Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Florideen-Gattungen Wrangelia und Naccaria.

Von

Otto Ernst Zerlang.

Hierzu Tafel XVII.

Durch die Arbeiten von Schmitz (Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen[1]) waren für eine grosse Anzahl von Florideen die Vorgänge der Fruchtbildung näher aufgeklärt und auf eine einzelne gemeinsame Grundform zurückgeführt worden. Die gedrängte Form, in welcher die genannten Untersuchungen veröffentlicht worden sind, liess jedoch noch mancherlei einzelne Fragen betreffs der berücksichtigten Gattungen unerledigt. Namentlich blieben einzelne Widersprüche gegenüber früheren Arbeiten anderer Autoren noch genauer aufzuklären. Es ergab sich daher die Aufgabe, die einzelnen untersuchten Florideen einer erneuten Spezialuntersuchung zu unterziehen.

Herr Prof. Schmitz veranlasste mich daher, aus der Zahl der Gattungen, die in der zuvor genannten Abhandlung besprochen sind, ein paar Einzelformen und zwar die Gattungen *Wrangelia* und *Naccaria* herauszugreifen und einem genaueren Studium zu unterwerfen.

Es galt, den anatomischen Aufbau dieser Pflanzen in seiner allmählichen Ausbildung genauer festzustellen, vor allem aber die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane und die Ausbildung der Frucht, des Cystokarpes, eingehender zu verfolgen.

Diese Untersuchungen habe ich im botanischen Institute der Universität Greifswald unter der Leitung des Herrn Prof. Schmitz durchgeführt.

Die Gattungen *Wrangelia* und *Naccaria* sind in den europäischen Gewässern nur durch wenige Arten vertreten. Aus der Gattung *Wrangelia* findet sich nur eine Species, *Wr. penicillata* C. Ag., längs der Küsten des atlantischen Oceans und des Mittelmeeres verbreitet. In den wärmeren Theilen derselben Meere finden sich auch die zwei (resp. drei) Arten, die zur Zeit zur Gattung *Naccaria* gezählt werden. Der Ostsee fehlen diese Arten sämmtlich. Demzufolge habe ich mich bei meiner Arbeit ausschliesslich auf die Untersuchung von getrocknetem und Spiritus-Material[2]) beschränken müssen.

---

1) Sitzungsberichte der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1883. p. 215 ff.

2) Die Mittheilung dieser Materialien verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Schmitz. Ein beträchtlicher Theil des untersuchten Spiritus-Materiales stammt

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0377-4

Im Folgenden seien nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen des Näheren geschildert. Ich beginne dabei mit *Wrangelia* als derjenigen Gattung, welche die einfacheren Organisationsverhältnisse aufweist.

Wrangelia.

Die Gattung *Wrangelia* ward im Jahre 1828 von C. A. Agardh in seinen Species Algarum [1]) zuerst aufgestellt. Sie umfasste damals im Sinne des Autors zwei Species, *W. penicillata* (*Griffithsia penicillata* Ag. Syst. Alg. p. 143) und *W. tenera*, beide aus den europäischen Gewässern.

Von den folgenden Autoren wird diese Gattung zumeist in derselben Umgrenzung wie bei Agardh beibehalten. Erst J. Agardh fügt (1841) in den Algae maris Mediterraneae et Adriaticae (p. 79) der Gattung *Wrangelia* noch die (ebenfalls europäische) *Griffithsia multifida* Ag. als neue Species *W. multifida* hinzu, während er *W. tenera* mit *W. penicillata* vereinigen zu müssen glaubt. Auch Kützing stellt dann (1843) in seiner Phycologia generalis (p. 376) *W. tenera* Ag. als Varietät zu *W. penicillata;* auf der andern Seite aber trennt er *W. multifida* J. Ag. von *Wrangelia* und rechnet diese Art zur Gattung *Callithamnion.* Dagegen fügt derselbe Autor in den Species Algarum [2]) (1849) noch verschiedene andere Arten (meist aus den südaustralischen Gewässern) der Gattung *Wrangelia* hinzu.

Eine ausführliche Beschreibung, die zugleich durch gute Abbildungen erläutert ist, fand dann die typische Art von *Wrangelia*, *W. penicillata*, durch Harvey (1853) in seiner Nereis boreali-Americana [3]). Bei diesen Untersuchungen Harveys stellte sich zugleich heraus, dass die Exemplare der *W. penicillata*, die an der nordamerikanischen Küste des atlantischen Oceans wachsen, zwar im Habitus ziemlich abweichend von den europäischen Formen gestaltet sind, in der ganzen Ausbildung jedoch eine grosse Uebereinstimmung mit den letzteren aufweisen und daher eine specifische Trennung nicht zulassen.

Ebenfalls etwas eingehender schildert dann Nägeli (1861) den anatomischen Aufbau des Thallus (speciell des Stengels) und des Cystokarpes von *W. penicillata* in seiner Abhandlung »Morphologie und Systematik der Ceramiaceen«.

Im zweiten Bande (Theil III) der Sp. G. Ord. Alg.[4]) vereinigt J. Agardh *Wrangelia* mit der Gattung *Naccaria* zu einer besonderen Familie der

von Herrn Dr. Bornet in Paris, der dasselbe Herrn Prof. Schmitz übersandt hatte. Ich möchte nicht verfehlen, Herrn Dr. Bornet hier noch besonders für die bereitwillige Ueberlassung des Materiales Dank zu sagen.

1) Vol. II. sect. I. p. 138.

2) l. c. p. 664 (1849).

3) Part. II. Rhodospermeae. p. 141. (1853).

4) Species genera et ordines Floridearum. Lund. 1843. vol. II. p. 3. p. 701.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0378-0

Wrangeliaceen, doch nicht ohne den Vorbehalt, dass *Naccaria* vielleicht doch besser zu anderen Gattungen zu stellen sein möchte. Zu der Gattung *Wrangelia* selbst zählt er hier ausser *W. penicillata* verschiedene aussereuropäische Species und rechnet auch wieder *W. multifida* (*Callithamnion multifidum* Ktz.) hierher.

Den angeführten Darstellungen sind fast überall kurze Angaben über die Ausbildung der Fortpflanzungsorgane beigefügt, doch erscheinen diese Angaben bisher durchweg sehr unvollständig und ungenügend. Ausführlich aber und eingehend findet die Entstehung des Cystokarpes nun ihre Darstellung bei Bornet und Thuret in den Notes algologiques [1]). In diesem Werke wird die Entwicklung und die Ausbildung des Cystokarpes eingehend beschrieben, und zugleich werden die Thatsachen durch vortreffliche Abbildungen erläutert. — In wie weit diese Angaben in den Einzelheiten noch einer Berichtigung bedürfen, wird im Folgenden zu erwähnen sein.

Die Resultate Bornet's (denn von Bornet rührt die Darstellung des Textes her) über *W. penicillata* haben in den meisten neueren Werken (Hauck [2]), Ardissone [3])) unverändert Aufnahme gefunden; nur Schmitz macht in seiner citirten Abhandlung über die Befruchtung der Florideen einige kurze Angaben über *Wrangelia*, die mit der Darstellung Bornets nicht vollständig in Uebereinstimmung sind.

Sämmtliche neueren Autoren mit Ausnahme von J. Agardh rechnen übrigens zur Gattung *Wrangelia* nur eine einzige europäische Species, *W. penicillata*, schliessen dagegen *W. multifida* als Typus der Gattung *Sphondylothamnion* von der Gattung *Wrangelia* aus. Diesem Vorgange soll auch die vorliegende Darstellung sich anschliessen.

Wrangelia penicillata Ag.

Anatomischer Aufbau.

Der Thallus von *W. penicillata* [4]) stellt ein aufrechtes, monopodial verzweigtes Sprosssystem dar. Die einzelnen Sprosse dieses Systemes erscheinen an der Basis ziemlich dick, verjüngen sich aber nach der Spitze hin mehr und mehr. Der untere (ältere) Theil des Einzelsprosses besteht aus einem glatten, stielrunden Stengel, der jüngere Theil desselben hin-

1) Notes algologiques. Recueil d'observations sur les algues par. Ed. Bornet et G. Thuret. Paris 1881. fasc. II. pl. 48. p. 183.

2) Dr. F. Hauck, Die Meeresalgen Deutschlands und Oesterreichs. Leipzig 1885.

3) Francesco Ardissone, Phycologia Mediterranea. Varese 1883.

4) Das speciell benutzte Untersuchungsmaterial stammte theils aus Antibes (leg. Bornet), theils aus Neapel (leg. Schmitz); daneben wurden noch Herbar-Exemplare verschiedener Standorte zum Vergleich herangezogen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0379-8

gegen erfährt durch Wirtel von Kurztrieben, welche in regelmässigen Abständen auftreten, eine äussere Gliederung; die Sprossspitzen endlich erscheinen durch die zusammengerückten und geschlossenen Kurztriebwirtel knospenartig ausgebildet.

An dem stärkeren Sprosse entspringt aus jedem einzelnen Kurztriebwirtel ein kleiner Seitenspross, und diese Seitensprosse zeigen ein ganz regelmässiges zweizeiliges Alterniren. Dadurch erscheint der ältere Spross (namentlich in seinem oberen Theile) deutlich alternirend gefiedert. Von diesen Seitensprossen aber wachsen gewöhnlich nur einzelne stärker heran und tragen zur Verzweigung der ganzen Pflanze bei; die meisten dieser kurzen Seitensprosse fallen an der sterilen Pflanze frühzeitig ab, werden dagegen an der fertilen Pflanze zu Trägern der Fortpflanzungsorgane und dauern demgemäss hier etwas länger aus.

In dem einzelnen Sprosse verläuft in der Mitte des Stengels eine Längsreihe grosser Zellen, die Centralachse. Im oberen, jüngeren Theile des Sprosses ist an jeder Gliederzelle dieser Centralachse einer der oben erwähnten Kurztriebwirtel angeheftet. Von den basalen Zellen dieser wirtelig geordneten Kurztriebe aber entspringt ein System verzweigter Zellfäden, welche nach abwärts wachsend die Centralachse berinden. —

Die beste Aufklärung über den genaueren anatomischen Aufbau des Thallus erhält man durch die Verfolgung des Spitzenwachsthums [1]).

Wie erwähnt, umhüllen an dem einzelnen Sprosse die obersten Kurztriebwirtel die Sprossspitze allseitig ziemlich dicht. Diese obersten Kurztriebwirtel müssen beseitigt werden, um die ziemlich lang vorgestreckte Spitze des ganzen Sprosses frei zu legen.

Die endständige, kuppenförmig vorgewölbte Scheitelzelle des einzelnen Sprosses wird in akropetaler Folge durch horizontale Querwände gegliedert. Die abgeschnittenen Gliederzellen dehnen sich dann ein wenig aus und beginnen hierauf succedan Randzellen abzuschneiden.

---

1) Für die nachfolgenden entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen habe ich mich weniger der Methode der dünnen Schnitte (resp. Schnittserien) als der Methode der Aufhellung bedient. Zu diesem Zwecke wurden (nach der Anleitung des Herrn Prof. Schmitz) die einzelnen Algensprosse zuerst in destillirtem Wasser (längere oder kürzere Zeit) gekocht und dadurch vollständig erweicht. Dann wurden an diesen erweichten Sprossen die einzelnen Zellenleiber durch Nigrosin (oder Jod, seltener durch andere Farbstoffe) gefärbt. Hierauf wurde der einzelne Spross, dessen gesammter anatomischer Aufbau nun sehr übersichtlich geworden war, im Ganzen (oder je nach Bedürfniss in einzelne Theile zerlegt resp. zerdrückt) der Untersuchung unterzogen. — Bei dieser Präparationsmethode werden die trennenden Zellmembranen fast vollständig unsichtbar, die (gefärbten) Zellenleiber aber behalten ihre gegenseitige Anordnung unverändert bei und gestatten nun mit Hülfe der überall erhaltenen »genetischen Tüpfel« den entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang der Zellen überall festzustellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0380-9

An jeder Gliederzelle wird zuerst durch eine fast senkrechte Wand eine einzelne, etwas grössere Randzelle, die Priman-Randzelle, abgetrennt. Die Priman-Randzellen alterniren an den aufeinanderfolgenden Gliederzellen regelmässig zweizeilig. Dann werden an jeder Gliederzelle noch vier weitere Randzellen durch senkrechte Wände abgetrennt und zwar in der Reihenfolge, wie sie durch Fig. 1. veranschaulicht wird. Dadurch wird zuletzt die einzelne Gliederzelle in eine centrale Zelle und in einen Kranz von fünf Randzellen zerlegt.

Die centralen Zellen der aufeinanderfolgenden Gliederzellen schliessen, durch die genetischen Tüpfel verbunden, unmittelbar aneinander an und bleiben dauernd zu einer centralen Zellreihe, der Centralachse des entwickelten Sprosses, mit einander verbunden. Ohne weitere Theilungen einzugehen, wachsen sie durch Dehnung, welche vorwiegend in ihrem unteren Theile erfolgt, ziemlich rasch in die Länge.

Mit dieser Längsdehnung der Centralachsen-Gliederzellen hält das entsprechende Längenwachstum der Randzellen durchaus nicht gleichen Schritt. Diese Randzellen bleiben vielmehr ziemlich kurz, während sie nach wie vor durch die genetischen Tüpfel am obern Ende der Centralachsen-Gliederzellen angeheftet sind. Demzufolge rücken die aufeinanderfolgenden Wirtel von Randzellen mehr und mehr auseinander.

Bevor dieses Auseinanderrücken der Randzellen-Wirtel deutlich erkennbar wird, beginnen jedoch schon die einzelnen Randzellen zu reichlich verzweigten Kurztrieben heranzuwachsen.

Der einzelne Kurztrieb zeigt die Gestalt eines reich verzweigten Zellfadens. Jede Gliederzelle desselben entwickelt schon frühzeitig am oberen Ende einen Seitenast, der sich in ganz analoger Weise wie der tragende Zellfaden ausbildet. Diese Seitenästchen eilen im oberen Theile des Kurztriebes, dessen Spitzenwachstum ein frühzeitig begrenztes ist, in ihrer ganzen Ausbildung sehr voran, während sie sich im unteren Theile des Kurztriebes langsamer ausbilden. Dementsprechend erscheint der einzelne Kurztrieb im oberen Theile sehr bald subdichotomisch verästelt, im unteren Teile dagegen ist noch längere Zeit die seitliche Verzweigung deutlich kenntlich, bis sich auch hier in Folge ungleichmässigen Auswachsens der einzelnen Verzweigungen immer deutlicher eine gabelige Verästelung herausbildet. Vielfach auch werden an den untersten Gliederzellen der einzelnen Kurztriebe, namentlich an der Basalzelle selbst, je zwei Seitenästchen angelegt, die dann zu subtrichotomischer Verzweigung des ganzen Kurztriebes hinführen. — Das ganze Verzweigungssystem des Kurztriebes aber ist ziemlich genau in einer Ebene ausgebreitet.

An dem einzelnen Kurztriebe sind die obersten Auszweigungen zuerst ausgewachsen und zeigen dann schlanke, langgestreckte Gliederzellen; die unteren Theile des Kurztriebes entwickeln sich langsamer, sodass hier die Gliederzellen noch lange durch kürzere, mehr gedrungene Gestalt und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0381-5

reichlichen Zellinhalt sich auszeichnen. Erst allmählich erfolgt auch an diesen Zellen ausgiebige Dehnung und Streckung.

