

Botanisches Archiv  
U 26

## Die Phylogenie der Rhodophyceae

VON HERMANN WILKE, Königsberg (Pr.)

Mit 13 Figuren

Wenn man vor die Aufgabe gestellt wird, eine Familie als Ausgangspunkt für die Ableitung der *Bangiales* zu wählen, so werden sich die Blicke vor allem auf den Formenkreis der

### *Ulotrichales*

richten. Es fragt sich nun, welche Kreise wir von Anfang an als sehr spezialisiert ausschalten können. Das sind vor allen Dingen die *Oedogoniaceae*. Der hauptsächlichste Grund hierfür ist wohl die polyziliarte Natur der Schwärmer und die Ausgliederung der Zwergmännchen, eine sexuelle Determination der Haploidgeneration, die ja einen hohen Grad der Spezialisierung darstellt. Ebenfalls ist der vegetative Bau zweifellos abgeleitet.

Die *Coleochaetaceae* sind sicherlich gleichfalls aus den Betrachtungen auszuschließen, obgleich hinsichtlich des weiblichen Sexualorgans eine gewisse Ähnlichkeit mit den Florideen besteht. Man könnte die flaschenförmigen Oogonien als die Vorläufer der Trichogyne ansehen; doch bestehen wesentliche Differenzen. Der Hals der Flasche ist mit durchsichtigem Plasma gefüllt, er öffnet sich bei der Reife und scheidet einen farblosen Schleim aus. Das erinnert ebenso wie das weitere Schicksal des befruchteten Oogons mehr an die Moose als an die *Bangiales* oder an die niederen Florideen. Bei den Arten mit fädigem Wuchs wird die gegen den Hals mit einer Zellwand abgeschlossene, sich stark vergrößernde Eizelle von Fäden aus benachbarten Teilen eng umwallt, so daß ein pseudoparenchymatisches Gewebe entsteht. Bei den scheibenförmigen dagegen wird nur der vorstehende Teil umrandet. Das Verhalten ist dermaßen kompliziert, daß sich eine Ableitung der *Bangiales* nicht bewerkstelligen läßt. Auch haben die Florideen eine anders gerichtete Entwicklung; denn hier wird der Gonimoblast aus der befruchteten Eizelle gebildet.

Die Antheridien hingegen haben gewisse Anklänge an die Florideen. Die Isolierung der Antheridialzellen durch Erzeugung gelartiger Fortsätze ist auch hier eine Ableitung; denn andere *eochoete*-Arten zeigen das nicht.

OLTMANNs schreibt (10, 575): „Dadurch sowie durch ihre Entwicklung leitet sie hinüber zu . . . *Lemanea*.“

Bei *Lemanea* entsteht aus der Spore ein Fadenprotonema, das deutet schon auf eine Ableitung hin, da die Flächenprotonemen die primitiveren sind. Die Folgeform hat Wurzelfäden und kann völlig ähnliche Gebilde wieder hervorbringen, wodurch mit GOEBEL die Vergleichbarkeit mit den Laubmoosen erhöht wird.

Durch Sprossung entstehen am Grunde der chantransioiden Fäden wie bei *Batrachospermum* die Sexualsprosse; doch besitzen sie anfangs ein etwas anderes Aussehen; denn die Scheitelzelle erzeugt zunächst ein festes, parenchymatisches Gewebe. Das ist bei dieser Form nur so zu erklären, daß lange vor der Streckung des Zentralfadens und der Wirteläste Teilungen einsetzen. Die Prolepsis der Teilungen unter Erzeugung kleiner Zellen kann sehr wohl das gleiche Bild hervorrufen wie eine normale Scheitelzellspitze.

Das Verhalten von *Lemanea* ist vielleicht auf das zeitweilige Eintrocknen der Standorte zurückzuführen. Dieselbe Erscheinung erzeugte dann das eine Mal eine dauernde Jugendform (*Hildenbrandia*), das andere Mal eine kompaktere Gestalt (*Lemanea*).

Anstatt durch koordinierte Zellteilungen einen kompakten Faden zu bilden, verhalten sich die Segmente verschieden. Das den Zentralfaden bildende erfährt eine starke Längsstreckung. Die Basalzellen der Wirteläste strecken sich radial, und ihre abgegebenen Längsfäden verhalten sich wie Stolonen mit sekundären Rindenzweiglein. Je mehr wir nach der Spitze der Wirtelzellen kommen, desto kleiner werden die Zellen und desto reicher die Teilungen. Auf diese Weise bleibt die Rindenschicht kompakt. Das wird an den reißenden Wassern der Standorte liegen. Da wo zwei Wirtel zusammenstoßen, entstehen merkwürdige, knotenartige Auftreibungen; die Wirtel stauen sich förmlich aneinander.

In der Größe der Vorkeime und betreffs der Berindung bestehen einige Differenzen innerhalb der Familie. Einige Arten, die wir als ursprünglich betrachten, haben einen kräftigen Vorkeim und besitzen noch die von *Batrachospermum* bekannten Berindungshyphen um den Zentralstrang (*Eulemnea*), dagegen ist bei der vereinfachten *Sacheria* der Vorkeim verkümmert und die Berindung verlorengegangen. Diese Reihe ist also durch eine Reduktion der Jugendform und Fortbildung der Folgeform ausgezeichnet im Gegensatz zur *Hildenbrandiareihe*, die eine Reduktion der Folgeform unter Neotenie der Jugendform zeigt.

Diese eben beschriebenen borstenartigen Körper von *Lemanea* verzweigen sich sehr selten. Es erfolgt dann durch Ausstülpung eben entstandener Segmente, die mit der Zelle am Grunde der Wirteläste bei *Batrachospermum* homologisiert werden können.

Die Antheridien entstehen außen an den feinsten „Verzweigungen“ der Wirteläste, also auf der Rinde in der Nähe der „Knoten“.

Die Karpogone bilden sich wie bei *Batrachospermum* am Grunde der Wirteläste. Die Trichogyne, welche bei *Tuomeya* gelappt und bei *Lemanea* denen von *Batrachospermum* ähnlich sind, wachsen nach außen, die einzige Möglichkeit zur Befruchtung. Bei den Spermastien ist hier ebenfalls keine Bewegung gesehen worden.

Ich möchte jedoch nochmals auf die amöboide Beweglichkeit derselben bei *Tuomeya* hinweisen. Es ist ziemlich schwer verständlich, wie in so rasch fließendem Wasser eine Befruchtung überhaupt stattfinden soll. Vielleicht liegen auch ähnliche Verhältnisse wie bei den *Podostemaceae* vor, bei denen die Blüte erst nach Austrocknung des Wassers erfolgt. Die Gonimoblaste sind hier büschelig nach innen gehäufte Fäden. Diese reifen im Innern der hohlen Kollode heran und sind durch den vorhandenen Schleim vor dem Austrocknen geschützt. Aus allen Zellen des Gonimoblasten entstehen die Karposporen, die durch Zerfall der Internodien in Freiheit gesetzt werden. Eine vegetative Fortpflanzung durch Mono- oder Tetrasporen fehlt wie bei *Nemalion*. Das Bild des Stammbaums würde die Figur 2 ergeben.

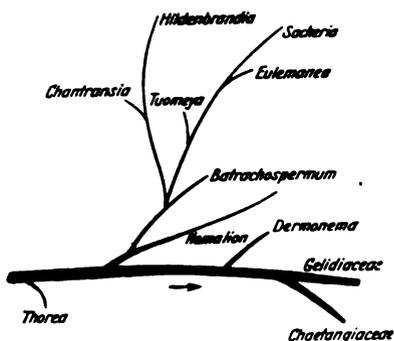


Fig. 2.

Wir wollen nun einige Familien betrachten, die noch zu den *Nemalionales* gehören, aber schon Hinweise auf höhere Kreise zeigen und somit im wahrsten Sinne des Wortes als Bindefamilien betrachtet werden können. Den Übergang zu ihnen vermittelt

#### *Dermoneia*.

SCHMITZ und HAUPTFLEISCH zählen sie noch zu den *Helminthocladiaceae*, während OLTMANNs sie zu den *Chaetangiaceae* zieht. Wie bei *Thorea* ist der aus dünnen Markfasern nach dem Springbrunnentyp gebildete Strang von Rhizoiden, die öfters schräg ver-

laufen, dicht durchflochten. Der Vegetationspunkt wird von seinen Kurztrieben übergipfelt. Diese gehen schräg nach oben und kommen erst bei Streckung der Segmente in die horizontale Lage. Ihre Endverzweigungen bilden dann eine Pseudoepidermis aus farblosen, größeren Zellen, welche die Teilungsfähigkeit verloren haben. Beim Strecken der Kollode müssen daher, wie bei vielen Pilzen, von innen her neue Fäden eingeschoben werden, damit die Endzellen wieder fest zusammenschließen.

Der Karpogonast steht wie gewohnt in der Innenrinde und besteht aus drei großen Gliederzellen. Er trägt an seiner Spitze ein sehr langfädiges Trichogyn. Bei der Entwicklung des Sporophyten erfolgt keine Umbildung der Außenrinde der Kollode, sondern der reichverzweigte Gonimoblast kriecht zwischen dem Grunde horizontal der Außenrinde entlang. Die Cystokarprien sind nicht scharf abgegrenzt. Die kriechenden sporogenen Fäden senden nach oben Gabelverzweigungen mit zahlreichen, keuligen Karposporen aus. Leider wissen wir nichts über Antheridien und vegetative Sporen. — Die *Dermonema*arten leiten zu den

#### *Chaetangiaceae*

über. Die erste Gattung *Scinaia* wiederholt fast völlig ein *Dermonema*. Der Markstrang verliert jedoch seinen Zusammenhalt und wird zerdehnt oder zerrissen. Es bildet sich hierdurch ein Hohlkörper. Mit Recht betonen SCHMITZ und HAUPTFLEISCH die Verwandtschaften zu den *Helminthocladiaceae* und *Gelidiaceae*.

Charakteristisch sind die ausgeprägten Cystokarprien. Schon vor der Befruchtung werden am Tragast des Karpogons die Fäden abgegliedert, die nachher zu einer krugartigen Hülle, welche den Sporophyten umgibt, auswachsen. Die Öffnung ist durch den Austritt des Trichogyns gegeben. Die Antheridien sind auf der Thallusoberfläche verstreut.

Die Entwicklung des Sporophyten ist von SVEDELIUS genau bearbeitet, so daß wir gerade an dieser Übergangsstelle der Entwicklung gut unterrichtet sind. Unter der Eizelle des Karpogons entstehen vier kräftige Auxiliarzellen mit reichem Plasmainhalt und großem Kern. Man könnte förmlich von Fermentzellen oder Haustorienanlagen reden. Nach der Befruchtung wandert der Eikern durch einen Kanal in eine dieser Auxiliaren, deren Kern „keine Rolle mehr spielt“. Man könnte aber glauben, daß er Hormone produziert, die das Entstehen der Cystokarphülle und das Herbeischaffen der Nährstoffe bedingen. In dieser Zelle erfolgt

die Reduktionsteilung. Die Auxiliarzellen verschmelzen alle, und ein Sporenkern geht in das Karpogon zurück; die anderen, durch Teilung entstandenen verbleiben in den Auxiliarzellen. Aus dem zurückgewanderten Kern allein bilden sich die sporogenen Fäden.

Ich möchte in diesem Fall daran erinnern, daß diese Verhältnisse denen niederer *Nemalionales* sehr ähnlich sind. Bei *Nemalion* sprossen auch nur aus der oberen, haploiden Zelle des nach der Reduktionsteilung geteilten Karpogons die sporogenen Fäden, während die untere als Stielzelle wirkt und mit den Zellen unter ihr verschmilzt. Dadurch werden letztere vergrößert, verlieren ihre Kerne und wirken als Haustorium. Wir sehen also, daß die Entwicklung der Auxiliarzellen eigentlich schon ganz früh da ist. Man redet wohl besser von einer Art Nährgonimoblast, der wie eine Mixogalle als Haustorium wirkt.

Von der Cystokarphülle werden späterhin Paraphysen in den ausgedehnten Gonimoblasten abgegeben. Die Ähnlichkeit mit den unten zu behandelnden *Gelidiaceae* ist mithin sehr groß. Die haplobiontische *Scinaia* führt Monosporen. — Es ist nun ein leichtes, von *Scinaia* aus zu der kalkimprägnierten

#### *Galaxaura*

zu gelangen. Als erste kalkhaltige Floridee tritt uns schon im Bereiche der *Helminthocladiaceae Liagora* entgegen. Diese sonst wie *Nemalion* aufgebaute Pflanze lagert ihn in der Basis der Wirteläste ab.

Der Aufbau des Scheitels von *Galaxaura* gleicht ungemein dem von *Scinaia*. Neben den Blasenzellen finden wir Haare, die der Assimilation und vielleicht auch der Kohlensäureaufnahme aus dem Wasser dienen. Da die Pseudoepidermis denselben Zwecken dient, bleiben ihre Zellen natürlich unverkalkt. Die Inkrustation wird kurz hinter dem Meristem in den dicken Rindenzellen abgelagert. Die Gelenke werden auf die verschiedenste Weise gebildet. Bei *Eugalaxaura* wird der Kalkmantel durch Hyphenmassen, die der Festigung und Assimilation dienen mögen, durchbrochen, so daß also sekundär gebildete Gelenke entstehen. Bei *Dichotomaria* dagegen sind die Gelenke von Anfang an da. In ihnen sind nur Längsfäden vorhanden und Rindenzellen fehlen, so daß das Bild des vegetativen Organs fast dem von *Corallina* gleicht. Der Gonimoblast hat eine weitere Vergrößerung erfahren. Es kriecht an den Wandungen der Fruchthöhle entlang und verzweigt sich reichlich.

Auch die Antheridien werden in besonderen Gehäusen entwickelt. OLTMANN'S (10, 382) hat allerdings das bei SCHMITZ (3, 338) zu findende Original der Abbildung eines solchen Antheridiums in einen Sporophyten umgewandelt.

Sporangien sind hier bei einigen Arten gefunden, und zwar handelt es sich um regelmäßig tetraedrisch geteilte Tetrasporangien, die über die Thallusoberfläche verstreut stehen. — An *Galaxaura* läßt sich am besten im Thallusbau

### *Corallina*

anschließen. Wir wollen wieder von der Keimung ausgehen. Die keimende Spore flacht sich ab, legt sich an die Unterlage an und zerfällt in Quadranten. Durch weitere Teilungen entsteht ein halbkugeliger Körper. Sehr frühzeitig gliedert sich ein aufrechter Faden ab, der an seiner Basis sehr bald die Gelenke führt, wie sie für *Galaxaura* beschrieben wurden. Damit ist aber das Leben der Sohle nicht beendet. Sie breitet sich mehr und mehr aus und läßt noch eine ganze Anzahl von Längstrieben hervorgehen.

Der Scheitel der Längstriebe ist ein wenig gegliederter Springbrunnetyp. Erst später bilden sich an ihm die Deckzellen aus, die bei anderen Gattungen (*Amphiora*) schon früh am Scheitel selbst die Spitze bedecken.

Wenn der Trieb sich verzweigt, so stehen mehrere Höckerchen an der Spitze eines verkalkten Gliedes; während die seitlichen zu Nebenzweigen werden, bildet das mittelste den Haupttrieb aus. Die Anlage eines Gliedes beginnt mit langen Achselfäden, an denen die Wirtelzweige fehlen. An den Stellen, wo die Erweiterungen des neuen Gliedes einsetzen, sind die Zellen breiter und lagern Kalk ein. Genau so wie bei *Galaxaura* gibt es daneben Formen, welche ganz verkalken und nachträglich an den Stellen der Gelenkbildung den Kalk wieder lösen. Wir haben alle Übergänge von Formen, die überhaupt keine Gelenke bilden (*Mastophora*, *Metagoniolithon*), bis zu denen mit deutlichen Gelenken; es ist das eine Progressionsreihe.

Eine andere Reihe, die sich von wenig verkalkten Formen ableiten läßt, gibt sich in der Reduktion der aufrechten Langtriebe zu erkennen.

Bei *Lithophyllum* ist zum Teil noch eine Andeutung des aufrechten Thallus vorhanden, aber sehr bald wird seine Entstehung völlig unterdrückt, und eine Sohle tritt an seine Stelle (*Lithothamnion*), ich möchte hier an *Hildenbrandia* erinnern, die ebenfalls auf eine Sohle reduziert war. Gleichzeitig kann die Reduktion

oder das Stehenbleiben auf der Jugendform noch weiter gehen und selbst die Sohle aufgegeben werden. Dann entstehen Bildungen wie *Melobesia*. Die Entwicklung führt dann schließlich von epiphytischen zu parasitischen Formen. Wir möchten also nicht von flachgelegten Sprossen reden, sondern von Zwischenbildungen und reinen Sohlen. Dabei kommt es zu den mannigfaltigsten Spezialisierungen, auf die wir nicht weiter eingehen wollen.

Größeres Interesse haben für uns die Reproduktionsorgane. Wie bei *Galaxaura* haben wir bei Corallineen besondere Konzeptakeln als Antheridienstände. Das hängt offenbar mit der Verkalkung zusammen. Ein anderer Grund dafür könnte die Gefährdung der Pflanzen in der Brandungszone sein. Die Konzeptakeln erinnern ungemein an die Spermogonien der Pilze, ihre Entstehung ist gleich derjenigen der Tetrasporenkonzeptakeln. Die Wirteläste eilen dem Vegetationspunkt im Wachstum voraus und ragen paraphysenartig in die so gebildete Höhlung hinein, die an ihrem Grunde den Vegetationspunkt führt. Das Meristem bleibt immer weiter zurück und trägt zuletzt die Antheridienfäden. Die Entstehungsgeschichte ist somit wesentlich anders als die der Spermogonien. Die Antheridienfäden tragen an ihrem Ende sterigmenförmige Zellchen; daneben kommen noch Haare vor. Die Zellen der Antheridien verlängern sich und tragen in ihrem oberen, keulenförmigen Abschnitt den Kern, der untere Teil ist lang und fädig. Über die Art der Entleerung ist nichts bekannt. Vielleicht spielen Vertrocknungsmechanismen eine Rolle, die ja in der Brandungszone nicht unmöglich wären; vielleicht befördert aber auch ein verquellender Schleim die Antheridien hinaus. Das ist wohl bei Wasserpflanzen das Wahrscheinlichere. Es ist auch leicht verständlich, warum die Spermastien mitsamt dem anhängenden Stiel die Konzeptakeln verlassen. Dieser würde das Schweben im Wasser sehr erleichtern. Bei *Melobesia* kommt es zu einer sukzedanen Antheridienbildung. Es werden mehrere Spermastien hintereinander gebildet, die folglich an zwei Seiten Fäden tragen. Sehr bemerkenswerte Dinge liegen in den weiblichen Organen vor. Wir werden zunächst die hochgliederten Corallinen allein betrachten. Die Organe liegen ebenfalls in durch Überwallung gebildeten Konzeptakeln. Diese können aus den Rindenzellen oder aus dem Marke gebildet werden; d. h. das eine Mal sind die Rindenzweige bereits ausgegliedert, und es ist ein vollständiger Vegetationsast. Im zweiten Falle wird diese Bildung an ganz jugendlichen Teilen angelegt, wodurch sie förmlich auf den Vegetationspunkt hinauf-

rutscht. Solche Momente erklären das Vorkommen verschiedener Typen.

Am Grunde der Höhlungen stehen die Diskusfäden. Diese tragen die Karpogone und sind auf die Traggelle beschränkte Rindenfäden, deren Verzweigungen nicht ausgebildet werden. Bei *Corallina* stehen untermischt mit ihnen sterile Fäden, die Paraphysen. Die Karpogone sind offenbar rückgebildet, was durch das massenhafte Zusammenstehen und die doch nur bei einem oder wenigen erfolgende Befruchtung verständlich ist. Wir sehen hier wie unter anderen bei dichtgestellten Blüten und Eichen der höheren Pflanzen eine Reduktion des Einzelgliedes. Ein Konzeptakel wird geschlechtsreif, bevor alle Teile endgültig ausgegliedert sind. Durch eine solche Prolepse wird aus dem Karpogonast der *Nemalionales* eine Diskuszelle, eine Auxiliarzelle, eine hypogyne Zelle und ein Karpogon. Wir sehen den Unterschied gegenüber *Galaxaura* und *Scinaia*. Dort werden viele Karpogone befruchtet. Das Stehenbleiben auf dem Jugendstadium ist besonders an den Flanken des Konzeptakelgrundes zu merken. Dort ist oft nur eine Auxiliarzelle ausgebildet, und die anderen Organe des Karpogonastes fehlen. Man könnte in diesem Falle von Nährkarpogonen reden, die wir auch bei anderen *Cryptonemiales* wieder finden werden. Die einzelnen Gattungen weichen wiederum in Einzelheiten voneinander ab. Die hypogyne Zelle möchten wir als funktionslos gewordene Auxiliare auffassen. Die eigentliche Auxiliare hat schon einen Fortsatz getrieben, bevor die Befruchtung eingetreten ist. Dieser vereinigt sich mit dem von der Zygote aus entsandten sporogenen Faden. Letzterer wendet sich nun aber auch gegen die Auxiliarzellen benachbarter Karpogone. Die lappenartigen Fortsätze vereinigen so eine Auxiliarzelle nach der anderen mit dem Gonimoblasten. Die Kerne der ausgesaugten Zellen werden nicht berührt, sondern es entsteht eine Art Periplasmodium um den Kuchen der sporogenen Zelle am Grunde des Diskus. Der sporogene Kern teilt sich vielfach, wandert an die Peripherie des Kuchens, und dort werden nun die Karposporen abgetrennt. Die eben geschilderte Befruchtung der schon etwas reduzierten *Choreonema* erfährt einige Abweichungen im einzelnen bei *Corallina*. Die Fusionssscheibe ist hier regelmäßiger und die Karposporenabgliederung gleichmäßiger.

