Kurz nach dem Auftreten der Wandbildung teilt sich die vorletzte (tetrasporische) Zelle in zwei, wovon die untere die karyoblastische, die obere aber die Protosporen- oder Tetrasporangien-Mutterzelle<sup>1)</sup> darstellt (Taf. V, Fig. 1, *a*, *b*). Im weiteren Verlauf verschwindet die karyoblastische Zelle (Fig. 1, *b*) gänzlich, um der Tetrasporangien-Mutterzelle (Fig. 1, *a* und *c*) Platz zu machen.

Bei dem andern obenerwähnten Faden mit den länglichen Zellen spielt sich dieser ganze Vorgang häufig in einer einzigen Zelle ab (Fig. 2), so dass die Einzelheiten nicht zu erkennen sind. Aber immerhin sorgt das Wachstum für die vegetative Verlängerung und gliedert gleichzeitig den tetrasporischen Apparat nach unten ab, wie dies Fig. 2 bei *b*, *c*, *d* erkennen lässt. Etwas ähnliches stellt die Fig. 3 dar, nur mit dem Unterschiede, dass in einer gemeinschaftlichen Zelle drei Apparate gleichzeitig solchen Teilungen unterliegen.

Eine eigentümliche Verteilung von Tetrasporangien und Cystokarprien, welche mir zu Gesicht kam, möchte ich hier noch erwähnen. Man vergleiche hierzu die Fig. 9 auf Taf. V, die zwar nicht aus jenem Thalluspolster stammt, wohl aber zum Verständnis beitragen kann. Hierbei muss ich in bezug auf die Vegetationsorgane ergänzend hinzufügen, dass jedes Thalluspolster meist in gewisse kürzere oder längere Abzweigungen auswächst, deren Basalzellen wagerecht über das Substrat ein Stück weiter wachsen, wie in Fig. 9 bei *a* angedeutet wurde.

Während nun für gewöhnlich geschlechtliche und ungeschlechtliche Pflanzen getrennt auftreten, enthielt hier ein kleiner Thalluslappen (bei *a*) regelmässige Tetrasporangienketten, der übrige grössere Teil aber einige schlecht entwickelte Cystokarpe (wie Fig. 13 und 16).

Man kann sich wohl nicht allzu sehr über diese Erscheinung wundern, weil bei den Florideen weibliche und Tetrasporenanlagen auf einem Individuum häufiger angetroffen werden; indessen bestätigt sich auch hierdurch aufs Neue die Annahme, dass zwischen Tetrasporangium und Cystokarp eine gewisse Homologie<sup>2)</sup> besteht.

1) Vergleiche HEYDRICH, Das Tetrasporangium der Florideen. *Bibl. Bot.* 1902, Heft 57.

2) FALKENBERG, Rhodomelaceen. S. 99, Fig. 6, *A*, *B*, *C*.

### Antheridien.

Auch hier war im voraus anzunehmen, dass, durch den engen Zellenschluss verursacht, die Spermastien mehr in den äusseren Schichten zu suchen seien. Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf aufmerksam machen, dass nicht ein einziges steriles Thalluspolster zur Beobachtung kam. Leicht lassen sich freilich männliche als steril ansehen.

Schon bei Erwähnung der Tetrasporangienfäden wurde hervorgehoben, dass die unteren Zellen immer vegetativ, also steril bleiben; man erkennt diese Zellen an ihrem körnigen Inhalt. Hier aber bei den männlichen Pflanzen stellt dieser Zellinhalt eine mehr homogene Masse dar, welche bis auf die beiden letzten Zeilen des Fadens unverändert auftritt. Ob übrigens dieser Zellinhalt eine einzige Chromatophorplatte darstellt, habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können; fast ist es anzunehmen.

Der Inhalt der beiden Terminalzellen ändert sich nun merklich zu einem köpfchenförmigen Organ mit kurzer, schwanzartiger Verlängerung um. Das Köpfchen stellt unzweifelhaft das Spermatozoid dar, die Verlängerung das Chromatophor der nächsten vegetativen Zelle (Fig. 4—8). Mitunter tritt auch seitliche Spermastienbildung auf, wie aus der Fig. 8 ersichtlich.