Der Anordnung der Randzellen entsprechend stehen die Kurztriebe zu je fünf (ausnahmsweise zu je sechs) in Wirteln vereinigt. Von den fünf Kurztrieben eines jeden Wirtels eilt derjenige, zu dem die Priman-Randzelle auswächst, der Priman-Kurztrieb, in seiner Entwicklung den übrigen stets voraus und erreicht auch eine wesentlich kräftigere Ausbildung und grössere Länge als diese; die beiden jüngsten Kurztriebe bleiben am kürzesten und schwächsten. So erscheint der ganze Kurztriebwirtel unsymmetrisch ausgebildet, nach der einen Seite hin gefördert und auf der gegenüberliegenden Seite schwächer entwickelt. — Da nun die Priman-Randzellen der aufeinanderfolgenden Gliederzellen und demgemäss auch die Priman-Kurztriebe regelmässig alterniren, so sind die aufeinanderfolgenden Wirtel des einzelnen Sprosses zweizeilig-alternirend gefördert, was zuweilen in sehr charakteristischer Weise hervortritt [1]).

An dem einzelnen Sprosse umhüllen die jüngsten Kurztriebwirtel, aufwärts zusammengeneigt, die Sprossspitze vollständig und bilden hier eine dicht geschlossene, von weicher Kollode [2]) zusammengehaltene Endknospe. Erst allmählich biegen sich die äusseren Wirtel dieser Knospe mehr und mehr auseinander, während sich gleichzeitig die zugehörigen Gliederzellen der Centralachse mehr und mehr in die Länge strecken; zugleich damit erweicht die umhüllende Kollode immer mehr. Schliesslich erscheinen die Kurztriebwirtel horizontal ausgebreitet und durch Streckung der Gliederzellen deutlich auseinandergerückt, während zugleich in Folge vollständigen Verquellens der umhüllenden Kollode die Kurztriebe sich freifädig in das umgebende Wasser ausbreiten.

An dem Priman-Kurztrieb eines jeden Wirtels wird frühzeitig ein Seitenspross angelegt. Am oberen Ende der Basalzelle dieses Priman-Kurztriebes wächst auf der Oberseite des letzteren eine neue Auszweigung hervor, die, anfangs sehr schlank und kurzgliedrig, sehr bald genau dieselbe Wachstumsweise wie der Hauptspross erkennen lässt [3]). Sehr rasch wächst dann dieser Seitenspross stärker heran [4]) und streckt seine End-

---

1) Vgl. die Abbildung bei Harvey, Nereis bor. amer. II. t. 34. fig. 6.

2) Mit diesem Ausdruck Kollode (von κολλώδης) bezeichne ich hier nach Anleitung des Herrn Prof. Schmitz die Intercellularsubstanz des Florideenthallus, die bald in dünner Schicht und in sehr zäher Beschaffenheit die einzelnen Zellen verkittet, bald als dicke, weiche Zwischensubstanz die einzelnen Zellen trennt, bald als sehr weicher, dünner Schleim die Zellreihen umschliesst oder die Zwischenräume der Zellen ausfüllt.

3) Dementsprechend werden an diesen kleinsten Seitensprossen, sobald dieselben etwas erstarken, in den einzelnen Kurztriebwirteln auch wieder Seitensprosse in ganz analoger Weise wie an dem Hauptsprosse selbst angelegt, doch unterbleibt an den fertilen kleinen Seitensprossen diese weitere Verzweigung gewöhnlich.

4) Hierbei schliesst sich die Basalzelle des Priman-Kurztriebes, aus deren oberem

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0382-1

knospe mehr oder weniger weit aus dem Kurztriebwirtel seitwärts hervor. An den aufeinanderfolgenden Wirteln alterniren diese Seitensprosse regelmässig zweizeilig, und dadurch erhält der Hauptspross selbst schon frühzeitig das oben erwähnte gefiederte Aussehen. —

Unterdessen hat sich die Centralachse des Hauptsprosses mit einer dicht geschlossenen Rinde umkleidet. Kurze Zeit, nachdem die Kurztriebwirtel hervorgesprosst sind, wächst aus der Basalzelle eines jeden Kurztriebes auf der Unterseite desselben eine Astzelle hervor, die abwärts (längs der Oberfläche der Centralachsen-Gliederzelle) zu einem gegliederten wurzelartigen Zellfaden, einem Rhizoid, heranwächst. Seitwärts von diesem ersten Rhizoid tritt dann weiterhin ein zweites hervor und wächst neben dem ersteren abwärts, und häufig schliesst auf der anderen Seite des ersten Rhizoids auch noch ein drittes in analoger Weise sich an. Alle diese Rhizoiden schmiegen sich der Oberfläche der Centralachsen-Gliederzelle dicht an und wachsen abwärts bis zu dem nächstunteren Kurztriebwirtel hin. Sie schliessen dabei seitlich dicht an einander an und umkleiden somit jene Gliederzelle mit einer dicht geschlossenen Hülle aus kurzgliedrigen, ziemlich dicken Zellfäden. Die Kollode-Hüllen aller dieser einzelnen Rhizoiden aber schliessen seitlich fest zusammen, sodass die ganze Rhizoid-Umkleidung der Centralachse sehr bald von einer gemeinsamen Kollode-Hülle mit dichter äusserer Grenzschicht umschlossen wird.

Aus den älteren Gliederzellen der genannten Rhizoiden sprossen dann weiterhin dünnere Seitenzweige hervor und wachsen an der Aussenseite der primären Rhizoiden oder längs der Berührungskanten derselben abwärts, die Hülle der Centralachsen-Gliederzelle immer mehr verstärkend. Diese secundären dünneren Rhizoiden wachsen vielfach an dem nächstunteren Kurztriebwirtel zwischen den Insertionen der Kurztriebe hindurch und drängen sich zwischen die äusseren Rhizoiden dieses Wirtels ein; und dazu kommen bald auch noch einzelne dünne Rhizoiden, die aus den zweituntersten Zellen der Kurztriebe hervorsprossen und mit den dünnen secundären Rhizoiden vereint abwärts kriechen, sodass die Rhizoid-Umhüllung der Centralachse nach und nach an Dicke zunimmt, die Centralachse mit einer allmählich immer dickeren Rinde umkleidet wird.

Bis zu diesem Stadium der Entwicklung zeigt der einzelne Spross im Ganzen eine deutliche Gliederung durch die Kurztriebwirtel, und ebenso erscheint auch die Berindung der Centralachse noch ziemlich deutlich an den einzelnen Wirtel-Knoten gegliedert. Beides geht weiterhin fast vollständig verloren.

Die Kurztriebe erlangen, wie oben gesagt ward, von der Spitze zur Basis fortschreitend ihre allmähliche Ausbildung. In gleicher Richtung

---

Ende der Seitenspross hervorgewachsen ist, in ihrer ganzen Ausbildung der kräftigeren Entwicklung dieses Seitensprosses an, sodass fernerhin der Anschein entsteht, als ob der Priman-Kurztrieb nur einen Seitenast der Basalzelle des Seitensprosses darstelle.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0383-6

schreitet nun ein allmähliches Schwinden derselben fort. Successive werden die jeweilig obersten, vollständig ausgewachsenen Abschnitte dieser Kurztriebe abgeworfen, bis zuletzt nur noch ganz kurze Stumpfe derselben, meist nur die Basalzellen, zurückbleiben. — Gleichzeitig damit geht an der Centralachse die Gliederung der Berindung verloren, indem immer zahlreicher dünne secundäre Rhizoiden über die nächstunteren Knoten abwärts wachsen und die Berindung der nächstunteren Gliederzelle verstärken. Bei dieser Verstärkung werden die Stumpfe der Kurztriebe von den Rhizoiden vollständig umschlossen und in die Bildung der Rinde mit hineingezogen, sodass zuletzt von einer äusseren Gliederung des erwachsenen Sprosses gar nichts mehr zu erkennen ist.

Im Inneren zeigt der stielrunde ältere Spross auch späterhin noch deutliche Gliederung. In seiner Mitte verläuft die gegliederte Centralachse. Am oberen Ende der Centralachsenzellen strahlen je fünf längliche Astzellen, die Basalzellen der früheren Kurztriebe, auseinander und verbinden die hohlcylindrische Berindung mit der Centralachse. Im inneren Theile dieser Rinde verlaufen mehrere (10—15) Längsreihen weiterer Zellen, die primären Rhizoiden. Der äussere Theil der Rinde wird durch zahlreiche dünnere, längslaufende Rhizoiden gebildet, die theils locker, theils dichter seitlich zusammenschliessen. Diese ganze hohlcylindrische Rindenschicht aber erscheint in Folge ungleichmässiger nachträglicher Dehnung der Zellen von der Centralachse ein wenig abgehoben und von den Gliederzellen derselben durch eine ziemlich breite Kollode-Schicht getrennt.

Bei der beschriebenen Entlaubung des einzelnen Sprosses werden vielfach auch die Seitensprosse mit abgeworfen. An sterilen Sprossen entwickelt, wie oben erwähnt ward, jeder Kurztriebwirtel aus der Basis des Priman-Kurztriebes einen jungen Seitenspross, der mehr oder weniger weit sich vorstreckt. Von diesen Seitensprossen, welche die fiederige Verzweigung der jüngeren Abschnitte der Hauptsprosse bewirken, wächst bald eine grössere, bald eine geringere Anzahl zu gestreckten ausdauernden Seitensprossen heran; die übrigen (und das ist oft die grosse Mehrzahl) werden bei dem allmählichen Abwerfen der Kurztriebe ebenfalls abgeworfen. Hierin pflegt jedoch eine sehr grosse Verschiedenheit je nach den einzelnen Individuen und Standorten obzuwalten. Demgemäss ist auch die Verzweigung der ganzen Pflanze recht verschiedenartig, der Habitus der Pflanze ein recht wechselnder [1]).

---

1) Auf solche Verschiedenheiten des Habitus sind wohl zweifellos die sämmtlichen angeblichen Arten von *Wrangelia*, die neben *W. penicillata* aus europäischen Gewässern beschrieben worden sind (*W. tenera* C. Ag., *W. verticillata* Ktz., *W. globifera* Menegh. u. a. m.), zurückzuführen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0384-2

Fortpflanzungsorgane.

Tetrasporangien.

Die Tetrasporangien finden sich bei *W. penicillata* stets an besonderen Individuen.

An den fertilen Exemplaren sind die oberen Verzweigungen des Thallus reichlich mit kurzen, alternirend geordneten Seitensprossen besetzt. Diese letzteren entwickeln die Sporangien; und zwar sind diese fertilen Seitensprösschen entweder der ganzen Länge nach oder nur in ihrem oberen Abschnitte fertil.

In den fertilen Abschnitten der Seitensprosse erscheinen die Kurztriebwirtel im Allgemeinen weniger kräftig entwickelt [1]) und dichter gedrängt als an den sterilen Sprossen. Auch ist hier die Rhizoidbildung überall eine sehr unbedeutende, oder es unterbleibt dieselbe vollständig; nur in den unteren sterilen Abschnitten der grösseren dieser Seitensprösschen kommt es zu deutlicher Berindung der Centralachse.

In den Kurztriebwirteln der fertilen Sprossabschnitte sind die einzelnen Kurztriebe zuweilen sämmtlich fertil; zumeist aber sind einzelne Kurztriebe fertil, die anderen steril. Die fertilen Kurztriebe selbst aber weisen zumeist einen sterilen und einen fertilen Abschnitt auf; nur selten sind dieselben ihrer ganzen Ausdehnung nach fertil. An allen diesen Kurztrieben aber sind die fertilen Abschnitte ziemlich kurz und dicht zusammengedrängt und werden auswärts weit überragt von den vorgestreckten subdichotomisch verzweigten sterilen Abschnitten. Das ganze fertile Sprösschen bietet daher das Ansehen eines walzenförmigen dichtgedrängten ährigen Fruchtstandes, der allseitig durch weit hervorragende gabelig verästelte Zellfäden dicht behaart ist.

An den fertilen Abschnitten der Kurztriebe wächst die Endzelle eines kurzen (zwei-dreizelligen) Zweigleins zum Sporangium heran. Aus der Tragzelle dieses Sporangiums aber sprossen ein oder zwei (zwei- bis dreizellige) Seitenästchen hervor, die entweder ebenfalls ihre Endzelle zum Sporangium ausbilden oder steril bleiben und zu kurzen, gekrümmten Hüllästchen sich gestalten. Diese ganze cymöse Verzweigungsweise des fertilen Zweigleins (oder des ganzen fertilen Kurztriebes) kann sich ein- oder mehrmals wiederholen und so zur Ausbildung bald kleinerer, bald reichlicher verästelter Sporangienstände hinführen.

Das einzelne Sporangium stellt zuerst eine kugelige bis ovale Zelle dar. Immer mehr Protoplasma ansammelnd, gewinnt diese Zelle allmählich an Umfang. Dann wird der gesammte Protoplasma-Inhalt durch Spaltflächen, welche gleichzeitig und in der Richtung von aussen nach innen fortschreitend angelegt werden, in vier tetraedrisch gelagerte nackte Tochter-

1) Nur zuweilen entwickeln einzelne dieser Kurztriebwirtel ihrerseits wieder ganz kurze Seitensprösschen, die dann ebenfalls fertil sind.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0385-8

zellen zertheilt, von denen die eine durch den ursprünglichen Tüpfel mit der Tragzelle des Sporangiums in Verbindung bleibt.

Diese anfangs nackten Tochterzellen werden weiterhin zu Sporen, indem sich um jede derselben eine Membran ausbildet.

Die Zellwand des ganzen Sporangiums hält schliesslich dem Drucke der sich mehr und mehr vergrössernden Tetrasporen nicht mehr Stand und öffnet sich durch einen Riss auf dem Scheitel; und durch diesen werden dann die Sporen nach aussen in das umgebende Wasser entleert.

Antheridien[1]).

Die männlichen Individuen von *W. penicillata* zeigen im Allgemeinen ganz denselben Aufbau wie die Sporangien-Exemplare. Wie bei diesen letzteren sind es auch hier die fiederig geordneten kleinen Seitensprösschen der oberen Thalluszweige, welche die Fortpflanzungsorgane, also hier die Antheridien, tragen. Diese fertilen Seitensprösschen zeigen auch hier eine geringe Entwicklung der Rhizoid-Berindung, lassen ferner an den Kurztrieben fertile und sterile Abschnitte unterscheiden und weisen überhaupt einen ganz analogen Habitus auf wie die fertilen Sprosse der Sporangien-Exemplare. — Die einzelnen Antheridien selbst zeigen an den fertilen Kurztrieben ganz dieselbe Stellung wie die einzelnen Sporangien.

Der Aufbau des einzelnen Antheridiums ist jedoch ein recht komplicirter. Das ausgebildete Antheridium nämlich bildet ein dicht geschlossenes, kleinzelliges, kugeliges Köpfchen, an dessen Peripherie sehr zahlreiche kleine Spermatium-Zellchen in geschlossener Schicht angeordnet sind.

Die Entstehung dieses Antheridiums im Einzelnen ist dabei folgende:

Die Endzelle eines Kurztrieb-Zweigleins wird durch Querwände in etwa fünf kurze Gliederzellen zerlegt. Jede dieser Gliederzellen schneidet durch Verticalwände einen Wirtel von vier oder fünf Randzellen ab. Jede Randzelle sprosst dann auswärts zu einem trugdoldig verzweigten Aestchen mit dicht zusammengedrängten kurzgliedrigen Auszweigungen aus. Die benachbarten Aestchen greifen mit ihren Verästelungen seitlich ineinander, und dadurch entsteht ein kugeliger fest geschlossener Zellkörper. — Das ganze Antheridium wiederholt somit in seinem Aufbau im Principe den Aufbau des einzelnen vegetativen Sprosses.