Wollen wir die Entwicklung des Gonimoblasten kurz kennzeichnen, so können wir von einer weitgehenden Reduktion des-

selben reden. Die Ernährung erfolgt etwa wie bei einem nukleären Endosperm. Es liegt also sicher eine Endentwicklung vor, bei der die eine Generation, der Gonimoblast, auf einige wenige Zellen zurückgebildet wird, während bei den anderen *Florideae* eine Vergrößerung und Komplikation des Gonimoblasten vorliegt.

Die Konzeptakeln von *Lithothamnion* entstehen nicht auf eigentlichen Sexualästen, sondern in der Sohle, und zwar endogen. Sie sind anfangs von Deckzellen bedeckt, die später zerstört werden. Bei so hochgradigen Reduktionen kennen wir auch sonst im Pflanzenreiche endogene Entstehung, ich erinnere nur an die Ovula der Rafflesien.

Neben der Verbreitung auf Sohlen, wo die Äste fehlen, stehen die Konzeptakeln bei den Lithophyllen auf Ästen. Daraus ersieht man, daß die Konzeptakeln auf den Sohlen bei *Lithophyllum*, *Lithothamnion* usw. als Rudimente der Sexualäste gedeutet werden können. — Zu erwähnen wäre vielleicht noch, daß bei der sehr weit reduzierten *Melobesia* auch die Paraphysen fehlen.

Wir wenden uns nun den Tetrasporangien, die ebenfalls in Konzeptakeln entstehen, zu. Die Bildung derselben ist oben bereits geschildert worden. Auf den Diskuszellen befinden sich ursprünglich Kalkprismen, die später durch Schleim ersetzt werden. Die Zellen an der Innenböschung sind anfangs verkalkt. Die Inkruste wird aber hier ebenfalls gelöst, und diese Zellen entsenden Paraphysen in das Innere der Höhlung. Man könnte vermuten, daß dieselben Schleim- und Säurebildner wären und durch Zerstören der Deckzellen des Konzeptakels den Tetrasporen den Weg frei machen. Auch aus der Diskusschicht bilden sich Paraphysen; daneben aber entstehen dickere Zellen, welche die Anlagen der Tetrasporen vorstellen. Sie bilden quergeteilte Sporen. Diese Teilung scheint eine Abteilung zu sein, die vielleicht mit der Entlassung zusammenhängt. Wo die Sporen wie bei *Corallina* sukzedan gebildet werden, sind die Zellen groß und langgestreckt.

*Lithophyllum* zeigt in den Arten mit aufrechtem Thallus ähnliche Bildungen, nur pflegen die Paraphysen in der Mitte zu stehen. Dort findet ja auch die Sprengung des Behälters statt. Das wäre ein neuer Beweis für die oben ausgesprochene Ansicht von der Funktion derselben. Sie lösen also einmal den Kalk der Deckzellen und scheiden zweitens Schleim aus. Derselbe ist durch die Wandungen der Höhlung an weiterer Ausbreitung verhindert, und erst nach Wegfall der Deckzellen kann die Volumenvergrößerung und

damit das Hinausbefördern der Sporen stattfinden. Die Öffnungsmechanismen wären hier fraglos einer eingehenderen Untersuchung wert.

Die endogene Entstehung der Konzeptakeln der nun folgenden abgeleiteten Typen wird uns verständlich, wenn wir daran denken, daß die Hauptachse sich aus der durch die Berindungsfasern umhüllten Sohle entwickelt. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn auch die Konzeptakeln der auf eine Sohle reduzierten Typen auch aus der Sohle innerhalb der fest verbundenen Berindungsarme entstehen. Die Konzeptakeln stellen ja letzten Endes doch nur reduzierte Sexualäste vor. Die Lithothamnien haben diesen Charakter der Konzeptakeln entsprechend ihrer Reduktion sehr weitgehend eingebüßt. In bestimmten Lagen strecken sich kongenital drei Zellenlagen ganz erheblich. In der Mittelschicht füllen sich bestimmte Zellen mit reichem Inhalt und wandeln sich in Tetrasporangien um. Dabei verschleimt die darüber befindliche Deckzelle, und die zwischen den Tetrasporangien stehenden, paraphysenartigen Berindungsarme werden durch deren Ausdehnung zum Teil zerdrückt. Bei anderen Arten verfallen sie völlig; dafür bleiben die Schleimpfropfen erhalten, die für die Tetrasporen den Weg ins Freie markieren. Da bei *Melobesia* auf der Sohle keine Berindungsarme vorhanden sind, werden die Konzeptakeln hier frei als Auftreibungen der Sohle angelegt. Der Entstehungsmechanismus ist nicht wesentlich verschieden, doch sollen nach SOLMS die Deckzellen über den Tetrasporangien fehlen, während die Schleimpfropfe vorhanden sind.

Eine Entwicklung, welche ich ebenfalls von *scinaia*artigen Vorfahren herleiten möchte, sind die

#### *Rhizophyllidaceae.*

Einige Gattungen der Familie haben in ihrem vegetativen Aufbau deutlich den Springbrunnentypus. Im Bilde ist *Polyides* z. B. *Nemalion* sehr ähnlich. An der Spitze des Meristems stehen die einzelnen Zellen wie im Parenchym in einem festen Gewebeverbande. Die Langtriebe entspringen einer sehr kräftigen Sohle. Von den Meristemzellen werden die Wirteläste abgegeben, die ebenfalls in festem Verbande verbleiben. Es ist also ein Bau, der *Nemalion* sehr ähnelt. Die Verzweigungen erfolgen durch echte Gabelung. Die Mitte des stielrunden, meist aufrechten Thallus durchzieht ein dickerer oder dünnerer Strang von verzweigten, dünnen Markfasern; daneben gibt es einen Typ (*Ochtodes*) mit zwei

Scheitelzellen, und endlich auch echte Zentralfadentypen. Bei den letzten Gattungen *Chondrococcus*, *Rhizophyllis* und *Contarinia* ist der Thallus entweder zweischneidig abgeflacht oder gar schon krustenförmig auf dem Substrat ausgebreitet. Wir sehen hier wieder deutlich die abgeleiteten Thalli mit dem Zentralfadentyp zusammenfallen. Bei der Kruste handelt es sich um kriechende Stämme. Wir haben eine sehr schöne Reihe, die von *Chondrococcus* und *Rhizophyllis* zu der Kruste von *Contarinia* führt. Diese niederliegenden Stämme sind eine anders geartete Entwicklungsrichtung, um zu flächenförmigen Gebilden zu gelangen, als bei den *Corallinaceae* und den später behandelten *Squamariaceae*. Das Kennzeichnende ist das Verzweigen der Kollode und das Erhaltenbleiben der Scheitelzelle. Die *Squamariaceae* haben eine große Ähnlichkeit, aber sie führen eine Vielzahl von randständigen Scheitelzellen. Bei *Contarinia* ist die Zentralachse deutlich kenntlich aus dicken, ovalen Gliederzellen gebildet. An sie schließt seitlich, zweiteilig eine geschlossene, horizontale Zellschicht an, welche fächerförmig die Zellen abgibt. Nach unten werden Rhizinen und 1—2 Zellagen und nach oben eine dicke Rinde, welche Drüsenzellen führt, abgliedert. Die Drüsenzellen sind charakteristisch für alle Vertreter dieser Familie.

Die aufrechten Arten haben eine ausgeprägte Sohle, aus der sich die Hauptäste mit stark genäherten Einzelzellen des Meristems erheben.

Die Antheridienstände sind (soweit bekannt) in Krusten (Nematheciën) zusammengestellt, welche größer oder kleiner den Thallus bedecken. An der Basis von mehr oder minder freien Fäden stehen ein bis zwei sterile Zellen, an denen seitlich reichverzweigte, Spermastien erzeugende Sproßketten gebildet werden. Auch darin ist eine große Ähnlichkeit mit den *Squamariaceae* vorhanden. Diese tragen gleichfalls die Spermastien in Ketten hintereinander, doch gibt es auch solche mit verästelten Sprossen. Die *Rhizophyllidaceae* führen auch büschelige neben einzeln gestellten Nematheciën fäden.

Die weiblichen Organe sind ebenfalls zu Gruppen in Nematheciën vereinigt. Zwischen sterilen Fäden eingestreut finden wir die Karpogonäste. Die Auxiliarzelle pflegt interkalar in dem Faden, dessen Ende vom Trichogyn eingenommen wird, zu sein. Daneben finden sich kürzere, in großer Anzahl vorhandene Auxiliarzelläste. Wir nehmen an, daß es sich um reduzierte Karpogonäste handelt, die vegetativen Zellen über den Auxiliaren entsprechen dann den

Karpogonen. Die Karpogonäste sind mehrzellig und oft hakig gekrümmt. Die befruchtete Eizelle vereinigt sich mit einer Zelle des Karpogonastes, die wir wie bei *Scinaia* als primäre (Karpogon-) Auxiliare bezeichnen, und entsendet Ooblastenfäden, welche die sekundären Auxiliaren der Äste aufsuchen. Durch diese Haustorien wird eine Vergrößerung der Nahrungsaufnahme erzielt. Häufig werden von den Kopulationszellen besondere Zentralzellen erzeugt, oder aber der Faden benimmt sich ebenso. Aus dieser Zentralzelle sprossen kugelig gehäuft die Karposporenäste aus, welche an der Spitze eine keulige Karpospore tragen. Die Ähnlichkeit mit *Dermone-*

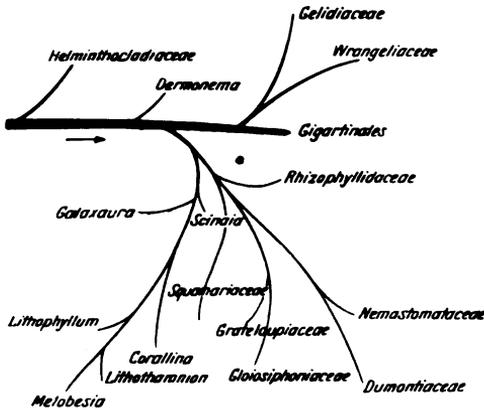


Fig. 3.

*nema* ist sehr groß, ein prinzipieller Unterschied ist nur in den Auxiliarzellen gegeben. Es wäre aber leicht denkbar, daß an den Stellen, wo aus dem sporogenen Faden die Karposporen tragenden Zweigbüschlein sprossen, bei *Dermoneima* ebenfalls eine Kopulation oder Vertüpfung mit einer nicht weiter ausgezeichneten Zelle, also einer sekundären Auxiliarzelle stattfände.

Dieser Schritt zum Parasitismus durch diese sekundären Auxiliaren ist geeignet, eine ganze Gruppe von Familien zu umschreiben. Die Vorbedingung dazu ist durch die starke Anhäufung in Nematheciën gegeben. Die Karpogonäste können sich nicht alle entwickeln, sondern es werden manche auf jugendlichem Zustande stehenbleiben. Ihre Auxiliarzellen liegen dann natürlich interkalar. Wenn wir daher diese Gruppe als

### *Cryptonemiales*

zusammenfassen, sind wir uns darüber klar, daß eine ähnliche Gestaltung auch bei den *Corallinaceae* erfolgen kann. Beide Gruppen sind benachbarte Parallelreihen. Es ist nun mehr oder minder Ansichtssache, ob man die beiden Äste trennen oder zusammenfassen will. Im letzteren Falle hätten wir dann in dem Kreis der *Cryptonemiales* zwei Reihen, die eine könnte man als *Corallinineaes* und die andere als *Rhizophyllidineaes* bezeichnen (Figur 3).

Wir haben noch die Tetrasporen der *Rhizophyllidaceae* zu besprechen, und ich möchte gleich zu Anfang OLTMANN'S (10, 344) zitieren: „Die Tetrasporangien zeigen in ihrer Verteilung mancherlei Ähnlichkeiten mit den Antheridien. Wo monosiphone, reichverzweigte, aber locker gestellte Sproßsysteme vorliegen, wie bei vielen *Ceramiales* (*Callathamnion*, *Antithamnion* usw.), bei Wrangelieen usw., da sind die fraglichen Behälter meistens ziemlich über die sie tragenden Sprosse verteilt, teils in deren zentralen, teils in deren peripheren Regionen. Sobald aber die Fäden auch nur zu mäßig festen Geweben zusammenschließen, wie z. B. bei *Dudresnaya*, rücken die Sporangien in die äußeren Rindenschichten, und das ist erst recht der Fall bei all den zahlreichen Formen, für welche wir eine knorpelige oder sonstwie feste Beschaffenheit der Gewebe schilderten, gleichgültig, ob dieselben dem einen oder dem anderen der oben erwähnten Typen in ihrem Aufbau angehören.“

Es fragt sich nun, was ist das Primäre? Zunächst ist hervorzuheben, daß nicht alle fester gebauten Kolloden solche umrissenen Behälter besitzen. Ich möchte diese Typen als die primären bezeichnen, und von ihnen leiten sich dann sowohl die gleichmäßig gestellten, wie die in Nemathecien angeordneten ab. Der Zusammenschluß der Rindenzweige zu einer Pseudoepidermis ist dann die Begleiterscheinung der fest umrissenen Sporangienzweige bzw. -Behälter. Als primitive Typen wären solche zu werten, wie sie bei einigen *Nemalionales* vorliegen.

Die *Rhizophyllidaceae* besitzen beide Typen, es gibt sowohl Tetrasporangien, die verstreut auf dem Thallus stehen, wie solche, die in besonderen Nemathecien angeordnet sind. Diese sowohl wie die allseitige Stellung um die ganzen Äste bedeuten eine Spezialisierung, die regellose Verteilung ist primär. Als eine besonders hohe Spezialisierung aus beiden Typen fasse ich die Tetrasporenäste auf. Diese können sich natürlich sowohl aus einem Zentralfaden- wie aus einem Springbrunnetyp entwickeln, jedoch werden sich ganz spezifische Unterschiede ergeben, die in der allgemeinen Bauart des Thallus weniger phylogenetisch als funktionell begründet sind. *Polyides* beginnt bereits die Sammlung der zwar zerstreut gestellten, aber doch auf die wenig unterschiedenen Sporenäste beschränkten Tetrasporangien. Die Tetrasporen sind in Paarlingen angeordnet, vielfach sind aber die Wände schiefgestellt.

Über die Verwandtschaft der *Rhizophyllidaceae* schreiben SCHMITZ und HAUPTFLEISCH (3, 528): „Die Familie der *Rh.* ist am

nächsten den *Nemastomaceae* und den *Dumontiaceae* einerseits und den *Squamariaceae* andererseits verwandt, ganz besonders in bezug auf die Fruchtentwicklung, aber auch mit Rücksicht auf den Thallusbau. Durch die Anlage und Entwicklung des Karpogoniums und der Auxiliarzellen schließen sich die *Rh.* direkt an die *Nemastomaceae* an. Hier wie dort werden zu Auxiliarzellen gewöhnlich Rindenfadenzellen, die nach der ‚Befruchtung‘ und vorausgegangener Kopulation mit Nachbarzellen eine Zentralzelle abgliedern, aus denen dann die Gonimoblasten entstehen. In der weiteren Entwicklung gleichen dann aber die *Rh.* mehr den *Squamariaceae*, indem zahlreiche Gonimoblaste sorusartig zusammengedrückt ausgebildet werden. In bezug auf den Thallusbau finden sich bei den *Rh.* gleichfalls verschiedene Übergänge zu den *Squamariaceae*.“ Außerdem möchten wir noch auf die beginnende Verkalkung bei der Gattung *Rhodopeltis* hinweisen. — Wir sehen daraus, daß der Ableitung der

#### *Squamariaceae*

aus der vorigen Familie nichts im Wege steht. Sie klingen mit ihren Nematheciën stark an die *Corallinaceae* an, und ich möchte sie als eine Parallelbildung zu dieser Reduktionsreihe ansehen. Die Nematheciën sind in diesem Falle offenbar auch reduzierte Konzeptakeln nach Art einer *Melobesia*. Es kann z. B. bei *Cruoria* noch die Tetrasporenmutterzelle einem aufrechten Faden seitlich ansitzen, während sie bei den anderen Arten so entsteht, wie das für *Melobesia* und *Lithothamnion* geschildert wurde, nur scheinen die Deckzellen zu fehlen. Nicht alle Nematheciën dürften übrigens als reduzierte Konzeptakeln im Sinne der Corallinenreihe aufzufassen sein. Die Tetrasporangien sind nicht immer hintereinander gestellt, wie es OLTMANNS für *Cruoria stilla* abbildet. Nach Angaben der Floren sind sie meist kreuzförmig geteilt, vielleicht ein Zeichen dafür, daß diese Reihe gesondert für sich entspringen muß. Die Sporangien können außerdem verstreut auf dem Thallus stehen.

Dieser ist blattartig flach und bedeckt als eine Kruste das Substrat. Er kann durch Wurzelhaare nur in der Mitte oder überall fest angeheftet sein (*Peyssonelia*), doch fehlen den meisten die Wurzelfäden ganz. Er ist, wie OLTMANNS hervorhebt, auf die Sohle reduziert. Diese führt ein bis mehrere Schichten. Aus ihr gehen mehrgliedrige Fäden in die Höhe, welche bei den *Cruoriaceae* locker zusammenhängen und bei den *Squamariaceae* zu festeren Verbänden

vereinigt sind. Eine Schräglagerung kommt vor. Die Sohle wächst mit dem einzelligen Rande, der die Segmente abgliedert.

Bei der Gattung *Ethelia* ist die Gliederung etwas anders als bei den übrigen *Squamariaceae*; man sieht im Schnitt noch deutlich eine Art Zentralfaden. In Wirklichkeit handelt es sich jedoch um einen Mesothallus, der nach oben und unten Fäden abgibt, die an ihren Spitzen zu einer Art Epidermis zusammenschließen. Auch die Entwicklungsgeschichte von *Cruoria* läßt uns die wesentlich andere Art der Sohlenbildung als bei den *Rhizophyllidaceae* und *Corallinaceae* erkennen. Die Zellen bilden zunächst eine kleine Scheibe, die einige Zellen abgliedert, welche nicht mehr weiter wachsen, selbst aber mit dem Rande fortwächst. Es ist also auch hier von Anfang an ein Scheibenthallus vorhanden, der zunächst ohne richtige Scheitelzelle mit einem Ring von Scheitelzellen wächst. Man kann die Gliederung von *Ethelia* am besten als eine sekundäre Bildung auffassen, die nicht etwa wie bei *Peyssonelia* nach einer Seite, sondern nach beiden Berührungszweige trägt. Die Pflanze hat die Sexualäste reduziert und erreicht nun den Lappenaufbau auf diesem neuartigen Wege. Es stellt dies eine Erzeugung von blattartigen Gebilden aus einer Sohle und nicht aus einem Stämmchen dar.

Auch *Peyssonelia* ist in der Jugend völlig festgeheftet wie eine *Cruoria* und erhebt sich später wieder vom Substrat. Dadurch bildet sich eine Dorsiventralität heraus, die bei *Ethelia* aufgegeben wird. Das führt dann dazu, daß sich Ober- und Unterseite ähnlicher sind. Verkalkung des Thallus ist vorhanden, sie ist jedoch nicht so stark ausgeprägt wie bei den *Corallinaceae*.

Die Antheridien stehen zum Teil an den Enden der „Fäden“ der Sohle. Bei *Cruoria*, deren Fäden locker schließen, sind sie ziemlich frei; bei *Peyssonelia*, wo eine Pseudoepidermis und ein dichter Zusammenschluß der Fäden vorliegt, entwickeln sie sich aus den unter der Pseudoepidermis gelegenen Zellen. Die Endzellen bilden Verästelungen aus, welche reihenartig hintereinander die Spermastien erzeugen.

Auch in den Karpogonen zeigt wieder *Cruoria* mit seinen lockeren Auflagefäden die einfacheren Verhältnisse. Sie stehen seitlich angeheftet. Die Auxiliarzellen liegen in den Fäden. Die Äste des Sporophyten verschmelzen mit den Auxiliaren, und nunmehr kommen sporogene Fäden zum Vorschein, die büschelig gehäuft die Karposporen tragen. Bei *Cruoriopsis* sind die Verhältnisse insofern

anders, als die Auxiliarzellen auf besonderen Ästen stehen. Die primären Auxiliarzellen, die bei den anderen *Squamariaceae* noch vorhanden sind, sind in Wegfall gekommen. Vom Karpogon aus werden die in seiner Umgebung befindlichen, sekundären (Karpogon-) Auxiliaren durch ausstrahlende Sporophytenfäden erreicht. Aus jeder Fusionszelle entsteht eine zwei- bis vierzellige Sporenkette. Der Sporophyt hat, wie OLTMANN'S hervorhebt, eine gewisse Ähnlichkeit mit *Dermonema*. In mancher Hinsicht geben SCHMITZ und HAUPTFLEISCH eine detaillierte Schilderung. Aus der befruchteten Eizelle erfolgt zunächst häufig (ob stets ?) eine Fusion mit einer oder der anderen hypogynen Zelle, der primären Auxiliarzelle, und nun erst erfolgt das Auswachsen der Ooblasteme zu den sekundären Auxiliaren. Das Bild würde also genau wie das der *Rhizophyllidaceae* aussehen. Die sekundären Auxiliaren wären auch hier reduzierte Karpogonäste. Sie sind als besondere Fäden wie Karpogonäste den Thallusfäden angelagert.