Die Spermastienbildung erstreckt sich immer auf den grösseren Teil des Thallus, so dass gleichzeitig viele Spermastien austreten. Mitunter kommt es vor, dass ein kleiner, dicht aneinander stehender Komplex von Spermastien gleichzeitig entleert wurde, dann kann sich die Lücke in der Oberfläche nicht wieder schliessen, wodurch eine conceptakelähnliche, oben offene Vertiefung gebildet wird, die aber nur sterile Zellen enthält. Eine ganz ähnliche Erscheinung wie bei den dichtstehenden Cystokarprien.

Die Ursache, weshalb diese Organe schlecht zu erkennen sind, liegt in der verhältnismässigen Grösse gegenüber den vegetativen Zellen, denn im allgemeinen sind die männlichen Organe immer viel kleiner. Bei *Actinococcus* besitzen sie aber eine ungewöhnliche Grösse.

### Das weibliche Organ.

Wie vorher erwähnt war, ist mir die Auffindung von nur zwei *Gymnogongrus*-Sträusschen, die mit ungefähr 20 weiblichen *Actinococcus*-Polstern befallen waren, gelungen. Aber auch hier hätte ich diese Exemplare als steril beiseite gelegt, wenn nicht die enge Zellstellung für Erhaltung der Cystokarprien gesorgt hätte. Einige Schnitte zeigten in den mittleren Teilen des Polsters ganz zerstreut verdickte Zellkomplexe, wie sie Fig. 9 darstellt. Durchmustert man solche Schnitte an der Oberfläche unter starken Objektiven, so zeigen sich

besonders an den Seiten zarte, haarförmige Trichogyne, die hoch über die gemeinschaftliche Hüllmembran des *Actinococcus* hervorragen. Der untere Teil ist stark verdickt und sitzt auf einer kurzen Zelle sattelförmig auf (Fig. 10). Zur Beobachtung gelangten an 30 solcher Organe, so dass man wohl für ein Polster 200–300 solcher Anlagen annehmen kann. Neben solchen jungen erblickt man aber auch ältere, deren Trichogyne über der Hüllmembran abgebrochen sind; das Carpogonium sitzt dann auf einer grösseren, mit körnigem Inhalt ausgezeichneten Zelle (Fig. 11, C), von zwei Hüllästchen umgeben.

Wir haben es hier mit einem Prokarp zu tun, dessen Tragzelle gleichzeitig als Auxiliarzelle fungiert. (Fig. 11 A und Fig. 10 A).

Unmittelbar nach der Befruchtung teilt sich die Auxiliarzelle ein oder mehrere Male in zwei bis drei Sporen von zwei bis drei Hüllästchen umgeben (Taf. V, Fig. 12). Dann entweichen die Sporen, wie in Fig. 11 am Zellfaden links, dessen Sporen oben bei *a* auf der Kutikula liegen.

Nicht sämtliche Prokarpe werden auf gleicher Höhe angelegt, weshalb es kommen kann, dass die tieferen zwar zu Cystokarprien heranreifen, die Sporen aber nicht zum Austritt gelangen; daher findet man vielfach in den tieferen Thallusschichten reife Cystokarprien eingeschlossen, wie Fig. 9, deren Teilungen ganz unregelmässig eintreten, wie auf Fig. 13 und 16 dargestellt. Häufig wachsen die Hüllästchen wieder als sterile Zellfäden weiter, wie in Fig. 16. Alle diejenigen, welche unmittelbar unter der Kutikula angelegt werden, kommen zur Reife, wie in Fig. 14 und 15 dargestellt. Das normale Cystokarp wird daher auf der Spitze eines Zellfadens so angelegt, dass es nur ein oder zwei Zellen unter dem Kutikulahäutchen liegt. Die angedeutete kreuzförmige Teilung der Sporen der Figuren 14 und 15 stellt den ersten Keimungsprozess dar; es ist daher anzunehmen, dass dieser Vorgang vor dem Entweichen im weiblichen Organ selbst stattfindet. Von einer kreuzförmig geteilten Tetraspore kann selbstverständlich hier keine Rede sein.