Von den einzelnen Zellen der Kugeloberfläche entspringen dann Gruppen radial nach aussen spreizender Zellen, die Trägerzellen der Spermatium-Zellen. Diese Zellen treiben succedan Ausstülpungen, welche durch eine Querwand als Spermatium-Zellen abgegliedert werden (Fig. 2). In ihnen reift dann allmählich das einzelne Spermatium heran, um bei der Reife durch einen Riss der Zellhaut in das umgebende Wasser ent-

1) In seinen Beiträgen zur Botanik (Heft 1, Tab. V, 4) gibt schon 1850 Mettenius eine Beschreibung des Aufbaues der Antheridien von *Wrangelia;* doch bedarf diese Beschreibung vielfacher Berichtigung.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0386-4

leert zu werden. Das Ausreifen und Entleeren der reifen Spermatien aber erfolgt an dem einzelnen Antheridium nach und nach.

Karpogonäste.

Die weiblichen Sexualorgane von *W. penicillata* werden ebenfalls stets an besonderen Individuen angelegt.

An solchen weiblichen Pflanzen sind es wieder die kleinen, fiederig geordneten Seitensprösschen der oberen Thalluszweige, welche die Fortpflanzungsorgane tragen; doch sind hier die fertilen Seitensprösschen meist etwas länger gestreckt, und nur ein kurzer Endabschnitt derselben ist als Träger der Karpogonäste eigenartig ausgebildet. Daher ist an den fertilen Seitensprösschen stets zu unterscheiden ein mehr oder minder langer steriler unterer Abschnitt, der in seiner gesammten Ausbildung den sterilen Sprossen sich anschliesst (nur unterbleibt hier in den Kurztriebwirteln die Ausbildung von Seitensprossen) und ein kurzer, fertiler Endabschnitt.

Dieser fertile Endabschnitt weist eine eigenthümliche Metamorphose des sterilen Sprosses auf.

Zur Zeit der Geschlechtsreife der weiblichen Sexualorgane sind die oberen ziemlich kleinen Kurztriebwirtel des sterilen Sprossabschnittes noch dicht zusammengedrängt und umschliessen, aufwärts zusammengeneigt, das fertile Sprossende. Dieses zeigt an seinen 7—10 kurzen Gliederzellen die normal angeordneten Kurztriebe ausserordentlich verkürzt. Die kleinsten Kurztriebe sind einfach einzellig, andere stellen kurze 2—7zellige, meist unverzweigte Zellfäden dar. Die Priman-Kurztriebe ragen nur um weniges vor den übrigen Kurztrieben durch kräftigere Ausbildung, namentlich durch etwas ansehnlichere Grösse der Basalzelle, hervor.

In diesem fertilen Sprossabschnitte tragen die Priman-Kurztriebe der drei bis fünf mittleren Gliederzellen je einen Karpogonast. Der einzelne fertile Kurztrieb erscheint sehr kurz, meist zweizellig mit etwas grösserer Basalzelle; an letzterer sitzt neben der etwas schief inserirten Endzelle ein einzelner vierzelliger Karpogonast.

Dieser Karpogonast, der sich aus der Ebene des fertilen Kurztriebes etwas emporrichtet, ist in eigenthümlicher Weise verbogen (Fig. 3 und 4). Die drei inhaltreichen gerundeten Gliederzellen desselben sind so geordnet, dass die oberste Gliederzelle dicht an die unterste (die nicht selten noch eine seitwärts ansitzende Astzelle trägt) heranreicht. Dann aber ist die Endzelle des ganzen Karpogonastes, das Karpogonium selbst, wieder dicht an die mittlere Gliederzelle herangerückt, so zwar, dass es stets auf die Oberseite des Karpogonastes zu liegen kommt. Der doppelt gekrümmte Karpogonast zeigt daher stets seine Spitze aufwärts, nach dem Sprossende hin, gebogen [1]).

1) Die obige Beschreibung des Karpogonastes weicht dem Wortlaute nach sehr wesentlich ab von den Angaben Bornet's (l. c. p. 184). Bei genauerem Vergleiche

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0387-0

Aus der Spitze des Karpogoniums tritt ein ziemlich kräftiges Trichogyn hervor, das, im unteren Theile spindelförmig angeschwollen, meist nur zu einer ziemlich geringen Länge heranwächst.

In dem fertilen Endabschnitt des einzelnen Fruchtsprosses werden gewöhnlich 3—5 derartig gestaltete Karpogonäste ausgebildet und nach einander zur Reife gebracht. Daneben finden sich nicht selten »vergrünte« Karpogonäste, bei denen an Stelle des Karpogoniums eine sterile Zelle die Spitze des Karpogonastes einnimmt und schliesslich der ganze hakig gebogene Karpogonast zu einem verzweigten sterilen Kurztriebe auswächst.

Befruchtung und Fruchtbildung.

Die Befruchtung der Karpogonien erfolgt bei *W. penicillata* in derselben Weise wie bei den übrigen Florideen [1]). Einzelne (oder mehrere) Spermatien copuliren mit der Spitze des einzelnen Trichogyns, und hierauf wird das letztere an seiner Basis von dem Bauchtheil des Karpogoniums abgetrennt (Fig. 4). Der letztere stellt dann die befruchtete Eizelle dar.

In der Regel wird bei *W. penicillata* nur ein einzelnes Karpogonium des fertilen Sprossendes befruchtet; doch findet man auch öfters Fruchtsprosse, in denen noch ein zweites Karpogonium befruchtet und zur Weiterentwicklung angeregt worden ist.

Infolge der Befruchtung eines Karpogoniums beginnt in dem fertilen Sprossabschnitte ein sehr energisches Wachsthum. Während der unterwärts angrenzende sterile Abschnitt sich streckt, seine Kurztriebe sich entfalten und auseinander rücken, die Centralachse berindet wird, wachsen in dem fertilen Sprossabschnitte die sämmtlichen bisher meist noch recht kleinen Kurztriebe [2]) kräftig heran [3]) und verzweigen sich sehr reichlich (meist alternirend fiederig oder subdichotomisch). Alle diese Auszweigungen aber sind ziemlich kurzzellig und bleiben ziemlich dicht zusammengedrängt, während auch die entsprechenden Gliederzellen der Centralachse sich nur wenig in die Länge strecken. Dadurch erscheint der fertile Abschnitt des Sprosses gestaucht mit dicht gedrängten Wirteln immer reicher verästelter Kurztriebe und hebt sich immer deutlicher als ovale dicht geschlossene Fruchtanlage von dem sterilen Theile des Sprosses, dem Fruchtstiele, ab.

---

der beiderseitigen Darstellungen aber erkennt man, dass Bornet das Object selbst, den fertilen Priman-Kurztrieb mit dem ansitzenden Karpogonaste, ganz ebenso geformt gesehen hat, wie hier beschrieben ist, dass er aber den genetischen Zusammenhang der einzelnen Zellen dieses ganzen Organes nicht ganz richtig erkannt hat.

1) Vergl. Schmitz, Befruchtung der Florideen.

2) Auch die fertilen Priman-Kurztriebe nehmen an diesem Wachsthume Theil und erscheinen bald als reich verästelte Zweiglein, an deren Basalzelle der Karpogonast seitlich angeheftet ist.

3) Ob ein stärkeres Heranwachsen der Kurztriebe zuweilen auch schon vor der Befruchtung eines Karpogoniums stattfindet, war nicht sicher festzustellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0388-5

Die Gliederzellen der Centralachse schwellen dann im Innern dieser Fruchtanlage stark an und werden immer mehr inhaltsreich. An den sämmtlichen Kurztrieben füllen sich die 2 bis 3 untersten Gliederzellen, vor allem die Basalzellen selbst, reichlich mit Inhalt und schwellen an. Diese Anschwellungen treten namentlich auf der Unterseite der Kurztriebe stark gewölbt hervor, so dass sie fast die Gliederzellen der nächst unteren Kurztriebe berühren. Die oberen Abschnitte der Kurztriebe hingegen strecken sich mehr hervor und krümmen ihre Spitzen hakenförmig aufwärts, der Sprossspitze zu. So entsteht in der Mitte der jungen Fruchtanlage ein lockeres Gewebe unregelmässig gerundeter, inhaltreicher Zellen, die zahlreiche enge Spalten und Lücken zwischen sich lassen; an dieses Gewebe schliesst auswärts eine breite Schicht antiklin gestreckter Zellfäden an; die Peripherie der jungen Fruchtanlage aber wird durch die ziemlich dicht gedrängte Schicht der hakig umgebogenen Spitzen jener Zellfäden eingenommen. Die ganze Fruchtanlage ist von einer Hülle ziemlich weicher Kollode umschlossen.

Inmitten dieses sterilen Fruchtgewebes hat inzwischen schon die befruchtete Eizelle begonnen zum Gonimoblast [1]) auszuwachsen. An ihrem unteren Ende hat sie eine breite Aussackung vorgestreckt, die längs der Gliederzellen des Karpogonastes [2]) abwärts wächst. Diese Aussackung wird dann als selbständige Zelle abgetrennt. Sie streckt sich darauf weiter abwärts und breitet sich, stark anschwellend, an der Oberfläche der Basalzelle des fertilen Kurztriebes aus (Fig. 5). Hierbei schmiegt sie sich dieser letzteren Zelle dicht an, krümmt sich häufig auch noch auf die eine Flankenseite derselben hinüber und verwächst dann mit dieser Basalzelle. Durch die Ausbildung eines Tüpfels an dieser Verwachsungsstelle aber wird die Verbindung beider Zellen eine noch engere, so dass der Stoffaustausch zwischen denselben ausserordentlich erleichtert ist.

Diese Anfangszelle des Gonimoblasten sprosst dann aus zu einem System reichverzweigter Zellfäden, welche sich in den Lücken des sterilen inneren Gewebes der jungen Fruchtanlage ausbreiten. Reichlich allseitig verästelt, winden sich diese Zellfäden durch die Lücken des inhaltreichen sterilen Gewebes hindurch und treten hierbei vielfach unter Ausbildung von Tüpfeln mit den grösseren, inhaltreicheren Zellen desselben, den Centralachsen-Gliederzellen und den Kurztrieb-Basalzellen, in enge Verbindung (Fig. 6).

1) Mit dem Namen Gonimoblast bezeichnet Prof. Schmitz das gesammte fertile Gewebe eines einzelnen Cystokarpes (resp. eines Apotheciums u. s. w.), das durch Auswachsen aus der einzelnen befruchteten Initialzelle hervorgeht, mag nun diese befruchtete Initialzelle eine befruchtete Eizelle oder eine befruchtete Auxiliarzelle sein.

2) Diese Gliederzellen des Karpogonastes, die an der Ausbildung des Gonimoblasten nicht direct betheiligt sind, gehen zuweilen nachträglich untereinander Zellfusionen ein.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0389-4

Sind dann die Lücken des inneren Gewebes der Fruchtanlage ganz ausgefüllt von den Verzweigungen der fertilen Zellfäden, so entsenden diese nach auswärts in den angrenzenden antiklin-fädigen Theil der Fruchtanlage zahlreiche ganz kurze Seitenästchen. An diesen letzteren strecken sich die Endzellen zu langkeulenförmiger Gestalt; aus den Gliederzellen aber wachsen wieder kurze Seitenästchen hervor, die ihrerseits ganz in gleicher Weise sich fortbilden (Fig. 6). Die keulenförmigen Endzellen schwellen zu verkehrt-eiförmiger bis birnförmiger Gestalt an und reifen allmählich zu Sporen heran.

Damit hat das Cystokarp seine vollständige Ausbildung [1]) erreicht. Im entwickelten Zustande zeigt dasselbe fast kugeligen Umriss. Die Mitte desselben nimmt eine unregelmässige zellige Gewebemasse ein, die der Länge nach durchzogen wird von einer Reihe kurzer, breiter, inhaltreicher Zellen, der Centralachse. An dieses Innengewebe der Frucht schliesst sich auswärts eine breite Schicht locker geordneter, antiklin gereckter schlanker Zellfäden, zwischen denen zahlreiche Sporen in allen Reifungsstadien, von der Peripherie des Innengewebes entspringend, radial auswärts sich strecken, um allmählich zur Reife zu gelangen und dann succedan nach aussen entleert zu werden. Diese sporenführende Schicht der Frucht ist auswärts umschlossen von einer ziemlich dünnen Hüllschicht, zu welcher die aufwärts gebogenen Spitzen jener antiklin gereckten Zellfäden zusammenschliessen, durch eine Schicht ziemlich weicher Kollode zusammengehalten.

In dieser Ausbildung setzt sich das fast kugelig angeschwollene Cystokarp aufs deutlichste von dem sterilen Theil des Fruchtsprosses ab. Dieser letztere hat jetzt meist fast seiner ganzen Länge nach die Kurztriebwirtel abgeworfen und erscheint als fast nackter dünner Stiel des Cystokarpes. Nur die obersten 2 bis 3 Kurztriebwirtel sind noch erhalten und umschliessen, mehr oder weniger aufwärts gebogen, nach Art eines Kranzes von Hüllzweigen die Basis des kugeligen Cystokarpes.

---

1) Der specielle Aufbau des Cystokarpes von *Wrangelia* ist bis in die neueste Zeit hinein unklar gewesen.

Erst 1880 hat Bornet (l. c. p. 184. tab. 48) den Fruchtbau genauer aufgeklärt. Doch irrt er in der Angabe, dass in der jungen Fruchtanlage von *W. penicillata* auf die Befruchtung eines Karpogoniums das Aussprossen der Basalzelle des »Prokarpes« und der untersten Zellen der nächstangrenzenden Kurztriebe folge. Nicht aus diesen Zellen sprossen die sporenbildenden Zellfäden hervor, sondern aus der befruchteten Eizelle selbst; jene Zellen dienen diesen »Ooblastemen« nur als inhaltreiches Nährgewebe.

Schmitz hat in seinen »Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen« für die Gruppe der Gelidieen den Entwicklungsgang der Frucht in den allgemeinen Zügen kurz geschildert und hat unter den Beispielen für diese Art der Fruchtbildung auch *Wrangelia penicillata* genannt. Seine Angaben finden in der obigen ausführlicheren Darstellung ihre Bestätigung.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0390-8

In dem entwickelten Cystokarpe sind somit die beiderlei Bestandtheile desselben, der sterile Theil und der Gonimoblast, vollständig dicht mit einander verflochten. Der Gonimoblast, das Sprossungsproduct der befruchteten Eizelle, durchwuchert als ein System reichverzweigter Zellfäden einen (gleichzeitig auswachsenden) Abschnitt des sterilen Thallusgewebes und entwickelt inmitten dieses sterilen Gewebes die Endzellen seiner Auszweigungen zu Sporen. Beiderlei Gewebselemente sind dicht mit einander verflochten und lassen eine Zertheilung der ganzen Frucht in gesonderte Abschnitte sterilen und fertilen Gewebes ebensowenig zu, wie dies bei den Apothecien von *Ascobolus* und anderer Ascomyceten möglich ist.

Naccaria.

Die Gattung *Naccaria* wurde zuerst 1824 von C. A. Agardh in dem Systema Algarum (p. 146) unter dem Namen *Chaetospora* aufgestellt. Derselbe Autor gibt dann in den Species Algarum (vol. II. 1. 1828. p. 112) eine nähere Charakteristik dieser Gattung, wozu er als einzige Species den *Fucus Wigghii* Turner rechnet.