Die Cystokarprien sind über die Thallusoberfläche verstreut oder in Nemathecien entwickelt; es gibt also aufsitzende und eingelagerte. Fraglich ist es, wo hier die Reduktionsteilung erfolgt. Bei *Cruoriopsis* und *Cruoriella* z. B. stehen paarig geteilte Sporangien, Antheridien und Cystokarprien auf derselben Pflanze. Andere, ihnen nahestehende Gattungen sind jedoch sexuell differenziert. Wir kommen darauf noch in dem Kapitel über Generationswechsel zurück.

Nach all dem Gesagten möchte ich in den *Squamariaceae* eine Reduktionsentwicklung sehen, welche aus dem Grunde der *Rhizophyllidaceae* abgeht und somit mit den *Corallinaceae* einen gemeinsamen Grund hat. Es ist eine Familie, die in ihrer vegetativen Ausgestaltung an die *Corallinaceae* nur anklingt. Beide Familien sind zwar Reduktionen zu Sohlen, aber die Art der Ausbildung derselben weist nennenswerte Differenzen auf, so daß sie nur als Konvergenz zweier im Ausgangspunkte naher Familien zu deuten ist. SCHMITZ und HAUPTFLEISCH betonen zu Recht die Ähnlichkeit im Thallusbau und der Fortpflanzungsorgane zu den *Corallinaceae*, sie neigen aber auch mehr zu der Ansicht einer näheren Verwandtschaft mit den *Rhizophyllidaceae*. — An diese oder sagen wir besser an deren Ausgangspunkt reihen wir auch die

#### *Nemastomataceae*

an. Der Scheitel des Thallus hat fast den Bau von *Nemalion*, dadurch ist auch eine Ähnlichkeit mit *Polyides* gegeben. Der Zentral-

strang ist noch weiter mit Rhizoiden durchflochten, und nur selten finden wir eine Zentralachse (*Calosiphonia*, *Bertholdia*). Es kommen also beide Typen vor; daneben unterscheiden sich auch einige noch in den Wuchsformen, indem der Zentralstrang röhrig gelockert ist. Die Scheitelzelle ist dann quer gegliedert. Die Wirteläste sind sehr zahlreich und bilden durch gabelige Verzweigungen einen dichten Rindenbelag, dessen Enden zu einer Pseudoepidermis zusammenschließen. Die für die *Rhodomelaceae* so kennzeichnende Tüpfelung ist nicht vorhanden.

Die Kollode wechselt sehr in ihrem Aufbau. Teilweise ist sie stielrund, in anderen Fällen dagegen abgeflacht oder sogar blattartig, die Verzweigungen sind gabelig oder seitlich. Die Entwicklungsgeschichte gleicht der von *Polyides*, doch findet sich häufig keine flächige Sohle, sondern Rhizomthallus.

Die Tetrasporangien, die nur bei wenigen Gattungen bekannt sind, sind meist paarig geteilt und stehen verstreut.

Wie bei den einfachen Typen sind die Karpogonäste auf der Innengrenze der Außenrinde verstreut, doch kommt es in seltenen Fällen auch vor, daß sie auf bestimmte Astabschnitte zusammengedrängt sind. Das primitivere Verhalten wäre wieder die zerstreute Lagerung. Die Karpogonäste haften den Kurztrieben seitlich an und sind aus drei Zellen in Form eines Hakens aufgebaut. Die Auxiliärzelläste entspringen ganz derselben Zone. Unsere oben angeführte Ansicht des Entstehens aus Karpogonästen, die auf unausdifferenziertem Zustand stehengeblieben sind, läßt sich damit gut in Einklang bringen. Die befruchtete Eizelle, die zunächst mit einer oder der anderen primären Auxiliärzelle durch einen Fortsatz verschmilzt, entsendet nun sporogone Fäden, die mit einigen sekundären Auxiliärzellen kopulieren und somit ihre Haustorien auf eine größere Anzahl von Fäden ausbreiten. Wir möchten hier SCHMITZ und HAUPTFLEISCH (3, 522) wörtlich zitieren: „. . . zunächst wächst entweder aus der alten Auxiliärzelle oder aus der alten Ooblastenzelle ein Fortsatz thallusauswärts, seitlich oder thalluseinwärts hervor, der zuweilen als Zentralzelle abgegliedert wird; aus diesem Fortsatz resp. dieser Zentralzelle werden dann sukzedan mehrere, selten nur einzelne, sporenbildende Zweigbüsche hervorgestreckt, welche, in wechselnder Weise ausgebildet, zuletzt fast ihre sämtlichen Zellen zu Sporen entwickeln.“ Wir sehen hier die Zentralstellen noch nicht so obligat wie bei *Rhizophyllis*; dies deutet auf eine parallele Entwicklung.

Die völlig eingesenkten Cystokarprien sind im Vergleich mit *Polyides* sehr umfangreich; besondere Hüllen sind nicht vorhanden. Die Abgabe der Karposporen erfolgt durch einen Porus. SCHMITZ und HAUPTFLEISCH (3, 522) schreiben: „Die Familie der *N.* schließt sich sowohl in bezug auf den Thallusbau als auch mit Rücksicht auf die Fruchtbildung den *Dumontiaceae* einerseits und den *Rhizophyllidaceae* andererseits direkt an. Die Anlage der Karpogonäste und der Auxiliarzellen ist die gleiche; die Entwicklung der Fruchtanlagen aber bereitet auf die sorusartige Ausbildung der Gonimoblaste bei den *Rhizophyllidaceae* vor. Neben dieser nahen Verwandtschaft finden sich aber auch verschiedene Berührungspunkte mit den *Grateloupiaceae* und *Gloisiphoniaceae*. Auch mit anderen Familien, z. B. den *Costoclonieae* der *Rhodophyllidaceae* haben sie durch die Fruchtausbildung der *Halarachnio-neae* manches Übereinstimmende. Indessen bilden die *N.* doch eine gut begrenzte Gruppe innerhalb der *Cryptonemiales*.“ — Von der nächsten Verwandtschaft wollen wir die

#### *Dumontiaceae*

behandeln. Die Keimungsgeschichte von *Dumontia* und *Dudresnaya* hatten wir schon vorn beschrieben und gesehen, wie bei der ersten aus der Sohle zunächst eine Art Springbrunnentyp herauskommt, welcher dann durch Zurückbleiben des größten Teils der Meristemzellen oder Fäden zum Zentralfadentypus wird. Die zweite führt von Anfang an diesen Typ; doch wächst nur einer von den vielen entwickelnden Langtrieben weiter, während die anderen verkümmern. Des Zusammenhangs halber möchte ich erwähnen, daß auch unter den *Nemastomataceae* die Gattung *Calosiphonia* ganz ähnlich ihre Zentralfäden erzeugt. Nach den Schilderungen kommen bei ihr mehrere Langtriebe zur Entwicklung. Wir sehen also, daß die Fortentwicklung bei den *Nemastomataceae* schon eingesetzt hatte. Da aber bei den *Dumontiaceae* noch ursprünglichere Typen (*Dumontia*) vorhanden sind, so müssen sie aus einer Gestaltung herauskommen, die primitiver als *Calosiphonia* ist. Es ist für die Familie ganz eigen, daß sie wohl die Rudimente, nicht aber den eigentlichen Springbrunnentypus aufweist.

Die Zentralachse wird sehr frühzeitig durch Rhizoide verstärkt. Die Wirtelzweige stehen quirlig oder gepaart und können eine feste Rinde bilden oder auch verschiebbar sein. Endlich kann auch, wie wir das schon anderwärts gesehen hatten, der Zentralfaden zerreißen, und die Rhizoidfäden können allein in Erscheinung

treten. Fehlen die letzteren auch noch, so ist der Thallus röhrig hohl. Die Kollode kann in den verschiedensten Gattungen alle Übergänge von stielrunden zu blattartigen Formen zeigen, sie verzweigt sich sowohl gabelig wie seitlich und zuweilen ist die Verzweigung profilierend. In dieser Familie kommen sehr komplizierte Gestaltungen vor; *Constantinea* z. B. zeigt die Abgliederung von abfälligen „Blättern“.

Die Sporangien sind der Außenrinde angelagert und entweder über die Oberfläche zerstreut oder in Nemathecien angeordnet. Wieder zeigen die einfachen Typen die Verteilung auf der Oberfläche; bei *Dumontia*, *Cryptosiphonia* sind sie paarig und bei *Dudresnaya* und *Dasyphloea* quer geteilt. Die anderen haben, soweit bekannt, flache, oft der Außenrinde eingelagerte Nemathecien. Diese Zusammenstellung der Sporangien entspricht der größeren Komplikation dieser Typen im vegetativen Bau. Es gibt bei ihnen paarig, schiefpaarig und quergeteilte Tetrasporangien.

Über die Homologie von Auxiliare und Karpogon möchten wir OLTMANN'S (10, 391) wörtlich wiedergeben: „Durchaus homolog aber dürften die zweierlei Organe u. a. bei den Florideen sein, welche SCHMITZ als *Dumontiaceae* zusammenfaßte — *Dudresnaya*, *Dumontia*, *Constantinea* usw. Die Dudresnayen wurden schon erwähnt, bei *Dumontia* findet man nach KYLIN inhaltsreiche Zellreihen, welche aus den längs- bzw. schrägverlaufenden Fäden der Innenrinde entspringen. Ein Teil derselben wird zu Karpogonästen, ein anderer führt die Auxiliarzellen. Ob aus ihnen das eine oder das andere entsteht, ist erst auf einer späten Stufe erkennbar.“

Die mehrzelligen, oft hakig eingekrümmten Karpogonäste bauen sich aus scheibenförmigen Zellen auf. In den fruchtenden Zonen sind sie häufig mit rudimentären Auxiliarästen gemengt. Beide sind ebenso wie bei den *Nemastomataceae* in der Innenrinde an verzweigte Wirteläste angegliedert. Über die Befruchtung äußert sich OLTMANN'S eingehendst (10, 386): „Die Befruchtung vollzieht sich wohl in der üblichen Weise, doch ist sie im einzelnen nicht untersucht, auch weiß man nichts über die Teilung des Kernes in der Zygote. Aus ihr werden meist drei sporogene Fäden entsandt, diese wachsen nicht einfach wie bei *Dermonema* usw. durch die Astmasse hindurch, sondern sie kriechen über die Fiedern des Karpogonastes hin, und alsbald vereinigen sie sich mit einzelnen Zellen des letzteren. Die zur Verschmelzung bestimmten Zellen, die Auxiliarzellen, unterscheiden sich hier kaum durch Inhalt und Größe von den übrigen vegetativen Elementen; und wenn auch die

Endzellen der Fiederchen mit Vorliebe von den sporogenen Fäden aufgesucht werden, so kann doch auch die Vereinigung mit jeder beliebigen anderen Zelle des Karpogonastes Platz greifen. Die Verschmelzung vollzieht sich durch Auflösung der Zellwände an der Berührungsstelle, und es ergibt sich, daß auch mehrere benachbarte Karpogonastzellen sich mit einem sporogenen Faden resp. einer sporogenen Zelle vereinigen können. Das erinnert an *Scinaia*.“

Die Zellwände werden hier bei der Verschmelzung der Fäden mit den Auxiliaren völlig gelöst, doch bleibt der Kern der letzteren unberührt liegen. Aus der Verschmelzung beider entsprossen die sporogenen Fäden nur unter Beteiligung der sporogenen Kerne. Die Auxiliare, die nun zwei Kerne enthält, teilt sich dann in eine untere Fußzelle, welche den Auxiliarkern und einen sporogenen Kern enthält, und in eine Zentralzelle, die nur einen sporogenen Kern führt. Aus der oberen Zelle entstehen die Karposporen so, daß eine sterile Zelle übrigbleibt. Wir machen auf das Verarmen an sterilen Zellen aufmerksam. Die Abzweigungen der Zentralzellen können bei einzelnen Arten getrennt sein, bei anderen verschmelzen diese zu Fruchtkernen. In diesem Falle könnte man von einem „Synkarpium“ reden. Das wäre eine Progression gegen die *Nemastomataceae*. Die Cystokarprien können verstreut liegen oder sich an besonderen Thallusabschnitten ansammeln. Sie sind der Innenrinde eingelagert und können diese wohl wegen der Größe der „Synkarprien“ emporheben.

Über die Verwandtschaftsverhältnisse äußern sich SCHMITZ und HAUPTFLEISCH (3, 516): „Die *D.* schließen sich einerseits der Familie der *Grateloupiaceae*, andererseits der Familie der *Nemastomataceae* direkt an. Sie sind von diesen hauptsächlich durch die Ausbildung der Fortpflanzungsorgane verschieden. Die Anlage der Auxiliarzelle und des Karpogoniums geschieht noch in ähnlicher Weise wie bei den *Grateloupiaceae*, die Ausbildung ist jedoch eine einfachere. Durch die Anlage der Auxiliarzelle an besonders langen, meist gekrümmten Zellfäden unterscheiden sich die *D.* auch von den *Nemastomataceae* (wo zur Auxiliarzelle irgend eine Zelle der Rinde wird). Das direkte Aussprossen der durch Copulation verstärkten Auxiliarzelle unterscheidet ferner die *D.* von den beiden verwandten Familien, bei denen die Auxiliarzelle erst eine Zentralzelle abgliedert.“ — Aus den *Rhizophyllidaceae* geht ebenfalls der Springbrunnentypus der

*Grateloupiaceae*

hervor. Entwicklungsgeschichtlich ist besonders *Halymenia* bekannt. Die Jugendform hat eine der Sohle von *Dudresnaya* sehr ähnliche Form. Aus der Basis gehen mehrere „Fäden“ gleichzeitig hervor und erzeugen zunächst eine Kollode mit lockeren Rindenelementen nach Art eines *Nemalion*. Später wird der Anschluß der einzelnen Fäden zu einer Außenrinde enger, und es wird so ein Pseudoparenchym erzeugt. Die Einlagerung von Kalk bei einigen Arten weist auf die *Rhizophyllidaceae* und die von diesen abstammenden *Squamariaceae* hin. Die Entwicklung netziger Verbindungen mit Hilfe von sternförmigen Zellen ist eine Folge des Zerreißen des Markstranges. Die Zellreihen können dabei durch Quertüpfel verbunden sein. Die sekundäre Festigung der Außenrinde durch festes Zusammenfügen der kleinen, äußeren Zellen macht die zentralen Teile entbehrlich.

Der Tetrasporangien weisen in der Stellung dieselbe Mannigfaltigkeit wie bei den *Nemastomataceae* auf und sind paarig geteilt.

Auch die Lage der Antheridien ist durch den dichten Zusammenschluß der Außenrinde bedingt. Sie sind verstreut oder außen in Polstern angeordnet, wie das ja bei allen festeren Florideen die Regel ist.

Die weiblichen Organe stehen am ganzen Thallus oder in fruchtenden Abschnitten der bei höheren Formen komplizierter aufgebauten Kollode. Die Karpogonäste sind kurzgliedrig und stark seitlich verzweigt, so daß das Karpogon von einer Hülle, welche an die *Chaetangiaceae* erinnert, eingeschlossen ist. Wie aus der Jugendform des Karpogonastes zu erwarten ist, sind die sekundären Auxiliaräste ebenso gebaut. Es wäre einmal der Untersuchung wert, ob sich diese Auxiliaren bei ausbleibender Befruchtung des Karpogons nicht zu normalen Karpogonen umgestalten würden. Dafür spricht die sukzedane Ausbildung der Auxiliaren in größerer Anzahl. Dieses Verhalten würde eine längere Befruchtungsmöglichkeit für die Karpogone schaffen und wäre bei den unbeweglichen Spermastien sehr verständlich.

Das Verhalten nach erfolgter Befruchtung gleicht dem oben geschilderten sehr stark. Aus der vom sporogenen Faden gebildeten Zentralzelle sprossen in akropetaler Folge sporenbildende Zweigbüschel. Diese bilden Gonimoloben aus, welche sich zu Fruchtkernen zusammenschließen und fast alle Zellen in Karposporen umbilden. Die Büschel der Tragäste bilden eine Hülle um die Frucht-

kerne. Die Rinde wird dadurch wie bei den *Dumontiaceae* etwas emporgewölbt und durch einen Porus geöffnet.

Über die Verwandtschaftsverhältnisse möchten wir wieder SCHMITZ und HAUPTFLEISCH (3, 510) zitieren: „Die *Gr.* schließen sich einerseits der Familie der *Gloiosiphoniaceae*, andererseits der Familie der *Dumontiaceae* direkt an. Mit beiden haben sie das gemeinsam, daß die Auxiliarzellen an sekundär entwickelten Fäden angelegt werden. Sie unterscheiden sich von beiden dadurch, daß die Auxiliarzellfäden sowohl wie die Karpogonzellfäden eigentümliche flaschenförmige Gehäuse ausbilden, in deren Grunde die Auxiliarzelle resp. das Karpogonium liegen. Sie unterscheiden sich ferner von den *Dumontiaceae* dadurch, daß von der Auxiliarzelle — wie bei den *Gloiosiphoniaceae* — häufig eine Zelle als Zentralzelle abgegliedert wird.“ Wir sehen im sexuellen Apparat eine Eigenentwicklung, welche sie mit den durch Reduktion abgeleiteten

#### *Gloiosiphoniaceae*

teilen. Im Thallus sind auch mancherlei Ähnlichkeiten vorhanden, die wir als Überleitung deuten können. Die Grateloupiacee *Dermocorynus* hat eine sehr kräftige Sohle, aus der zum Teil sehr viele aufrechte, unverzweigte Sprosse kommen. Das gilt auch für *Gloiosiphonia*, deren Keimgeschichte KUCKUCK (10) eingehend beschreibt. Die Ähnlichkeit mit *Batrachospermum* ist frappant. Es liegt hier eine Reduktion auf eine sehr jugendliche Organisation unter Ausbildung eines extremen Zentralfadentyps vor. In beiden Fällen verläuft die Entwicklung völlig analog. Wie bei *Batrachospermum* erheben sich aus der Sohle Assimilationsfäden, die häufig an der Spitze lang ausgezogen sind. An ihnen oder aus der Sohle direkt entwickeln sich die mit Scheitelzelle wachsenden Langtriebe. Die Wirteläste, welche zu vieren nacheinander entstehen, verzweigen sich stark und schließen häufig zu einer gemeinsamen Rinde zusammen. Die Berührungsstellen der einzelnen Wirtel sind durch dunkle Querstreifen zu erkennen. Es entsteht so eine Organisation, die einigen Familien der *Helminthocladiaceae*, aber noch mehr der Gattung *Calosiphonia* der *Nemastomataceae* zum Verwechseln ähnlich ist.

Die Scheitelzelle ist bei der Familie quergegliedert oder alternierend schräg geteilt. Die Zentralachse ist in der Jugend immer gut kenntlich, später wird sie von Rhizoiden dicht umflochten, ohne daß sich eine ausgeprägte Rinde wie bei *Batrachospermum* bildet. Die Wirteläste stehen auch gepaart alternierend. Die weiche, ver-

quellende Kollode wird später oft durch Zerfall des Zentralfadens röhrig hohl. Der Thallus ist meist sehr reich gabelig oder seitlich verzweigt.

Die Antheridien sind in Gruppen kleiner Spermazienzellen über die Thallusoberfläche zerstreut. Auch die weiblichen Organe sind nicht an bestimmten Stellen gelegen, jedoch trifft man sie meist mehr oberwärts am Thallus an. Die Auxiliaren und Karpogonäste sind hier zu einem selbständigen Ganzen — dem Prokarp — vereinigt. Ein hakig gebogener Zweig der Innenrinde trägt über dem Karpogonast eine interkalare Auxiliare. Unterhalb dieser stehen sterile Zweiglein, die als nicht entwickelte Karpogonäste zu betrachten sind; denn manchmal können mehrere funktionsfähige Karpogonäste vorhanden sein. Es können aber auch alle Äste eines Prokarps reduziert sein. Mit dem dünneren Thallus setzen hier offenbar Reduktionen ein.

Der sporogene Faden beschränkt sich meistens auf die Auxiliarzelle seines eigenen Astes; ab und zu verzweigt er sich und sucht dann noch andere Prokarprien auf. Das Karpogon ist hier noch nicht auf eine bestimmte Auxiliare angewiesen. Der befruchtete Karpogonkern wandert durch eine kleine Öffnung, die später wieder verschlossen wird, in die Auxiliare und teilt sich dort in zwei. Einer davon wandert in die von der Auxiliare gebildete Zentralzelle. Aus dieser sproßt ein Faden, der an seiner Rückseite die Karposporen trägt.

