

Die Entwicklungsgeschichte von *Griffithsia corallina* (Lightf.) Ag.

Von

Harald Kylin.

Mit 1 Tafel und 11 Abbildungen im Text.

Vor einigen Jahren (1909) erschien eine Arbeit von I. F. Lewis »The Life History of *Griffithsia bornetiana*«, in welcher wir eine eingehende Besprechung über die Entwicklungsgeschichte von *Griffithsia bornetiana* sowohl in anatomischer wie in cytologischer Hinsicht finden. Beim Durchlesen dieser Arbeit schienen mir aber die geschilderten Vorgänge bei den Kernteilungen im Vergleich mit den Kernteilungsvorgängen anderer genauer untersuchter Florideen ziemlich eigentümlich, und eine Nachprüfung schien mir deshalb sehr erwünscht. Leider steht mir aber für eine solche Nachprüfung Material von *Gr. bornetiana* nicht zur Verfügung, wohl aber Material von einer anderen naheverwandten Art derselben Gattung, nämlich *Gr. corallina* (Lightf.) Ag.; ich werde im folgenden die Ergebnisse einer anatomischen und cytologischen Untersuchung dieser Alge mitteilen.

Gr. corallina ist an der schwedischen Westküste nur von einigen wenigen Lokalitäten bekannt. In der Nähe der zoologischen Station Kristineberg, wo das Material dieser Untersuchung eingesammelt worden ist, kenne ich zwei Lokalitäten, nämlich Skår und Strömmarna. An der letzteren dieser Lokalitäten, die ziemlich nahe bei Kristineberg liegt, habe ich Ende Juli dieses Jahres (1915) mein Material eingesammelt. Die Alge kommt dort aber ziemlich spärlich vor, und von den eingesammelten Exemplaren waren die meisten tetrasporangientra-

gend. Nur zwei männliche und zwei weibliche Individuen wurden erbeutet. Die tetrasporangientragenden Individuen sind demnach zahlreicher als die geschlechtlichen. Dieselbe Beobach-

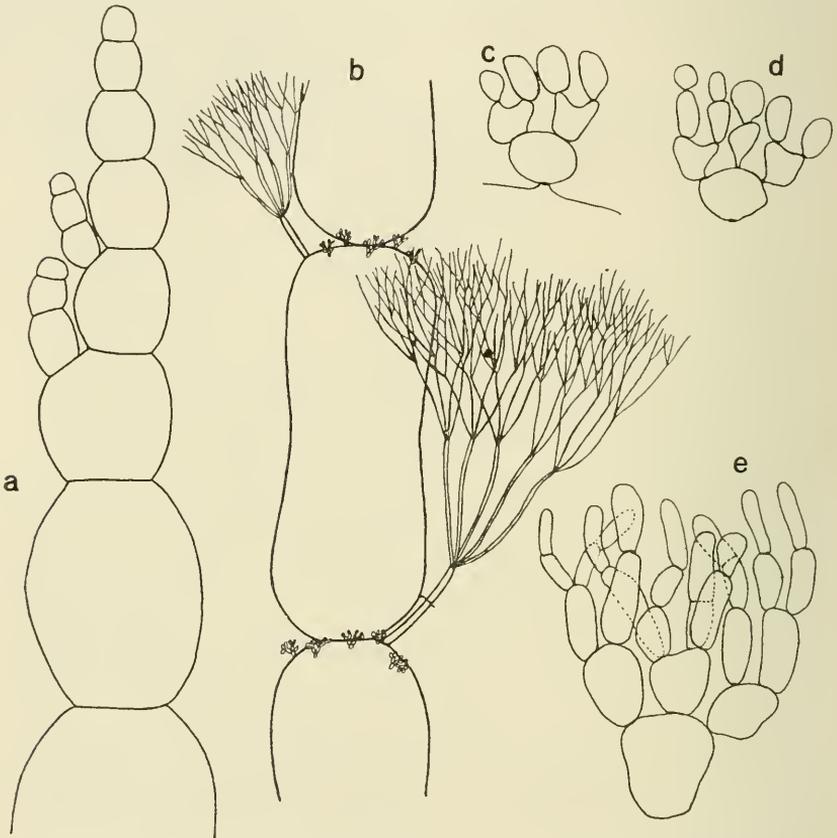


Fig. 1. a Spitze eines Langtriebes mit zwei jungen Langtrieben; b Zellen aus einem Langtriebe mit verzweigten Kurztrieben und verzweigten Haaren; c—d Junge Kurztriebe; e Kurztriebe in entwickeltem Zustande. Vergr.: a 65mal; b 30mal; c—e 520mal.

tung ist von Lewis (1909, S. 640) in bezug auf *Gr. borne-tiana* gemacht worden.

Als Fixierungsflüssigkeit wurde die schwächere Flemmingsche Lösung gebraucht, und die Thallusteile wurden darin etwa eine Stunde liegen gelassen. Die Objekte sind in 4μ

dicke Schnitte zerlegt worden. Für die Färbung habe ich Heidenhains Eisenhämatoxylinmethode benutzt. Daneben wurden die Schnitte bisweilen mit Lichtgrün gefärbt. Für die anatomische Untersuchung sind auch in der Flemmingschen Lösung fixierte und in Glycerin eingelegte Thallusteile benutzt worden.

1. Sproßaufbau.

Durch die Angaben älterer Forscher ist der anatomische Aufbau der Sprosse der *Griffithsia*-Arten schon gut bekannt und in Oltmanns Arbeit »Morphologie und Biologie der Algen«, S. 587 bis 588, finden wir neben einer guten Abbildung die wichtigsten Tatsachen in bezug auf den anatomischen Aufbau dieser Algen zusammengestellt. Mit ein paar Worten möchte ich aber den Sproßaufbau von *Gr. corallina* beleuchten.

Die Langtriebe bestehen aus Zellreihen mit sehr großen Zellen, die in den unteren Teilen des Thallus 4 bis 5 mm lang und 1 bis 2 mm breit sind. Die Verzweigung ist ziemlich spärlich. Die Seitentriebe werden immer seitlich angelegt (Fig. 1 a und 4 a), entwickeln sich aber ebenso kräftig wie die Haupt sprosse, weshalb die Sproßsysteme im Alter Gabelhabitus annehmen.

Die Zellen der Langtriebe tragen unmittelbar unter der oberen Querwand mehrere verzweigte Kurztriebe. In der Fig. 1 b bis c sind solche Kurztriebe abgebildet. Außer diesen Kurztrieben sind auch mehrzellige, kandelaberförmig verzweigte Haare vorhanden. Sie bestehen im allgemeinen aus 4 bis 5 Etagen, und sind am ehesten mit Kurztrieben vergleichbar, deren Zellen sich sehr kräftig in die Länge gestreckt haben (vgl. Fig. 1 b). Die Zellen der Langtriebe tragen ein oder mehrere solche Haare.

2. Vegetative Zell- und Kernteilungen.

Es ist bei den Florideen eine allgemeine Erscheinung, daß die älteren Zellen mehrkernig sind; die jüngeren Zellen sind dagegen typisch einkernig. Die Langtriebzellen der *Griffithsia*-Arten stellen eine Ausnahme von dieser Regel dar, indem sie schon von vornherein mehrkernig sind. Bei *Gr. bornetiana* besitzen die jungen Scheitelzellen nach Lewis (1909, S. 644),

12 bis 15 bis 50 oder sogar 75 Zellkerne, die subterminalen Zellen 100 bis 500, ältere Zellen 3000 bis 4000 Kerne.

In der Scheitelzelle eines Langtriebes bei *Gr. corallina* kündigt sich der Anfang einer Zellteilung dadurch an, daß das Protoplasma sich in dem oberen Teile der Zelle anzuhäufen beginnt (Fig. 2a). Es sammelt sich dort eine reichliche Menge Protoplasma und mehrere Kerne. Dann bildet sich an der Zell-

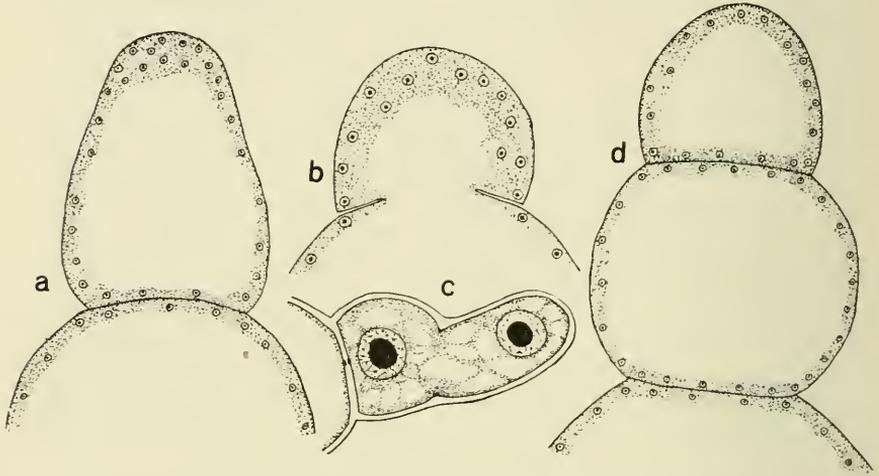


Fig. 2. a Scheitelzelle in Vorbereitung zur Zellteilung; b Scheitelzelle eines Langtriebes in Teilung; c Scheitelzelle eines Kurztriebes in Teilung; d Spitze eines Langtriebes. Vergr.: a 370mal; b 570mal; c 2000mal, d 370mal.

wand etwas unterhalb der Spitze der Zelle eine ringförmige Anschwellung (Fig. 3b), welche sich nach innen vergrößert (Fig. 2b) und schließlich eine neue Zelle abscheidet. Diese neue Zelle enthält im allgemeinen mehr als 50 Kerne. Sie vergrößert sich rasch und dabei vermehrt sich auch die Zahl der Kerne bedeutend. Die abgeschnittene Segmentzelle zeigt einen kräftigen Zuwachs und eine damit im Zusammenhang stehende große Vermehrung ihrer Kerne. Ältere Kerne besitzen mehrere tausend Zellkerne.