Wie schon bei der Beschreibung der Spermarien erwähnt war, kommt es auch hier vor, dass sich mehrere Cystokarprien gleichzeitig und dicht nebeneinander bilden, wodurch eine conceptakelähnliche Vertiefung entsteht, die aber nur sterile längere oder kürzere Zellen enthält.

Zuletzt muss noch einer Umbildung der Hüllästchen gedacht werden, die bei ihrem häufigen Auftreten zu Irrtümern Veranlassung geben könnte. Sobald nämlich ein Prokarp nicht befruchtet wird, unterbleibt natürlicherweise die Weiterentwicklung der Auxiliarzelle, nicht aber die der Hüllästchen, welche ihrerseits fast immer an die nebenan liegenden Zellen anderer Fäden wagerecht heranwachsen und nun den Eindruck erwecken, als seien hier grosse sekun-

däre Tüpfelbildungen oder womöglich Kopulationserscheinungen eingetreten.

Fragt man sich aber nach den Ursachen, weshalb die weiblichen Organe so schlecht zu erkennen sind, dann gibt es nur einen Grund, und der besteht in dem farblosen Plasma. Alle Florideensporen sind bekanntlich mehr oder weniger von ihrer Umgebung durch die intensive Färbung leicht zu erkennen; dieses Zeichen fällt für *Actinococcus peltaeformis* vollkommen fort, weil sie dieselbe Farbe wie die vegetativen Zellen besitzen.

### Systematik.

Die systematische Stellung, welche *Actinococcus* nach den obigen Ausführungen einzunehmen hat, ist ausserordentlich interessant. Die Systematik der Florideen wurde von SCHMITZ in erster Linie darauf begründet, dass bei der einen grossen Gruppe das Carpogonium direkt ohne Hilfszellen zum sporenerzeugenden Organ auswächst, die andere noch einer Auxiliarzelle bedarf, die dann ihrerseits auf den verschiedenen Wegen zur Sporenbildung schreitet. Zum ersten Teil gehören die Nemalionales, zur letzteren die Gigartinales, Rhodomeniales und Cryptonemiales.

Betrachten wir hieraufhin die Verhältnisse bei *Actinococcus*, so stellt sich uns zunächst klar vor Augen, dass hier ein Prokarp besteht, dessen Carpogonium nicht an der Sporenbildung teilnimmt, daher kann die Pflanze nicht zu den Nemalionales gerechnet werden. Infolgedessen müssen wir zur nächsten Gruppe der Gigartinales greifen; aber dort wird der Carpogonast oder besser Prokarpast ausser der Auxiliarzelle noch von zwei anderen Zellen gebildet, wie uns die Figuren 215, A, Seite 355; Fig. 220, C D, S. 363; Fig. 236, D, S. 405; Fig. 235, I, S. 402 und Fig. 242, D E, S. 424 bei SCHMITZ in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, zeigen. Diese alle fusionieren ihrerseits mit dem Carpogonium, und dann erst erzeugen sie die sporenbildenden Fäden oder entwickeln sich überhaupt weiter.

Nun besitzt zwar *Actinococcus* eine Auxiliarzelle, es fehlen aber jene beiden Zwischenzellen, die gerade ein ganz besonderes Merkmal jener Gruppen ausmachen. Deshalb muss hier zwischen Nemalionales und Gigartinales eine neue Gruppe, die Actinococcales, eingeschoben werden.