In der Auxiliarzelle und ihren Trägern bleibt der Inhalt erhalten. Die Kerne vermehren sich zur erhöhten Produktion von Fermenten. Durch Auflösung der zwischen diesen Zellen befindlichen Wände wird eine Mixogalle gebildet. Dies Verhalten ist durch Reduktion der umfangreichen Gebilde der *Grateloupiaceae* zu erklären.

Noch weiter geht die Reduktion bei der Gattung *Thuretella* sowohl im vegetativen Bau als auch in den Sexualorganen. Das ganze Prokarp ist nur 5—6zellig. Außer dem Karpogon trägt es nur die dem letzteren unmittelbar benachbarte Auxiliare und darüber eine Zelle. Ein sporogener Faden wird kaum mehr gebildet, und nur ein kurzer Fortsatz vermittelt die Fusion des Karpogons mit der Auxiliare. Hier ist ersteres also schon auf eine bestimmte Nährzelle angewiesen. Der Kern der Oospore teilt sich nur einmal, und einer der entstandenen Tochterkerne wandert in die Auxiliare. Diese bildet ein oder zwei Zellen, an denen die Sporenbüschel

entstehen. Der Fruchtkern kann also ein- oder zweiteilig sein. An die Grateloupien erinnern die Fruchthüllen, doch ist der Zusammenschluß nicht so dicht. Für die Cystokarprien gilt dasselbe wie für die *Grateloupiaceae*. Die Tetrasporangien sind, soweit bekannt, paarig geteilt, dem Thallus eingesenkt und verstreut.

Die *Gloiosiphoniaceae* sind im Hinblick auf die Befruchtung deutlich eine hochabgeleitete Familie, so ursprünglich auch oft der Thallus aussehen mag. Da die Zentralfadentypen von *Batrachospermum* und *Calosiphonia* ebenfalls abgeleitet sind, so sehen sie sich ähnlich.

Wenn wir diese ganze Entwicklung ansehen, so finden wir ein Aufgeben der primären Auxiliaren unter dem Karpogon und eine Entwicklung der sekundären Auxiliarzellen in reduzierten Karpogonästen. Diese Reduktion ist zunächst nicht phylogenetisch festgelegt, erst am Ende der Entwicklung kommt auf jedes Karpogon ein reduzierter Karpogonast, in welchem die sekundäre Auxiliare liegt.

Alle bis jetzt behandelten Familien mit Ausnahme der Anauxiliaten führten die Auxiliaren nur in ausgebildeten oder reduzierten Karpogonästen bzw. in Auszweigungen derselben. Wir kommen nun zu Reihen, welche die Tragzelle zur Auxiliare umbilden.

Den Übergang von den *Nemalionales* zu diesen Reihen bilden die zwei Familien der *Gelidiaceae* und *Wrangeliaceae*. Da die meisten Gattungen der

#### *Gelidiaceae*

einen Zentralfaden besitzen, müssen wir eine Ableitung vom Springbrunnentyp bereits annehmen. Der Mangel an so ausgeprägten Wirteln spricht vor allem dafür, daß sie ihren Typ andersartig entwickelt haben, als wir es bei *Batrachospermum* und *Lemanea* sahen; denn es finden sich sogar Formen, die überhaupt keine Wirtel haben. Die Grundfäden stehen schief nach auf- und auswärts gerichtet. Die Querschnitte durch den Thallus erwecken das Bild eines soliden Körpers. Das wird dadurch hervorgerufen, daß die Äste erst ein Stück parallel der Achse aufsteigen und nur mit ihren feinsten, kleinzelligen Verzweigungen nach außen biegen. Der in der Jugend klarere Aufbau wird später durch eine große Zahl von Hyphen verwischt, welche in der inneren Rinde in Vielzahl vorhanden sind und etwas an *Tuomeya* erinnern, ohne daß deren Wirtelstellung vorhanden ist. Die Querschnitte alter

---

Pflanzen erscheinen daher von dichten Hyphenmassen gebildet, zwischen welche die größeren Zellen der Äste eingewirkt sind. Wir sehen hier wieder auf anderem Wege als bei den Springbrunnen-typen die Erzeugung solider Körper. *Caulacanthus* hat noch eine deutliche Zentralachse, bei *Gelidium* selbst geht diese völlig verloren.

Der Thallus ist stielrund oder flach und meist seitlich verzweigt, so daß ein niedriges Gebilde entsteht. Die feinen Verzweigungen der wenigen Wirtelfäden sind hier durch die Mehrzahl der Fäden ersetzt, also tritt an die Stelle der Wirteläste eine Vielzahl von Achsen.

Die Antheridien stehen auf der Oberfläche in größeren Mengen oder sie sitzen in kleinen Büscheln an Rindenfäden. Die Karpogon-äste stehen auch hier in der inneren Rinde. Nach der Befruchtung bildet sich direkt ein System sporogener Fäden. Vielleicht ist die Reduktionsteilung etwas hinausgeschoben, es ist aber ebenso gut möglich, daß sie wie bei den meisten *Nemalionales* in dem Karpogon stattfindet. Bevor jedoch keine eingehenderen zytologischen Ergebnisse vorliegen, kann hierüber nichts Sicheres gesagt werden. Der „Sporophyt“ stellt ein reich verzweigtes Fadengeflecht dar, welches die Achsenfäden umwächst und Fortsätze zwischen die Büschel der Rinde entsendet. ENGLER-GILG (2, 35) sprechen von einer Fusion mit Auxiliaren. Auf welche Literaturstelle das zurückgeht, ist mir nicht ersichtlich. Vielleicht ziehen sie den Umfang der Familie weiter und rechnen die *Wrangeliaceae* mit ein. Die Außenschichten schwellen an den Stellen, an denen sich sporogene Fäden eindringen, an. Letztere vermehren sich reichlich und bilden Karposporen aus. Diese treten dann durch vorgebildete Öffnungen ins Freie. Bei *Gelidium* werden die Sporen von den Gonimoblasten in großen Cystokarprien abgegliedert. Diese sind, wie beschrieben, durch das Heben der Rinde entstanden.

Neben dieser sexuellen Fortpflanzung gibt es Tetrasporen, die bei *Caulacanthus* zonenförmig in Verdickungen der Außenrinde liegen. Die Tetrasporangien von *Gelidium* sind tetraedrisch oder kreuzförmig und stehen gruppenweise an runden, abgeflachten Ästchen.

Von Interesse ist die Keimungsgeschichte von *Gelidium*, da sie uns die abgeleitete Natur dieser Gattung beweist. Die Bildung des Vorkeims und der Sohle wird übersprungen: es bildet sich unmittelbar ein Sproß. Die ersten Teilungen sollen ziemlich regel-

mäßig sein, später jedoch wird alles etwas verwischt; selbst die Scheitelzelle ist nur sehr schwer zu erkennen und unserer Ansicht nach mehr in die Bilder hineingesehen, als wirklich vorhanden. Nach und nach differenziert sie sich deutlicher heraus und bildet einen Zentralfaden aus. Die erst später abgegebenen Segmente gliedern einen mittleren und mehrere seitliche Fäden ab. Trotz großer Ähnlichkeiten mit den bisher behandelten Zentralfadentypen zeigen sich große Unterschiede, die wiederum auf eine analoge Entwicklung aus dem ursprünglicheren Springbrunnentyp weisen.

Den Übergang von den *Chaetangiaceae* vermittelt die Gattung *Binderella*. Sie zeigt noch eine Mehrzahl von zentralen Fäden. Wir finden also wiederum als primitive Gattung einen Springbrunnentyp, alle anderen zeigen dann eine mehr oder weniger deutliche Zentralachse. In ihrem ganzen Aufbau leiten sie mit der Familie der

#### *Wrangeliaceae*

hinüber zu den *Gigartinales*. WERTSTEIN rechnet sie schon dazu. Es ist hier so, daß man sie mit den *Gelidiaceae* sowohl zu den *Gigartinales* als auch zu den *Nemalionales* rechnen kann, da sie ja eine Zwischenstellung einnehmen und von einer Reihe zur anderen überleiten. Es ist deshalb persönliche Ansicht, welcher Lesart man den Vorzug geben will. Ich würde sie lieber zu den *Gigartinales* zählen, da bei den Wrangelien das erste Mal die Tragzelle als Auxiliare funktioniert. Dasselbe finden wir bei allen nun zu behandelnden Formenkreisen.

Die *Wrangeliaceae* sind keine ursprüngliche Familie; für eine Sonderentwicklung spricht ihr ziemlich reich gegliederter Aufbau. An dem zunächst einzelligen Scheitel werden sehr frühzeitig die Kurztriebe angelegt. Sie verdanken ihre Entstehung urglasförmigen, in der Längsrichtung gesehen schiefen Querwänden. Auf diese Weise werden fünf periphere Zellen an jeder Zentralfadenzelle angelegt. Das erste Segment ist das geförderte, die anderen, und besonders das letzte, bleiben in der Entwicklung stark zurück. Die Seite der Plusachse, an der das größte Segment gebildet wird, wechselt zwischen rechts und links. Der Zentralfaden wird dann stark verlängert und verdickt. Dadurch schwillt besonders der untere Teil an, und die anfangs nahe beieinander sitzenden Wirtelanlagen werden wie bei *Batrachospermum* auseinandergezogen. Auf der geförderten Seite entwickeln sich die Seitenlangtriebe, und

zwar wieder aus den Basalzellen der Wirtel, die auch nachträglich noch viele Berindungszellen entstehen lassen. Später fallen die Wirtel ab, und es kommt auf eine neue Weise zur Bildung eines dicken Hauptfadens. Bei Betrachtung dieser vegetativen Entwicklung wird man die Vereinigung von *Wrangeliaceae* und *Gelidiaceae* zu einer Familie ablehnen müssen.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt durch Tetrasporangien, die am Ende von kurzen Verzweigungen der Ästchen stehen.

Die Karpogone stehen auf besonderen Ästen, welche von einer Tragzelle getragen werden. Die Zygote bildet eine große, lappige Zelle aus, die sich durch Tüpfel mit der Tragzelle verknüpft. Aus der Lappenzelle sprossen viele Fäden, von denen ein Teil sich mit Basalzellen der Wirteläste durch Tüpfel vereinigt. Sie dienen als Haustorium. Die Ausgliederungen dieser Fäden umspinnen den Ast und tragen dann keulenförmige Karposporen. Es werden viele Karpogonäste an einem Zweiglein angelegt, doch kommt nur einer zur Entwicklung. Bei *Naccaria*, die wir auch sonst als einfacher ansehen, sind die Auxiliaren nicht deutlich erkennbar. Dies Verhalten klingt an *Dermonema* an.

Bei *Wrangelia* wachsen in das Hymenium hinein sterile Paraphysen, die sich umbiegen und an der Bildung der Cystokarprien teilnehmen. Bei *Naccaria* sind diese sehr klein. Das Hymenium des Gonimoblasten wächst, ein ovales Polster bildend, in die Gewebeteile des Fadens hinein. Man kann auch hierin etwas Einfacheres erblicken.

Wir erkennen, wie schon oben angeführt, Anklänge an mehrere Reihen. Am nächsten steht die Familie den

#### *Gigartinales*,

in die man sie ganz einbeziehen kann. Als erste Familie dieser sind unserer Ansicht nach die

#### *Acrotylaceae*

zu werten. Sie erinnern in der Ausbildung der Frucht sowohl an die *Gigartinaceae* als auch an die *Chaetangiaceae* und unterscheiden sich von letzteren nur dadurch, daß die Auxiliare und nicht die Eizelle selbst den Gonimoblasten treibt. In den bisher behandelten Familien mit Ausnahme der *Wrangeliaceae* haben wir immer das Aussprossen der Eizelle zum Gonimoblasten gefunden. Von nun ab dagegen wird das Verhalten der *Acrotylaceae* durchgeführt. Unter der Oospore steht bei den letzteren die angeschwol-

lene hypogyne Zelle. Der Karpogonast, dessen Tragzelle nach der Befruchtung zur Auxiliare ausgebildet wird, besteht aus drei Zellen. Er ist etwas gebogen und einer Gliederzelle eines Fadens im Innern der Außenrinde angeheftet. An *Scinaia* erinnert das Anschwellen der unter dem Karpogon befindlichen Zelle. Über *Scinaia* hinaus geht das Unterbleiben der Kernrückwanderung und das Aus sprossen der Tragauxiliare zum Gonimoblasten. Aus diesem entstehen thalluseinwärts gerichtete Auszweigungen, die mit dem aufgelockerten und durch Rhizoide verfilzten Gewebe einen Knäuel bilden. Durch die Ausdehnung dieser Fäden entsteht ein nennenswerter Hohlraum. In diesen hinein werden die Ooblasteme geschickt, die sich etwas verzweigen und an ihren Enden sukzedan die Karposporen bilden. Die Umkleidung des Hohlraumes, der sich durch einen Porus öffnet, ist von sterilen Paraphysen durchflochten. Die Ähnlichkeit besonders mit *Galaxaura* ist sehr groß.

Wir haben hier nur primäre, und zwar Tragauxiliaren. In der Sexualität ist diese Familie fast primitiver als die *Chaetangiaceae*. Sie ist eine ganz vorzügliche Bindefamilie zu den höheren *Gigartinales*, zumal sie auch viele Ähnlichkeiten mit *Gelidiaceae* und *Wrangeliaceae* hat.

Die Stellung der Tetrasporangien in flächenständigen Nemathecien zeigt eine Ableitung. Sie können wie die Cystokarprien auf dem Thallus verstreut sein oder sich in besonderen Ästen anhäufen.

Der vegetative Thallus ist nach dem Springbrunnetyp aufgebaut und wiederholt gabelig verzweigt. Die Rinde ist durch festen Zusammenschluß deutlich antiklinfädig. — An die *Acrotylaceae* schließt leicht und glatt die Familie der

#### *Gigartinaceae*

an. SCHMITZ und HAUPTFLEISCH, die sich über Verwandtschaftsverhältnisse so klar und eindeutig auszudrücken pflegen, schreiben (3, 354): „Im Fruchtbau vermitteln die *Acrotylaceae* den Übergang von den *Chaetangiaceae* und *Gelidiaceae* zu den *G.* Diese bilden infolge ihrer Fruchtentwicklung eine gutbegrenzte Gruppe, die sich durch den komplizierteren Bau der Procarpe von den *Acrotylaceae* und durch die Ausbildung der Gonimoblasten mit mehreren Gonimoloben von den *Rhodophyllidaceae* unterscheidet.“

In der Organisation des Thallus lassen sich deutlich zwei Bauarten unterscheiden. Der Springbrunnetyp ist mit der einfacheren Gestaltung, dem stielrunden oder abgeflachten Thallus, verknüpft (*Michodea*), der zweischneidig abgeflachte dagegen findet sich bei

der mit Scheitelzelle wachsenden Gattung *Ectoclinium*. Das Vorkommen beider Typen bei wirklich nahestehenden Gattungen zeigt, wie gering der Unterschied ist. Der abgeleitete Thallus wächst mit dem abgeleiteten Typ, der ursprünglichere mit der Scheitelzellgruppe. Die meisten Autoren deuten diese Zusammenhänge umgekehrt, das stößt aber auf logische Schwierigkeiten. Von der (den) Zentralachse(n) gehen die Rindenfäden ab und bilden innen lockeres, großzelliges Gewebe, außen dagegen eine zuweilen anti-kinreihige Rinde fester Struktur. Um die Innengewebe flechten sich häufig Rhizoide; oft wird aber die Fadenstruktur aufgegeben, und es entsteht ein parenchymatisches Gewebe. Die Organisation ist damit eigentlich die der höheren Pflanzen geworden. Es sprechen manche Umstände dafür, daß auch die Gewebe der Moose usw. prinzipiell von denen der *Rhodophyceae* gar nicht so verschieden sind. Man hat doch bei jedem aus einem Wuchseristem entwickelten Parenchym im Grunde genommen Abkömmlinge von Sektoren. Wenn diese sich bald gegenseitig trennen, so geht ein fädiger Aufbau hervor, bleiben sie aber, wie das bei den Springbrunnen-typen oft so deutlich zu sehen ist, beieinander, so entsteht ein festgefügtes Parenchym. Derselbe Aufbau kann ebenfalls aus einer Scheitelzelle hervorgehen. Da das Wasserleben das ursprüngliche ist, so ist der fädige Aufbau primitiv. Kommt es zu parenchymatösem Bau, so reden wir von einem Stehenbleiben auf dem für die Meristemzone charakteristischen Zustand der Annäherung der Zellen.

Im Innern sind die Zellen vielfach quer vertüpfelt. Alle bei den Florideen denkbaren Verzweigungstypen sind in dieser Familie ausgebildet, gewöhnlich ist die Neigung zur Verzweigung in einer Ebene vorhanden. Viele blattartigen Gebilde können durch kongenitales Vorwachsen der Seitenzweige bedingt sein. Diese Bildungen entstehen wesentlich anders als ähnliche bei den *Ulotrichales*. Dort war es der unverzweigte Thallus, welcher sich verflachte oder einschlitze. Manche *Gigartinaceae* besitzen ein sekundäres Dickenwachstum. Diese Erscheinung kommt noch in den Familien der *Rhodophyllidaceae*, *Grateloupiaceae* und *Rhodymeniaceae* vor, also in Kreisen, die sich um einen bestimmten Umkreis unserer Gliederung des Florideensystems scharen. Dieses Dickenwachstum ist natürlich nur bedingt mit dem höherer Pflanzen zu vergleichen. Es sind nachträglich oft nur lokal einsetzende Teilungen der Außenrinde.

Die Antheridien sind zu kleinen Krusten vereinigt. Teilweise finden wir aber krugartige, nach auswärts geöffnete Kapseln, die im Innern die Spermastien abgeben.

Die Karpogonäste sind bei den einfacheren Gattungen (*Chondrus*, *Iridea*) an beliebigen Stellen angelegt. Die überleitende Eigenschaft der Familie zu höheren Kreisen wird bei den Gattungen *Gigartina*, *Phyllophora* und anderen kenntlich. Diese legen die Prokarpe in besonderen Warzen oder Zitzen an. Bei *Stenogramma* ist ein besonderer Mittelstreifen ähnlich wie bei *Delesseria* der Bildungsort. Es sind viele Karpogone vorhanden, doch werden nur wenige Cystokarprien ausgebildet. Diese werden durch Wachstum der Rinde emporgewölbt und öffnen sich durch einen Porus.

Im Bau der Karpogone scheint *Chondrus* ziemlich einfach zu sein. Wie bei den *Acrotylaceae* steht an einer großen Tragzelle, der primären Auxiliare, der dreizellige Karpogonast. Der sporogene Kern wandert in die Tragzelle. Diese ist mit der Umgebung reichlichst durch Tüpfel verkettet und sproßt viele sporogene Fäden aus, die ebenfalls mit beliebigen Rindenzellen durch Tüpfel in Verbindung treten können. Wir können natürlich nicht von sekundären Auxiliarzellen reden.

Die einfachen Typen erinnern sehr an die *Chaelangiaceae* und an *Dermonema*; andere *Gigartinaceae* nähern sich wieder mehr den *Ceramiales*. *Gigartina* hat im Grunde genommen in den Sexualorganen den eben beschriebenen Bau. Auch bei ihr kommen ausgesprochene sekundäre Auxiliaren ebenfalls nicht vor. Das umliegende Gewebe wird reichlich mit Paraphysen oder Rhizoiden durchsetzt. Bei *Stenogramma* stirbt das durchdrungene Gewebe ab. Bei anderen Gattungen ist die Vertüpfelung sehr stark. Besonders eigenartig ist *Calophyllis*. Hier entsenden nicht nur die Auxiliare, sondern auch die Karpogonfäden Austreibungen. Im übrigen ist der Aufbau der Karpogonäste sehr kompliziert (3, 362): „Die Prokarpe sind in den fruchtenden Thallusabschnitten im innern Teil der Rinde in größerer Anzahl angelegt, verstreut, ziemlich kompliziert (im einzelnen übrigens wechselnd) gebaut: ein kurzer (meist zweizelliger) Seitenast einer Rindenfadengliederzelle bildet seine basale Zelle zur meist stark vergrößerten Auxiliarzelle aus, aus dieser aber sprossen seitlich ein gewöhnlich dreizelliger, hakig eingekrümmter Karpogonast und meist noch mehrere einzellige Seitenästchen, selten noch mehrere analoge Karpogonäste hervor; die meisten Zellen dieses Prokarps (mit Ausnahme der Karpogon-

zelle) auswärts ausgesackt und vielfach geweihartig ausgezweigt; beim Ausbleiben der Befruchtung die Zellen des Prokarps zu einem sternförmigen Körper fusionierend. Die ‚befruchtete‘ Auxiliarzelle wächst thalluseinwärts zum Gonimoblasten aus, indem mehrere kräftige Sprossungen der Auxiliarzelle in das lokal aufgelockerte und durch Rhizoidbildung oft sehr reichlich verstärkte, angrenzende Thallusgewebe hinein sich sehr reichlich verzweigen, allseitig rispig sich auszweigend und mehr oder weniger reichlich mit den Zellen des sterilen Gewebes sich verbindend. Die Endabschnitte dieser Verzweigungen, mehr oder weniger dicht gedrängt rispig, öfters mit den Zellen des sterilen Gewebes vertüpfelt, bilden ihre sämtlichen Zellen zu Sporen aus.“

Wir sehen bereits die Ausbildung mehrerer Karpogone an einem Aste und somit die sekundäre (Trag-) Auxiliare potentiell gegeben.