Die Anlagen der Kurztriebe sind immer einkernig. Die Zelle eines Langtriebes bildet in der Nähe ihrer oberen Querwand einen kleinen Auswuchs, in welchen ein Zellkern hineinwandert.

Der Auswuchs wird durch eine Zellwand von der Mutterzelle abgetrennt, und stellt dann die Anlage eines Kurztriebes dar.

In den Scheitelzellen der Kurztriebe ist die Kernteilung immer von einer Zellteilung begleitet. Die neue Querwand bildet sich in Form einer ringförmigen Wandverdickung, welche sich nach innen vergrößert und schließlich die Zelle in zwei zerlegt (Fig. 2 c). Die Zellen der Kurztriebe sind demnach primär einkernig; sie werden aber bald mehrkernig.

Die Haare entwickeln sich in derselben Weise wie die Kurztriebe. Ihre Zellen sind demnach primär einkernig, werden aber sekundär immer mehrkernig.

Die Kerne der Langtriebe sind sehr klein, nur etwa 3μ im Durchmesser. In den Scheitelzellen sind sie unbedeutend größer, etwa $3,5 \mu$. In den Zellen der Kurztriebe sind die Kerne, während die Zellen noch einkernig sind, etwa 4μ im Durchmesser, aber in den mehrkernigen Zellen nur etwa 3μ .

Im Zellkern finden wir während des Ruhestadiums einen deutlichen, ziemlich großen Nucleolus und ein Netzwerk mit mehr weniger zahlreichen, kleinen Chromatinkörnchen. Die Zahl der Chromatinkörnchen wechselt von Zelle zu Zelle. Bisweilen findet man nur wenige, dann aber etwas größere Körnchen, bisweilen sind die Körnchen sehr zahlreich, und in diesem Fall sehr klein. Wo wir nur wenige aber größere Körnchen finden, steht dies, wie ich glaube, damit im Zusammenhang, daß sich die Chromatinkörnchen unter dem Einfluß der Fixierungsflüssigkeit in Klümpchen zusammengeballt haben.

Man kann sogar beobachten, daß die ganze Chromatinmenge sich mit dem Nucleolus zusammengeballt hat, und es scheint dann, als ob der Kern des Netzwerks und der Chromatinkörnchen entbehre. Solche schlecht fixierten Kerne findet man bisweilen in den Scheitelzellen, seltener in den älteren Zellen. — Einige Ruhekerne sind auf der Tafel I, Fig. 1 und 2, abgebildet worden; die drei kleineren Kerne, Fig. 1, sind Kerne aus einer subterminalen Zelle, die zwei etwas größeren Kerne, Fig. 2, stammen aus den einkernigen Zellen eines jungen Kurztriebes. Alle Kerne sind aus einer weiblichen Pflanze. Da die Chromatinkörnchen miteinander leicht zusammengeballt werden, läßt es sich nicht sicher entscheiden, ob die Kerne der tetrasporangientragenden Pflanzen

(die diploiden Kerne) mehr Chromatinkörnchen enthalten als die der geschlechtlichen Pflanzen (die haploiden Kerne).

In den Prophasenstadien der somatischen Kernteilung findet man, daß das Kernnetz nach und nach verschwindet und die Chromatinkörnchen sich vergrößern, wobei eine Verschmelzung von mehreren wahrscheinlich auch eine Rolle spielt. In den späten Prophasenstadien enthält der Kern einen deutlichen Nucleolus und eine Anzahl Chromosomen, die sich sehr distinkt färben lassen, deren Zahl aber wegen der Kleinheit der Kerne nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist. Es ist leicht zu beobachten, daß die Kerne der tetrasporangientragenden Pflanze mehr Chromosomen enthalten als die der geschlechtlichen Pflanzen und so weit es sich bei der Untersuchung der Diakinesenstadien der Reduktionsteilung hat bestimmen lassen, ist die haploide Chromosomenzahl 20 und die diploide also 40. — In Fig. 3, Taf. I, ist eine späte Prophase eines Zellkerns aus einer weiblichen Pflanze abgebildet worden. — Zellkern und Nucleolus vergrößern sich ein wenig während der Prophasenstadien.

Beim Übergang zur Metaphase verschwindet die Kernmembran, und man sieht die Kernspindel frei in dem körnigen Cytoplasma liegen. Das Cytoplasma der Kernspindel scheint sehr homogen zu sein und die Polfasern treten nur schwach hervor. In Fig. 4 bis 6, Taf. I, sind Metaphasen-, Anaphasen- und Telo-phasenstadien der somatischen Kernteilung abgebildet worden.

Die somatischen Kernteilungen bei *Gr. corallina* verlaufen in ganz derselben Weise wie bei *Rhodomela virgata*, welche Alge ich bei einer früheren Gelegenheit untersucht habe, und nach den Angaben von Svedelius (1911) gehen die somatischen Kernteilungen bei *Delesseria sanguinea* nach demselben Schema von statten. Die Kernteilungsvorgänge bei *Poly-siphonia violacea* stimmen nach den Angaben von Yamanouchi (1906) auch mit denjenigen dieser drei Algen überein, nur in einem Punkte soll eine Verschiedenheit vorhanden sein. Nach Yamanouchi ist nämlich die Kernspindel bei *Poly-siphonia violacea* intranucleär, bei den übrigen drei Arten liegt sie aber stets frei im Cytoplasma (vgl. die Angaben von Kylin, 1914, S. 40—41). Es ist besonders bemerkenswert, daß

die haploide Chromosomenzahl aller dieser vier Florideen 20 beträgt.

Bei *Gr. bornetiana* sollen die Kernteilungsvorgänge dagegen auf eine ganz andere Weise verlaufen. Nach Lewis (1909, S. 646) ist das Chromatin während des Ruhestadiums mit dem Nucleolus zu einem Chromatinnucleolus (Karyosome) vereinigt. Nur eine geringe Menge des Chromatins kann möglicherweise in dem peripheren Netzwerk vorhanden sein. Lewis schreibt (a. a. O.): »The nuclei are throughout their history very poor in linin. The chromatin of the resting nucleus is not, therefore, distributed on a linin reticulum, but is contained in a centrally placed, homogeneous nucleolus, or karyosome. It seems possible that a small amount of chromatin is distributed on the peripheral linin network, but the bulk of it is certainly in the nucleolus«.

In den Prophasenstadien der Kernteilungen wandert nach Lewis das Chromatin aus dem Nucleolus heraus. Diese ausgewanderten Körnchen, von denen mehrere miteinander verschmelzen können, bilden sich schließlich in Chromosomen um. Lewis schreibt: »The chromatin continues to pass out of the nucleolus until the whole chromatin content is distributed through the nuclear cavity in form of granules some of which are connected with one another by linin threads. The number of these granules seems in every case examined to be more than twice the number of chromosomes, and in some instances the granules become much more numerous. The granules now approach the centre of the nucleus, at the same time becoming fewer in number, probably by the fusion of separate granules.«

Meiner Meinung nach können die Angaben von Lewis nicht richtig sein. Freilich habe ich nicht Gelegenheit gehabt, *Gr. bornetiana* zu untersuchen, ich finde es aber nicht wahrscheinlich, daß größere Verschiedenheiten in den Kernteilungen der beiden *Griffithsia*-Arten, *Gr. bornetiana* und *Gr. corallina*, vorhanden sind. In diesem Zusammenhang will ich darauf hinweisen, daß die Kernteilungsvorgänge bei *Gr. corallina* vollkommen mit denen zweier anderer Florideen, *Delesseria sanguinea* und *Rhodomela virgata*, übereinstimmen. Die in mehreren Hinsichten merkwürdigen Angaben von Lewis

beruhen wahrscheinlich darauf, daß die Zellkerne bei *Gr. bor-netiana* den Fixierungsflüssigkeiten gegenüber sehr empfindlich sind, und deshalb schlecht fixiert werden. Es kann auch bei *Gr. corallina* passieren, daß die Kerne schlecht fixiert werden, und sie können dann ein Aussehen bekommen, welches mit den von Lewis gegebenen Abbildungen übereinstimmt.

Lewis behauptet (1909, S. 648), daß die haploide Chromosomenzahl bei *Gr. bor-netiana* 7 sei. Es scheint mir aber unwahrscheinlich, daß Lewis wegen der schlechten Fixierung seines Materials die Chromosomenzahl nicht bestimmen konnte. *Gr. corallina* besitzt 20 haploide Chromosomen, und ebenso viele kommen bei den näher untersuchten Florideen *Polysiphonia violacea*, *Delesseria sanguinea*, *Nitophyllum punctatum* und *Rhodomela virgata* vor. Nach Wolfe (1904) besitzt *Nemalion* wahrscheinlich acht haploide Chromosomen, doch ist hierbei zu bemerken, daß *Nemalion* der Tetrasporen entbehrt, und demnach in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht einer ganz anderen Reihe angehört, als die übrigen hier erwähnten Florideen, bei welchen Tetrasporen vorkommen.