Zum Schluss möchte ich noch vergleichsweise auf die grosse Ähnlichkeit der Prokarpe von *Actinococcus* und *Eleutherospora*<sup>1)</sup> hinweisen. Bei beiden trägt die hypogyne Zelle das Carpogonium mit dem Trichogyn, bei beiden wird die hypogyne Zelle zur Auxiliarzelle

1) HEYDRICH, Die Lithothamniien von Helgoland in Wissensch. Meeresuntersuchungen. Helgoland 1900, S. 64, Taf. II, Fig. 8—10.

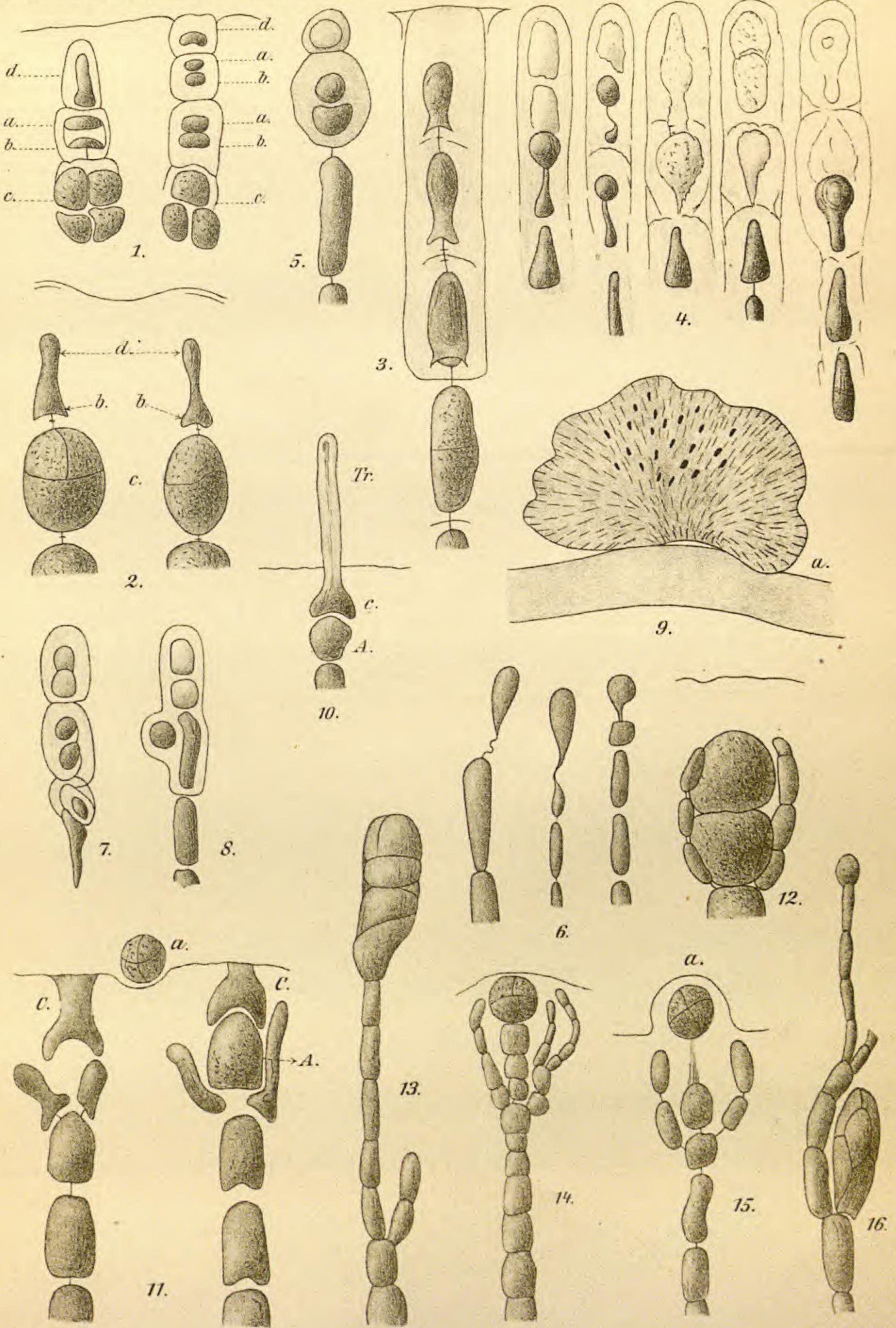
erhoben und erzeugt direkt Sporen. Nur stehen die Prokarpe des ersten Genus vereinzelt; sobald sie sich aber nähern, tritt eine ähnliche Höhlung auf, wodurch gerade die Corallinaceen vor allen anderen Florideengenera gekennzeichnet sind. Dieselben Vergleiche lassen sich bei *Stichospora*<sup>1)</sup> und *Perispermum*<sup>1)</sup> aufstellen.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—16. *Actinococcus peltaeformis* Schmitz.