Von den folgenden Autoren ward die Gattung unverändert aufgenommen; doch blieb der anatomische Bau des Stengels und ebenso die Organisation der Frucht längere Zeit vollständig zweifelhaft.

Erst das Jahr 1842 brachte ausführlichere und genauere Angaben über den Bau des Thallus und die Ausbildung der Frucht der vorliegenden Gattung, deren Namen von Endlicher 1836 (Genera plantarum) wegen der Homonymie mit der ältereren Gattung *Chaetospora* R. Brown (1810) in *Naccaria* umgeändert worden war. In diesem Jahre nämlich erschienen neben den kürzeren Angaben J. Agardh's (Algae mar. med. p. 86—87) die ausführlicheren Untersuchungen von Chauvin (Recherches sur l'organisation . . . de plusieurs genres d'algues. p. 94 ff.), wodurch die Kenntniss der Gattung sehr wesentlich gefördert wurde.

Eingehenden Untersuchungen begegnen wir dann weiterhin 1848 in einer Abhandlung der Brüder Crouan[1]). Diese Abhandlung verbreitet sich ausführlich über den Aufbau der vegetativen Organe und die Organisation der Frucht und führt zugleich den Nachweis, dass bisher unter dem Namen *Chaetospora Wigghii* zwei ganz verschiedene Algen zusammengefasst worden seien. Diese beiden Algen werden nun auf Grund des ganz verschiedenen Aufbaues ihres vegetativen Thallus zu Typen zweier gesonderter Gattungen erhoben; von *Naccaria* Endl. (mit der Species *N. Wigghii*) wird die neue Gattung *Atractophora* (mit der neuen Species *A. hypnoides*) abgetrennt.

---

1) Ann. des sciences nat. III. Serie. t. 10. p. 361 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0391-4

Inzwischen waren auch noch einige neue Arten von *Naccaria* aufgestellt worden. J. Agardh hatte 1842 (Alg. m. med.) seinen *Sphaerococcus Schousboei* (aus Marokko) und ebenso die Gattung *Heterocladia* von Decaisne zu *Naccaria* hinzugezogen; doch ward diese Zusammenstellung von anderen nicht aufgenommen und auch sehr bald von J. Agardh selbst wieder aufgegeben. 1844 aber beschrieb Meneghini (Giorn. bot. ital. p. 298) eine neue Art von *Naccaria* aus dem adriatischen Meere, *N. Vidovichii*, eine Art, die späterhin auch an der französischen Mittelmeerküste aufgefunden ward und unter einem neuen Namen als *N. gelatinosa* von J. Agardh in den Species genera et ordines algarum (Vol. II, p. 713 (1863)) beschrieben worden ist.

Ob alle diese genannten Arten selbständige Species darstellen, und ob *Naccaria* und *Atractophora* als selbständige Gattungen zu trennen seien, darüber gehen die Meinungen der späteren Autoren sehr auseinander. Am ausführlichsten behandelt werden die hierher gehörigen Algen — abgesehen von dem genannten Werke J. Agardh's — in der Abhandlung von Naegeli, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ceramiaceae (1861), und in dem Werke von Zanardini, Iconographia phycol. medit.-adriatica tav. 34 u. 109.

Durch diese Darstellungen wurde der vegetative Aufbau von *Naccaria* und *Atractophora* allmählich näher aufgeklärt, wenn auch mancherlei Einzelheiten nur ungenügend festgestellt worden sind. Die genauere Organisation der Frucht aber blieb noch in vielen Punkten unklar.

Erst die Arbeiten Bornet's (Thuret-Bornet, Notes algologiques, fasc. I (1876) p. 50—54) haben auch den Fruchtbau beider Algen genauer kennen gelehrt und haben dazu eine Reihe wichtiger Daten aus der Entwicklung dieser Früchte festgestellt. Doch zeigen schon die kurzen Angaben von Schmitz (Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen (1883) p. 17), dass diese Darstellung Bornet's in mehreren Einzelheiten noch der Erweiterung resp. Berichtigung bedarf.

In der nachfolgenden Darstellung sollen die beiden Gattungen *Naccaria* und *Atractophora* getrennt behandelt werden. Wie sich zeigen wird, kommen zu den noch anderweitig hervorgehobenen Verschiedenheiten des vegetativen Aufbaues schon Differenzen in der Gestaltung und Ausbildung der weiblichen Organe, sowie Verschiedenheiten in der speciellen Ausbildung der Cystokarpien hinzu, sodass eine Trennung beider Gattungen wohl gerechtfertigt sein dürfte.

Innerhalb der Gattung *Naccaria* aber sei nach dem Beispiele von Zanardini[1]), Ardissone[2]) und Hauck[3]). nur eine einzige Species,

---

1) Zanardini, Icon. phyc. med.-adriat. vol. III. p. 117—120.
2) Ardissone, Phycologia mediterranea. 1883. p. 314—315.
3) Hauck, Meeresalgen Deutschlands und Oesterreichs. 1885. p. 53—55.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0392-0

N. Wigghii (Turner) Endl., unterschieden, da an dem untersuchten Materiale keinerlei unterscheidende Merkmale für *N. Vidovichii* Menegh. (= *N. gelatinosa* J. Ag.) aufzufinden waren.

Naccaria Wigghii (Turner) Endlicher.

Anatomischer Aufbau des Thallus.

Der Thallus von *Naccaria Wigghii*[1]) stellt ein aufrechtes, sehr reichlich seitlich (seltener gabelig) verzweigtes Sprosssystem dar.

Der jüngere Theil der einzelnen Sprosse ist allseitig mit schräg aufwärts gerichteten, reich verzweigten Zellfäden, den Kurztrieben, umgeben. Diese entspringen dichtgedrängt[2]) von einer cylindrischen Achse, welche inmitten einer schmalen, zelligen Rinde eine dünne langgliedrige Centralachse aufweist. —

Um den Aufbau des Thallus im Einzelnen genauer kennen zu lernen, ist die Untersuchung des Spitzenwachsthums unerlässlich.

An jüngeren Pflanzen ist die Mehrzahl der Sprosse in lebhaftem Spitzenwachsthum begriffen; aber auch an älteren Individuen ist es nicht schwer, neben den älteren Sprossen, deren Spitzenwachsthum sehr langsam geworden ist oder ganz aufgehört hat, kleinere jüngere Sprosse mit lebhaftem Spitzenwachsthum aufzufinden. An diesen ist das Sprossende meist schlanker und daher leichter in seinem ganzen Aufbau zu durchschauen als an den gestauchteren Spitzen älterer Sprosse.

Den Gipfel des Sprosses nimmt eine verhältnissmässig kleine Scheitelzelle ein, welche durch schief gestellte Querwände gegliedert wird. Diese Querwände sind, regelmässig vierzeilig alternirend, einseitig aufgerichtet und folgen einander so dicht, dass nur ziemlich kleine Gliederzellen dadurch von der Scheitelzelle abgeschnitten werden (Fig. 7). Die Gliederzellen selbst aber sind auf einer Seite wesentlich höher als auf der gegenüberliegenden.

Sehr bald beginnen diese Gliederzellen seitlich auszuwachsen. Gewöhnlich zeigt schon die zweitoberste Gliederzelle auf der geförderten Seite eine Ausbuchtung, die durch eine neugebildete Scheidewand als besondere Randzelle abgeschnitten wird. Diese Randzelle streckt sich schräg auf-

---

1) Das untersuchte Material, in Spiritus conservirt, stammte theils von Biarritz (leg. Bornet 1868), theils von Neapel (leg. Schmitz 1878 und 1884).

2) Diese Kurztriebe erscheinen in den verschiedenen Altersstadien der einzelnen Sprosse sehr verschieden dicht gedrängt. Junge, kräftig wachsende Sprosse zeigen die Kurztriebe in dem oberen Sprossabschnitte lockerer geordnet, an älteren Sprossen mit sehr langsamem und wenig ausgiebigem Spitzenwachsthum sind dieselben am oberen Sprossende sehr dicht gedrängt. Auch an den letzten fertilen Auszweigungen des Thallus sind die Kurztriebe meist sehr dicht zusammengedrängt. Solche Verschiedenheiten sind daher nicht ausreichend, um zwei gesonderte Spezies (*N. Vidovichii* und *N. Wigghii*) zu unterscheiden.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0393-6

wärts hervor und reicht (bei langsamerem Spitzenwachsthume des betreffenden Sprosses) vielfach sehr bald fast zu gleicher Höhe wie die Scheitelzelle selbst heran.

Diese Randzellen wachsen dann sehr rasch zu gabelig verzweigten Kurztrieben heran. Die einzelne Randzelle sprosst zu einem kurzen 4—6-zelligen, schräg aufwärts gerichteten Zellfaden aus, der sich in einer Ebene alternirend seitlich verzweigt und in Folge kräftigen Auswachsens der Auszweigungen sich sehr rasch zu einem mehrmals gegabelten kurzgliedrigen Kurztrieb gestaltet. Vielfach wächst an diesen Kurztrieben die Endzelle oder eine Zweig-Endzelle zu einem langen dünnen farblosen und hinfälligen Haare aus.

Die Entwicklung der Kurztriebe erfolgt nahe dem Sprossgipfel ziemlich schnell, während sich die tragende Gliederzelle nur langsam in die Länge streckt. Daher sind die jungen, schräg aufwärts gestreckten Kurztriebe an der Spitze der Sprosse ziemlich dicht zusammengedrängt und schliessen sehr nahe an einander an [1]); zugleich aber ist die gesammte Masse derselben nebst dem Sprossscheitel selbst von einer gemeinsamen Hüllschicht sehr weicher Kollode umschlossen und zusammengehalten.

Uebereinstimmend mit der Anordnung der Scheitelzell-Querwände, die regelmässig nach vier Seiten hin alternirend aufgerichtet sind, stehen auch die Kurztriebe in regelmässig alternirender Anordnung. Die Kurztriebe entspringen ja sämmtlich den geförderten Seiten der Gliederzellen. Daher zeigen sie eine ganz analoge Anordnung wie die Querwände der Scheitelzelle. Sie folgen in ganz regelmässiger 1/4-Stellung auf einander; und hierbei kann die spiralige Anordnung bald eine rechts-, bald eine links-aufsteigende sein.

Die einzelnen Gliederzellen, die dauernd zur Centralachse des Sprosses verbunden bleiben, strecken sich allmählich etwas in die Länge. Diese Längsstreckung erfolgt hauptsächlich im unteren Theile der Zellen; daher erscheinen die Kurztriebe sehr bald dem oberen Ende der Gliederzellen genähert. Auch später noch bleiben sie dauernd dem oberen Zellende nahe gerückt. Dafür wird an der einzelnen Gliederzelle frühzeitig eine zweite Randzelle nahe dem unteren Zellende abgeschnitten, und diese Randzelle wächst dann ebenfalls zu einem kurzen, schräg aufwärts gerichteten gabelig verästelten Kurztriebe heran.

Diese basiskopen Kurztriebe zeigen ebenso wie die bisher besprochenen akroskopen Kurztriebe eine bestimmte Anordnung. An jeder Gliederzelle steht der basiskope Kurztrieb um 1/4 des Stengelumfanges seitlich gegen den akroskopen verschoben, und zwar seitlich verschoben in der Richtung der Kurztrieb-Spirale. Dadurch kommt der einzelne

---

1) Bei sehr gestauchten Sprossen kann durch diese dicht gedrängte Anordnung die Aufklärung des Spitzenwachsthums zuweilen sehr erschwert werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0394-2

basiskope Kurztrieb direct unterhalb des akroskopen Kurztriebes der nächstjüngeren Centralachsen-Gliederzelle zu stehen, von diesem entfernt fast um die Länge zweier Gliederzellen und auch von dem nächstunteren Kurztrieb derselben Längszeile durch ebendieselbe Entfernung getrennt. Dem akroskopen Kurztriebe der nächstälteren Gliederzelle aber steht dieser basiskope Kurztrieb somit fast genau opponirt. — Die sämmtlichen Kurztriebe des einzelnen Sprosses aber sind demnach in zwei gleichsinnig gewundene $^1/_4$-Spiralen geordnet.

Im Einzelnen ist übrigens die Ausbildung der basiskopen Kurztriebe ganz analog der Ausbildung der akroskopen Kurztriebe. Nur sind die letzteren durchweg länger und reichlicher gabelig verzweigt, während die basiskopen Kurztriebe weniger reichlich sich verästeln und auch späterhin die alternirende seitliche Verzweigung stets deutlich erkennen lassen. —

Von diesen beiderlei Kurztrieben aus erfolgt sehr frühzeitig die Ausbildung kurzzelliger Rhizoiden. Sobald durch Streckung der Gliederzellen die Kurztriebe des Sprosses ein wenig auseinandergerückt werden, wächst aus der Basalzelle des einzelnen Kurztriebes auf der Unterseite ein kurzer dicker rundzelliger Faden hervor, der längs der Oberfläche der Gliederzelle sich abwärts streckt. Seitlich neben diesem Rhizoid entspringt der Kurztrieb-Basalzelle sehr bald ein zweites Rhizoid ganz analoger Ausbildung und öfters auf der anderen Seite des ersten Rhizoides auch noch ein drittes. Diese Rhizoiden wachsen längs der Centralachse abwärts, doch ein wenig von der Oberfläche derselben abstehend, bis sie auf andere tiefer inserirte Rhizoiden treffen.

Von diesen Rhizoiden geht dann eine Neubildung von Haaren (resp. kleinen secundären Kurztrieben) aus. Aus jeder der 2—3 ältesten Rhizoid-Gliederzellen entspringt auswärts am unteren Zellende (d. i. an dem sprossabwärts wachsenden Zellfaden das sprossaufwärts gerichtete Zellende) eine Astzelle, die zu einem kurzen, schräg aufwärts gerichteten, 1—3-zelligen Zellfaden heranwächst. Die älteste Gliederzelle des Rhizoids entwickelt zuerst ein solches Haar, an der zweiten und dritten Gliederzelle sprossen diese Haare später hervor und bleiben auch dauernd kürzer, an den folgenden jüngeren Rhizoid-Gliederzellen unterbleibt dann die Entwickelung solcher Haare vollständig. Dadurch wird zunächst, während durch die Längsstreckung der Centralachse die primären Kurztriebe mehr und mehr auseinanderrücken, der entsprechende Zwischenraum zwischen denselben durch anolog gestaltete, doch einfacher ausgebildete secundäre Kurztriebe (eben diese Haare) immer wieder ausgefüllt, so dass die »Beblätterung« dauernd eine ziemlich dichte bleibt. Dann aber geht bei fortdauernder Längsdehnung der Centralachse diese dichtgedrängte Beblätterung verloren und macht einer deutlichen Gliederung der Belaubung Platz.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0395-7

Bisher schliessen die abwärts wachsenden Rhizoiden seitlich noch nicht zusammen. Nunmehr jedoch erfolgt die Ausbildung einer geschlossenen Rindenschicht. Die einzelnen Gliederzellen der Rhizoiden dehnen sich aus bis zu seitlicher Berührung, platten sich ein wenig ab und schliessen seitlich zu einer Rindenschicht zusammen, welche von der umschlossenen Centralachse auswärts ein wenig absteht. In diese Rindenschicht werden die Basalzellen der primären Kurztriebe mit hineingezogen, so zwar, dass durch diese Kurztrieb-Basalzellen die Rinde mit der Centralachse verbunden ist. Die ganze hohlcylindrische Rindenschicht [1]) aber wird nach aussen durch eine schmale Schicht zäherer Kollode umschlossen und zusammengehalten, während die ursprüngliche breite Schicht umhüllender weicher Kollode nach wie vor den ganzen Spross umgibt und auch die vorgestreckten Kurztriebe umschliesst. —

Etwas verschiedenartig erfolgt nun die weitere Ausbildung des einzelnen Sprosses bei sterilen und bei fertilen Sprossen. Im Allgemeinen sind nur die letzten Auszweigungen des sehr reich verzweigten Thallus fertil. Diese bleiben dauernd mehr gedrungen, mit dicht zusammengerückten Kurztrieben. Die älteren Auszweigungen des Thallus dagegen bleiben steril, strecken sich unter mässiger Dickenzunahme allmählich bedeutend in die Länge und verzweigen sich meist sehr reichlich. — Von diesen sterilen Sprossen soll hier zunächst allein die Rede sein.