Als letzte besonders an die *Ceramiales* anklingende Gattung erwähnen wir *Endocladia*. Der Tragast ist gegabelt. Während nun der Gabelast bei den *Ceramiales* an der Spitze eine Auxiliarzelle trägt und nur mit dieser die Fusion erfolgt, ist hier noch die primäre Tragauxiliare in Funktion. Der Gonimoblast verbindet sich mit diesen Zellen. Wir können also die *Ceramiales* organographisch aus diesen Gestaltungen ableiten. Sie machen uns die Entstehung der sekundären Tragauxiliare verständlich.

Die Stellung der Tetrasporangien ist so mannigfaltig, wie wir es für eine Binfamilie erwarten. — Die Familie der

#### *Rhodophyllidaceae*

ist in vielen Beziehungen eine Fortentwicklung einfacherer Verhältnisse bei den *Gigartinaceae*. Es wird hier eine Entwicklung, die dort schon angedeutet ist, fortgeführt. Das gilt besonders von den Auxiliarzellen.

Die oft hakig gekrümmten, dreizelligen Karpogonäste werden meist in Mehrzahl an den fruchtenden Thallusabschnitten ausgebildet. Sie sind zwar gewöhnlich einer Gliederzelle auf der Innengrenze angeheftet, doch kommen scheinbar auch andere Fälle vor. Die Auxiliarzellen entstehen gesondert, aber doch den Karpogonästen sehr genähert. Sie treten häufig erst nach der Befruchtung des Karpogons in Erscheinung. Es handelt sich also um sekundäre Auxiliaren, die aber nicht als Glieder reduzierter Karpogonäste oder als Tragzelle derselben aufgefaßt werden dürfen.

Sekundäre Karpogonauxiliaren haben wir nur in der Reihe der *Cryptonemiales* gefunden. Die Reihe der *Gigartinales* läßt eine dritte Art von Auxiliaren entstehen, und zwar sind es sekundäre Auxiliarzellen, die an beliebigen Stellen angelegt werden. Die Andeutung durch Resorption oder Vertüpfelung mit irgendwelchen Zellen bei den Familien der *Acrotylaceae* und *Gigartinaceae* wird bei der hier behandelten Familie bis zur Fusion fortentwickelt. An die Stelle der Tragauxiliare tritt eine ihr oft genäherte, ja manchmal am selben Ast befindliche, große Zelle, welche die Auxiliarfunktion der Tragzelle ersetzt. Da sie häufig Assimilationsfäden trägt, können wir von einer Sammelzelle reden.

In bezug auf die übrigen *Gigartinales* ist insofern darin eine Fortbildung zu sehen, als dort das Gewebe gleich von Anfang an diffus ausgesaugt wurde und im Anfang die Tragzelle gewissermaßen als Sammelzelle der Assimilate der sterilen Fäden und der Zufuhr vom sonstigen Gewebe diente. Hier aber besorgt die Tragzelle nur die Zufuhr der Nährstoffe zum Karpogonast vom Stamme her, während die Zufuhr der Produkte der Assimilationsfäden von der Auxiliare erledigt wird. Wir möchten den Erwerb funktionell gleicher Dinge auf verschiedenem Wege zur Charakterisierung dieser Familie verwenden. Diese Art von Parasitismus wird hier wieder in eine andere Bahn geleitet, nachdem nicht mehr die Tragzelle als Auxiliare wirkt.

Aus dem befruchteten Karpogon geht ein mehr oder minder langer Faden hervor, der zur Auxiliare führt. Dabei ist hervorzuheben, daß diese vielfach erst jetzt kenntlich wird. Nun gliedert sie eine Zentralzelle ab, die ihrerseits sporogene Fäden entsendet, deren Grundzellen mit der Zentralzelle und der Auxiliare durch Auflösen der Querwände zu einem Synzytium verschmelzen. Die Fusionszelle, die sich durch Einbeziehen weiterer Zellen oft vergrößert, ist also ein Haustorium nach Art einer Mixogalle. Die sporogenen Fäden erzeugen einen sehr großen Fruchtkern.

Da um das Cystokarp herum eine reichliche Entwicklung und Streckung von sterilen Hyphen erfolgt, so hebt sich der Fruchtkern ab und hängt an der Fusionszelle. Er wird außerdem noch mit einigen Verbindungsfäden, die sich in einigen Zellen kräftig entwickeln und wie Paraphysenstränge den Fruchtkern durchsetzen, an der Wand befestigt. Der Fruchtkern hängt also im Gegensatz zu einigen *Rhodymeniales*, wo ähnliche Gebilde am Grunde angeheftet sind, von oben in die Höhlung hinein.

Die Angabe von OLTMANNs, daß es auch bei den *Rhodophyllidaceae* Prokarprien im Sinne der *Gigartinaceae* gibt, bestätigt den Zusammenhang der Familien.

Eine ganz eigenartige Komplikation stellt *Trichocarpus* dar. Als besondere Merkwürdigkeit sei hier nur das Keimen der Karposporen im Cystokarp hervorgehoben.

Im vegetativen Aufbau haben wir sowohl Springbrunnentypen wie auch Zentralfadentypen mit quergegliederter Scheitelzelle. Im allgemeinen findet sich dieselbe Mannigfaltigkeit der Formen wie bei der vorher behandelten Familie. Die Verzweigung ist gabelig oder seitlich und proliferiert häufig. Die Zellen der Innenrinde können quer vertüpfelt sein.

Über die *Rhodophyllidaceae* ist viel in der Keimungsgeschichte bekannt. Diese ist nötig, um den hier eigenartigen Übergang der noch nicht differenzierten Sproßspitze in eine Scheitelzelle zu zeigen. Beim Keimen bildet sich zunächst eine kleine Sohle — diese ist stark rückgebildet —, welche erst später größer wird. Aus ihr erhebt sich ein Sproß, in welchem, nach den Abbildungen zu urteilen, eine ausgesprochene Scheitelzelle nicht vorhanden ist.

Eine vierzellige Scheibe läßt vielleicht eine Scheitelzelle erkennen. Nach und nach wird sie allerdings deutlicher, so daß man ein Blättchen mit zweischneidiger Scheitelzelle beobachten kann.

Von einem Zentralfaden ausgeprägter Bildung kann ebenfalls keine Rede sein. Das Wachstum ist eher mit dem der Moose zu vergleichen. Ich möchte es sehr in Frage stellen, ob sich dieser Typ von einem Zentralfaden ableitet. Mit demselben Recht kann man auch einen Springbrunnentyp, welcher die Scheitelzelle direkt zur zweischneidigen Scheitelzelle umbildet, als Ausgangspunkt nehmen. Ich möchte darauf hinweisen, daß auch in dieser und noch mehr in der benachbarten Familie der *Gigartinaceae* parenchymatische Gewebe sehr häufig sind. Beim Verbreitern des Thallus verschwindet die Scheitelzelle wieder, und es tritt ein Randmeristem zutage. Wir sehen darin aber keinen Beweis für eine Vermehrung der Scheitelzellen, sondern ein noch nicht völlig festgelegtes Wachsen durch ein Spitzenmeristem nach Art des Parenchyms mancher Moose und niederer Farne. Auch bei diesen ist die Scheitelzelle nicht festgelegt, sondern sie kann erscheinen oder fehlen je nach dem Entwicklungsstadium. Man kann natürlich beim Betrachten solcher Parenchyme einen „Zentralfaden“ erraten.

Die inneren Teile sind aus Leitrücksichten oft längs gestreckt. Die Ausbildung sekundärer Leithyphen erinnert stark an die *Ulvaceae*. Die Hyphen können sich mit der primären, mittleren Zelle sekundär durch Tüpfel verketten. Wir halten diesen „Zentralfadentyp“ also gar nicht für eine Fortentwicklung aus einem solchen, sondern für eine direkte Bildung aus einem Springbrunnentyp heraus. Noch besser kann man unsere Ansicht mit *Rhabdonia* belegen, und zwar wollen wir OLTMANNs, der in diesem Falle nicht unserer Ansicht ist, wörtlich anführen (10, 282): „Aus den bisherigen Angaben geht nicht hervor, wie die Scheitelzelle in den Zentralfaden übergehe. CONNOLLY legt das für *Rhabdonia* klar. Die jungen Sprosse haben eine dreiseitige Scheitelzelle, welche in üblicher Weise drei Segmentreihen abgliedert. Jedes Segment schneidet dann innen, dort, wo es mit den anderen zusammenstößt, eine kleine dreiseitige Zelle ab. Das ist die Anlage des Zentralfadens. Die von diesem nach auswärts gekehrte Zelle teilt sich in dem Maße, als der junge Sproß in die Dicke wächst, und etwas später kann man auf den Längsschnitten nicht bloß den Zentralfaden, sondern auch die von diesem ausgehenden Zellgruppen erkennen (ähnlich wie bei *Rhizophyllis*), die nunmehr deutlich Fadenbüschel darstellen. Ältere Sprosse vermehren die peripheren (Rinden-) Zellen gewaltig, schwellen gleichzeitig riesig auf und stellen nun schleimerfüllte Glieder dar. In diesen bleiben aber der Zentralfaden und die von ihm gegen die Rinde ausstrahlenden Fäden immer kenntlich. *Rhabdonia verticillata* wird auf diese Weise der *Chylocladia* usw. sehr ähnlich. Das gilt noch mehr für *Rhabdonia globifera*. Diese wächst nicht mit einer Scheitelzelle, sondern folgt den Springbrunnentypen (CONNOLLY). Gehören tatsächlich beide Arten in die gleiche Gattung, so wären in dieser die beiden Wachstumstypen vereinigt, was allerdings nach dem früher Gesagten nicht mehr überrascht.“

Das hier Gesagte ist wohl bei einiger Kritik betrachtet ein sicherer Beweis, daß diese Art Zentralfaden nicht mit dem bisher behandelten auf eine Stufe gestellt werden kann. Wir heben das deshalb hervor, weil man daraus ersieht, daß der „Zentralfadentyp“ etwas Abgeleitetes ist, das auf verschiedenen Ästen aus den Springbrunnentypen entsteht.

Auch *Cystoclonium* schließt sich an *Rhodophyllis* an. Aus zweischneidiger Scheitelzelle werden rechts und links Segmente abgegeben, die dann erst das Mittelsegment, den „Zentralfaden“.

bilden. Dieser ist hier nichts weiter als ein nicht von der Scheitelzelle selbst, sondern von deren Derivaten erzeugtes inneres Rhizoid. — In der Keimungsgeschichte hat die Familie der

### *Sphaerococcaceae*

eine sehr große Ähnlichkeit mit der eben behandelten. Bekannt ist die Keimungsgeschichte von *Gracilaria*, welche der von *Cystoclonium* gleicht. Zuletzt ist der Körper, der entsteht, als ein festes Parenchym ausgebildet, so daß man mit dem besten Willen (10, 283) nur „sehr schwer“ den Typ „auf einen Fadentyp“ zurückführen kann.

Es ist wichtig zu wissen, daß in der ganzen Familie deutlich Typen vorhanden sind, welche keine Scheitelzelle haben. SCHMITZ nennt das „eine Vegetationsspitze von fächerförmig strahlender Faserstruktur ohne deutlich erkennbare Scheitelzelle“. Die sonst vorhandene Scheitelzelle hat quere oder schiefe Gliederung der Segmente. Im Bau der Kollode haben wir daher einerseits noch solche, bei denen das Innengewebe ein mehr oder minder dichtes Bündel von oben gegabelter Markfäden darstellt. Daneben gibt es die Parenchymtypen, bei denen man keine Faserstruktur erkennt. Die oft vorhandene „Zentralachse“ ist hier, wie wir eben geschildert haben, anders gebildet als ein Zentralfaden. Sie tritt auch nicht immer so scharf hervor und ist von Rhizoiden begleitet. Wir sehen daraus, daß der Parenchymtyp, der uns auf diesem Ast begleitet, um endlich bei den *Delesseriaceae* der herrschende zu werden, sehr oft ausgebildet wird. Die erste Entwicklung dieses Typs fand sich in der Reihe der *Gigartinales*.

Die Kollode ist stielrund, abgeflacht oder flach, die Verzweigung entweder seitlich oder gabelig, oft ist sie auch proliferierend. Sekundäres Dickenwachstum ist vorhanden (siehe oben).

Die Tetrasporen sind (selten paarig-) quergeteilt und in Nemathecien oder verstreut dem Thallus eingesenkt.

Die weiblichen Organe und damit die Cystokarprien stehen häufig in besonderen Abschnitten, den Fruchtzweiglein, die sich später in dieser Reihe ausbildende sekundäre Auxiliare ist in dieser Grundfamilie noch nicht vorhanden. Vielmehr ist das Wirken der Tragzelle als primäre Auxiliare für uns ein Beweis für die wenig abgeleitete Natur dieser Familie.

Der dreizellige Karpogonast sitzt einer Tragzelle auf, aus der schon vor der Befruchtung mehrere Fäden sprossen. Nachdem das Karpogon mit der Auxiliare in Verbindung getreten ist, fusioniert

diese fast immer mit mehreren benachbarten Zellen und treibt thallusauswärts mehrere sporogene Fäden. Diese verzweigen sich reichlich und bilden so einen umfangreichen, am Grunde angehefteten Fruchtkern, dessen innere Fäden sich zu einem dichten Polster vereinigen und gegenseitig vertüpfeln. Die Randzellen bilden ein deutliches Hymenium, das sukzedan die Karposporen entstehen läßt. Die Rinde um den Fruchtkern herum formt eine kräftig vorgewölbte Fruchtwandung mit deutlichem Porus. Außerdem zerreißen die an den Fruchtkern angrenzenden Schichten, und es bildet sich so eine ausgedehnte Höhlung. In diese hinein ragen oft einige Fäden sterilen Gewebes der Placenta, seltener der Fruchthülle. Die Seitenzweiglein der Auxiliare entwickeln Rhizoide, die wir als Haustorialhyphen auffassen. Wir möchten noch darauf hinweisen, daß die weiter oben gut ausgebildete Mixogalle hier schon angedeutet ist.

Trotzdem die *Rhodophyllidaceae* viel Ähnlichkeit mit dieser Familie haben, können wir die *Sphaerococcaceae* doch nur aus dem Grunde der *Gigartinales* ableiten. Maßgebend dafür ist die Ausbildung der Auxiliare. Wie wir gesehen hatten, führen die *Rhodophyllidaceae* bereits sekundäre Auxiliaren und sind deshalb für eine Ableitung ungeeignet, da die *Sphaerococcaceae* nur primäre Auxiliaren haben. Sehr wohl können wir sie aber aus einer Gestaltung herausführen, die zwischen den *Wrangeliaceae* und den *Acrotylaceae* steht. Beide Familien bilden noch die Tragzelle als primäre Auxiliare aus; nur wäre bei unserer Familie darin eine Fortentwicklung zu erkennen, daß die Auxiliare mit einigen unter ihr gelegenen Zellen zu einer Mixogalle fusioniert. — Die Familie der

#### *Rhodymeniaceae*

stellt mit einigen Gattungen eine Binfamilie zwischen den *Sphaerococcaceae* und den *Delesseriaceae* dar, ist aber im Fruchtbau ihre eigenen Wege gegangen.

Im Aufbau des Thallus durch eine zweischneidige Scheitelzelle hat *Plocamium* die meiste Ähnlichkeit mit den Parenchymentypen der *Sphaerococcaceae* und leitet dadurch sehr gut zu den *Delesseriaceae* über, für die ja dieser Typ kennzeichnend ist.

Über den sympodialen Bau von *Plocamium* wollen wir nicht weiter berichten, dieses proliferierende Wachstum findet sich auch schon anderwärts. Die Anordnung der Seitensegmente ruft den Eindruck von Wirtelästen hervor. Deutlich ist zu erkennen, daß

der „Zentralfaden“ erst nachträglich von den Segmenten abgegeben wird und somit eine sekundäre Bildung ist.

Bei anderen Gattungen der *Rhodymeniaceae* ist dieser Typ abgeändert, und wir wollen besonders *Chrissymania* schildern. Es handelt sich hier scheinbar um seitliche Blasen, in Wirklichkeit aber wird das Ende der Achse sympodial übergipfelt. Wir schildern die einfache und wohl reduzierte *Chrissymania microphysa*. Die Entwicklungsgeschichte führt zu einer sehr kräftigen Wurzelschwiele und hat manche Ähnlichkeit mit den Lithophyllen, bei denen auch die Neigung zur Bildung vieler kleiner Langtriebe vorhanden ist.

Aus einer flachen Sohle entsteht durch kongenitales Vorwachsen von 5—6 Zellen eine Erhebung, die sich sehr bald in eine Blase umwandelt. Die Spitze ist embryonal und erzeugt ein innen hohles Gebilde. Die Angabe KYLINS, daß die Spitze ganz der Fadenstruktur entspräche, kann nur so erklärt werden, daß eben noch die „Scheitelzellen“ angedeutet sind. Auf diese Weise entsteht ein schleimgefüllter Blasenraum, der eine kleinzellige Außen- und eine großzellige Innenwand besitzt. Der Stiel wächst interkalar.

Aus der Betrachtung dieses Typs und noch mehr der nun folgenden wird es klar, daß wir es hier nicht mit einer Scheitelzelle wie bei *Plocamium* zu tun haben, vielmehr haben wir deren mehrere (4—6). Wir möchten an *Rhodophyllis* erinnern, bei welcher der Übergang von vielen undeutlichen zu einer einzigen Scheitelzelle vorhanden war. Es wäre möglich, daß diese Typen durch Umwandlung aus einem einfachen Springbrunnentyp entstanden sind. Ich möchte aber der Ansicht zuneigen, daß eine Umwandlung in einen anderen Typ eingetreten ist, bevor es zu einer Ausgliederung einer echten Scheitelzelle gekommen war. Damit wäre auch der Streit um die Frage, ob Fadenaufbau vorliegt oder nicht, überflüssig geworden.

Die Keimungsgeschichte von *Chylocladia* gibt uns die nötigen Beweismittel in die Hand. Zum Beleg meiner Ansicht will ich OLTMANNs, der diese nicht teilt, wörtlich anführen (10, 279): „Die Spore wird am Substrat durch Schleim festgeheftet, sie bleibt zunächst kugelförmig, wird aber durch zwei gekreuzte senkrechte Wände in Quadranten zerlegt. Letztere zerfallen durch Horizontalwände in mehrere Stockwerke, die unteren werden durch Längswände weiter zerlegt, das oberste aber erfährt diese Teilung nicht und so resultieren vier Scheitelzellen, die bei der Aufsicht besonders gut hervortreten.“ Erst später entsteht genau wie bei *Chrissymania* die

Höhlung. Diese Scheitelzellen bleiben auch nachher kenntlich; es schieben sich förmlich Segmente und Segmentteile zwischen die radialen Wände der vier Zellen von unten her ein, ohne den oberen Zusammenhang zu unterbrechen. Zwischen die Glieder sind häufig Diaphragmen, welche horizontale Innenrhizoide sind, gespannt.

Während nun der Längsschnitt von *Chylocladia* überzeugend die Bildung von „Zentralfäden“ durch Abschnürung von Innensegmenten dartut, ist bei *Lomentaria* die Bildung anders. Hier werden regelrecht nach innen Rhizoidfäden abgegeben, welche zu einem sympodialen Faden zusammenschließen. Wir möchten also *Lomentaria* als eine analoge Konstruktionsvariante ansehen, bei der

die Innenfäden stärker zur Geltung kommen. Man kann natürlich das Ganze auch als einen aufgelockerten Springbrunnetyp auffassen; doch spricht hiergegen die Keimungsgeschichte, welche der von *Chylocladia* so ungemein ähnlich ist. Man kann mit OLMANNs kaum behaupten, daß die oft fast einschichtigen

*Chylocladia*, *Champsia* usw. eine Fadenstruktur zeigen. Dies ist eine Konstruktion. Unsere Anordnung der Familie zeigt Figur 4.

An den Grund setzen wir die *Plocamieae*, die einen völlig geschlossenen Thallus und eine Scheitelzelle besitzen. Die *Gloiocladiae* und die Gattungen um *Rhodymenia* haben die Organisation der Scheitelzelle nicht erreicht. Der Unterschied beider liegt in der Fruchtentwicklung. Bei den *Seblenieae* beginnt die Auflockerung, die sich unter deutlichem Proliferieren bei *Chylocladia*, *Lomentaria* und *Chrysymenia* vollendet, um endlich zur Verkümmern der sympodialen Verlängerungen und Sohlenbildung bei einigen Arten der letzteren zu führen.

Die Tetrasporangien sind zumeist paarig geteilt, doch kommen auch andere Teilungen vor. So hat *Plocamium* als Anpassung für die Anordnung in Stichidien tief im Innern des Thallus Querteilung. Dieselbe Anordnung finden wir bei den Delesserien wieder, die nach unserer Ansicht an *Plocamium* anschließen. Tetraederanordnung findet sich bei *Gloiocladia*, wo die Sporangien außen in

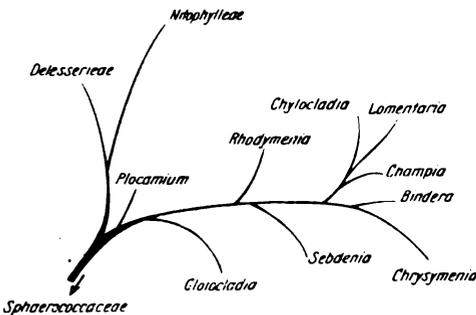


Fig. 4.

flachen Ansammlungen stehen. Die Antheridien werden in flachen Krusten (*Rhodymenia*) gebildet.