- Fig. 1. Die obersten Zellen zweier Fäden mit Tetrasporangien. *a* stellt bei beiden Fäden die Protosporen- oder die spätere Tetrasporangien-Mutterzelle dar. *b* die karyoblastische Zelle, aus der die vorige Zelle *a* hervorgegangen ist. Beide Zellen *a* und *b* zusammen bilden den tetrasporangischen Apparat. *c* das reife Tetrasporangium. *d* Scheitelzelle. Der Strich darüber die gemeinschaftliche Cuticula. Vergr. 950.
- „ 2. Dasselbe wie Fig. 1 nur mit dem Unterschied, dass die Scheitelzelle *d* und die karyoblastische Zelle *a* noch nicht in Teilung getreten sind. Vergr. 950.
- „ 3. Ein tetrasporischer Zellfaden, an dem die Unterschiede der verschiedenen Zellwerte nicht deutlich zu erkennen sind. Die drei obersten Zellen befinden sich in einer gemeinschaftlichen Zellhülle, aus ihnen geht je ein Tetrasporangium hervor. Vergr. 505.
- „ 4. Fünf nebeneinander liegende Zellfäden aus einem männlichen Exemplar. In drei Fäden sind die Spermastien zu erkennen. Vergr. 950.
- „ 5—8. Verschiedene Spermastien-Entwicklung. Fig. 6 drei nebeneinander. Vergr. 950.
- „ 9. Schnitt durch ein Exemplar auf *Gymnogongrus* mit zerstreuten Cystokarprien, als Punkte bezeichnet, deren Sporen der tiefen Lage wegen nicht ausgetreten sind. Vergr. 95.
- „ 10. Einzelnes Prokarp. Auf der Auxiliarzelle *a* sitzt das Carpogonium *c* mit dem Trichogyn *Tr*, welches über die gemeinschaftliche Cuticula hervorragt. Vergr. 505.
- „ 11. Zwei nebeneinander liegende Zellfäden mit Cystokarprien, deren Trichogyne über der Cuticula abgebrochen sind. Am Cystokarp links ist allem Anschein nach die Spore *a* ausgetreten, liegt bereits oben auf der Cuticula und beginnt zu keimen. Das rechts liegende Cystokarp ist noch nicht zur Reife gelangt, denn die Auxiliarzelle *A* sitzt noch unter dem Carpogonium *c* zwischen zwei einzelligen Hüllästchen. Vergr. 950.
- „ 13. Einzelnes Cystokarp aus tieferen Schichten wie bei Fig. 9 angedeutet. Vergr. 580.
- „ 14. 15. Isolierte normale Cystokarprien dicht unter der Oberfläche mit Hüllästchen und keimenden Sporen *a* noch innerhalb des weiblichen Organes. Vergr. 580.
- „ 16. Wie Fig. 13. Ein Hüllästchen hat sich als vegetative Zellreihe ausgebildet. Vergr. 580.

1) HEYDRICH, Weiterer Ausbau des Corallineensystems. Ber. der Deutschen Botan. Gesellsch. 1900, S. 316.



# 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: 1906

Band/Volume: [24](#)

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

Artikel/Article: [Die systematische Stellung von Actinococcus Kütz. 71-77](#)