Die Verzweigung solcher sterilen Sprosse beginnt sehr frühzeitig durch Entwicklung mehr oder minder zahlreicher Seitensprosse. Diese letzteren entspringen stets den akroskopen Kurztrieben. Am oberen Ende der Basalzelle derselben, ein wenig auf die Unterseite hinübergerückt, sprosst zwischen den beiden Gabelästen der ersten Kurztrieb-Verzweigung eine Astzelle hervor und wächst rasch zu einem Seitenspross heran. Der letztere erscheint zuerst sehr schlank und im raschen Längenwachsthum gestreckt, später immer mehr gedrungen. Derselbe wiederholt in seiner ganzen Ausbildung die Entwicklung des Hauptsprosses.

Zuweilen werden an den sämmtlichen akroskopen Kurztrieben eines Sprosses Seitensprosse theils früher, theils später angelegt und wachsen (zumeist sehr ungleichzeitig) zu Thalluszweigen heran. In anderen Fällen aber ist die Zweigbildung auf einzelne akroskope Kurztriebe beschränkt, oder es werden einzelne Zweige sehr frühzeitig angelegt und entwickelt, während andere sehr viel später entstehen und dann als kleine Ad-

---

1) Die Entstehung dieser (späterhin ziemlich grosszelligen) Rindenschicht entspricht somit nicht der Darstellung, die Naegeli (Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ceramiaceen, p. 389) davon gegeben hat. Ebensowenig kann ich Naegeli's Angabe (l. c.) bestätigen, dass »in einer gewissen Entfernung von der Astspitze« »der äussere Theil« der Kurztriebe abfällt, während der innere Theil erhalten bleibt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0396-3

ventivzweige zwischen die älteren bereits erstarkten Thalluszweige sich einschalten [1]).

Zugleich erfolgt an den sterilen Sprossen eine sehr ausgiebige Längsstreckung. Die Gliederzellen der Centralachse dehnen sich beträchtlich in die Länge, so dass die aufeinanderfolgenden akroskopen Kurztriebe immer weiter auseinandergerückt werden. Dabei werden gleichzeitig die basiskopen Kurztriebe, die dauernd am unteren Ende jener Gliederzellen angeheftet erscheinen, immer weiter von den akroskopen Kurztrieben der betreffenden Gliederzellen entfernt, während sie fortdauernd den akroskopen Kurztrieben der nächstunteren Gliederzellen, denen sie ja gegenüberstehen, genähert bleiben. Die entstehenden Zwischenräume zwischen den beiderlei Kurztrieben derselben Gliederzelle (resp. zwischen den akroskopen Kurztrieben zweier aufeinanderfolgender Gliederzellen) aber werden durch entsprechendes Fortwachsen der Rhizoiden immer wieder ausgefüllt, und dadurch wird die Rindenschicht der Centralachse stets rechtzeitig wieder ergänzt. — Dieser Längsstreckung der Centralachse gegenüber ist das Heranwachsen der Kurztriebe ein verhältnissmässig nur unbedeutendes.

Der einzelne Spross erscheint in diesem Stadium der Entwicklung in charakteristischer Weise gegliedert. Die dünne Centralachse ist mit einer ziemlich grosszelligen ununterbrochenen Rindenschicht umgeben. Von Strecke zu Strecke entspringen der letzteren, einander opponirt, je zwei Kurztriebe, ein kräftiger entwickelter zweitheiliger Kurztrieb mit zwei sitzenden, gabelig verästelten Zweigen und ein schwächerer, fiederig verästelter Kurztrieb. Die Stellung dieser beiden Kurztriebe entspricht der Einschnürung zwischen zwei Centralachsen-Gliederzellen; der stärkere Kurztrieb gehört als akroskoper der unteren, der schwächere als basiskoper der oberen Gliederzelle an. An diese beiden typischen Kurztriebe reihen sich nach abwärts, rings um den Spross vertheilt, mehrere schwächere »secundäre Kurztriebe«, die oben erwähnten Haare der ältesten Rhizoid-Gliederzellen, an. Dann folgt ein kürzerer oder längerer nackter Abschnitt der Sprossoberfläche, bis an dem nächsten Knoten der Centralachse dieselbe Ausbildung sich wiederholt. Das Ganze ist von einer breiten

---

1) An älteren Exemplaren kann anscheinend zu dieser normalen Verzweigung noch die Ausbildung mehr oder minder zahlreicher Adventivsprosse hinzutreten. Wenigstens zeigte sich ein altes Exemplar von *N. Wigghii*, das 1878 von Herrn Prof. Schmitz in der Nähe von Neapel im Wasser umhertreibend aufgefischt worden war, sehr reichlich verästelt durch zahlreiche mehr oder minder lange Seitensprosse, welche zwischen den normalen Seitensprossen (die aus den akroskopen Kurztrieben hervorwachsen) in unregelmässiger Weise verstreut waren. Diese Adventivsprosse nahmen ihren Ursprung aus einzelnen Zellen der Rindenschicht und zwar theils aus oberflächlich gelegenen, theils aus weiter einwärts gelagerten Rindenzellen. Vielfach waren diese Adventivsprosse steril.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0397-9

Schicht sehr weicher Kollode, welche die akroskopen Kurztriebe bis zu den Spitzen einschliesst, gleichmässig umhüllt. — An diesen Sprossen treten dann mehr oder minder zahlreich Seitensprosse verschiedenster Stärke hervor. Die Basalzellen der akroskopen Kurztriebe, aus deren oberem Ende die einzelnen Seitensprosse hervorgewachsen waren, sind aber nunmehr in die Rindenschicht eingegliedert, und die Seitensprosse entspringen demgemäss anscheinend aus der Rinden-Oberfläche und zwar stets an der Stelle, wo die beiden gabelig verästelten Zweige eines akroskopen Kurztriebes angeheftet sind. (Diese Erscheinung erinnert in ihrer äusseren Form an die Nebenblättchen am Grunde des Blattstieles eines Laubblattes dikotyler Blütheupflanzen.)

An solchen Sprossen erfolgt dann sehr bald eine Verdickung der Rindenschicht. Die erstgebildete Rhizoid-Berindung dehnt sich gleichmässig mit dem fortschreitenden Wachsthume des Sprosses aus, ihre Zellen nehmen mehr und mehr an Grösse zu. Zugleich aber sprossen aus den Zellen der Rinden-Oberfläche sprossabwärts (je 1—2) kleinere Astzellen hervor, die längs der Aussenfläche der Rinde zu kurzen, dünnen Rhizoiden heranwachsen. An den Gliederzellen dieser Rhizoiden, die ihrerseits allmählich an Dicke zunehmen, wiederholt sich dann dieselbe Bildung dünner, abwärts wachsender Fäden und so fort, so zwar, dass stets die später entstandenen Rhizoiden dünner und langzelliger sind als die vorher entstandenen. Dazu kommen dann noch einige andere Rhizoiden, die aus den untersten Zellen der frei hervorragenden Kurztrieb-Abschnitte und aus den untersten Zellen der Haare sprossabwärts hervorwachsen. — Die gesammte Menge der neugebildeten Rhizoiden schmiegt sich der vorhandenen Rindenschicht auf der Aussenseite dicht und fest an und führt eine immer mehr zunehmende Verdickung dieser Rindenschicht herbei.

Schliesslich erscheint der einzelne Spross in den älteren Abschnitten des Thallus gebildet durch eine stielrunde, ziemlich dicke Achse (mit breiter Hüllschicht sehr weicher Kollode), an deren Oberfläche die nicht weiter auswachsenden Kurztriebe als unscheinbare und etwas hinfällige Anhangsgebilde in gleichmässigen Abständen verstreut sind. Diese Achse aber ist aufgebaut aus einer dünnen, langgliedrigen Centralachse und einer etwas abstehenden breiten, aussen glatten und ungegliederten Rinde (mit breiter Hüllschicht sehr weicher Kollode), welche zu innerst eine Schicht grosser, parenchymatischer Zellen aufweist, auswärts kleinere und zugleich mehr längsgereckte Zellen erkennen lässt und zu äusserst aus längslaufenden dünnen, langgliedrigen Zellfäden zusammengesetzt ist.

Fortpflanzungsorgane.

Bisher sind Tetrasporangien von *N. Wigghii* noch niemals beschrieben worden. Auch an den Exemplaren dieser Art, die ich selbst untersucht habe, waren nirgends dergleichen Organe aufzufinden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0398-5

Antheridien.

An den männlichen Exemplaren von *N. Wigghii* werden die Antheridien in grosser Zahl an den letzten Auszweigungen des Thallus angelegt.

Diese männlichen Individuen sind gewöhnlich sehr reichlich verzweigt. Die letzten stärkeren Sprosse derselben sind lang ruthenförmig gestreckt und sind ebenso wie auch ihre Tragsprosse allseitig dicht besetzt mit zahlreichen schlanken und dünnen unverzweigten Seitensprossen. An diesen letzteren und ebenso an den Endabschnitten der Sprosse vorletzter Ordnung werden Antheridien ausgebildet.

Diese fertilen Sprosse resp. Sprossabschnitte bleiben frühzeitig in der Ausbildung des Gewebes stehen. Die Rhizoiden der Kurztriebe werden zwar angelegt, bleiben aber sämmtlich kurz, höchstens 2—3 Zellen lang, und schliessen nirgends zu einer Rindenschicht zusammen. Die Gliederzellen der Centralachse bleiben ebenfalls zumeist kurz, so dass die Kurztriebe, die gleichfalls gewöhnlich kürzer und kleiner sind als an vegetativen Sprossen, meist ziemlich dicht zusammengedrängt erscheinen.

Dafür wird in dem fertilen Sprossabschnitte gewöhnlich der untere Theil eines jeden (akroskopen oder basiskopen) Kurztriebes zum Antheridium ausgebildet. Aus der Basalzelle des einzelnen Kurztriebes, selten auch aus der folgenden Gliederzelle, sprossen auswärts mehrere Astzellen hervor, die an ihrer Spitze wieder nebeneinander mehreren Tochterzellen Entstehung geben. An der Spitze dieser letzteren Zellen wachsen nach und nach nebeneinander mehrere kleine gerundete Zellchen hervor, die succedan zu Spermatium-Zellchen sich ausbilden. Die gleiche Entwicklung erfolgt an den untersten Rhizoid-Gliederzellen, und in etwas vereinfachter Weise findet sie auch an den übrigen 1—2 Rhizoid-Zellen statt. So wird der untere Theil des einzelnen Kurztriebes (mit seinen verkürzten Rhizoid-Anlagen) zu einem kurzen, reich verästelten Zweigbüschel mit endständigen kleinen Spermatium-Zellen; der obere Theil des Kurztriebes dagegen behält die gewöhnliche Ausbildungsweise, wenn auch in etwas vereinfachter Form, bei.

An jeder Gliederung der Centralachse stehen in dem fertilen Sprossabschnitte zwei derartige fertile Kurztriebe einander gegenüber. Bei der geringen Länge der Centralachsen-Gliederzellen sind diese Kurztriebpaare zumeist dicht aneinander gerückt. Daher erscheint in den meisten Fällen der fertile Sprossabschnitt seiner ganzen Länge nach mit einer farblosen Schicht dicht zusammengedrängter kleiner Spermatium-Zellchen bedeckt, einer Schicht, aus der die gefärbten sterilen Endabschnitte der Kurztriebe in regelmässiger spiraliger Anordnung (in zwei 1/4-Spiralen) ein wenig hervorragen[1]).

1) Eine vortreffliche Abbildung der Spitze eines solchen männlichen Sprosses findet sich bei Bornet-Thuret, Notes algologiques, fasc. I. pl. XVIII. f. 1.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0399-3

Karpogonäste.

Die weiblichen Exemplare von *N. Wighii* sind öfters durch etwas abweichenden Habitus von den männlichen Individuen verschieden. Die letzten Auszweigungen des Thallus sind bei den männlichen Pflanzen dichter gedrängt und verhältnissmässig kürzer, bei den weiblichen Pflanzen hingegen erscheinen dieselben etwas weniger dicht geordnet und länger, vielfach lang ruthenförmig gestreckt und unverzweigt.

Diese schlanken Endauszweigungen des Thallus entwickeln die Karpogonäste. An ihnen unterbleibt wie an den männlichen Sprossen zunächst die Ausbildung einer geschlossenen Rinde. Die Centralachse wird nur wenig gestreckt, die Gliederzellen derselben bleiben kurz, die Kurztriebe nahe aneinander gerückt. Daher erscheinen die weiblichen Sprosse längere Zeit der gesammten Länge nach dicht »beblättert«.

An solchen fertilen Sprossen werden Karpogonäste in geringer Anzahl angelegt. Meist finden sich 2—3 solcher Karpagonäste einander genähert in der oberen Hälfte, öfters nahe der Spitze eines fertilen Sprosses; oder aber es sind 2—3 derartige Gruppen an etwas länger gestreckten Sprossen vertheilt. In jeder einzelnen Gruppe aber sind die einzelnen Karpogonäste gewöhnlich aufeinanderfolgenden Gliederzellen der Centralachse angeheftet.

Die fertilen Gliederzellen bleiben etwas kürzer als die sterilen. An ihnen entwickelt sich an Stelle des basiskopen Kurztriebes je ein Karpogonast von anfangs sehr geringer Grösse. Dieser Karpogonast stellt zunächst ein hakig aufwärts gekrümmtes kleines dreizelliges Aestchen dar (Fig. 9), dessen Endzelle sehr frühzeitig aus der Spitze ein Trichogyn vorzustrecken beginnt. Dann sprossen aus der Basalzelle dieses Karpogonastes seitwärts zwei Astzellen hervor, die zu kleinen gestreckten Hüllzweigen heranwachsen; an der mittleren Zelle des Karpagonastes, der hypogynen Zelle, aber entstehen auf der gewölbten Aussenseite mehrere dicht gedrängte Astzellen, welche in fast geschlossener Schicht diese Aussenfläche überkleiden (Fig. 10).