Die einfachsten Verhältnisse im Hinblick auf die Karpogonentwicklung finden wir, wie es zu erwarten war, bei *Plocamium* und anderen ursprünglicheren Gattungen, während sich die *Chylocladiae* auch hierin als abgeleitet erweisen.

Die dreizelligen Karpogonäste sitzen an der Tragzelle, welche bei *Plocamium* gleichzeitig wie bei den *Sphaerococcaeae* die primäre, funktionierende Auxiliare ist. Oberhalb und unterhalb derselben gehen Zellfäden, die an den Außenrändern der Zweige liegen und als Berindungs Zweige aufgefaßt werden können, ab. Die von dem sporogenen Kern erreichte Tragzelle gliedert nach außen eine Zentralzelle ab, aus der die sporogenen Fäden hervorgehen. Mit der Auxiliare verschmelzen die sehr großen, unter ihr liegenden Zellen zu einer Mixogalle.

Die Cystokarpe, die durch Vorwölbung der äußersten Rindenschichten gebildet werden, stehen gern in besonderen Fruchtzweigelein links und rechts von der Mitte, oder sie stehen gehäuft an kurzen Stielen in den Achseln von Thallusfiedern. Diese Ausbildung besonderer Fruchtzweigelein kommt ebenfalls bei den *Delesseriaceae* wieder vor.

Das Füllgewebe des Cystokarps ist ebenso netzig fädig wie bei den *Gloiocladiae*. Der Gonimoblast ist locker seitlich zusammengeschlossen und bildet die Gonimoloben sukzedan aus.

Sehr verwickelt sind die Befruchtungsverhältnisse bei *Chylocladia* und Verwandten (*Lomentaria*, *Champia*). An den merkwürdigen Längsfäden im Thallus, die wir oben als Leithyphen oder Rhizoidenstränge, welche die unteren Teile mit den oberen verbinden und ihnen die Assimilate zuführen, gedeutet haben, sitzen die Karpogonäste. Die Tragzelle ist also an die allgemeine Leitbahn seitlich angeschlossen. Sie hat auf der einen Seite einen hakig gekrümmten, vierzelligen Karpogonast, neben dem seitlich die eine oder die beiden sekundären Auxiliarzellen liegen. Diese sollen — „soweit erkennbar“ — keine direkte Verbindung mit dem Karpogonast haben. Da die Längsfäden hier jedoch offenbar sekundäre Bildungen sind, so ist der Aufbau nur durch Studium der Entwicklungsgeschichte klärbar. Diese eine oder beiden Auxiliaren teilen sich in eine außengelegene, wirkliche Auxiliare und eine nach innen gehende Basalzelle. Es wird also eine Art Rhizoid nach innen abgegeben, welches Anschluß an die Längsleitung bekommt. Die

Vorgänge sind aber noch nicht genügend geklärt, und „die Angaben der Autoren differieren außerordentlich“. Bei dem einschichtigen Thallus sind uns derartige Bildungen leicht verständlich. Aus den Abbildungen geht übrigens der Verschuß der Karpogonzonen nach innen durch Aneinanderlagerung von solchen Basalzellen und Innenzellen hervor. Das ist eine Notwendigkeit, weil hier die Kollode hohl ist. Wäre das nicht der Fall, so würde die Vorbeulung ebenso gehemmt sein wie die Zufuhr. Die Basalzellen und ihre Nachbarschaft haben häufig Kernvermehrung; es bildet sich ein polynucleides Haustorium, das sehr gut durch Fermentproduktion der Kerne zu erklären ist. Die primäre Auxiliarzelle scheint nicht in Funktion zu treten, doch ist es unserer Ansicht nach noch gar nicht sicher, ob die Tragzelle wirklich eine solche ist. Man könnte bei dem einschichtigen Aufbau evtl. auch daran denken, daß eine seitliche Auxiliarzelle am Ende die wirkliche Tragzelle sei.

Aus der Oospore treten sporogene Fäden aus, welche sich mit den Auxiliarzellen verbinden und einen sporogenen Kern in sie einbringen. Die Auxiliarzellen teilen sich nun in Fuß- und Zentralzellen. Erstere fusionieren mit den Basalzellen und deren Umgebung und schaffen so eine ausgedehnte Mixogalle. Die Zentralzellen bilden nunmehr Stielzellen in größerer Anzahl, welche die Karposporen tragen. Die Wände zwischen Zentralzelle und Fußzelle, ja sogar die zu den Stielzellen, werden gelöst. Dadurch sitzen die Karposporen der Mixogalle, von dieser nur durch eine Wand getrennt, direkt auf. Ähnliches Verhalten der Karposporen haben wir bei den gar nicht weit entfernten *Rhodophyllidaceae* gefunden. Beides sind Endentwicklungen.

Diese verwickelten Vorgänge sind bei *Lomentaria* und *Champia* etwas einfacher. Erstens gibt es nur eine Auxiliarzelle, und zweitens unterbleibt die Fusionierung, wodurch die Brücke zu *Plocamium* geschlagen ist. Wir haben ja *Chylocladia* als eine Endentwicklung aufgefaßt. Auch die Rhodymenien stehen ferner und nähern sich *Plocamium*. Wir betrachten *Plocamium* sowohl wie *Chylocladia* als die Enden zweier Entwicklungen, von denen *Plocamium* auf die Seite zu den *Delesseriaceae* abzweigt, die Rhodymenien leiten auf *Chylocladia* (Fig. 4).

Bei Betrachtung der Cystokarprien werden uns die beiden Entwicklungen noch klarer. Gloiocladien und Plocamien haben ein netzgifädiges Füllgewebe, das bei der Stoffzufuhr mit beteiligt ist. Unter den Rhodymenien gibt es solche, bei denen das Füllgewebe

noch vorhanden ist; doch verliert es sich in der Reihe, und die Placenta besorgt allein die Zufuhr. Zuletzt fehlen die Fäden völlig, und die riesige Mixogalle sorgt allein für die Ernährung.

Es hat den Anschein, als ob die *Rhodymeniaceae* zwei Entwicklungsreihen umfassen. Eine geht über *Bindera* zu *Chrysymenia*, die andere über *Champia* zu *Lomentaria* und *Chylocladia*. In beiden Reihen geht das anfangs vorhandene Füllgewebe verloren.

Über die Gestaltung des Fruchtkernes äußern sich SCHMITZ und HAUPTFLEISCH (3, 397): „Fruchtkern mit größerer Stielzelle inmitten der Placenta angeheftet, mehr oder minder dicht geschlossen, zusammengesetzt aus mehr oder minder zahlreichen, simultan oder sukzedan ausgebildeten, sporenbildenden Zweigbüscheln; diese sind einzeln dicht geschlossen und je durch gesonderte, mehr oder minder zähe Grundgallerte selbständig als Gonimoloben zusammengehalten, aber infolge der dichten Zusammenlagerung meist unregelmäßig abgeplattet und bilden ihre sämtlichen Zellen, mit Ausnahme mehr oder weniger zahlreicher Stielzellen, zu Sporen aus.“ — Die Familie der

#### *Delesseriaceae*

können wir sehr gut aus den Plocamien ableiten, da sie betreffs des Fruchtbaues sowohl mit diesen und einigen anderen Gattungen der *Rhodymeniaceae* als auch mit dem *Sphaerococcaceae* weitgehendste Übereinstimmung zeigen. Ein Zeichen dafür, daß hier eine Endentwicklung vorliegt, sind die fließenden Reihen, denn die einzelnen Gattungen lassen sich nur schwer gegeneinander abgrenzen.

Im Thallusaufbau unterscheiden wir zwei Reihen. Wir beginnen mit der ursprünglicheren Reihe der *Delesseriaceae*, die mit einer Scheitelzelle wie *Plocamium* wächst. Uns soll wieder die Keimungsgeschichte leiten, die wir durch NIENBURG sehr gut kennen.

Beim Keimen teilen sich die Sporen in ein Rhizoid und in eine echte Scheitelzelle, die zunächst einen Faden bildet. Später wird das Gebilde flacher und scheibenartiger, und aus der Scheitelzelle kommen gemeinsame Segmente, die sich so aufteilen, daß eine kleine Mittelzelle entsteht. Diese bildet den späteren „Zentralfaden“. Die beiden seitlichen Segmente wachsen für sich fort und bauen den Thallus auf. Da die Glieder der Segmente ziemlich ge-

sondert bleiben, so macht es den Eindruck eines kongenitalen Vorwachsens von Fäden. Daß durch das Freiwerden der Segmente wirkliche Seitenfäden entstehen, ist sicher, aber wir glauben nicht, daß diese so gebildeten „Zentralfadentypen“ aus den Scheitelzelltypen abgeleitet sind. Sie sind den anderen häufig sehr ähnlich, aber doch nur eine analoge Bildung. Die *Rhodomelaceae* zeigen in der Art des Thallusaufbaues so große Gleichheit mit diesen Typen, daß man sie wohl ebenfalls aus dem Grunde der Entwicklung der *Delesseriaceae* ableiten kann, doch bestehen in der Entwicklung der Gewebe gewisse Unterschiede, weshalb es besser ist, sie aus den *Gigartinales* bzw. aus deren Grund hervorgehen zu lassen.

Die Mittelzelle im Meristem der Delesserien gliedert in der Fläche Zellen ab und trägt zur Verdickung der Mittelrippe bei. Die einschichtige Fläche wird von den Segmenten gebildet. Die massige Rippe wird des weiteren durch Rhizoide verstärkt; solche kommen scheinbar vereinzelt auf der Außenfläche der Pflanzen vor. Es gibt neben Formen mit nur einer Mittelrippe auch solche mit Seitenrippen. Nahe dem Scheitel kann ein Segment eine Ausstülpung und damit eine neue Scheitelzelle bilden. Auf diese Weise entsteht die normale Verzweigung. Auf die Einzelheiten der Verzweigung wollen wir hier nicht weiter eingehen. Von höheren Delesserien leitet sich eine Seitengruppe mit den Gattungen *Claudea*, *Vauvooostia* und *Zellera* ab. Von *Claudea* ist das System der Verzweigung bei OLTMANNs genau geschildert und auf die Abgabe von Seiten- und Nebenzweiglein höherer Ordnung, die zu einem Gitterwerk verwachsen, zurückgeführt.

Die Gruppe der *Nitophylleae* ist im Keimen *Delesseria* sehr ähnlich, aber später verlieren sich die Scheitelzellen, und der „Zentralfaden“ tritt nicht in Erscheinung. Die Teilungen sind hier sehr reichlich interkalar. Man suchte auch hier die Fadentheorie zu retten, aber die Einzel-Segmente lassen sich nicht immer verfolgen. Es treten Gestalten in Erscheinung, wie wir sie bei *Porphyra* fanden und auch dort als abgeleitet aus Typen mit Meristem betrachteten. Bei *Martensia* ist die Bildung ganz eigenartig. Es werden beim Teilen Scheitelzellen wie bei *Nitophyllum* gebildet. Die Randzellen wachsen nach Verschwinden der Scheitelzelle gleichmäßig. Später rücken innen — nicht am Rande — die Einzelzellen auseinander, und es erfolgt eine Streckung und teilweise Verkettung, so daß ein gegitterter Rand um eine solide Scheibe sich bildet.

Ein weiteres Zeichen für die Ableitung dieser Familie ist die tetraedrische Teilung der vegetativen Sporen. Die Einzelsporangien häufen sich oft in Sori an und werden in die lokal verdickte Rinde eingelagert. Manchmal finden sich besondere Tetrasporeenäste, die stark modifiziert sein können; oder es bilden sich Tetrasporenlager (Stichidien) an der Mittelrippe. Die Antheridien stehen auch hier wieder in den bekannten Krusten.

Die Karpogonäste liegen zumeist in aufgetriebenen Teilen des Thallus. Die Tragzelle ist dem „Zentralfaden“, also dem Leitorgan, angeschlossen und ist zugleich Auxiliarenbildnerin. Nach der Befruchtung gliedert sie nämlich die (primärrogene Trag-) Auxiliare ab, die nun ihrerseits sporogene Fäden entsendet. Neben dem Karpogon liegt an der Tragzelle eine sterile Zelle, welche ansehnliche Zellenbüschel hervorbringt. Wir gehen kaum fehl, wenn wir darin Hüll- und Nährorgane sehen.

Die *Nitophylleae* haben auch in der Sexualität ihre Eigenheiten. Durch das Fehlen der Leithyphen ist es zu verstehen, daß die Zentralstelle mit den Nachbarn zu einer Placenta verschmilzt. Von den Prokarprien beginnend, erweitern sich die Cystokarprien, und der große Sporophyt teilt den Flächenthallus auf.

*Martensia* bringt durch ihren netzigen Aufbau erneute Verwicklungen. Die Schneiden der radialen Netzbalken bilden eine Zentralachse und werden mehrschichtig. Außerdem ist der Gametophyt polyenergisch, und selbst das Karpogon hat mehrere Kerne. Die sporogenen Fäden sowohl wie der Sporophyt sind monoenergisch.

Über die Cystokarprien wäre noch zu sagen, daß die sporenbildenden Äste trugdoldig verzweigt sind und simultan oder sukzessive gebildet werden (3, 407): „ . . . sie erscheinen bald einzeln ziemlich dicht geschlossen und deutlich selbständig abgegrenzt (zuweilen sogar durch gesonderte Kollode als festgeschlossene selbständige Gonimoloben abgegrenzt), bald sehr locker geschlossen mit seitlich zusammenfließender, sehr weicher Kollode und dann einzeln kaum mehr abzugrenzen; diese Zweigbüschel schließen während des Heranwachsens vielfach auch über der Auxiliarzelle selbst dicht zusammen, den hier vielfach vorhandenen kurzen Strang von Rindenfäden verdrängend oder einklemmend, und ändern dadurch die anfangs nabelförmige Form des Gonimoblasten in eine halbkugelig gewölbte um; an den einzelnen Zweigbüscheln werden endlich bald nur die Endzellen der Büschelzweiglein, bald

die oberen Zellen in mehr oder minder großer Anzahl zu Sporen ausgebildet.“

Wir sehen in den *Delesseriaceae* eine Endentwicklung. Dasselbe drückt auch OLTMANN'S aus, wenn er schreibt (10, 413): „Nur die SCHMITZ'Schen *Rhodymeniales* vermag ich in dem vollen Umfange nicht beizubehalten, wie sie der Autor aufstellte; ich glaube, man muß schon jetzt die *Delesseriaceae*, *Ceramiaceae* und *Rhodomelaceae* zu einer besonderen Gruppe vereinigen, wie es oben geschah, und dieser die *Rhodymeniales* im engeren Sinne gegenüberstellen.“

OLTMANN'S will also, wie es in der Systematik leider so oft geschieht, die Spitzenentwicklungen zusammenbringen. Wir gehen aber in völliger Übereinstimmung mit SCHMITZ und HAUPTFLEISCH an den Grund der *Rhodymeniales* und leiten von dort die Familie der

#### *Bonnemaisoniaceae*

als Binfamilie zu den *Ceramiales* ab. Dadurch gelangen sie an die *Gigartinales* bzw. deren Grund und kommen auch in die Nachbarschaft der *Wrangeliaceae*, die ebenfalls in dieser Gegend entspringen, und mit denen sie manche Ähnlichkeit haben. SCHMITZ und HAUPTFLEISCH schreiben (3, 418): „Die kleine Familie der *B.* vermittelt den Übergang von der Familie der *Sphaerococcaceae*, und zwar speziell von den *Calliblepharideae*, denen sie am nächsten steht, zu der Familie der *Rhodomelaceae*.“

Die Spitze des stiltrunden oder meist zweiseitig abgeflachten Thallus nimmt eine regelrechte zweiseitige Scheitelzelle ein. Wir haben hier also die bekannte Abgliederung schrägalternierender Keilsegmente. Das dickere Anteil des Segmentes liefert die primären Seitensprossen. Diesen opponiert bilden sich später Sekundäräste, die zu Langtrieben werden können und oft fertil sind, während die Primäräste immer Kurzäste bleiben. Die Achse soll berindet werden, und zwar soll darin eine Ähnlichkeit mit manchen *Ceramiaceae* bestehen. Die Abgabe von Langtrieben des reichverzweigten Thallus erfolgt in einer Ebene. Seine Mitte nimmt ein Strang längsgestreckter Zellen ein, doch ist von einem „Zentralfaden“ kaum zu reden; vielmehr ist es ein parenchymatöses Gewebe, welches im Innern längsgestreckte Zellen besitzt.

Neben paarig- und quergeteilten gibt es tetraedrische Sporangien. Die letzte Anordnung wird besonders von den unten behandelten *Rhodomelaceae* und *Ceramiaceae* bevorzugt. Auch die Anlage

der Antheridien ist den beiden Familien ähnlich. Sie werden in besonders gestalteten Kurztrieben gesammelt und erzeugen die Spermation auf der ganzen Oberfläche.

Die dreizelligen Karpogonäste entspringen ebenfalls in fruchtenden Zweiglein und sitzen einer Tragzelle auf, die ebenso wie die unterste Zelle des Karpogonastes sterile Zweiglein — die Hüllfäden — entwickelt. Die hypogyne Zelle bildet auch sterile, aber inhaltsreiche Fäden. Diese werden von den von der Oospore ausgehenden sporogenen Fäden ausgesaugt. Ist das geschehen, dann erfolgt eine Fusion mit der Tragzelle und dem angrenzenden Gewebe des Cystokarphodens. Auf diese Weise wird eine große Mixogalle gebildet, welche die karposporentragenden Fäden entsendet. Es ist also insofern eine Umbildung vorhanden, als die Tragzelle, die primäre Auxiliare, von den sporogenen Fäden nicht sofort, sondern erst nach Aussaugung der sterilen Fäden erreicht wird. Die Nährfäden werden nach der Befruchtung ausgegliedert. Das klingt an spätere Gruppen an, aber bei diesen ist der Entstehungsort ein anderer. Bei unserer Familie ist eben doch eine Sonderentwicklung vorhanden. Sehr charakteristisch ist die Unsicherheit, die hier herrscht. Das Geschilderte hat nicht allgemeine Gültigkeit, sondern es liegt ein Tasten nach einer festen Form, wie bei allen Grundfamilien, vor. — Mit den *Bonnemaisoniaceae* werden gewöhnlich die sehr formenreichen

#### *Rhodomelaceae*

in nahe Beziehung gebracht. SCHMITZ und HAUPTFLEISCH konstruieren auf Grund der Ähnlichkeit der Auxiliarverhältnisse gleichzeitig noch eine Verwandtschaft mit den *Delesseriaceae*: doch ist das Verhalten wohl durch Konvergenz bedingt.

Der stielrunde bis flache Thallus ist reichlich verzweigt. Die uns schon bei der vorigen Familie begegneten Kurztriebe und Haarblätter finden sich ebenfalls hier wieder, aber zumeist in einer viel reicheren Ausdehnung. Die radiäre Organisation des Thallus ist oft einer dorsiventralen gewichen.

Die Spitze des Scheitels nimmt eine deutliche Scheitelzelle ein. Es gibt einerseits solche Typen wie *Laurencia*, bei denen die Scheitelzelle zwar bereits aus der Spitze hervorragt, aber es kommt durch die Teilung der Segmente zu einem körperlichen Gebilde, ohne daß ein deutlicher Faden da wäre. Die Scheitelzelle ist hier dreiseitig und gleicht der mancher Moose. Die Keimlinge sind noch mit der

normalen Scheitelzelle ausgerüstet, und erst später kommt es zur Ausgestaltung des komplizierten Aufbaues.

Die sonderbaren Gestaltungen der *Chondriaceae* kann man deutlich durch ein Wachsen besonderer Segmentabteilungen erklären, welche das Bild eines „Zentralfadens“ erzeugen, dadurch daß sie sich besonders stark strecken. Aber auch hier wird der „Zentralfaden“ erst nachträglich von den Segmenten erzeugt.

Wenn dagegen die Randsegmente sich wenig entwickeln, kommen wir zu den eigenartigen Gestaltungen, wie sie *Polysiphonia* zeigt. Betrachtet man die Bilder der Keimlinge von *P. nigrescens* nach KYLIN, wie sie u. a. OLTMANNs abbildet, so sieht man, daß in der Jugend die Scheitelzelle zunächst die Segmente bildet. Erst später lassen diese den „Zentralfaden“ entstehen. Jedenfalls ist die Gliederung der *Rhodomelaceae* ungeheuer kompliziert. So kann es selbst zur Ausbildung einer Art Epidermis kommen, und die Seitenzweige können endogen entstehen. Auch kann eine Netzstruktur hervorgehen, die in der Gestaltung stark an einige *Delesseriaceae* erinnert.