Nach Lewis (1909, S. 646) ist die Kernspindel bei *Gr. bor-netiana* intranucleär, bei *Gr. corallina* liegt sie aber, soweit ich habe finden können, immer frei im Cytoplasma

Schließlich möchte ich auch erwähnen, daß die Kernteilungen in den mehrkernigen Zellen bei *Gr. corallina* annähernd gleichzeitig stattfinden, oder wenigstens teilen sich diejenigen Kerne, die in der Nähe voneinander liegen, gleichzeitig. Diese Erscheinung ist auch von Lewis (1909, S. 645) in bezug auf *Gr. bor-netiana* beobachtet.

3. Die Entwicklung der Prokarprien bis zur Befruchtungsreife.

Es bietet keine besonderen Schwierigkeiten dar, die Entwicklung der Prokarprien der *Griffithsia*-Arten zu verfolgen, und zu dem, was in der Literatur schon bekannt ist, ist nur wenig Neues hinzuzufügen. Die ältesten Angaben sind von Nägeli (1861, S. 396) gemacht worden. Dann sind die Prokarprien von Janczewski (1876, S. 122), Farlow (1879, S. 132),

Schmitz (1883, S. 236), Smith (1896, S. 35), Phillips (1897, S. 357) und jüngst von Lewis (1909, S. 656) untersucht worden.

Die Anlage eines weiblichen Kurztriebes besteht aus einer kleinen, mehrkernigen Zelle, die von der Scheitelzelle eines Langtriebes abgespalten wird (Fig. 3 a). Diese Anlage wird aber bald dadurch seitlich verschoben, daß ihre Mutterzelle eine neue, vegetative Zelle hervortreibt (Fig. 3 b und 4 a), welche sich in die Richtung des Langtriebes einstellt (Fig. 3 c). Dann scheidet

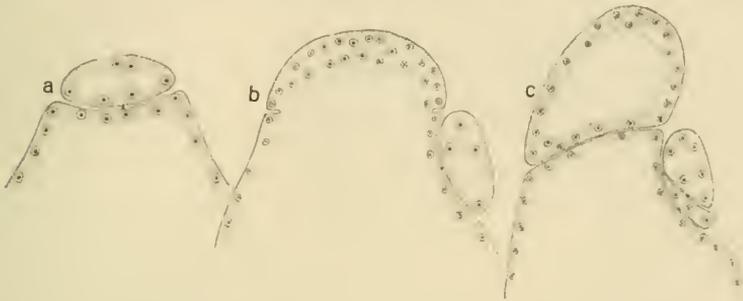


Fig. 3. a Spitze eines Langtriebes mit der Anlage eines weiblichen Kurztriebes; b Die Anlage des weiblichen Kurztriebes zur Seite geschoben; c Der weibliche Kurztrieb ist zweizellig. Vergr.: a 390mal; b 430mal; c 390mal.

die Anlage des weiblichen Kurztriebes nach unten zwei Segmentzellen ab, und der Kurztrieb ist jetzt aus drei Zellen zusammengesetzt. Diese Zellen nenne ich, von unten nach oben gerechnet, die erste, zweite und dritte Zentralzelle (Fig. 4 b).

Die dritte Zentralzelle teilt sich in allgemeinen nicht weiter nur selten spaltet sie nach oben eine kleine Zelle ab. Die zweite Zentralzelle stellt die fertile Zentralzelle dar. Von der ersten Zentralzelle entwickeln sich nach der Befruchtung des Karpogons die Schutzzellen.

Die fertile Zentralzelle bildet drei Perizentralzellen; zuerst eine nach hinten (Fig. 4 c), dann je eine nach rechts und links. Die erstere teilt sich im allgemeinen nicht mehr, die beiden anderen scheiden dagegen je eine Zelle ab (Fig. 4 d). Die fertile Zentralzelle trägt demnach jetzt drei Ästchen, ein einzelliges nach hinten, rechts und links je ein zweizelliges. Die Karpogon-

äste entwickeln sich von den Basalzellen der zweizelligen Ästchen, die demnach die Tragzellen der Karpogonäste darstellen (Fig. 4 e).

Die Karpogonäste entwickeln sich in folgender Weise. Die Tragzelle scheidet schief nach unten und innen eine Zelle ab (vgl. Fig. 4 e), die rasch an Größe zuwächst, drei Segmentzellen bildet, und demnach ein vierzelliges Ästchen, den Karpogonast, erzeugt. Dieses Ästchen krümmt sich längs seiner Tragzelle nach oben und außen; die Scheitelzelle entwickelt sich zum Karpogon, welches in entwickeltem Zustande eine lange dünne, nach außen gerichtete Trichogyne trägt.

In Fig. 4 f ist ein befruchtungsreifes Prokarp, von der Seite gesehen, abgebildet worden. Jeder weibliche Kurztrieb trägt zwei Prokarp, was aus der Fig. 4 g zu sehen ist.

Die weiblichen Kurztriebe werden bei *Gr. bornetiana* in derselben Weise wie bei *Gr. corallina* angelegt, und bestehen bei beiden Arten aus drei zentralen Zellen. Die fertile (zweite) Zentralzelle scheidet aber bei *Gr. bornetiana*, nach den Angaben von Smith (1896) und Lewis (1909) zu urteilen, nur zwei perizentrale Zellen ab, die den lateralen Perizentralzellen bei *Gr. corallina* entsprechen. Jede dieser Zellen kann dann eine neue Zelle abscheiden, und die fertile Zentralzelle trägt demnach bei *Gr. bornetiana* zwei zweizellige (oder bisweilen einzellige) Seitenäste. Das dorsale, einzellige Ästchen, welches bei *Gr. corallina* vorkommt, fehlt bei *Gr. bornetiana*. Nach einer Angabe von Farlow (1879, S. 132) scheint aber dieses dorsale Ästchen bisweilen auch bei *Gr. bornetiana* vorhanden zu sein.

Nur die eine der beiden Perizentralzellen entwickelt bei *Gr. bornetiana* einen Karpogonast. Der weibliche Kurztrieb trägt demnach bei *Gr. bornetiana* nur ein Prokarp, bei *Gr. corallina* dagegen zwei.

Es erübrigt noch, die Kernverhältnisse der weiblichen Kurztriebe bei *Gr. corallina* mit einigen Worten zu besprechen. Wie schon oben erwähnt, ist die Anlage des weiblichen Kurztriebes schon von vornherein mehrkernig. Aus dieser Anlage entstehen in erster Linie die drei Zentralzellen; auch diese sind von vornherein mehrkernig. Die von der fertilen Zentralzelle gebildeten Perizentralzellen sind von Anfang an