Der ausgebildete Karpogonast zeigt dann einen ziemlich complicirten Bau. Das hakig eingekrümmte dreizellige Aestchen streckt aus der Spitze der kegelförmigen Endzelle ein langes, häufig etwas verbogenes Trichogyn hervor. Die hypogyne Zelle ist auf ihrer gewölbten Aussenfläche von einem dichten Knäuelchen inhaltreicher Zellen[1]), gebildet durch eine Gruppe ganz kurzer und kleiner, einfacher oder verästelter Zellfäden, bedeckt. Aus der Basalzelle des Karpogonastes endlich entspringen seitwärts, den Flanken des Karpogonastes entsprechend, zwei fiederig (viel-

1) Diese inhaltreichen Zellen, die sich durch Nigrosin u. s. w. sehr leicht intensiv färben, können mit Vortheil benutzt werden, um an den fertilen Sprossen die sonst wenig auffallenden Karpagonäste ausfindig zu machen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0400-9

fach einseitig-fiederig) verzweigte Zellfäden, die sich, schwach gebogen, als eine Art Hüllzweige um den oberen Theil des Karpogonastes herumkrümmen; nicht selten auch kommen hierzu noch einzelne kürzere Hüllzweiglein hinzu, die auf der Unterseite des Karpogonastes aus der Basalzelle desselben hervorwachsen [1]).

Befruchtung und Fruchtbildung.

Mit der vorgestreckten Spitze des Trichogyns copuliren einzelne Spermatien. Die Folge hiervon ist dann die Abgliederung des Trichogyns von dem Bauchtheile des Karpogoniums.

Der Bauchtheil des befruchteten Karpogoniums, die befruchtete Eizelle, tritt dann unter Resorption der trennenden Scheidewand in offene Verbindung mit der hypogynen Zelle (Fig. 11). Und hierauf fusionirt diese Fusionszelle noch mit mehreren (oder sämmtlichen) angrenzenden Zellen des kleinzelligen Knäuelchens, das der hypogynen Zelle seitlich angeheftet ist. Der reichliche Inhalt aller dieser Zellen vereinigt sich mit dem Inhalt der befruchteten Eizelle zu einer substanzreichen Fusionszelle, von der nun die weitere Entwicklung des Gonimoblasten ausgehen soll.

Unterdessen haben auch in der Umgebung des Karpogonastes Umgestaltungen begonnen. Der ganze weibliche Spross, der von Anfang an in Folge der dicht gedrängten Anordnung der Kurztriebe dicht »beblättert« war, hatte auch zur Zeit der Befruchtung diesen Habitus noch behalten, da in die Zwischenräume der allmählich auseinanderrückenden Kurztriebe von den Gliederzellen der hervorwachsenden kurzen Rhizoiden secundäre Kurztriebe in grösserer Anzahl eingeschaltet wurden. Jetzt nach der Befruchtung des Karpogonastes tritt eine Verschiedenheit in der ferneren Ausbildung des fertilen Sprossabschnittes und der übrigen Sprosstheile immer deutlicher hervor. Die Sprossabschnitte oberhalb und unterhalb der fertilen Region strecken sich in die Länge und entwickeln sich unter allmählicher Ausbildung einer geschlossenen Rinde in ganz ähnlicher Weise wie die rein vegetativen Sprosse. Jene fertile Region dagegen, die mehrere Gliederzellen oberhalb und unterhalb der fertilen Centralachsen-Zelle umfasst, bildet sich zur Fruchtanlage aus.

Die Centralachsen-Gliederzellen dieser fertilen Region bleiben kurz, dehnen sich jedoch nicht unbedeutend in die Dicke aus. Die sämmtlichen Kurztriebe, die primären sowohl wie die secundären, strecken sich radial auswärts und wachsen (vielfach unter gabeliger Verästelung) stärker heran, seitlich dabei immer dichter zusammenschliessend. Durch dieses Auswachsen der Kurztriebe nimmt die ganze fertile Region des Sprosses

1) Durch die obige Darstellung werden die Angaben Bornet's (Not. algol. fasc. I., p. 52—53) über die Gestaltung des »Prokarpes« von *N. Wigghii* in mehreren Einzelheiten erweitert resp. berichtigt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0401-5

an Dicke zu und wird allmählich zu einer kurz spindelförmigen oder ellipsoidischen Anschwellung des weiblichen Sprosses. — Im Inneren dieser Anschwellung erfolgt gleichzeitig rings um die kurzgliedrige Centralachse ein ziemlich dichtes seitliches Zusammenschliessen der Kurztrieb-Basalzellen und der Rhizoidzellen; und in dieses dichte Innengewebe flechten sich nun auch noch neugebildete kurze Rhizoiden hinein, welche nach der Befruchtung aus den unteren Gliederzellen der Hüllzweige des Karpogonastes hervorsprossen.

So lässt die junge ellipsoidische Fruchtanlage jetzt deutlich unterscheiden ein dichtes parenchymatisches Innengewebe und eine breite, lockere Rindenschicht mit antiklin gestreckten, einfachen oder gabelig verästelten Zellfäden; diese ganze Rindenschicht aber ist umschlossen von einer Hüllschicht aus mässig weicher Kollode.

Nun wird an der Fusionszelle, zu welcher die Eizelle mit den nächstangrenzenden Zellen sich verbunden hat, durch eine neugebildete Querwand der obere Teil der ursprünglichen Eizelle als besondere Zelle abgeschnitten. (Fig. 11). Diese Zelle sprosst dann zu einem Zellfaden aus, und dieser Zellfaden verzweigt sich in das parenchymatische Innengewebe der Fruchtanlage hinein, überall in die engen Lücken und Spalten dieses Gewebes Fortsätze entsendend und dasselbe nach allen Seiten hin durchwuchernd. Hierbei verwachsen die Verzweigungen dieses Zellfadens mehrfach mit Zellen des sterilen Gewebes, namentlich auch mit den Centralachsen-Gliederzellen und treten mit denselben unter Tüpfelbildung in feste Verbindung: der Gonimoblast verzweigt sich durch das sterile Gewebe hin und ernährt sich auf Kosten desselben.

Dann wachsen von den Auszweigungen des Gonimoblasten in grosser Anzahl kurze Seitenästchen radial auswärts hervor, strecken ihre Spitze in die antiklinfädige Rindenschicht hinein und bilden die vorgestreckte Endzelle zu lang-keulenförmigen bis birnförmigen Sporen aus. Solche Sporen werden in grosser Anzahl angelegt, nach und nach ausgereift und dann durch den Druck der seitlich angrenzenden Rindenschicht-Fäden nach auswärts entleert. Dieses allmähliche Ausbilden von Sporen dauert längere Zeit hindurch fort.

Das entwickelte Cystokarp[1]) lässt demnach unterscheiden ein dichtzelliges Innengewebe und eine ziemlich breite antiklinfädige Rindenschicht;

---

1) Den Aufbau des Cystokarpes von *N. Wigghii*, der lange Zeit vollständig unklar geblieben war, hatten erst Bornet's Untersuchungen (Notes algol. I. p. 52—53) näher aufgeklärt. Bornet hat die Entwicklung der Frucht im Allgemeinen richtig dargestellt, allein in den Einzelheiten haben die vorliegenden Untersuchungen doch noch mehreres genauer festzustellen vermocht. Vor allem war Bornet die Fusionirung der befruchteten Eizelle und das Auswachsen des Gonimoblasten aus dieser Eizelle entgangen. — Schmitz hat in seinen Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen (p. 17) beide Vorgänge bereits in Kürze erwähnt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0402-1

von dem Innengewebe entspringen zahlreiche keulenförmige Sporen verschiedenster Entwicklungsstadien und strecken sich radial auswärts mehr oder minder weit zwischen die Fäden der Rindenschicht hinein; die letzteren aber schliessen mit ihren vielfach verästelten und häufig etwas gebogenen Endabschnitten über der Schicht der heranreifenden Sporen wieder zusammen und werden hier durch eine Hüllschicht aus mässig weicher Kollode zusammengehalten.

An dem einzelnen fertilen Sprosse wird vielfach nnr ein einziges Cystokarp ausgebildet; doch kommt es auch nicht eben selten vor, dass sich zwei Cystokarpe, mehr oder weniger von einander entfernt, an demselben Sprosse befinden. Ja, zuweilen geschieht es sogar, dass zwei allzu nahe benachbarte Fruchtanlagen mit einander zu einer Doppelfrucht verschmelzen, so dass alsdann in dem einzelnen Cystokarpe zwei Gonimoblasten eingeschlossen sind.

Atractophora hypnoides Crouan.

Anatomischer Aufbau des Thallus.

Der Thallus von *A. hypnoides* [1]) stellt ein aufrechtes, sehr reich und wiederholt verästeltes Verzweigungssystem dar, das im Gesammthabitus einigermassen an *Naccaria Wigghii* erinnert. Die Verzweigung erfolgt regelmässig seitlich, nicht gabelig; die allseitig hervorsprossenden Seitenzweige aber stehen theils einzeln, theils einander opponirt, theils wirtelig geordnet am tragenden Sprosse.

An den stärkeren Sprossen findet sich eine ziemlich dicke Achse, in deren Mitte eine dicke, langgliedrige Centralachse verläuft, auswärts umhüllt von einer dichten ununterbrochenen Rindenschicht. Die jungen Sprosse sind lang ruthenförmig gestreckt, deutlich gegliedert durch vierzählige Wirtel kleiner, verzweigt-fädiger, kleinzelliger Kurztriebe, welche am oberen Ende der Gliederzellen einer dicken, langzelligen, oberwärts nackten, unterwärts rhizoid-berindeten Centralachse entspringen.

Die fortwachsende Spitze solcher jüngeren Sprosse ist lang zugespitzt, das verjüngte Achsenende weit vorgestreckt. Die ziemlich kleine Scheitelzelle schneidet in akropetaler Folge durch horizontale Scheidewände Gliederzellen ab (Fig. 1[2]). An diesen Gliederzellen werden dann nach einander, jedoch in wechselnder Aufeinanderfolge, je vier Randzellen abgeschnitten, welche in regelmässig wirteliger Anordnung die mittlere Zelle, die nun zur Centralachsen-Gliederzelle wird, umschliessen. Eine bestimmte regelmässige Anordnungsweise der aufeinanderfolgenden Wirtel war nicht zu ermitteln [2]).

1) Das benutzte Untersuchungsmaterial, das ich Herrn Dr. Bornet verdanke, war bei Saint Malo 1872 eingesammelt und in Spiritus conservirt worden.

2) Naegeli sagt (Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ceramiaceen p. 388): »Die zwei ersten Seitenstrahlen aller successiven Glieder liegen in einer Ebene

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0403-7

Die Randzellen wachsen ziemlich rasch zu verzweigten Kurztrieben heran, welche kurzzellige, seitlich (seltener subdichotomisch) verzweigte Zellfäden darstellen. An den einzelnen Kurztrieben liegen die Verzweigungen (von denen nicht selten einzelne früher oder später an der Spitze in lange hyaline Haare auswachsen) meist sämmtlich in einer Ebene. Der ganze Kurztrieb bleibt dabei von ziemlich geringer Länge und erscheint auch zumeist nur wenig reichlich verzweigt, biegt sich aber sehr bald deutlich aufwärts und krümmt sich ein wenig klauenförmig zusammen. Die aufeinanderfolgenden Wirtel umfassen daher einander eine Zeit lang, bis sie allmählich durch die fortdauernde Streckung der Centralachsen-Gliederzellen auseinandergerückt werden.

Bei dieser letzteren Streckung bleiben die Kurztriebe dem oberen Theile der einzelnen Gliederzelle angeheftet (Fig. 13); doch weist die Insertionshöhe der Kurztriebwirtel im Einzelnen mancherlei Schwankungen auf. Namentlich aber bietet die gegenseitige Stellung der Kurztriebe desselben Wirtels vielfach Verschiedenheiten: bald sind die vier Kurztriebe sämmtlich gleich hoch angeheftet, bald sind zwei gegenständige Kurztriebe höher, die beiden anderen tiefer befestigt, bald befinden sich die Insertions-Tüpfel der sämmtlichen vier Kurztriebe in ungleicher Höhe an der Centralachsen-Gliederzelle.

Durch die Längsdehnung der Centralachsen-Gliederzellen (die sonach hauptsächlich im unteren Theile derselben erfolgt) werden die Kurztriebwirtel allmählich auseinandergerückt und die Centralachse zwischen denselben auf eine anfangs sehr kurze, allmählich immer längere Strecke freigelegt. Der ganze Spross, der einer breiten Hüllschicht weicher Kollode vollständig entbehrt[1]), erscheint dadurch bald deutlich durch Kurztriebwirtel gegliedert.

An den rein vegetativen Sprossen erfolgt dann eine immer ausgiebigere Rhizoid-Berindung der Centralachse. Etwa zu der Zeit, wenn die auseinanderrückenden Kurztriebwirtel soeben beginnen, die Centralachse freizulegen, wächst aus der Basalzelle eines jeden Kurztriebes ein einzelnes Rhizoid hervor, welches, anfangs dünn und langgereckt, längs der Oberfläche der Centralachse abwärts kriecht (Fig. 13). Neben diesem primären Rhizoid sprossen aus jenen Kurztrieb-Basalzellen sehr bald noch ein bis zwei weitere Rhizoiden hervor, die ebenfalls längs der Centralachse

---

und die Quirle sind opponirt«. Diese Angabe vermag ich jedoch nicht als allgemein gültig zu bestätigen.

1) Schon bei Crouan (Ann. sc. nat. bot. III. ser. I. 10. p. 368) ist ausdrücklich hervorgehoben, dass eine Gallerthülle analog derjenigen, die für *Naccaria* charakteristisch ist, bei *Atractophora hypnoides* nicht vorhanden sei. Das Material der letzteren Alge, das ich selbst untersucht habe, liess ebenfalls von einer Kollode-Hüllschicht nichts erkennen, obwohl ich mit Rücksicht auf die Analogie von *Naccaria* und *Wrangelia* speciell darnach gesucht habe.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0404-2

abwärts wachsen. Alle diese Rhizoiden sind zunächst ziemlich dünn und langgliedrig und wachsen nicht nur bis zum unteren Ende der zugehörigen Centralachsen-Gliederzelle, sondern strecken sich auch über die nächstfolgenden Gliederzellen hin noch ziemlich weit abwärts, zwischen die dort bereits vorhandenen älteren Rhizoiden sich einschaltend oder über dieselben hinkriechend. An den älteren, allmählich an Dicke zunehmenden Theilen dieser Rhizoiden sprossen späterhin dünne Seitenzweige auswärts hervor und wachsen ebenfalls als Rhizoiden abwärts. Und so entsteht an den älteren Sprossen rings um die grosszellige Centralachse schliesslich eine mässig dicke, ununterbrochene Rindenschicht aus langgliedrigen, längslaufenden Zellreihen, welche, im inneren Theile der Rinde dicker, nach aussen hin dünner, seitlich ziemlich dicht zusammenschliessen.

Gleichzeitig mit der Ausbildung dieser Rhizoid-Berindung erfolgt auch die Entwicklung einer lockeren Behaarung der Sprossachse und eine mehr oder minder reichliche Verzweigung des ganzen Sprosses.

Schon gleich nach der Anlage der ersten Rhizoiden sprossen aus den unteren (ältesten) Gliederzellen derselben auswärts kleinzellige Zellfäden hervor, die zu kurzgliedrigen, etwas aufwärts gebogenen Haaren auswachsen und sich in die Zwischenräume zwischen die auseinanderrückenden Kurztriebwirtel als ziemlich schmächtige »secundäre Kurztriebe« einschalten. Die gleiche Ausbildung von Haaren vollzieht sich, während die Kurztriebwirtel auseinanderrücken, immer häufiger an den jüngeren Rhizoid-Zellen. Dann wachsen diese Haare allmählich stärker heran, indem sie sich zugleich vielfach oberwärts ein wenig verzweigen. So entsteht an den mehr und mehr gestreckten Internodien älterer Sprosse zwischen den Wirteln der nur wenig heranwachsenden und daher schliesslich ziemlich unscheinbaren primären Kurztriebe eine lockere Behaarung aus verstreuten dünnen, kleinzelligen, meist auswärts ein wenig verästelten Zellfäden.