Die dorsiventralen Gattungen zeigen ein kongenitales Verschmelzen der Langtriebe. Am Ende dieser Entwicklung werden Flächengebilde erzeugt, die fast mit einem Randmeristem durch eine Scheitelzellkante wachsen. Die Sprosse sind hier ähnlich wie bei den *Rhizophyllidaceae* flachgelegt. Um uns nicht in Einzelheiten zu verlieren, wollen wir uns ein weiteres Eingehen versagen und verweisen auf die guten Schilderungen von OLTMANNs.

Die Sporangien sind tetraedrisch — ein Zeichen für die hohe Entwicklung dieser Familie — und stehen in Stichidien. Die Antheridien sind wie bei den *Bonnemaisoniaceae* gestaltet. Dem vereinfachten Bau der Fäden entsprechend ist an der Anlagestelle der Karpogonäste der Ast verdickt. Es enthält ein solches Prokarp nur einen Karpogonast nebst Auxiliarzellen. Wie bei den *Bonnemaisoniaceae* ist bei den meisten *Rhodomelaceae* der Karpogonast von besonderen Hüllfäden umgeben. Die Zweiglein, welche die Karpogonäste tragen, sind hier aber gewöhnlich eher kleiner und dünner als dort. Der Grund des Ästehens trägt die weiblichen Organe. Nur bei einigen, wohl abgeleiteteren Formen sitzen die Karpogonäste am ganzen Tragast. Die Hülle um den Karpogonast bildet das Zweiglein entweder schon vorher oder bei abgeleiteteren erst nach der Befruchtung aus. Der Karpogonast nimmt aus einer außen gelegenen Zelle — der Perizentralzelle — zumeist der zweit-

untersten Zelle des Ästchens seinen Ausgang. Diese zerfällt in eine axile und fünf ringsherum gelegene Zellen, welche die Hülle des Cystokarps früher oder später aussondern. Eine von ihnen teilt sich in die innere Auxiliarmutterzelle und in eine äußere, die Mutterzelle des vierzelligen Karpogonastes. Die Auxiliarmutterzelle gibt nach unten und nach der Seite vor der Befruchtung je eine Zelle ab, die zu sterilen Büscheln nach der Befruchtung auswachsen; solche fanden wir ja auch bei den *Bonnemaisoniaceae*, nur entstanden sie dort aus einer Zelle dicht unter dem Karpogon. Nach der Kopulation der beiden Kerne im Karpogon teilt sich die Auxiliarmutterzelle nochmals in die obere eigentliche Auxiliarzelle und die untere Tragzelle. An dieser, der „primären Auxiliarzelle“, hängen sämtliche sterilen und aus der primärogenen Auxiliare entspringenden fertilen Fäden.

Die Oospore schneidet ein seitliches Zellchen ab, das durch einen sekundären Tüpfel seinen Zellkern in die vorgebildete primärogene Auxiliare entläßt. In dieser wird nach oben eine Zentralzelle gebildet, während die untere Fußzelle als Mixogalle einen sporogenen und zwei Auxiliarkerne führt. Aus der Zentralzelle sprossen nur wenige, kurze Karposporentragfäden, die sich monopodial oder sympodial verzweigen. Die Gonimoblast ist somit ein kleines, gedrungenes Zweigbüschel, dessen Enden die Sporen einzeln oder kettenförmig gehäuft tragen.

Gleichzeitig damit erfolgt bei einigen Gattungen eine Fusion der Zentralzelle mit der Fuß- und Tragzelle. Es entsteht eine Mixogalle in kleinerer Ausbildung als bei den *Bonnemaisoniaceae*.

Das Trichogyn ragt, wie aus dieser Entstehung hervorgeht, nicht aus der Spitze der Hülle, sondern seitlich heraus. Die Cystokarphülle bildet sich aus den zu jeder Seite des Karpogonastes gelegenen beiden Zellen. Es resultiert bis zur Befruchtung ein muschelförmiges, nur einschichtiges Gebilde; nachher werden die Außenschichten vermehrt. So entsteht ein eiförmiges oder krugiges Cystokarp mit endständiger Öffnung. Der Grund kann breit aufsitzen oder stiel förmig erhaben sein.

Wir sehen somit in den *Rhodomelaceae* eine Reihe, welche von dem Wachstum mit Scheitelzelle (*Bonnemaisoniaceae*) über eine hochgehobene Scheitelzelle (*Laurencia*) zu einer Reduktion der Segmente (*Polysiphonia*) führt. Das Ende dieser Reihe wird von Gestalten eingenommen, welche fast nur aus einem „Zentralfaden“ mit einigen segmentären Rindenzellen bestehen.

Die Entwicklung geht nunmehr zu solchen Typen, bei denen auch die letzten Segmente der Rinde fehlen. Sie stellen den Beginn der

### *Ceramiaceae*

dar. Bereits bei den *Bonnemaisoniaceae* hatten wir die Entwicklung von stark hinter den Hauptzweigen und Langtrieben zurückgebliebenen Kurztrieben. Sie sind schon bei den meisten *Rhodomelaceae* fädig, wenn auch die Hauptachse noch berindet war. Oberflächlich gesehen ist die Berindung von *Polysiphonia* oft der einiger *Ceramiaceae* ähnlich, aber es besteht ein starker Unterschied darin, daß die Berindung von Anfang an das ganze Glied bedeckt; es sind eben Segmente und keine Berindungszweige.

Bei den *Bostrychieae*, welche aller Wahrscheinlichkeit nach sekundäre Süßwasserformen unter den höheren Florideen sind, handelt es sich um echte Berindungszweige. Nicht mit Unrecht stellt man sie als Bindefamilie zu den *Ceramiaceae* hin; sicher aber haben sie sich einseitig spezialisiert.

Betrachten wir die Keimlinge solcher hochabgeleiteten *Rhodomelaceae*, wie etwa die der Dasyen, so finden wir ein fadenförmiges Keimen, und die Keimlinge erlangen erst sehr spät den Aufbau nach Art von *Polysiphonia*. Stellen wir uns nun eine solche Jugendform vor, welche gar nicht mehr die Folgeform der Berindungssegmente erreicht, so haben wir einen Bau, der an die *Callithamnieae* erinnert. Betrachten wir daher die Keimlinge der Antithamnien und ähnlicher Formen, so finden wir eine große Ähnlichkeit mit denjenigen der Dasyen.

Die einfachste Gruppe unter den *Ceramiaceae* wären die Spermiothamnien. Besonders die Gattung *Lejolisia* klingt auch sonst stark an die *Rhodomelaceae* an. Die Thallusfäden sind feinfädig dünn und meist nackt. Sie tragen oft Kurztriebe, die selbst wirtelig sein können.

Eine Komplikation dieses Typs sind die Griffithien. Hier schwellen die Zellen des Zentralfadens übermäßig an, die Kurztriebe werden vergänglich, und die Kerne in den Zellen außerordentlich vermehrt. Die Gestalten haben manche Ähnlichkeit mit den *Siphonocladiales*. Auch die *Monosporeae* könnte man in diese Entwicklung einreihen.

Eine andere Art der Ausbildung beginnt mit den *Callithamnieae*. Es bilden sich am Grunde der Kurztriebe sehr häufig Berindungsrhizoide aus, die bei manchen Formen tief unten sind, bei anderen schon weiter oben zur Geltung kommen.

Von diesen leitet man am besten die *Ceramieae* ab. Die eigentlichen Kurztriebe verkümmern; nur die Berindungsrhizoide kommen allein zur Entwicklung und schließen die vergrößerten Zentralfadenzellen durch sekundäre Berindung mehr oder minder vollkommen ein. Die Abgliederung der Berindungsrhizoide erfolgt hier durch schiefe Wände, welche nur an der Spitze des Gliedes entstehen. Auf die Einzelheiten wollen wir nicht eingehen, sondern auf die Originalliteratur verweisen.

Eine große Ähnlichkeit mit *Lemanea* hat die Entwicklung der *Crouanieae*. Die Kurztriebe werden wirtelig gestellt und schließen, sich nach außen mächtig verzweigend, zu einer geschlossenen Rinde zusammen. Dadurch entsteht wieder auf anderem Wege eine feste Kollode.

Die Tetrasporen sind selten paarig geteilt; zumeist liegt eine Tetraederbildung vor. In einfachen Fällen sind sie über den ganzen Thallus verstreut, die komplizierteren zeigen die Anordnung auf besonderen Sprossen. Sie stehen außen auf dem Faden oder werden von der Berindung eingeschlossen. Neben dieser hier unter Reduktionsteilung verlaufenden, vegetativen Vermehrung gibt es noch Parasporen, welche gleichfalls an den Enden von Ästchen stehen.

Die Ausbildung der Antheridien ist sehr mannigfaltig. Die *Spermothamnieae* haben festgeschlossene, zapfenartige Gebilde, weisen also auch hierin auf die *Rhodomelaceae*. Bei den *Callithamnieae* sind die Antheridienstände als sitzende, gestauchte Sprosse angeordnet. Die Ceramien haben einen krustenförmigen Überzug, der durch die Reduktion der Kurztriebe verständlich wird.

Weniger einheitlich sind die weiblichen Organe. In ihrer Ausbildung können wir mehrere Reihen unterscheiden. Die Gestaltung von *Griffithia corallina* nähert sich am meisten der Ausgangsbildung. Das Kurztrieblein trägt an der mittelsten seiner drei Zellen beiderseits die Tragzelle je eines Karpogonastes. Dieser ist so gekrümmt, daß er fast die Tragzelle berührt. An beiden Tragzellen sitzt außerdem noch je eine sterile Zelle. Es gibt noch Formen (*Antithamnion*), die auch wenig abgeleitet sind, und bei denen die allerdings alleinstehende Tragzelle noch einen sterilen Faden hat. Sie entwickelt nach der Befruchtung des Karpogons die Auxiliare. Diese Organisation hat eine gewisse Ähnlichkeit mit *Bonnemaisonia*, und wir möchten die Auxiliarzelle mit den Nährfäden homologisieren, obwohl diese dort vom Karpogonast selbst gebildet werden.

Von einer solchen Bildung mit langem Faden an der Tragzelle läßt sich die Gestaltung der Ceramien ableiten. Wir bleiben aber zunächst bei den Griffithien. Schon bei *Griffithia corallina* kommt meist nur der eine Karpogonast zur Entwicklung der Frucht. Bei *Griffithia Bornetiana* entwickelt sich nur noch der eine Karpogonast und an die Stelle des anderen tritt ein zweizelliger, steriler Faden.

Eine ganz ähnliche Gestaltung haben *Spermothamnion* und einige Arten der Gattung *Lejolisia*: hier wird aber die Auxiliarzelle des rudimentären Astes immer abgegliedert und bei *Spermothamnion* immer, bei *Lejolisia* zum Teil mit einem Gonimoblasten versehen. Wir haben also in dieser Familie die Ausbildung sekundärer Auxiliaren als sekundärogene Tragauxiliaren, wie wir weiter unten ausführen werden.

Hiervon kann nun ganz leicht *Callithamnion* abgeleitet werden, das nur die sterilen Zellen an beiden Tragzellen vermissen läßt. *Antithamnion* und *Plumaria* lassen die Karpogonäste nur in Einzelzahl entstehen ohne eine Spur eines Rudimentes des anderen. Folgedessen beobachten wir nur die primärogene Tragauxiliare.

Aus der Urgestaltung heraus erhalten wir auch *Ceramium*. Die Tragzelle wird zum Kurztrieb und trägt ohne jegliche sterile Zelle unmittelbar zwei Karpogonäste. Eine Abänderung findet sich bei *Ceramium rubrum*. Dort trägt sie nur einen Karpogonast, wie das auch für *Ptilota* der Fall ist. Nur ein oder der eine Karpogonast wird befruchtet und verschmilzt mit der von der Tragzelle abgegliederten primärogenen Auxiliare. Die *Ceramiceae* setzen sich also aus drei Entwicklungsreihen zusammen (15).

Die „befruchtete“ Auxiliare verschmilzt mit der Tragzelle und einigen anderen Zellen zu einer Mixogalle. Manchmal kann die Verschmelzung auch die andere Auxiliare ergreifen (*Lejolisia*) oder ganz unterbleiben. Die andere Seite bildet zumeist eine besondere Zentralzelle aus, aus welcher sukzedan kugelig abgerundete, sich zusammenschließende Gonimoloben gebildet werden.

Über die Cystokarprien wollen wir SCHMITZ und HAUPTFLEISCH (3, 482) zitieren: „Cystokarprien am Thallus, meist im oberen Teil desselben verstreut, außen ansitzend oder in der Rinde mehr oder weniger tief eingesenkt, zuweilen ganz in der Rinde eingeschlossen. Fruchtwand fehlend oder ersetzt durch mehr oder weniger zahlreiche Hüllästchen; Fruchtkern bestehend aus einem einzelnen oder

aus zwei gepaarten Gonimoblasten. einheitlich geschlossen oder meist gelappt oder geteilt in mehrere, zuweilen deutlich auseinander spreizende, meist kugelig gerundete Gonimoloben, selten in

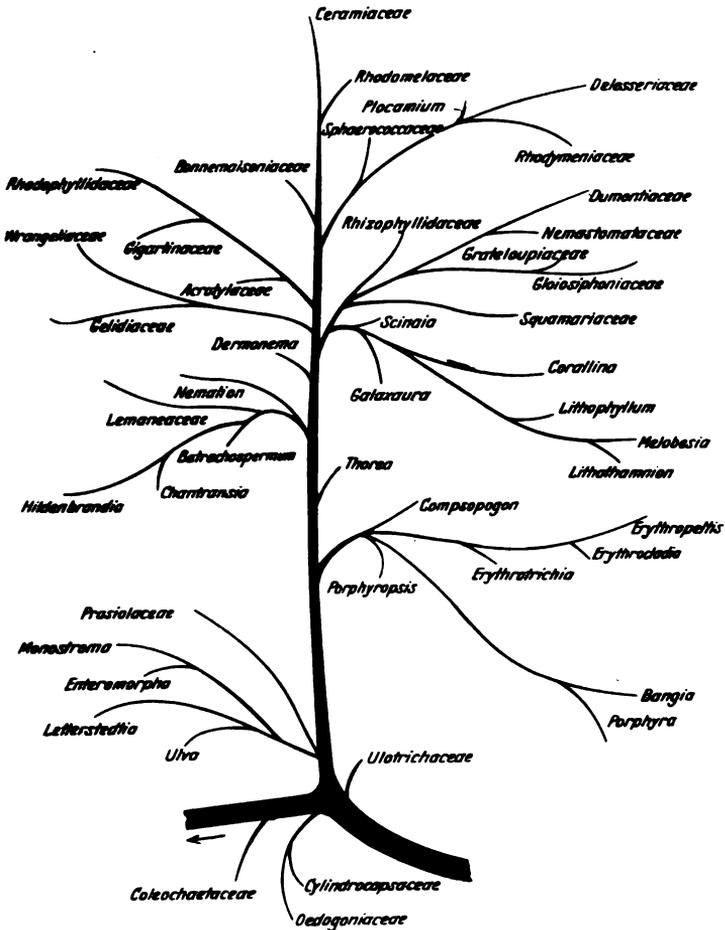


Fig. 5.

aufgelockerte sporenbildende Zweigbüschel; die Zellen der Gonimoloben in großer Anzahl zu Sporen ausgebildet.“

Damit wären wir am Ende der *Florideae* (Fig. 5) angelangt. Es soll nun unsere Aufgabe sein, die Entwicklung in ein übersichtliches Bild zu bringen. Wir wollen mit den Auxiliarzellen, welche bekanntlich ein gutes Einteilungsmerkmal abgeben, beginnen.

## Das System der Auxiliaren

Die im vorhergehenden klargelegten Auxiliarverhältnisse sollen hier, wie es in der kürzlich von WILKE und ZIEGENSPECK veröffentlichten Arbeit (15) geschehen ist, kurz zusammengefaßt

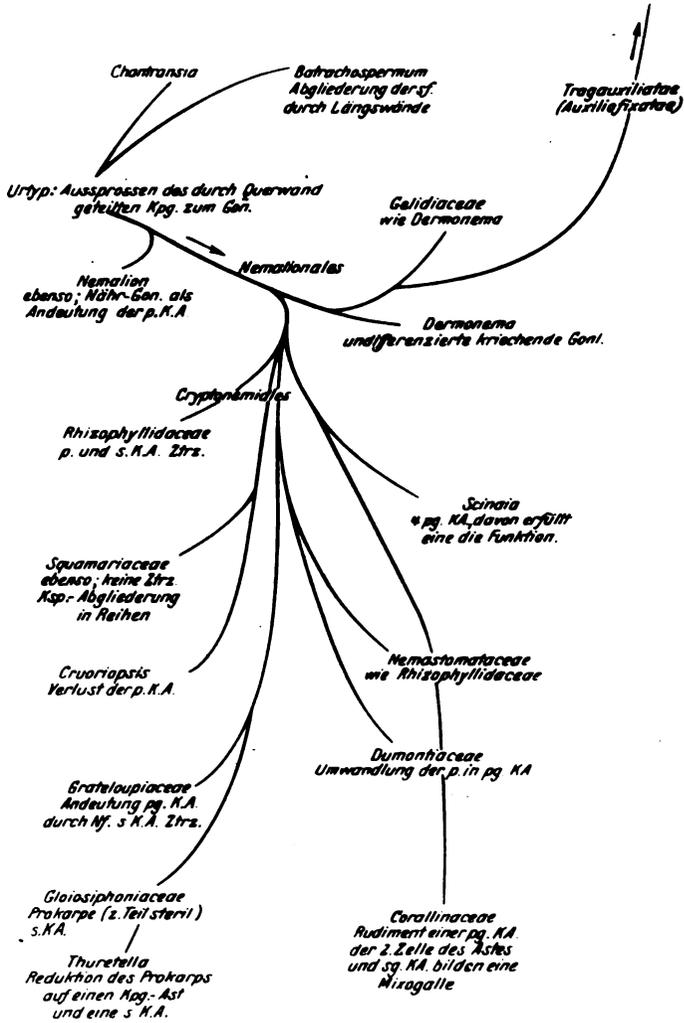


Fig. 6.

Abkürzungen zu Fig. 6 und 7:

sf. = sporogene Fäden, Kpg. = Karpogon, Gon. = Gonimoblast, Gonl. = Gonimolobe, p. = primär, pg. = primärogen, s. = sekundär, sg. = sekundärogen, KA. = Karpogonauxiliare, TA. = Tragauxiliare, A. = Auxiliare, Ztrz. = Zentralzelle, Ksp. = Karpospore, Frk. = Fruchtkern.

werden. Ich tue es diesmal nicht in Bildern, die dort sehr klar und eindeutig die Entwicklung zeigen, sondern in Form eines Aufrisses, der eine gute Ergänzung zu der vorerwähnten Arbeit bildet (Fig. 6 und 7).

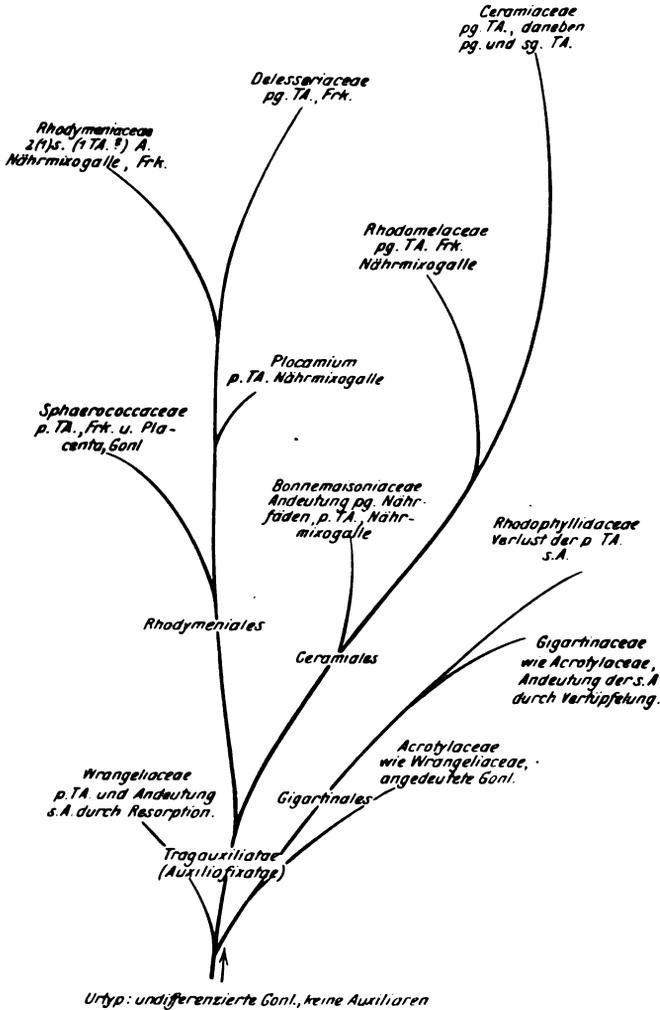


Fig. 7.

### Generationswechsel der Rhodophyceae

Bevor wir den Generationswechsel behandeln, wollen wir erst einige Begriffe festlegen. Vor allem müssen wir deren drei genau unterscheiden: Phasenwechsel, Morphodenwechsel und Generationswechsel.