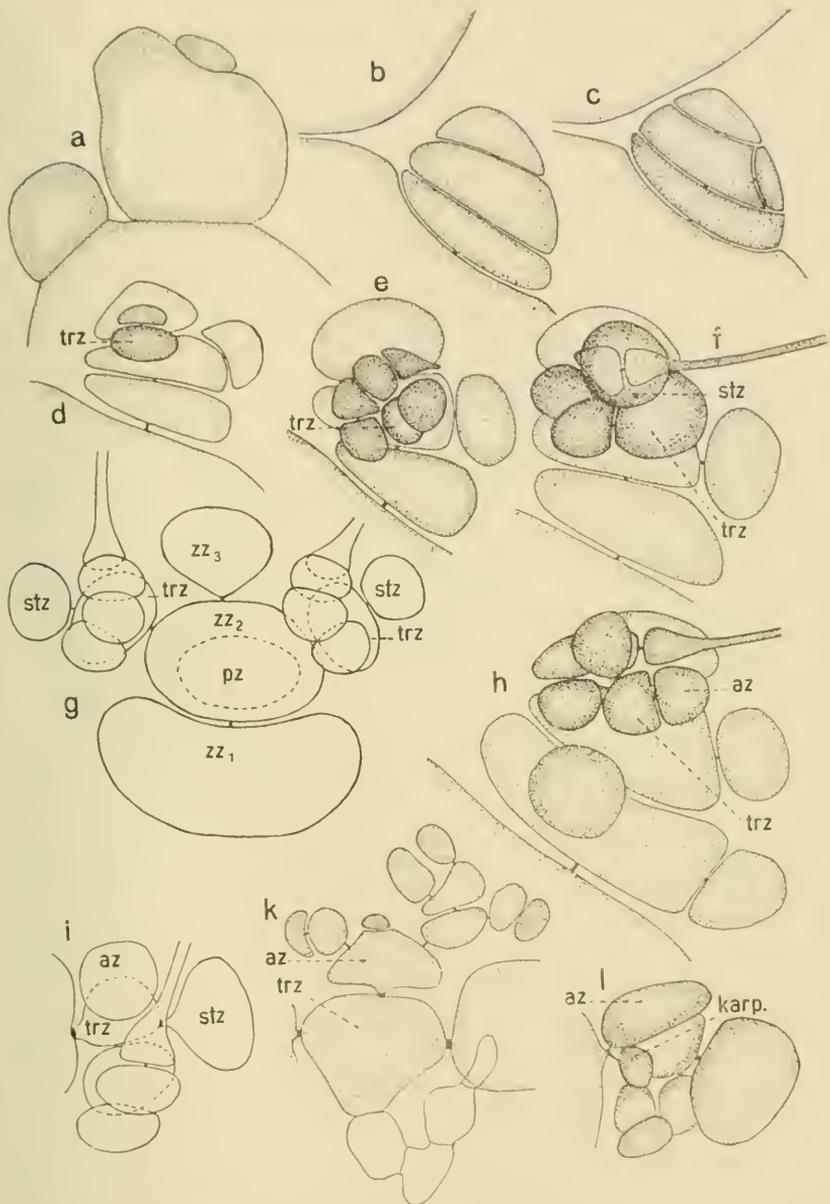


Fig. 4. Die Entwicklung des Prokarps und die Gonimoblasten. a Scheitelzelle mit der Anlage eines weiblichen Kurztriebes, die subterminale Zelle trägt eine Anlage eines Langtriebes; b—d Entwicklungsstadien des weiblichen Kurztriebes; e Tragzelle (trz) mit vierzelligem Karpogonast; f Befruchtungsreifes Procarp von der Seite; g Dasselbe von innen; h Befruchtetes Procarp, Auxiliarzelle (az) ist abgespalten; i Dasselbe von innen; k Junger Gonimoblast; l Karpogon und Auxiliarzelle in Verbindung miteinander; zz Zentralzelle; pz Pericentralzelle; stz sterile Zelle. Vergr.: a 220mal; b—l 570mal.

einkernig, doch scheint es mir nicht ausgeschlossen zu sein, daß sie in Ausnahmefällen schon von Anfang an zweikernig sein können. Unter allen Umständen werden sie aber sehr bald mehrkernig. Die Zellen des Karpogonastes sind alle in jüngeren Entwicklungsstadien einkernig, die erste Zelle (die unterste) wird aber bald mehrkernig, die zweite Zelle wird im allgemeinen vierkernig und die dritte zweikernig.

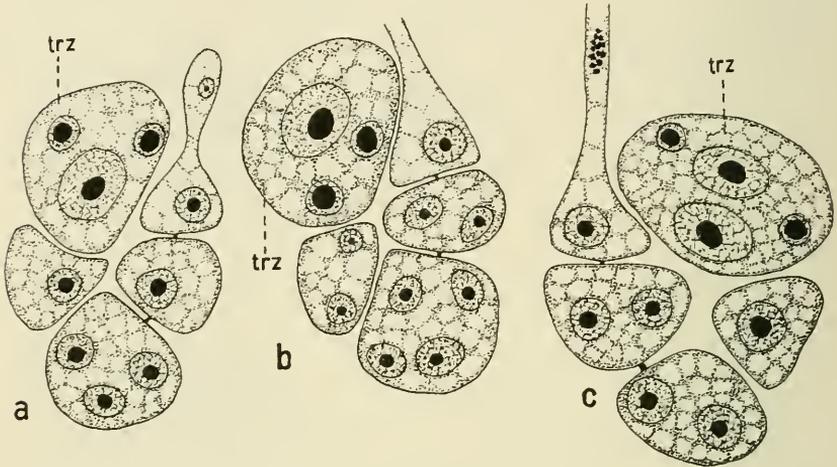


Fig. 5. a Junges Prokarp; b Befruchtungsreifes Prokarp; c Prokarp mit männlichem Kern im unteren Teil der Trichogyne. Verg.: 1200 mal.

Die vierte Zelle des Karpogonastes entwickelt sich zum Karpogon. Dieses enthält anfänglich nur einen Kern, den primären Karpogonkern. Wenn sich aber die Trichogyne zu entwickeln beginnt, teilt er sich und erzeugt zwei neue Kerne. Von diesen wandert der eine in die Trichogyne hinauf und stellt den Trichogynkern dar, der andere, welcher im Karpogone liegen bleibt, ist der definitive Karpogonkern oder der Eikern (Fig. 5 a). Der Trichogynkern, der kleiner als der Eikern ist, wird bald aufgelöst, und die ausgebildete Trichogyne scheint kernlos zu sein.

Das Karpogon der Florideen scheint oft zweikernig zu sein. Die Zweikernigkeit wurde zuerst von Davis (1896) bei *Batrachospermum* nachgewiesen. Dann beobachtete Wolfe die Zweikernigkeit bei *Nemalion*, und später ist dieselbe Er-

scheinung von Yamanouchi für *Polysiphonia violacea*, von Svedelius für *Delesseria sanguinea* und von Kylin für *Rhodomela virgata* beschrieben worden. Dagegen hat Lewis nicht entscheiden können, ob das Karpogon bei *Gr. bornetiana* zweikernig ist oder nicht.

Schon oben wurde erwähnt, daß die Tragzelle des Karpogonastes bei *Gr. corallina* anfänglich einkernig ist, daß sie aber bald mehrkernig wird. Von den Kernen vergrößert sich dann aber einer sehr bedeutend, die übrigen bleiben dagegen klein und scheinen schließlich zu degenerieren. In der Tragzelle des befruchtungsreifen Prokarps findet man deshalb einen großen und mehrere kleine Zellkerne (Fig. 5 b). Bei *Gr. bornetiana* sind nach den Angaben von Lewis in den Tragzellen des befruchtungsreifen Prokarps ebenfalls ein großer und mehrere kleine Zellkerne vorhanden.

4. Die Entwicklung des Prokarps nach der Befruchtung.

Die Befruchtung ruft eine weitere Entwicklung des Prokarps hervor. Ein Befruchtungsstadium ist in Fig. 5 c abgebildet; man sieht eben den männlichen Kern im unteren Teile der Trichogyne. Eine Kernmembran scheint zu fehlen, und der Kern besteht aus mehreren Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben. Diese Körnchen sind schon im Kern des reifen Spermatiums vorhanden (vgl. näher S. 114). Befruchtungsstadien, die mit den von mir für *Gr. corallina* abgebildeten übereinstimmen, sind von Yamanouchi (1906, Taf. 24, Fig. 108) für *Polysiphonia violacea* und von Svedelius (1914, Fig. 16) für *Delesseria sanguinea* abgebildet worden.

In Fig. 5 c beobachtet man, daß die Tragzelle des Karpogonastes zwei große Zellkerne enthält. Dies deutet darauf hin, daß eine Kernteilung stattgefunden hat. Diese Kernteilung, die mit der Befruchtung im Zusammenhang steht, tritt nie ein wenn die Befruchtung ausbleibt. Nach der Kernteilung scheidet die Tragzelle eine neue Zelle ab. Diese neue Zelle stellt die Auxiliarzelle dar (Fig. 4 h und 4 i). Die Tragzelle ist demnach Auxiliarmutterzelle; die Auxiliarzelle wird aber erst nach der Befruchtung abgeschieden.

Nach dem Abscheiden der Auxiliarzelle entsteht eine Ver-

bindung zwischen dieser Zelle und dem Karpogon. Diese Verbindung ist in der Fig. 41 abgebildet worden. Wie man sieht, ist das Karpogon ungeteilt und die Verbindung bildet sich dadurch, daß die Wand zwischen dem Karpogon und der Auxiliarzelle aufgelöst wird. Durch die so gebildete Öffnung kann ein der Befruchtung zufolge entstandener, diploider Sporophytenkern von dem Karpogon nach der Auxiliarzelle hinüberwandern.

Die Fusion zwischen Karpogon und Auxiliarzelle findet demnach bei *Gr. corallina* auf dieselbe Weise wie bei *Rodomela virgata* statt (vgl. Kylin, 1914, S. 48). Bei dieser Alge konnte ich aber nachweisen, daß sich der befruchtete Eikern schon im Karpogon zu teilen begann. Es ist wahrscheinlich, daß sich *Gr. corallina* in dieser Hinsicht wie *Rhomomela* verhält; ich habe dies aber nicht beobachtet. In bezug auf Literaturangaben möchte ich auf meine frühere Arbeit hinweisen.

Das Abscheiden der Auxiliarzelle und die Verbindung derselben mit dem Karpogon bei *Gr. corallina* sind schon in vollkommen richtiger Weise von Phillips (1897) beschrieben und abgebildet worden.

Gr. bornetiana unterscheidet sich nach den Angaben von Lewis von *Gr. corallina* in bezug auf die Bildung der Auxiliarzelle. Die Tragzelle des Karpogonastes soll nämlich bei *Gr. bornetiana* keine besondere Auxiliarzelle abscheiden, sondern selbst als solche dienen, und das Karpogon würde demnach mit der Tragzelle, nicht mit einer nach der Befruchtung besonders abgespalteten Auxiliarzelle fusionieren. Eine Bestätigung scheint mir aber notwendig, ehe man diese Angaben als richtig anerkennen kann; die Abbildungen von Lewis erlauben keine sicheren Schlußfolgerungen.

5. Die Entwicklung der Cystokarprien.

Jeder weibliche Kurztrieb trägt, wie schon oben erwähnt wurde, zwei Prokarprien. Diese können beide befruchtet werden und beide können auch Gonimoblasten entwickeln. Der Kurztrieb trägt dann zwei Gonimoblasten. Nicht selten beobachtet man aber, daß nur das eine der Prokarprien befruchtet wird und sich weiter zu einem Gonimoblasten entwickelt.