An den rein vegetativen Sprossen erfolgt ferner sehr reichliche Bildung von Seitensprossen. Einzelne Kurztriebe strecken sich stärker hervor und wachsen zu Seitensprossen heran, indem der Hauptstrahl derselben, der im unteren Theile die normale Verzweigung aufweist, oberwärts allmählich die Verzweigungsweise des Hauptsprosses aufnimmt. Dieses Auswachsen einzelner Kurztriebe kann früher oder später, zuweilen sehr spät erfolgen. Ferner können an dem einzelnen Kurztriebwirtel einer, zwei, drei oder sämmtliche vier Kurztriebe zu Seitensprossen heranwachsen. Die Verzweigung des Hauptsprosses ist daher eine mannigfaltig wechselnde; die Seitensprosse stehen bald vereinzelt, bald dichter gedrängt, zuweilen, namentlich im unteren Theile der Sprosse, regelmässig in viergliedrige Wirtel geordnet.

An älteren Abschnitten der rein vegetativen Sprosse sind daher vielfach die meisten oder auch sämmtliche Kurztriebe zur Bildung von

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0405-8

Seitensprossen verbraucht. An solchen Sprossen sieht man dann von der ziemlich dicken Achse zahlreiche theils ältere, theils jüngere Seitensprosse, wirtelig geordnet, hervorsprossen, im übrigen aber die Oberfläche dieser Achse fast ausschliesslich mit den zahlreichen locker geordneten Haaren besetzt; die wirtelig geordneten primären Kurztriebe scheinen vollständig verschwunden zu sein.

Fortpflanzungsorgane.

Tetrasporangien sind bisher bei *Atractophora hypnoides* noch niemals aufgefunden worden. Die bisher genauer untersuchten Exemplare dieser Alge trugen vielmehr sämmtlich nur Sexualorgane, Antheridien und Karpogonäste. Beiderlei Organe aber fanden sich stets auf derselben Pflanze vereinigt.

An dem einzelnen Individuum von *A. hypnoides* pflegen die letzten und vielfach auch die vorletzten Auszweigungen fertil zu sein. Diese fertilen Sprosse sind von sehr wechselnder Länge, theils ruthenförmig langgestreckt, theils kürzer bis sehr kurz; in allen Fällen aber erscheinen sie schlank und dünn und der ganzen Länge nach (oder wenigstens in dem ganzen oberen fertilen Abschnitte) ohne Rhizoid-Berindung der Centralachse; nur hier und da werden ganz vereinzelt kleine Rhizoiden angelegt, die jedoch zunächst ganz kurz und unentwickelt bleiben.

Dafür aber tritt häufiger an den fertilen Sprossen und Sprossabschnitten die Bildung eigenthümlicher secundärer Kurztriebe auf. An einzelnen Centralachsen-Gliederzellen werden unterhalb einzelner oder sämmtlicher vier Kurztriebe kleine Randzellen abgeschnitten, welche ebenso wie die primären Randzellen auswachsen. Die so entstehenden secundären Kurztriebe sind den primären ganz analog ausgebildet, wie diese verzweigt uud wie diese aufwärts gekrümmt, erscheinen jedoch im Allgemeinen etwas schwächer entwickelt als die primären Kurztriebe. Bei der fortgesetzten Streckung der Centralachsen-Gliederzellen bleiben sie ebenso wie die primären Kurztriebe (doch unterhalb derselben) dem oberen Theile der einzelnen Gliederzelle angeheftet und bilden hier einen zweiten Kurztriebwirtel, der dem Wirtel der primären Kurztriebe fast genau supponirt ist; doch sind diese secundären Kurztriebwirtel häufig nicht vollzählig ausgebildet.

Antheridien.

An den fertilen Sprossen (resp. Sprossabschnitten) sind die Antheridien in sehr wechselnder Weise vertheilt. Bald ganz vereinzelt an einem langgestreckten Sprosse, bald in grösserer Anzahl unregelmässig verstreut, treten sie zuweilen in Mehrzahl nahe bei einander auf oder bedecken einen kleineren oder grösseren Sprossabschnitt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0406-4

Auch die Ausbildung des einzelnen Antheridiums ist sehr wechselnd, bald reichlicher, bald spärlicher. Es besteht dasselbe in allen Fällen aus einem kleinen gedrungenen Zweigbüschelchen, das an irgend einer Stelle eines Kurztriebes (auch eines secundären), auf der Aussenseite desselben angelegt wird. Zuweilen finden sich die Antheridien nahe der Basis der Kurztriebe aus der Endzelle eines kurzen Seitenästchens entwickelt, nicht selten jedoch sitzen sie auch einzelnen mittleren Kurztrieb-Zellen aussen an oder sie sind der Spitze des Kurztriebes angeheftet; zuweilen auch nehmen sie gradezu die Stelle des ganzen Kurztriebes ein, indem der betreffende Kurztrieb sehr klein bleibt und vollständig in die Bildung des Antheridiums aufgeht. — Das kleine Antheridium-Zweigbüschelchen, selbst im einzelnen sehr wechselnd ausgebildet und bald reichlicher, bald spärlicher verästelt, zeigt stets die Aussenzellen mit kleinen hyalinen Randzellchen besetzt, die nach einander angelegt werden und nach einander zu Spermatien heranreifen. Bei einfachster Gestaltung des Antheridiums trägt die einzelne Kurztrieb-Zelle auf der Aussenseite mehrere kleinere Astzellen, welche ihrerseits auswärts ganz kleine Spermatium-Zellen in Mehrzahl entwickeln.

Karpogonäste.

An denselben fertilen Sprossen, welche die Antheridien tragen, werden auch Karpogonäste ausgebildet. Dieselben werden an dem einzelnen Spross meist in geringer Anzahl, längs des Sprosses verstreut, entwickelt. Die jüngsten Karpogonäste sind stets in den noch nicht gestreckten dicht »beblätterten« Endabschnitten des fertilen Sprosses anzutreffen.

Die fertilen Gliederzellen dieser Sprosse tragen stets nur einen Kargonast. Doch kommt es öfters vor, dass mehrere fertile Gliederzellen nahe zusammengerückt sind, zuweilen unmittelbar auf einander folgen. Diese fertilen Gliederzellen tragen ferner stets ausser dem primären Kurztriebwirtel auch secundäre Kurztriebe, meist in regelmässigem vollzähligem Wirtel, und ebenso sind auch die (oberwärts und unterwärts) angrenzenden ein bis zwei Gliederzellen gewöhnlich mit derartigen secundären Kurztriebwirteln ausgerüstet. Diejenigen Stellen des Sprosses, an denen die Karpogonäste zu finden sind, machen sich daher durch die dichtere Anordnung der hier viel zahlreicher vorhandenen Kurztriebe leicht erkennbar.

An der einzelnen fertilen Gliederzelle ist der Karpogonast stets einem Kurztriebe des primären Wirtels angeheftet. Dieser fertile Kurztrieb ist durch eigenartige Gestaltung von den übrigen Kurztrieben deutlich unterschieden. Derselbe gabelt sich oberhalb der Basalzelle in zwei ganz kurze auseinanderspreizende 1—2-zellige Aestchen und entwickelt an der Spitze der Basalzelle, ein wenig auf die Vorderseite herübergerückt, ein kleines

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0407-0

hakig eingekrümmtes dreizelliges Seitenästchen, das zum Karpogonaste sich ausbildet (Fig. 14). Dieses Seitenästchen gliedert zunächst an seiner Basalzelle auswärts eine grössere Astzelle ab; dann gestaltet sich die Endzelle desselben, die infolge der Einkrümmung des ganzen Aestchens ganz nahe an die Tragzelle herangerückt ist, zum Karpogonium und streckt ein langes Trichogyn hervor; hierauf gliedern die beiden unteren Zellen des Karpogonastes und ebenso die erwähnte Astzelle der Basalzelle auswärts mehrere kleine, dicht zusammengedrängte Astzellchen ab. — Der ausgebildete Karpogonast stellt demgemäss ein dichtes, kleinzelliges Knäuelchen dar, von dessen Innenseite ein langes, häufig hin- und hergebogenes Trichogyn hervorgestreckt wird; dieses kleinzellige Knäulchen aber sitzt einer grösseren kugeligen inhaltsreichen Zelle auf, welcher rechts und links wieder je eine (oder seltener zwei) analog gestaltete inhaltsreiche kugelige Astzelle angeheftet ist [1]).

Befruchtung und Fruchtbildung.

Nach der Befruchtung des Karpogoniums wird das Trichogyn abgegliedert, der Bauchtheil des Karpogoniums wird als befruchtete Eizelle selbständig abgetrennt. Diese Eizelle streckt dann abwärts eine kurze Ausstülpung vor und fusionirt mit der hier nahe angrenzenden Tragzelle des ganzen Karpogonastes, der Basalzelle des fertilen Kurztriebes (Fig. 15).

Dieser ersten Zellfusion, welche die Eizelle mit der Karpogonast-Tragzelle eingeht, folgen zumeist noch mehrere weitere Fusionen der neugebildeten Fusionszelle mit Nachbarzellen. Diese Verschmelzungen vollziehen sich jedoch in ziemlich unregelmässiger und sehr wenig übersichtlicher Weise. Gewöhnlich fusionirt jene erste Fusionszelle mit einzelnen oder mit sämmtlichen inhaltsreichen Zellen der kurzen (1—2zelligen) Aestchen des fertilen Kurztriebes. Zuweilen scheint aber das Fusioniren der Zellen auch noch weiter gehen zu können, so dass auch einzelne der kleinen Zellchen des Karpogonast-Knäuelchens mit hineingezogen werden. Jedenfalls aber erfolgt hier an dem fertilen Kurztriebe die Ausbildung einer zuletzt ziemlich grossen verzweigten Fusionszelle.

---

1) Bornet (Notes algologiques, p. 50—51) beschreibt das »Prokarp« von *A. hypnoides* in etwas anderer Weise. Abgesehen davon, dass er die beiden inhaltsreichen Astzellen der Karpogonast-Tragzelle zum »Prokarp« hinzurechnet, betrachtet er die Ausbildung des oben beschriebenen kleinzelligen Knäuelchens schon als Folge der Befruchtung. Das vorhergehende vierzellige Entwicklungsstadium stellt ihm daher das empfängnissreife »Prokarp« dar.

Nach meinen Untersuchungen kann ich mich jedoch nur der Darstellung, die Schmitz von dem Karpogonast von *A. hypnoides* gegeben hat (Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen p. 44 (Figuren-Erklärung zu Fig. 24—27) anschliessen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0408-6

Von dieser Fusionszelle geht dann die Entwicklung des Gonimoblasten aus. Aus demjenigen Theile dieser Fusionszelle, welcher der befruchteten Eizelle entspricht, wächst gegen die Centralachse des ganzen Sprosses hin ein dicker Zellfaden hervor (Fig. 15), der sich bald weiter verzweigt. Diesem ersten Ooblasteme folgen bald noch ein oder zwei weitere Sprossungen nach, die sich in ganz analoger Weise ausbilden. Soweit sich erkennen liess, entspringen dabei diese Ooblasteme sämmtlich demselben Theile der Fusionszelle wie jener erste Zellfaden, wachsen also sämmtlich direct aus der befruchteten Eizelle hervor, nicht aus den Auxiliarzellen, die mit der Eizelle in Fusion getreten sind [1]).

Diese Ooblasteme wachsen sämmtlich von der Fusionszelle aus zu der Centralachse hin und breiten sich dann längs derselben aus, aufwärts oder abwärts kriechend und unter wiederholter Verzweigung die Centralachse umschliessend. Dabei erstrecken sie sich als kurzzellige, ziemlich dicke Zellfäden über die fertile Gliederzelle und die beiden aufwärts und abwärts angrenzenden Gliederzellen (zuweilen auch noch über eine vierte und fünfte Gliederzelle) hin und umhüllen dieselben, ihrer Oberfläche sich dicht anschmiegend, bald in ziemlich dicht geschlossener Schicht. — Ein gelegentliches Verwachsen einzelner Zellen dieser Ooblasteme mit den genannten Centralachsen-Gliederzellen war nicht mit völliger Sicherheit festzustellen, wenn mir auch mehrfach ein solches Verwachsen unter Tüpfelbildung vorzuliegen schien.

In diesem Entwicklungsstadium ist die junge Fruchtanlage an dem fertilen Sprosse auch schon äusserlich deutlich erkennbar geworden. Wie schon zuvor erwähnt ward, sind an den fertilen Sprossen die Abschnitte mit Karpogonästen auf die Länge von 3—5 Centralachsen-Gliederzellen durch zahlreichere und dichter geordnete Kurztriebe ausgezeichnet. Diese Abschnitte heben sich nach der Befruchtung des Karpogoniums immer deutlicher ab, da hier die Gliederzellen der Centralachse nur wenig sich verlängern, während in den übrigen Abschnitten des Sprosses eine energische Längsstreckung der Gliederzellen und ein deutliches Auseinanderrücken der Kurztriebwirtel stattfindet. Dann strecken sich auch an diesen fertilen Spross-Abschnitten die dichter geordneten Kurztriebe mehr radial auswärts und bilden sich etwas kräftiger aus. — Die gesonderte Ausbildung eines dicht geschlossenen parenchymatischen Innengewebes und einer geschlossenen, antiklinfädigen Rindenschicht wie bei *Naccaria* unterbleibt jedoch hier bei *Atractophora* vollständig; vielmehr erhält sich hier einfach der von vorn herein dichter »beblätterte« fertile Spross-

1) Jedenfalls aber entspringen diese Ooblasteme nicht den Zellen des kleinzelligen Karpogonast-Knäuelchens; letzteres ist vielmehr als ganz selbständige Bildung noch lange Zeit in der heranreifenden Frucht aufzufinden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0409-4

abschnitt dauernd gestaucht und stellt so ohne weitere Umgestaltung den vegetativen Theil der Fruchtanlage dar.

In dieser Fruchtanlage umschliessen die auswachsenden Ooblasteme, die sich zwischen den Insertionen der Kurztriebe hin- und herwinden, die Oberfläche der Centralachse allmählich in mehr oder minder dicht geschlossener Schicht. Zugleich wachsen einzelne kurze und kurzzellige Zweige dieser Ooblasteme schräg auswärts zwischen die auswärts gereckten Kurztriebe hinein und bilden ihre Endzellen, sowie die Endzellen ihrer kurzen seitlichen Auszweigungen, zu dicken kugeligen Sporen aus (Fig. 16). Allmählich werden dann derartige sporenbildende Zweiglein immer zahlreicher angelegt und schliessen seitlich immer dichter zusammen. Die ganze Menge derselben aber umgiebt sich mit einer gemeinsamen mässig breiten Hüllschicht weicher Kollode.

Das ausgebildete Cystokarp zeigt demnach die 3(—5) ziemlich inhaltsreichen Gliederzellen der Centralachse umgeben von einer dicht anliegenden, mehr oder minder geschlossenen sporenbildenden Schicht, aus der zahlreiche kurze Zweiglein mit dicken kugeligen endständigen Sporen auswärts hervorragen; diese ganze sporenbildende Schicht, von einer schmalen gemeinsamen Kollode-Hüllschicht umschlossen, wird paraphysenartig durchsetzt von den zahlreichen radial auswärts gereckten und mehr oder minder weit auswärts hervorragenden, einfachen oder verzweigten Kurztrieben; an der sporenbildenden Schicht aber wird das Ausreifen und Ausstreuen der dicken kugeligen Sporen längere Zeit hindurch fortgesetzt.