Nach dem Hinüberwandern des Sporophytenkerns von dem Karpogon zur Auxiliarzelle degeneriert der Karpogonast, seine Zellen werden nach und nach aufgelöst und verschwinden

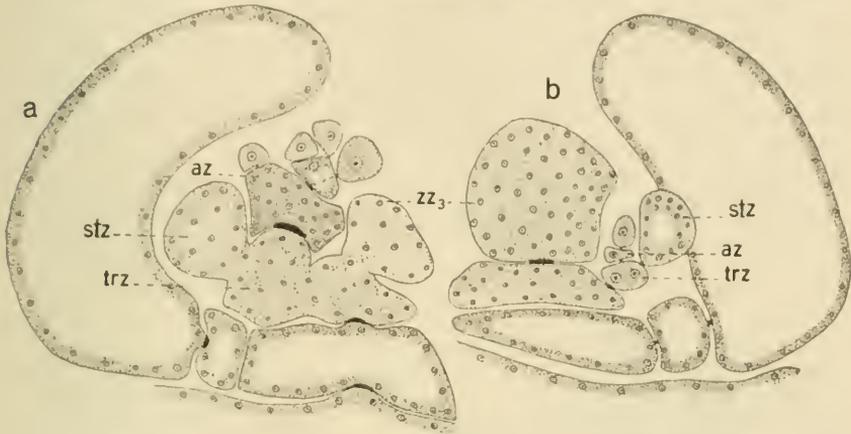


Fig. 6. Junge Gonimoblasten; in b ist die erste Teilung der Auxiliarzelle von statten gegangen. Vergr.: 370mal. (Vgl. mit Fig. 4).

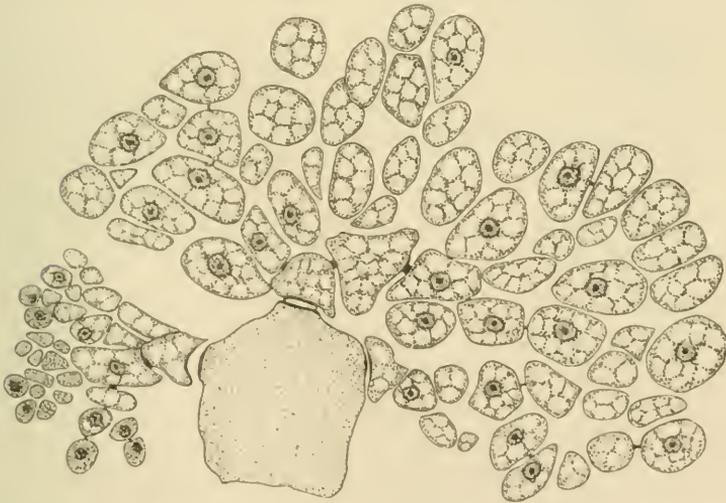


Fig. 7. Auxiliarzelle mit drei Gonimoloben. Vergr.: 240mal.

schließlich vollkommen. Die Auxiliarzelle schickt sich dagegen zur Teilung an, und in Fig. 6 b sehen wir, daß die erste Teilung stattgefunden hat. Diese neue Zelle stellt die Anlage eines

Gonimoloben dar. Sie teilt sich schnell weiter und erzeugt ein Zweigbüschelchen, dessen meiste Zellen sich zu Karposporen umbilden (Fig. 4 k, 6 a und 7). Nur die untersten Zellen bleiben steril.

Wie aus den Abbildungen Fig. 6 a und 4 k hervorgeht, fährt die Auxiliarzelle fort, neue Zellen abzuschneiden. Jede dieser Zellen stellt die Anlage eines Gonimoloben dar, und der Gonimoblast wird schließlich von mehreren Gonimoloben zusammengesetzt (vgl. Fig. 7).

Die Karposporen sind immer einkernig. Sie enthalten eine reichliche Menge Florideenstärke, aber nur verhältnismäßig geringe Mengen protoplasmatischer Bestandteile.

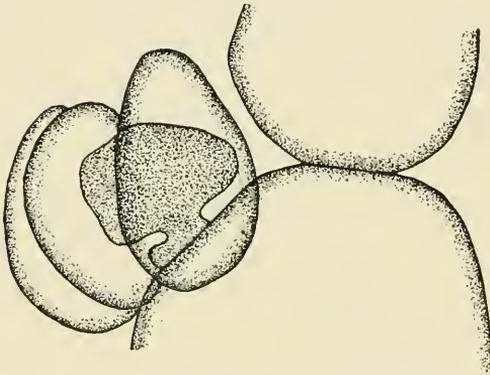


Fig. 8. Gonimoblast mit Schutzzellen.
Vergr.: 100mal.

Während der Entwicklung des Gonimoblasten vergrößern sich alle Zellen des weiblichen Kurztriebes sehr bedeutend. Die Tüpfelverbindung zwischen der fertilen Zentralzelle und der Tragzelle wird erweitert und die beiden Zellen verschmelzen schließlich beinahe

miteinander. Ebenso werden die Tüpfelverbindungen zwischen der Tragzelle und ihrer sterilen Seitenzelle, und zwischen der dritten und der zweiten (der fertilen) Zentralzelle erweitert, dann zwischen der zweiten und der ersten Zentralzelle, und zwischen der ersten Zentralzelle und derjenigen Zelle des Langtriebes, welche den weiblichen Kurztrieb trägt. Diese vergrößerten Verbindungen zielen selbstverständlich darauf ab, den in Entwicklung begriffenen Gonimoblasten mit reichlicher Nahrung zu versehen. — Alle erwähnten Zellen sind mit einer reichlichen Menge kleiner Zellkerne versehen.

In demselben Maße wie die oben erwähnten Zellen vergrößert sich auch die Auxiliarzelle und füllt sich mit einem besonders reichen Inhalt. Sie wird ebenfalls mehrkernig; die

Kerne stammen von dem eingewanderten Sporophytenkern her. Die Tüpfelverbindung mit der Tragzelle erweitert sich nach und nach, und die Auxiliarzelle verschmilzt schließlich mehr oder weniger vollständig mit der Tragzelle.

Unmittelbar nach der Befruchtung beginnen die Schutzzellen sich zu entwickeln. Sie werden von der ersten Zentralzelle (der Basalzelle) des weiblichen Kurztriebes ausgebildet und bestehen aus zwei Zellen, einer unteren kleineren, und einer oberen größeren. Die obere Zelle ist die eigentliche Schutzzelle, die untere stellt eine Verbindungszelle zwischen der Schutzzelle und der Basalzelle des Kurztriebes dar (vgl. Fig. 6). Im allgemeinen sind 5 bis 7 Schutzzellen vorhanden.

6. Die Entwicklung der Spermarien.

Die Spermarien werden an besonderen reich verzweigten Zweigbüschelchen ausgebildet, die in großer Menge zwischen zwei Langtriebzellen zusammengedrängt sitzen. Sie werden von einer Langtriebzelle in derselben Weise wie ein steriler Kurztrieb ausgebildet. Die unteren Zellen der männlichen Kurztriebe sind mehrkernig, die oberen dagegen einkernig.

Die Scheitelzellen des entwickelten männlichen Kurztriebes (Fig. 9) stellen die Spermarienmutterzellen dar, welche 2 bis 3 Spermarien abschnüren.

Auf der Taf. I, Fig. 7, habe ich eine Spermarienmutterzelle mit zwei Spermarien abgebildet.

Das obere der beiden Spermarien ist noch nicht reif, das untere dagegen reif. Im unreifen Spermarium befindet sich der Kern im Ruhestadium. Man beobachtet ein Kernnetz mit Chromatin-

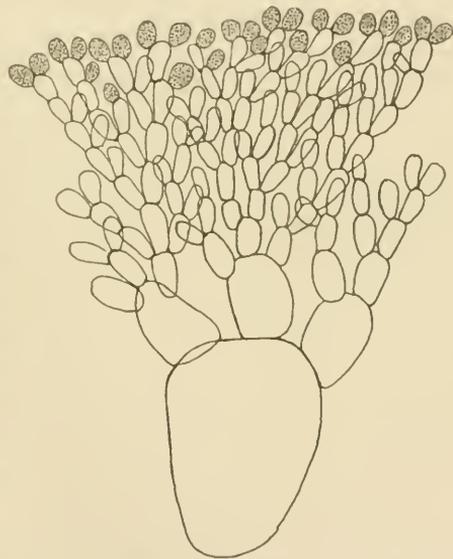


Fig. 9. Zweigbüschelchen mit Spermarien. Vergr.: 780mal.

körnchen und einem kleinen Nucleolus; der Kern liegt im oberen Teil des Spermatangiums. Bald treten aber Veränderungen im Aussehen des Kerns ein, und es scheint, als ob der Kern sich zu einer Kernteilung anschickte. Der Kern scheint die früheren Prophasenstadien, die zu einer Teilung gehören, durchzumachen, bleibt aber auf einem späteren Prophasenstadium stehen, und tritt nicht in die Metaphase ein. Das Spermatium ist jetzt fertig, entlassen zu werden. Der Kern liegt noch im oberen Teil des Spermatangiums, in dessen unterem Teil wir eine Vakuole finden.

Die Entlassung findet dadurch statt, daß die Wand des Spermatangiums oben zerquillt, und daß der ganze Inhalt durch das so gebildete Loch als eine nackte Protoplasmamasse austritt. Nach der Entlassung rundet sich das Spermatium ab und wird mit einer dünnen Zellwand umgeben.

In Fig. 8, Taf. I, ist ein entlassenes Spermatium abgebildet worden. Der Kern zeigt in diesem Stadium eine Menge Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben, und deshalb sehr deutlich hervortreten. Sie sind durch sehr zarte Fäden miteinander verbunden. Die Zahl der Körnchen ist wegen der Kleinheit des Kerns nicht sicher bestimmbar; sie beträgt aber etwa 20, die haploide Chromosomenzahl. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese Körnchen Chromosomen darstellen, welche während derjenigen Prophasenstadien auftreten, die der Spermatienkern durchmacht, bevor das Spermatium zur Reife gelangt. Die Körnchen sind im Spermatienkern, während dieser die Trichogyne durchwandert, noch zu sehen (Fig. 5c).

Die Spermastien entwickeln sich bei *Gr. corallina* in vollkommen derselben Weise wie bei *Rhodomela virgata*, deren Spermastienentwicklung ich bei einer früheren Gelegenheit beschrieben habe. In bezug auf Literaturangaben verweise ich auf meine frühere Arbeit über *Rhodomela virgata*.

Bei einigen Florideen sollen die Spermastien, nachdem sie sich an die Trichogyne angeklebt haben, zweikernig werden, während sie aber im Moment der Entlassung aus dem Spermatangium immer einkernig sind. Einschlägige Angaben werden von Schmidle (1899) in bezug auf *Batrachospermum* und von Wolfe (1904) in bezug auf *Nemalion* gegeben. Nach Yamanouchi (1906) findet aber bei *Polysiphonia* eine solche

Teilung des Spermienkerns nicht statt, und soweit ich habe finden können, verhält sich *Gr. corallina* in dieser Beziehung wie *Polysiphonia*. Oben ist aber darauf hingewiesen worden, daß es scheint, als ob der Spermienkern bei *Griffithsia* sich zu einer Kernteilung anschickte, daß er aber auf einem späteren Prophasenstadium stehen bleibt. Die Kerne der Spermien bei den näher untersuchten Florideen *Polysiphonia*, *Delesseria* und *Rhodomela* verhalten sich in dieser Beziehung wie *Griffithsia*. Es scheint also, als ob die Teilung des Spermienkerns, die bei den niedrigeren Florideen (*Batrachospermum* und *Nemalion*) stattfinden, bei den höheren nur in Form einiger Prophasenstadien angedeutet, nicht aber durchgeführt wird. Es möge indessen erwähnt werden, daß eine Kernteilung in den entlassenen Spermien bei *Batrachospermum* und *Nemalion* nicht von allen Forschern beobachtet worden ist (vgl. die Angaben von Kurssanow, 1909, S. 315). Die Kernteilungen treten vielleicht nicht so regelmäßig ein, vielleicht sind sie von diesen Forschern übersehen worden. Nach den Abbildungen von Schmidle und Wolfe scheint es mir aber sichergestellt, daß eine Kernteilung im Spermium wenigstens unter gewissen Bedingungen auftreten kann.

Die cytologischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Spermien bei *Gr. bornetiana* sind von Lewis nicht beschrieben worden. In anatomischer Hinsicht gibt es einige Verschiedenheiten, indem die männlichen Kurztriebe bei *Gr. bornetiana* viel schwächer entwickelt werden als bei *Gr. corallina*. Bei jener Art werden männliche Kurztriebe nur von den Scheitelzellen der Langtriebe ausgebildet, bei dieser dagegen von den etwas älteren Zellen der Langtriebe.

7. Die Entwicklung der Tetrasporen.

Die Tetrasporangien entwickeln sich in folgender Weise. Am oberen Rande einer Langtriebzelle bildet sich ein kleiner Auswuchs, in den ein Zellkern hineinwandert, und welcher dann von seiner Mutterzelle durch eine Zellwand abgeschieden wird. Die Zelle stellt die Tragzelle der Tetrasporangien dar (Fig. 10a). Die Tragzelle scheidet mehrere Zellen ab, und jede dieser Zellen entwickelt sich zu einem Tetrasporangium (Fig. 10b und 10c).

Die Tetrasporangien sind immer von vornherein einkernig; die Tragzelle, die auch anfänglich einkernig ist, wird später mehrkernig.

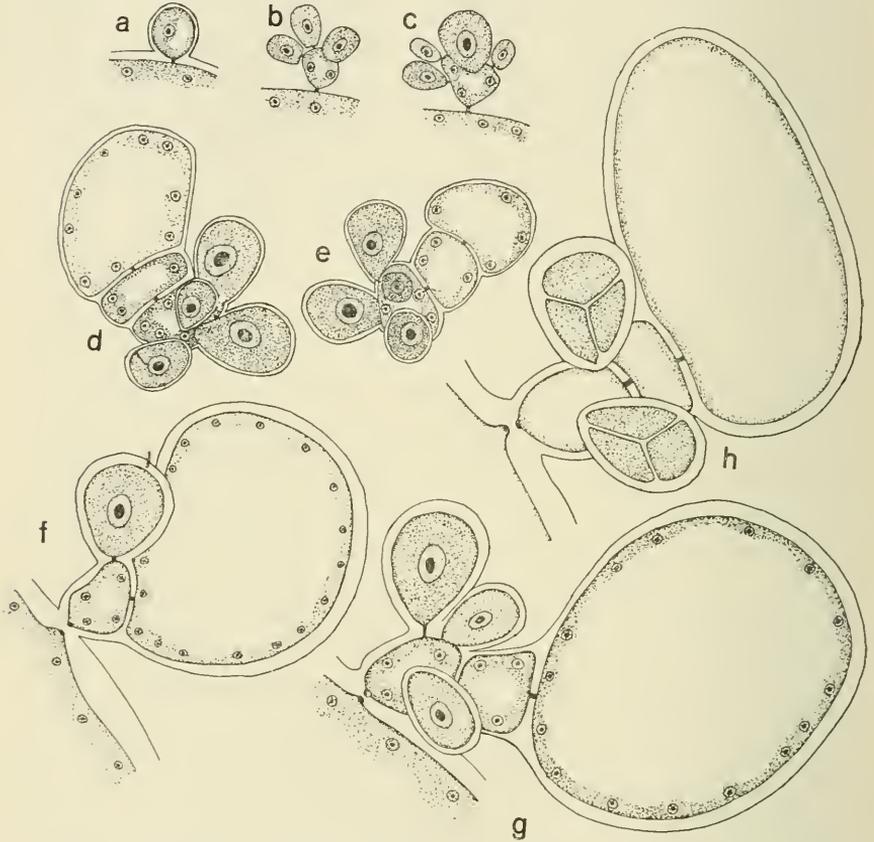


Fig. 10. Entwicklungsstadien der Tetrasporangien. Vergr.: a—g 520mal; h 370mal.

Die tetrasporangientragenden Langtriebzellen entwickeln eine große Menge Tragzellen, jede Tragzelle mehrere Tetrasporangien, und diese bilden dann einen dichten Ring zwischen zwei Langtriebzellen. Um diesen Tetrasporangienring von außen zu schützen, werden besondere Schutzzellen ausgebildet. Von den Tragzellen, die am Rande des Tetrasporangienrings sitzen, wird eine sterile Zelle abgeschieden. Diese teilt sich in zwei Zellen, von denen die obere sich sehr stark vergrößert und eine Schutz-

zelle darstellt (Fig. 10 d, e, g, h). Bisweilen entwickelt sich die sterile Zelle, ohne vorher geteilt zu werden, zu einer Schutz- zelle (Fig. 10 f).

Die Tetrasporangien bei *Gr. bornetiana* werden nach der Beschreibung von Lewis in derselben Weise gebildet wie bei *Gr. corallina*. Schutzzellen sind auch bei *Gr. bornetiana* vorhanden, sie werden aber nach Lewis von der Langtriebzelle, nicht von der Tragzelle der Tetrasporangien gebildet.

Der primäre Tetrasporangienkern (Taf. I, Fig. 9) besitzt wie die übrigen Zellkerne der Tetrasporenpflanze einen deutlichen Nucleolus und ein Netzwerk mit zahlreichen kleinen Chromatinkörnchen. Der Kern verharrt aber nicht lange im Ruhestadium, sondern tritt bald in die Prophasenstadien einer Teilung ein, Prophasenstadien, die sich indessen von denen der somatischen Teilungen durchaus unterscheiden. Man beobachtet, wie ein Teil der Chromatinkörnchen sich vergrößert, wie aber gleichzeitig einige Fäden des Kernnetzes sich verdicken, während andere zu verschwinden scheinen. In Fig. 10, Taf. I, ist ein solches frühes Prophasenstadium abgebildet worden. Der Kern tritt bald in ein typisches Spiremstadium ein, und im Kern findet man jetzt einen deutlichen Nucleolus und einen Knäuel von gleichmäßig dicken Fäden, die den ganzen Kernraum durchsetzen. Während dieser Stadien hat sich der Kern stetig vergrößert. Die Größe ist jetzt etwa 7μ ; anfängliche Größe etwa 4μ .