Die ausgebildeten Cystokarpien zeigen übrigens im Einzelnen mancherlei Verschiedenheiten. Die sporenbildende Schicht ist bald spärlicher, bald reichlicher ausgebildet; demgemäss lässt dieselbe bald ihre Entstehung aus einem Geflecht von Zellfäden noch lange deutlich erkennen, bald erscheint sie als ein dichtes fast parenchymatisches Zellgewebe[1]). Auch kommt es öfters vor, dass zwei gesonderte Fruchtanlagen, die einander allzu nahe benachbart sind, mit einander zu einem einzelnen stärkeren und länger gestreckten Cystokarpe verschmelzen.

Während des Heranreifens der Früchte strecken sich die sterilen Abschnitte der fertilen Sprosse meist kräftig in die Länge und bilden sich in ähnlicher Weise wie die rein vegetativen Sprosse aus. An den etwas vergrösserten Kurztrieben derselben wachsen Rhizoiden in grösserer oder geringerer Anzahl hervor und beginnen allmählich die Gliederzellen der Centralachse zu berinden. Zuweilen auch tritt direct unterhalb des Cysto-

---

1) Dieselbe Thatsache wird auch schon von Bornet (Notes algol. I. p. 51) hervorgehoben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0410-5

karpes, das als locale Verdickung des Sprosses deutlich vorspringt, die Ausbildung mehrerer kürzerer Seitensprosse auf [1]).

Aus der vorstehenden Darstellung der Entwicklung des Thallus und der Frucht von *Atractophora hypnoides* dürfte zur Genüge erhellen, dass diese Alge nicht zur Gattung *Naccaria* gerechnet werden kann. Nicht allein der Thallus-Aufbau ist ein durchaus anderer als bei *Naccaria*, auch die Gestaltung und Weiterentwicklung des Karpogonastes ist bei beiderlei Formen verschieden, und endlich ist das Cystokarp von *Naccaria* viel complicirter gebaut als dasjenige von *Atractophora*. Diese verschiedenen Momente, unter denen namentlich die Ausbildung der Frucht wesentlich entscheidend ist, lassen es unthunlich erscheinen, *Atractophora hypnoides* und *Naccaria Wigghii* zu einer Gattung zu vereinigen [2]). Beide Algen-Species sind vielmehr als Vertreter selbständiger Gattungen zu trennen, sowie es s. Z. von Crouan vorgeschlagen worden war.

Schluss.

Durch die Arbeiten Bornet's [3]) war gezeigt worden, dass die typischen Arten der dreiGattungen *Atractophora*, *Naccaria* und *Wrangelia* in der Ausbildungsweise der Cystokarpien vielfach übereinstimmen, dass dieselben somit unter einander nahe verwandt sind. Dieses Resultat der Bornet'schen Untersuchungen wird durch die vorliegende Arbeit vollständig bestätigt. Der Fruchtbau dieser drei Gattungen zeigt in den Hauptzügen des Entwicklungsganges sehr grosse Uebereinstimmung. Ja diese Uebereinstimmung tritt auch in denjenigen Punkten deutlich zu Tage, die Bornet noch nicht genügend aufgeklärt hatte, in der ersten Anlage des Gonimoblasten

---

1) Die vorliegende Darstellung bestätigt im Allgemeinen Bornet's Beschreibung der Fruchtbildung von *Atractophora hypnoides* (Notes algologiques I. p. 50–51). Wesentlich abweichend ist bei Bornet eigentlich nur die Angabe über den ersten Ursprung der sporenbildenden Schicht, die nach Bornet durch Auswachsen der unteren Prokarpzellen entstehen soll.

Dagegen ist derselbe Autor nicht ausführlicher eingegangen auf die speciellen Einzelheiten der Fruchtentwicklung und hat daher die Verschiedenheiten der Gestaltung, welche die Cystokarpien von *Atractophora* und *Naccaria* aufweisen, grösstentheils übersehen.

2) Wenn J. Agardh sagt (Sp. G. Ord. Alg. II. pg. 712): »Invicem circiter distant ut Ptilota elegans et Pt. plumosa; in una fila corticalia axem immediate tegunt; in altera cellulae maiores inter fila corticalia et axem primarium formantur; caeterae diversitates ab hac unica fere pendent. . . . . Fructus omnium iidem«, so bedarf diese Angabe, wie die vorliegende Darstellung zeigt, doch sehr der Berichtigung.

3) Bornet-Thuret, Notes algologiques I. p. 50–54, II. p. 183–184.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0411-1

Bei allen drei Gattungen wächst die befruchtete Eizelle selbst (mit oder ohne vorausgehende Fusionirung mit bestimmten Nachbarzellen) zum Gonimoblasten aus[1]). Bei allen drei Gattungen bilden die Sprossungen dieser Eizelle verzweigte Zellfäden, welche innerhalb eines begrenzten, mehr oder weniger eigenartig ausgebildeten Abschnittes des fertilen Sprosses längs der Centralachse sich ausbreiten und dann zahlreiche kurze Seitenästchen, allseitig auseinanderstrahlend, auswärts hervorstrecken. Bei allen drei Gattungen werden ferner die Endzellen dieser Seitenästchen, die mehr oder minder dicht zu einem peripherischen (von zahlreichen sterilen Zellfäden als Paraphysen durchsetzten) Hymenium zusammenschliessen, succedan zu Sporen ausgereift.

Daneben freilich zeigen die untersuchten Florideen im Thallus-Aufbau und ebenso in der speziellen Ausgestaltung des Cystokarpes hinreichend grosse Verschiedenheiten, um als Vertreter dreier selbständiger Gattungen gelten zu können.

Erklärung der Abbildungen.[2])

Fig. 1—6. *Wrangelia penicillata.*

1. Schema der Theilung einer jungen Centralachsen-Gliederzelle. Die Ziffern 1—4 bezeichnen die Reihenfolge der 4 ersten Verticalwände, durch welche Randzellen abgeschnitten werden. *z* die Centralachsen-Gliederzelle.

2. (460) Abschnitt aus einem Antheridium: ein Büschel von Spermatium-Trägerzellen *mm*; *sp* Spermatiumzelle.

3. (c. 250) Der unbefruchtete, hakenförmig gekrümmte Karpogonast k_1 k_2 k_3 *k*. *k* das Karpogon, zwischen k_3 und k_3 eingekeilt. *tr* Trichogyn. (Freihand-Zeichnung.)

4. (350) Karpogonast mit befruchtetem Karpogonium. Das Trichogyn *tr*, an welchem zwei Spermatien haften (*sp'* hat mit dem Trichogyn copulirt) ist von der befruchteten Eizelle abgegliedert. *a* die Basalzelle des fertilen Kurztriebes.

5. (350) Weiteres Entwicklungsstadium von Fig. 4; Bezeichnungsweise wie bei 4. Aus der befruchteten Eizelle ist ein Ooblastem in Gestalt der grossen Zelle *o* hervorgesprosst und hat sich sattelförmig um die Karpogonast-Tragzelle *a* herumgekrümmt. *n* eine (ausnahmsweise ausgebildete) Astzelle von k_3. *z* die Centralachsen-Gliederzelle.

---

1) Dadurch bestätigt sich für die vorliegenden Gattungen die Angabe von Schmitz, dass bei den Florideen der Gonimoblast stets aus der befruchteten Eizelle selbst (resp. der befruchteten Auxiliarzelle selbst) hervorwachse, nicht aus Zellen des »Prokarpes«, welche von der befruchteten Zelle vollständig getrennt sind.

2) Wo nichts anderes vermerkt ist, sind die Figuren mit dem Zeichenapparat entworfen und sodann aus freier Hand bestimmter conturirt worden. Die eingeklammerten Ziffern geben die Vergrösserung an.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0412-7

6. (350) Ein kleiner Zweig des Gonimoblasten mit endständigen Sporenanlagen *sp·st* ein Kurztrieb-Faden, mit dessen unterer Zelle eine Gliederzelle des Gonimoblast-Zweiges fest verbunden ist.

Fig. 7—11. *Naccaria Wigghii.*

7. Sprossspitze (etwas schematisirt). 1 Scheitelzelle, 2—7 successive abgeschnittene Gliederzellen. Bei 2 und 6 sind die Querwände einander parallel. Die Gliederzellen 4 und 5 haben je eine Randzelle *r* ausgegliedert; die übrigen Randzellen sind der Deutlichkeit wegen fortgelassen. (Freihandzeichnung.)

8. Stück des Querschnittes eines Sprosses mittleren Alters. *z* Centralachse. *rr* Rindenzellen, die inneren gross, die äusseren kleiner. *c* Grenze der Kollode-Hülle. (Freihandzeichnung.)

9. (460) Erste Anlage des gekrümmten Karpogonastes k_1 k_2. In k_2 ist die Ausbildung einer Querwand, durch die punktirte Linie angedeutet, schon deutlich erkennbar. Durch diese Querwand wird der obere Theil von k_2 als Karpogonium abgegliedert.

10. (460) Unbefruchteter Karpogonast k_1 k_2 *k*. *k* das Karpogonium mit dem keulig vorgestreckten Trichogyn *tr*; *h* ein junges, aus k_1 hervorgesprosstes Hüllästchen; *h'h'* Aestchen der hypogynen Zelle k_2; *zz* Centralachse.

11. (460) Befruchteter Karpogonast, von der Innenseite her gesehen. Am oberen Ende der Fusionszelle *f*, die durch Fusion der Eizelle und der hypogynen Zelle entstanden ist, erscheint die Spitze als selbständige Zelle *o* abgeschnitten; *hhh* das kleinzellige Knäuelchen, welches der hypogynen Zelle auf der Aussenseite ansitzt.

Fig. 12—16. *Atractophora hypnoides.*

12. (350) Sprossspitze. *s* Scheitelzelle. *zz* Centralachsen-Gliederzellen. *rr* Randzellen. *h* Haar.

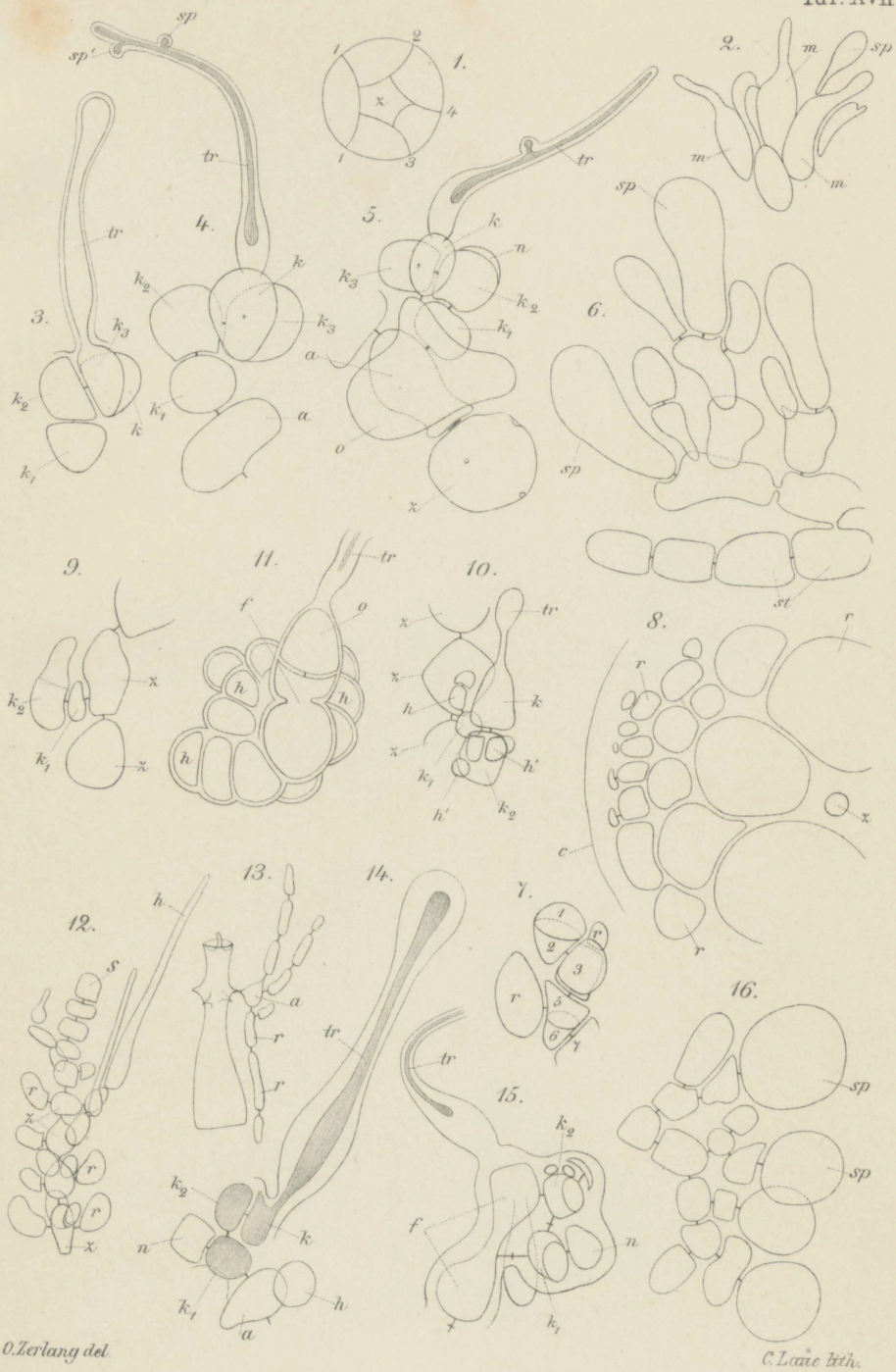
13. Jüngere Centralachsen-Gliederzelle mit einem Kurztriebe (die übrigen drei Kurztriebe sind weggelassen). Aus der Basalzelle *a* geht nach unten ein fadenförmiges Rhizoid *rr* hervor.

14. (460) Unbefruchteter Karpogonast k_1 k_2 *k*. *k* Karpogonium. *tr* Trichogyn. *n* einzelliger Nebenast der Karpogonast-Basalzelle k_1. *a* die Basalzelle des fertilen Kurztriebes, *h* einer der (hier einzelligen) Gabeläste desselben. (Der correspondirende Gabelast von *a* auf der gegenüberliegenden Seite von *k* ist fortgelassen.)

15. (460) Karpogonast nach der Befruchtung. (*h* der vorigen Figur ist hier der Deutlichkeit wegen fortgelassen.) *f* Fusionszelle, durch Fusion der befruchteten Eizelle und der Karpogonast-Tragzelle entstanden; das Trichogyn *tr* ist von der befruchteten Eizelle abgegliedert; die Zellen k_1 und k_2 haben kleine Randzellen abgeschnitten. Aus dem oberen Theile der Fusionszelle (d. i. aus der fusionirten Eizelle) ist eine Aussackung *o* als erste Anlage eines Ooblastemes hervorgesprosst.

16. (350) Stück des Gonimoblasten. *sp* Sporenmutterzellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0413-2



O. Zerlang del.

C. Laue lith.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0543-5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: 72

Autor(en)/Author(s): Zerlang Otto Ernst

Artikel/Article: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Florideen-Gattungen Wrangelia und Naccaria. 371-407