Von jetzt an erhält man aber keine guten Bilder der Veränderungen, die im Tetrasporangienkern während der späteren Prophasenstadien stattfinden. Oft beobachtet man im Kern einen großen, sehr stark gefärbten Nucleolus, bisweilen ist der Nucleolus nicht gleichmäßig stark gefärbt, sondern es treten in wechselnder Anzahl Anhäufungen auf, die sich stärker färben als die übrigen Teile des Nucleolus. Der Kern scheint oft nicht mehr als den stark gefärbten Nucleolus zu enthalten. Ich erkläre diese Erscheinung auf folgende Weise. Die späteren Prophasenstadien, oder näher bestimmt diejenigen Stadien, die zwischen dem Spiremstadium und der Diakinese liegen, und etwa den Strepsinemastadien entsprechen würden, sind der Fixierungsflüssigkeit gegenüber sehr empfindlich und werden

deshalb leicht zerstört. Der Kerninhalt zieht sich während der Fixierung um den Nucleolus herum zusammen und verursacht, daß der Nucleolus den Farbstoff besonders lebhaft anzuspeichern scheint. Wird der Inhalt auf den Nucleolus ungleichmäßig verteilt, so scheint es in den gefärbten Präparaten, als ob der Nucleolus mehrere besonders hervortretende Anhäufungen einschloesse.

Die Zwischenstadien zwischen dem Spiremstadium und der Diakinese habe ich demnach nicht untersuchen können, ich glaube aber, daß bei *Gr. corallina* in ähnlicher Weise wie bei *Polysiphonia violacea* (nach Yamanouchi) und *Rhodomela virgata* (nach Kylin) eine Art Strepsinemastadium vorhanden ist.

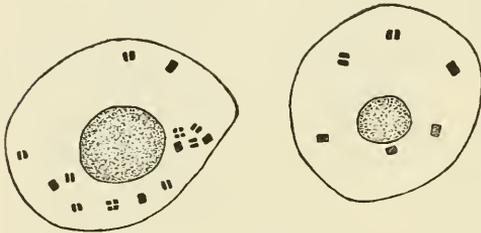


Fig. 11. Tetrasporangienkern im Diakinesenstadium. Beide Abbildungen gehören demselben Kerne. Die 20 Doppelchromosomen sind zu sehen. Vergr.: 3000mal.

Kern ist in der Diakinese etwa 8 bis 9 μ im Durchmesser, in der Längsrichtung des Tetrasporangiums gestreckt. Er enthält einen großen, nicht besonders stark färbbaren Nucleolus und daneben Doppelchromosomen, die in deutlichen Paaren, nicht selten auch in Vierergruppen angeordnet liegen (Taf. I, Fig. 11). Die Zahl der Doppelchromosomen ist 20, soweit ich sie habe sicher bestimmen können (Fig. 11). — Der Kern ist auch in der Diakinese der Fixierflüssigkeit gegenüber ziemlich empfindlich, und man beobachtet oft, daß mehrere (oder sogar alle) Doppelchromosomen auf dem Nucleolus oder in der Nähe desselben zusammengeballt sind.

Nach der Diakinese wird die Kernmembran aufgelöst und eine Kernspindel, die heterotypische Spindel, wird gebildet. In der Fig. 13, Taf. I ist eine solche in der Metaphase abgebildet worden. Die Spindel ist im Vergleich mit der Größe des Kerns während der Diakinese ziemlich klein (vgl. Taf. I, Fig. 12 und 13) und ist von einem körnigen Pro-

toplasma umgeben. Die Längsrichtung der Spindel fällt mit der des Tetrasporangiums zusammen.

Die Telophase der heterotypischen Teilung ist in Fig. 14, Taf. I abgebildet worden. Die beiden Tochterkerne teilen sich sofort aufs neue. Dies ist die homöotypische Teilung. Die beiden Kernspindeln, die während dieser Teilung auftreten, liegen senkrecht gegen einander. In Fig. 15, Taf. I ist die Telophase der homöotypischen Teilung abgebildet worden.

Nach der homöotypischen Teilung gehen die neugebildeten vier Kerne in das Rubestadium über, und das Plasma beginnt sich tetraedrisch in vier Teile zu spalten.

Während der Diakinese, der heterotypischen und homöotypischen Teilung treten im Plasma des Tetrasporangiums Körnchen auf, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben. Diese Körnchen sind meiner Meinung nach eiweißartiger Natur¹ und spielen in irgendeiner Weise eine ernährungsphysiologische Rolle. Solche Körnchen treten auch bei *Delesseria sanguinea* (nach Svedelius) und *Rhodomela virgata* (nach Kylin) auf. Svedelius (1911, S. 298) behauptet ebenfalls, daß diese Körner eine ernährungsphysiologische Rolle spielen. Derartige Körper sind auch bei *Gr. bornetiana* von Lewis (1909, S. 665) beobachtet worden. Er meint aber, daß sie von dem Zellkern herkommen; sie seien eine Art »Chromidialsubstanz«. Diese Behauptung von Lewis kann aber nicht richtig sein.

Aus dem oben gesagten geht demnach hervor, daß Spiremstadien bei der Reduktionsteilung der Tetrasporangienkerne von *Gr. corallina* vorhanden sind. Nach Lewis sollen dagegen derartige Stadien bei *Gr. bornetiana* fehlen. Bei der Reduktionsteilung dieser Pflanze soll der Nucleolus des Tetrasporangienkerns sich zuerst vergrößern und dann in mehrere (12 bis 14) ungefähr gleich große Chromatinmassen zerfallen, die von Kernfarben sehr stark gefärbt werden. Diese Chromatinmassen nehmen dann nach Lewis eine unregelmäßige Form an und

¹) Nach Klein (1882) sind Kristalloide eiweißartiger Natur in den Zellen mehrerer Florideen gar nicht selten. Er erwähnt auch mehrere *Griffithsia*-Arten. In den Zellen der Langtriebe bei *Gr. corallina* habe ich eine reichliche Menge Eiweißkristalloide beobachtet. Sie sind oft in Form von hexagonalen Prismen ausgebildet.

verschmelzen schließlich mit einander, so daß ihre Anzahl auf mehr als die Hälfte vermindert wird. Das Stadium, welches jetzt eingetreten ist, entspricht nach Lewis einer Synapsis. In diesem Zusammenhang möchte ich indessen wiederholen, was ich bei einer früheren Gelegenheit über die Beschreibung und die Abbildungen dieses Synapsisstadiums geschrieben habe (Kylin, 1914, S. 64): »Die Abbildungen von Lewis lassen indessen viel zu wünschen übrig, und seine Beschreibung scheint mir auch nicht so gut, daß ich mich mit Sicherheit über dieses Stadium aussprechen könnte. Mir scheint es aber, als ob es nichts anderes wäre als ein schlecht fixiertes Diakinesenstadium«.

Es ist schon oben erwähnt, daß sich die Vorgänge der Reduktionsteilung bei *Gr. corallina* nicht gut studieren lassen, und zwar weil die Prophasenstadien dieser Teilung der Fixierungsflüssigkeit gegenüber sehr empfindlich sind. Man bekommt nur das Anfangsstadium und das Schlußstadium der Prophase (das Spirem und die Diakinese); was dazwischen liegt, wird bei der Fixierung so deformiert, daß es sich nicht untersuchen läßt. *Gr. bornetiana* scheint ebenso empfindlich oder sogar noch empfindlicher als *Gr. corallina* zu sein, und die Vorgänge der Reduktionsteilung bei *Gr. bornetiana* sind demnach sehr schwierig zu untersuchen und ich glaube, daß das, was Lewis als Vorgänge der Reduktionsteilung bei *Gr. bornetiana* beschrieben und abgebildet hat, nichts anderes als von einer schlechten Fixierung hervorgerufene Artefakte sind. — Man vergleiche, was ich schon oben (S. 103) in bezug auf die Angaben von Lewis über die somatischen Kernteilungen bei *Gr. bornetiana* gesagt habe¹.

Nach den Angaben von Svedelius (1911) verlaufen die Vorgänge der Reduktionsteilung bei *Delesseria sanguinea*

¹) Nach den Angaben von Karsten (1909, S. 6) und Tröndle (1911, S. 601) sollen die Chromosomen bei den *Spirogyra*-Arten in ähnlicher Weise wie bei *Gr. bornetiana* aus den Nucleolen entstehen. Tröndle schreibt (a. a. O.): »Man sieht, wie die Nucleolen unregelmäßig aufgelockert sind, was leicht verständlich ist, da bei *Spirogyra*, wie aus den bisherigen Untersuchungen nun überzeugend hervorgehen dürfte, die Chromosomen aus dem Nucleolus entstehen.« So besonders überzeugend scheinen mir aber die Untersuchungen nicht zu sein. Es scheint mir, als ob in diesem Fall von der Fixierung hervorgerufene Artefakte als Kernteilungsstadien beschrieben worden sind.

in etwa derselben Weise wie bei *Gr. bornetiana*. Besonders ist hervorzuheben, daß ein Spiremstadium während der Reduktionsteilung bei diesen beiden Florideen fehlen sollte. Bei folgenden Florideen sind dagegen Spiremstadien bekannt, nämlich: *Polysiphonia violacea* (Yamanouchi, 1906), *Nitophyllum punctatum* (Svedelius, 1914), *Rhodomela virgata* (Kylin, 1914) und *Delesseria sinuosa* (Kylin, 1914, S. 65, Fußnote) und zu dieser Reihe ist jetzt noch *Gr. corallina* hinzuzufügen. Die befremdlichen Angaben, die Svedelius über die Reduktionsteilung bei *Delesseria* gibt, und die ich schon in einer früheren Arbeit (1914) mit einigen Worten berührt habe, stehen wahrscheinlich damit im Zusammenhang, daß *Delesseria* in ähnlicher Weise wie die *Griffithsia*-Arten der Fixierungsflüssigkeit gegenüber sehr empfindlich ist.

Nach Lewis sollen während der Reduktionsteilung bei *Gr. bornetiana* 7 Doppelchromosomen auftreten. Wegen der schlechten Fixierung des Materials glaube ich aber, daß Lewis die Chromosomenzahl bei *Gr. bornetiana* nicht hat bestimmen können.

Nach Lewis soll die heterotypische Spindel bei *Gr. bornetiana* intranucleär sein; bei *Gr. corallina* liegt sie dagegen wie oben erwähnt wurde, frei im körnigen Cytoplasma. Bei *Rhodomela virgata* liegt die heterotypische Spindel in ähnlicher Weise wie bei *Gr. corallina* frei im körnigen Cytoplasma, und nach den Angaben von Svedelius scheint dies auch bei *Delesseria sanguinea* der Fall zu sein. Bei *Polysiphonia violacea* soll dagegen nach Yamanouchi die heterotypische Kernspindel intranucleär sein.

Upsala, Botanisches Institut, im November 1915.

Literaturverzeichnis.

- Davis, B. M., The Fertilization of *Batrachospermum*. Ann. of Bot. **10**. London 1896.
Farlow, W. G., The marine Algae of New England. Rep. of the United States Commission of Fish and Fisheries. **7**. 1879.
Jančzewski, Ed. de, Notes sur le développement du cystocarpe dans les Floridées. Mémoires de la soc. des sc. nat. de Cherbourg. **20**. Paris 1876.

- Karsten, G., Die Entwicklung der Zygoten von *Spirogyra jugalis* Ktzig. Flora. **99**. Jena 1909.
- Klein, J., Die Kristalloide der Meeresalgen. Jahrb. f. wiss. Bot. **13**. Leipzig 1882.
- Kurssanow, L., Beiträge zur Cytologie der Florideen. Flora. **99**. Jena 1909.
- Kylin, H., Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Rhodomela virgata* Kjellm. Svensk bot. tidskr. **8**. Stockholm 1914.
- Lewis, J. F., The Life History of *Griffithsia boretiana*. Ann. of bot. **23**. London 1909.
- Nägeli, C., Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ceramiaceae. Sitzgsber. d. bayr. Akad. d. Wiss. Jahrg. 1861. **1**. München 1861.
- Oltmanns, Fr., Morphologie und Biologie der Algen. **1**. Jena 1904.
- Osterhout, W. J. V., Befruchtung bei *Batrachospermum*. Flora. **87**. Marburg 1900.
- Phillips, R. W., On the development of the Cystocarp in *Rhodymeniales*. Ann. of bot. **11**. London 1897.
- Schmidle, W., Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsekation von *Batrachospermum*. Bot. Ztg., Jahrg. 57. Leipzig 1899.
- Schmitz, Fr., Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin. Jahrg. 1883.
- Smith, A. A., The development of the Cystocarp of *Griffithsia boretiana*. The bot. Gaz. **22**. Chicago 1896.
- Svedelius, N., Über den Generationswechsel bei *Delesseria sanguinea*. Svensk bot. tidskr. **5**. Stockholm 1911.
- , Über die Spermatienbildung bei *Delesseria sanguinea*. Ebenda. **6**. 1912.
- , Über die Cystocarpiebildung bei *Delesseria sanguinea*. Ebenda. **8**. 1914.
- , Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangienanlagen bei *Nitophyllum punctatum*. Ber. d. d. bot. Ges. **37**. Berlin 1914.
- Tröndle, A., Über die Reduktionsteilung in den Zygoten von *Spirogyra* und über die Bedeutung der Synopsis. Zeitschr. f. Bot., Jahrg. 3. Jena 1911.
- Wolfe, J. J., Cytological Studies on *Nemalion*. Ann. of Bot. **18**. London 1904.
- Yamanouchi, S., The Life History of *Polysiphonia violacea*. The bot. Gaz. **42**. Chicago 1906.

Figurenerklärung.

Tafel I.

- Fig. 1. Ruhekerne aus der subterminalen Zelle eines Langtriebes einer weiblichen Pflanze.
- Fig. 2. Ruhekerne aus einkernigen Zellen eines jungen Kurztriebes einer weiblichen Pflanze.
- Fig. 3. Spätes Prophasenstadium der somatischen Kernteilung einer weiblichen Pflanze.
- Fig. 4—6. Metaphase, Anaphase und Telophase der somatischen Kernteilung einer weiblichen Pflanze.

- Fig. 7. Spermatangienmutterzelle mit zwei Spermatangien, das untere ist reif.
Fig. 8. Ein entlassenes Spermatium.
Fig. 9. Anlage eines Tetrasporangiums mit Kern im Ruhestadium.
Fig. 10. Tetrasporangienkern in früher Prophase.
Fig. 11—12. Diakinesenstadien.
Fig. 13. Heterotypische Spindel.
Fig. 14. Heterotypische Teilung in Telophase.
Fig. 15. Homöotypische Teilung in Telophase.

Vergr. 1—11: 3000mal; 12—15: 1200mal.



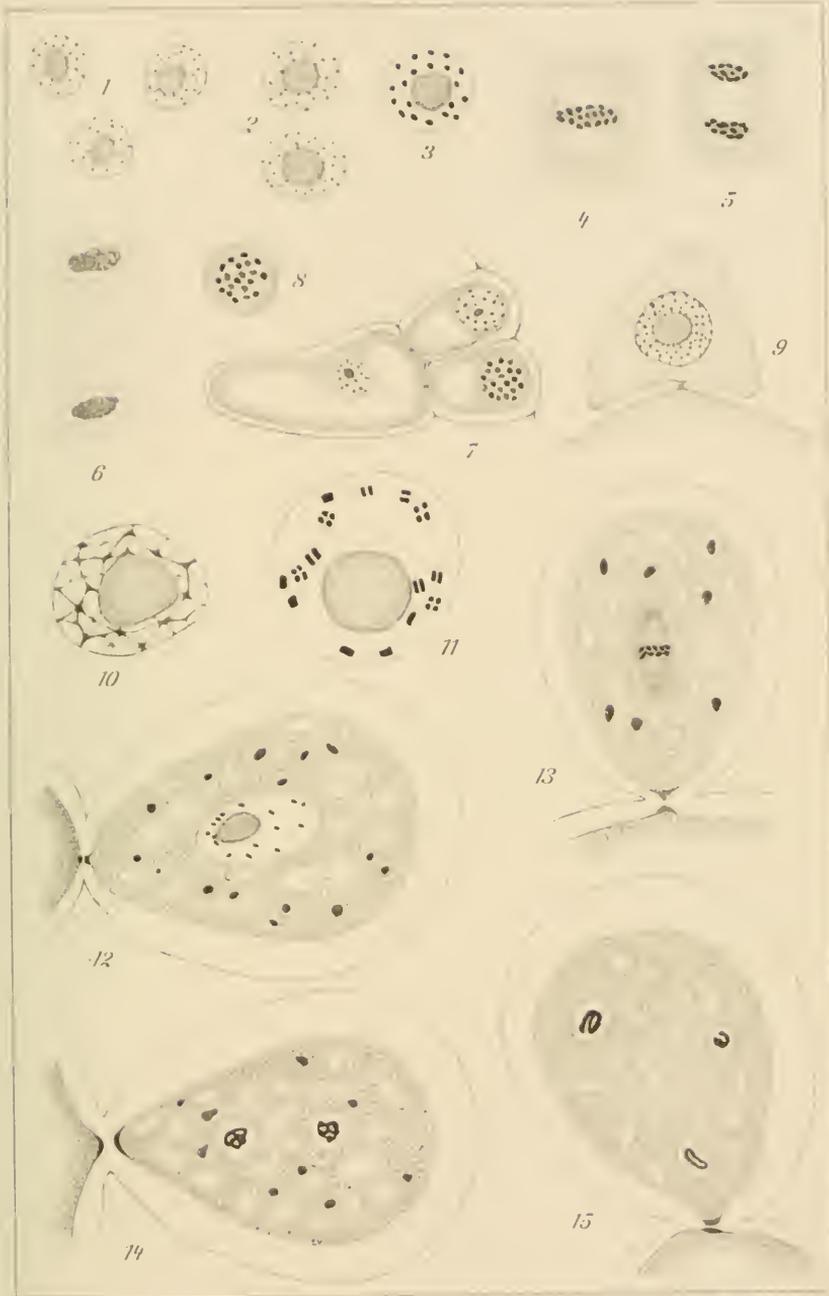


Fig. 1-15

Verlag von Gustav Fischer, Jena

Druck von Carl Neuberger, Berlin

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Kylin Harald

Artikel/Article: [Die Entwicklungsgeschichte von Griffithsia corallina \(Lightf.\)
Ag. 97-123](#)