Ersterer ist durch den Chromosomensatz gegeben, wir kennen also die Haplo- und Diplophase. Der Morphodenwechsel macht sich durch die Art der Keimung — als Gonimoblast parasitisch und als gewöhnliche Pflanze autotroph — kenntlich. Der Generationswechsel ist durch die Fortpflanzungsorgane charakterisiert. Die Sexualgeneration ist ungeschlechtlich gebildet und erzeugt Geschlechtsorgane; sind echte Tetrasporen vorhanden, so sprechen wir von einer Tetrasporengeneration; endlich kennen wir noch die sexuell erzeugte, parasitisch lebende Generation des Gonimoblasten.

Wir wollen die gegenseitigen Beziehungen bei einer höheren Ceramiales schildern. Die Eizelle keimt parasitisch auf der Mutterpflanze unter der Morphode und Generation des Gonimoblasten. Dieser erzeugt seiner Gestalt entsprechend Karposporen, welche, da der Gonimoblast in diesem Falle der Diplophase angehört, auch diploid sind. Sie keimen nun autotroph zur Morphode der selbständigen Pflanze aus. Da diese Tetrasporen trägt, haben wir eine Tetrasporengeneration diploider Natur vor uns. Der „Sporophyt“ ist hier in zwei Generationen, den diploiden Gonimoblasten und die ebenfalls diploide Tetrasporengeneration, getrennt. In der Reihe der Florideen wäre es am besten, den Begriff des Sporophyten ganz fallen zu lassen. Er ist für die Moose und Farne geprägt und schafft bei den Florideen nur Verwirrung. Da bei der Bildung der Tetrasporen die Reduktionsteilung einsetzt, so ist die selbständige, also unter der Morphode der autotrophen Pflanze keimende Sexualgeneration haploid.

Schema (Ceramiales)  
Diplobiontischer Typ

Morphode	Parasitischer Gonimoblast	Autotroph, selbständige Morphode	
Phase		Diplophase (Sporophyt)	Haplophase (Gametophyt)
Generation	Gonimoblast	Tetrasporenpfl.	Sexualpflanze

Schema (Nemalionales)  
Haplobiontischer Typ

Morphode	Parasitischer Gonimoblast	Autotrophe Pflanze
Phase	Haplophase	Haplophase
Generation	Gonimoblast	Sexualpflanze

Da die Reduktionsteilung bei den *Nemalionales* sofort beim Keimen der Zygote erfolgt, ist die Diplophase und der „Sporophyt“ nur vorübergehend vorhanden. Wie ist das nun phylogenetisch zu erklären?

SVEDELIUS betont, daß die letzte Art des Generationswechsels bei allen niederen Pflanzen mit Ausnahme der abgeleiteten Typen der *Florideae* und *Phaeophyceae* vorhanden ist. Wir müssen also die Gruppen ohne „Sporophyt“ als die ursprünglichen ansehen. GOEBEL denkt an die Möglichkeit einer Reduktion durch frühes Einsetzen der Reduktionsteilung (5, 529): „Man kann aber, wie mir scheint, auch den entgegengesetzten Standpunkt vertreten und den haplobiontischen als einen vereinfachten, reduzierten betrachten — ebenso wie bei *Fucus* die Haplophase als vegetatives Stadium ausgefallen ist, ist hier die Diplophase verschwunden oder doch stark abgekürzt. Der Verf. ist also der Meinung, daß die Florideen ursprünglich einen ‚Generationswechsel‘ besaßen.“

So sehr uns dieser Gedanke im Hinblick auf die abgeleitete Natur der Scheitelzelle sympathisch ist, so wollen wir ihn doch als konstruiert ablehnen; denn es fehlt ein Beweis dafür, daß die Florideen (alle) ursprünglich einen „Generationswechsel“ besaßen. Diese Übertragung von Gedankengängen, die bei den *Phaeophyceae* gewonnen sind, auf andere Gruppen ist genau so geeignet, Mißverständnisse hervorzurufen, wie die Übernahme der bei den Archeogniaten geprägten Begriffe von Gametophyt und Sporophyt; derartige Übertragungen sind meiner Meinung nach nur bei phyletisch zusammenhängenden Gruppen statthaft.

Umgekehrt möchten wir sagen, daß der haplobiontische Typ der ursprüngliche und der diplobiontische nur durch ein weites Hinausschieben der Reduktionsteilung entstanden ist. Der diploide Sporophyt muß als sekundär aufgefaßt werden, denn die Reduktionsteilung ist nur eine Folge der Befruchtung. Mithin ist der rudimentärste diploide Sporophyt, bei dem also die erste Teilung die heterotypische ist, das ursprüngliche Verhalten.

Diese auch von SVEDELIUS vertretene Ansicht leuchtet um so mehr ein, als bei einem großen Teil der *Nemalionales* noch keine Monosporen vorhanden sind. Teilweise kommen sie auf den *Chautransia*-Stadien oder auf den Geschlechtspflanzen vor und können sogar auf besonderen Individuen in Erscheinung treten, wenn zur Ausbildung der Geschlechtsorgane keine günstigen Bedingungen gegeben sind. Die Monosporen sind also nur Keimzellen und gehören nicht in den Generationswechsel hinein.

In den höheren Kreisen treten dagegen Tetrasporen auf, die KNEIP (6, 219) mit den Monosporangien homologisiert. Nach einwandfreien Untersuchungen tritt nun, wie oben geschildert, die Reduktionsteilung bei der Tetrasporenbildung auf. Dadurch erhalten wir den diplobiontischen Typ, bei welchem Geschlechtspflanzen und Tetrapflanzen regelmäßig miteinander abwechseln.

Anders verhält es sich in anderen Kreisen; dort treten die Tetrasporen — wie die Monosporen bei den *Nemalionales* — an den Geschlechtspflanzen auf. Soll man hier ebenfalls eine heterotypische Teilung vermuten? Unserer Ansicht nach ist das kaum möglich; vielmehr würde das Tetrasporangium durch vegetative Teilungen des Monosporangiums entstanden zu denken sein. Einen Beweis dafür gibt das von SVEDELIUS untersuchte *Nitophyllum punctatum*. Auch dort tritt die Reduktionsteilung im Tetrasporangium ein. Auf den haploiden Geschlechtspflanzen kommen aber den letzteren morphologisch völlig homologe Monosporen vor, die ebenfalls haploid sind. Haben wir nun tetrasporentragende Sexualpflanzen, so können wir uns denken, daß das Tetrasporangium durch vegetative Teilungen aus dem Monosporangium hervorgegangen und gleichfalls haploid ist. Der zytologische Beweis dafür müßte natürlich erst noch erbracht werden.

Im übrigen verweise ich auf die Abhandlung von KNEIP (6), welche alle auf diesem Gebiete bisher bekannten Tatsachen eingehendst behandelt und zu erklären sucht.

Wir möchten an dieser Stelle noch einige Worte über den Standort anfügen. Die meisten *Rhodophyceae* sind marine Formen. Nur in der Reihe der *Nemalionales* kommen noch primäre Süßwasserformen (*Hildenbrandia*, *Chantransia* usw.) vor, während wir von den *Bostrychieae* annehmen, daß sie sekundär in das Süßwasser zurückgewandert sind.

In Neapel (4) wächst *Bangia* über dem Wasserspiegel und ist dadurch fast gelb gefärbt. Die zweite *Bangia*-Region ist die Zone stärkster Brandung, in der auch *Ulva* und *Euteromorpha* vertreten sind. Außerdem findet sich *Bangia* zusammen mit *Euteromorpha compressa* und verschiedenen *Cladophora*-Arten in verschmutztem Hafenwasser. Es sind also sicherlich ursprüngliche Formen, die zuerst im Süßwasser lebten und sich dann in Flußmündungen (Brackwasser) und Meeresbuchten mit viel angeschwemmtem Algenmaterial ansiedelten. Wir können also annehmen, daß die Abkömmlinge der Süßwasserpflanze *Ulothrix* gleichzeitig mit den

aus ihren Grundformen abstammenden *Bangiaceae* in das Brack- und später ins Meerwasser vorgedrungen sind.

Auch die zu den Kreisen der *Bangiales* und *Nemalionales* überleitenden Gattungen *Compsopogon* und *Thorea* sind Süßwasserformen.

Wir wollen noch kurz den vegetativen Aufbau zusammenfassen. In den meisten Familien sind beide Typen, sowohl Springbrunnen- als auch Zentralfadentyp, nebeneinander vertreten. Meistens ist, wie oben ausgeführt, die einfache Gestaltung mit dem ersteren und die abgeleitete mit dem letzteren verknüpft, so daß wir die Ansicht ausgesprochen haben, daß der mit einem Meristem wachsende Springbrunnetyp der ursprüngliche ist. In den höheren Kreisen bildet sich dann ein mit Scheitelzelle wachsender Parenchymtyp heraus, der zu einem Körperaufbau führt.

### Serodiagnostische Untersuchungen der Rhodophyceae

Der größte Teil des Algenmaterials wurde im Frühjahr 1925 auf der Zoologischen Station Neapel von Herrn Dr. F. STEINECKE gesammelt, dem ich an dieser Stelle für das mit so vieler Mühe vorbereitete Material, das er mir zur Verfügung stellte, meinen besten Dank ausspreche. Unter dem Mikroskop wurde Thallus für Thallus genau untersucht, und nur epiphytenfreie Teile wurden weiter verwendet. Die Algen wurden mehrfach in Leitungswasser gewaschen, wobei ein großer Teil des Schleims in Lösung ging, und im Schatten zum Trocknen aufgehängt. Das auskristallisierte Salz wurde nun wieder mit Leitungswasser abgewaschen und die Thalli von neuem getrocknet.

Das Material wurde von mir nach den im Königsberger Botanischen Institut angewandten Methoden, wie sie MEZ (8), STEINECKE (12) und ZIEGENSPECK (16) angaben, weiter verarbeitet.

Als Versuchspflanzen habe ich benutzt:

#### Bangiales

##### Bangiaceae

- |                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| 1. <i>Bangia fuscopurpurea</i> Lyngb. | Neapel |
| 2. <i>Porphyra leucosticta</i> Thur.  | Neapel |

#### Nemalionales

##### Helminthocladiaceae

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 3. <i>Nemalion lubricum</i> Duby. | Neapel                          |
| 4. <i>Lemanea torulosa</i> Ag.    | Dr. Gams-Wasserburg. Stadtbäche |
| Verunreinigung: einige Diatomeen. | München                         |

##### Thoreaceae

- |                      |                |            |
|----------------------|----------------|------------|
| 5. <i>Thorea</i> sp. | Herbarmaterial | Königsberg |
|----------------------|----------------|------------|

Hildenbrandiaceae		
6. <i>Hildenbrandia rivularis</i> J. Ag.		Bot. Museum Königsberg Fundort unbekannt
Chaetangiaceae		
7. <i>Scinaia furcellata</i> (Turn) Biv.		Neapel
Gelidiaceae		
8. <i>Caulacanthus ustulatus</i> (Mert.) Kg.		Neapel
9. <i>Gelidium corneum</i> J. Ag.		Neapel
Gigartinales		
Gigartinaceae		
10. <i>Chondrus crispus</i> Lyngb.		Helgoland
11. <i>Gigartina acicularis</i> (Wulf) Lam.		Neapel
12. <i>Gigartina Teedii</i> (Roth) Lam.		Neapel
13. <i>Phyllophora nervosa</i> (D. C.) Grev.		Neapel
Rhodophyllidaceae		
14. <i>Rhodophyllis bifida</i> (G. et W.) Kg.		Neapel
Cryptonemiales		
Grateloupiaceae		
15. <i>Grateloupia Proteus</i> Kg.		Neapel
16. <i>Grateloupia filicina</i> (Wulf) J. Ag.		Neapel
17. <i>Cryptonemia Lomation</i> (Berth.) J. Ag.		Neapel
Nemastomataceae		
18. <i>Furcellaria fastigiata</i> Huds. Lam.		Ostseestrand
Dumontiaceae		
19. <i>Dudresnaya purpurifera</i> J. Ag.		Neapel
Squamariaceae		
20. <i>Peyssonelia squamaria</i> (Gmel.) Decn.		Neapel
Corallinaceae		
21. <i>Corallina mediterranea</i> Aresch.		Neapel
Rhodymeniales		
Sphaerococcaceae		
22. <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> (G. et W.) St.		Neapel
23. <i>Gracilaria confervoides</i> (L.) Grev.		Neapel
Rhodymeniaceae		
24. <i>Plocamium coccineum</i> (Huds.) Lyngb.		Neapel
25. <i>Chylocladia clavellosa</i> (Turn.) Grev.		Neapel
26. <i>Lomentaria articulata</i> (Huds.) Lyngb.		Neapel
27. <i>Sebdenia Monardiana</i> (Mont.) Berth.		Neapel
Delesseriaceae		
28. <i>Nitophyllum punctatum</i> (Stackh.) Grev.		Neapel
Ceramiales		
Rhodomelaceae		
29. <i>Chondria dasyphylla</i> (Woodw.) C. Ag.		Neapel
30. <i>Chondria scoverulescens</i> (Crouan) Falkbg.		Neapel
31. <i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) Lam.		Neapel
32. <i>Streblocladia collabens</i> (C. Ag.) Falkbg.		Neapel
33. <i>Vidalia volubilis</i> (L.) J. Ag.		Neapel
34. <i>Rytiphloea tinctoria</i> (Clem.) Ag.		Neapel

Ceramiaceae

- 35. *Griffithia furcellata* J. Ag. Neapel
- 36. *Griffithia Schousboei* Mont. Neapel
- 37. *Bornetia secundiflora* Thur. Neapel
- 38. *Antithamnion cruciatum* (Ag.) Naeg. Neapel
- 39. *Ceramium rubrum* (Huds.) Ag. Neapel

Ulotrichales

- 40. *Ulothrix zonata* Kreis Gumbinnen
- 41. *Enteromorpha intestinalis* Link var. *crispa* Kg. Frisches Haff
- 42. *Prasiola crispa* (Lightf.) Menegh. (Schizogonium murale Kg.) Kreis Gumbinnen
- 43. *Pleurococcus vulgaris* Menegh. Königsberg
- 44. *Trentepohlia iolithus* (L.) Wallroth Leg. Dr. Gams-Wasserburg Trienthal (Wallis)

Schizophyceae

- 45. *Oscillatoria subfusca* Vauch. (verunreinigt) Kissehlen

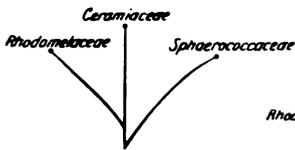


Fig. 8a.



Fig. 8.

Siphonales

- 46. *Vaucheria dichotoma* Ag. (forma marina) Frisches Haff

Phaeophyceae

- 47. *Fucus vesiculosus* L. Ostseestrand

Ascomycetes

- 48. *Peziza badia* Pers. Samland

Basidiomycetes

- 49. *Lycoperdon gemmatum* Samland

Wir beginnen nun mit der serologischen Entwicklung, und zwar wollen wir mit unserem Ceramiaceenzentrum *Bornetia* anfangen.

Ceramiaceae		<i>Vidalia</i> . . . . .	554/4
<i>Bornetia</i> . . . . .	555/7	<i>Laurencia</i> . . . . .	554/4
<i>Antithamnion</i> . . . . .	555/6	<i>Chondria</i> . . . . .	554/4
<i>Griffithia</i> . . . . .	555/5	<i>Rytiphloea</i> . . . . .	554/4
<i>Ceramium</i> . . . . .	555/6	Sphaerococcaceae	
Rhodomelaceae		<i>Sphaerococcus</i> . . . . .	554/5
<i>Streblocladia</i> . . . . .	554/4	<i>Gracilaria</i> . . . . .	554/4

Um diese drei Familien in ein Bild zu bringen, können wir Fig. 8 zeichnen, wobei noch die Möglichkeit der Fig. 8a bleibt. Zum Entscheid dieser Frage eignet sich das Rhodomelaceenzentrum *Rytiphloea*.

Rhodomelaceae		Gigartinales	
<i>Rytiphloea</i> . . . . .	555	Chondrus . . . . .	555
Ceramiaceae		Phyllophora . . . . .	555
Ceramium . . . . .	555	Rhodophyllis . . . . .	555
Sphaerococcaceae			
Sphaerococcus . . . . .	555		

Damit verliert Fig. 8a an Wahrscheinlichkeit, und indem wir die *Gigartinales* dazunehmen, gelangen wir zu Fig. 9.

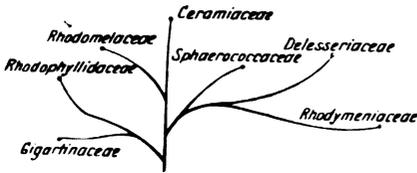


Fig. 9.

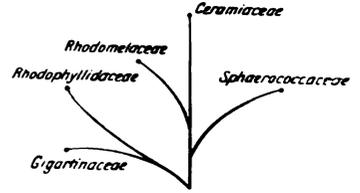


Fig. 10.

Um einen weiteren Überblick zu bekommen, ergänzen wir mit dem Sphaerococcaceenzentrum *Gracilaria* und setzen in unserem Bild die *Rhodymeniaceae* und *Delesseriaceae* hypothetisch ein (Fig. 10).

Sphaerococcaceae		Ceramium . . . . .	555/8
<i>Gracilaria</i> . . . . .	555/8	Gigartineaceae	
Sphaerococcus . . . . .	555/8	Gigartina . . . . .	554/7
Rhodomelaceae		Chondrus . . . . .	554/7
Streblocladia . . . . .	555/8	Phyllophora . . . . .	554/7
Vidalia . . . . .	554/8	Rhodophyllidaceae	
Laurencia . . . . .	555/8	Rhodophyllis . . . . .	555/8
Chondria . . . . .	555/8	Rhodymeniaceae	
Rytiphloea . . . . .	555/8	Chylocladia . . . . .	555/8
Ceramiaceae		Plocamium . . . . .	555/8
Antithamnion . . . . .	555/8	Delesseriaceae	
Griffithia . . . . .	555/8	Nitophyllum . . . . .	555/8
Bornetia . . . . .	555/8		

Zur Erweiterung dient dann das Delesserienzentrum *Nitophyllum*.

Delesseriaceae		Vidalia . . . . .	544/6
<i>Nitophyllum</i> . . . . .	555/8	Chondria . . . . .	554/6
Rhodymeniaceae		Rytiphloea . . . . .	554/0
Plocamium . . . . .	555/7	Squamariaceae	
Chylocladia . . . . .	554/7	Peyssonelia . . . . .	—/4
Sphaerococcaceae		Ceramiaceae	
Sphaerococcus . . . . .	553/7	Antithamnion . . . . .	553/0
<i>Gracilaria</i> . . . . .	544/7	Griffithia . . . . .	553/0
Rhodomelaceae		Bornetia . . . . .	553/5
Streblocladia . . . . .	554/6	Ceramium . . . . .	543/5

Gigartinaeae		Grateloupiaceae	
Chondrus . . . . .	533/5	Grateloupia . . . . .	433/5
Gigartina . . . . .	554/5	Cryptonemia . . . . .	442/0
Phyllophora . . . . .	554/0	Dumontiaceae	
Rhodophyllidaceae		Dudresnaya . . . . .	544/5
Rhodophyllis . . . . .	532/5	Nemastomataceae	
		Furcellaria . . . . .	544/6

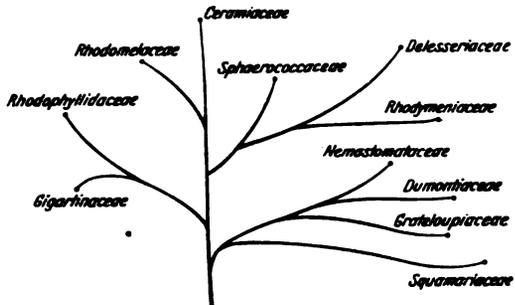


Fig. 11.

Dieses sehr gut differenzierte Zentrum gestattet die Fortführung unseres Bildes (Fig. 11), welche wir zunächst wieder willkürlich vornehmen.

Das Zentrum von *Plocamium* hat sehr wenig differenziert, doch setzen wir es in dem Bewußtsein hierher, daß seine Ergeb-

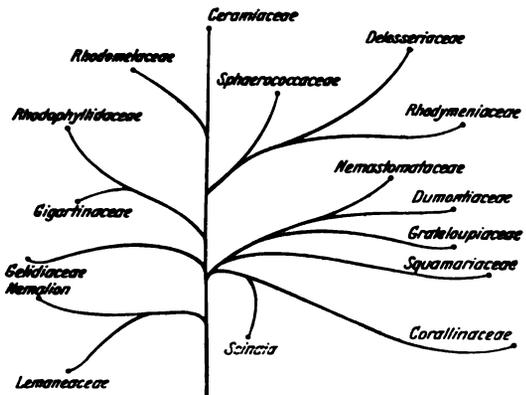


Fig. 12.

nisse keinen Widerspruch darstellen, und reihen unserm Schema noch die *Corallinaceae* und *Gelidiaceae* an (Fig. 12).

Rhodymeniaceae		Sphaerococcac.	
<i>Plocamium</i> . . . . .	555	Gracilaria . . . . .	555

Rhodomelaceae		Nemastomataceae	
Streblocladia . . . . .	555	Furcellaria . . . . .	555
Gigartinaceae		Dumontiaceae	
Gigartina . . . . .	555	Dudresnaya . . . . .	555
Rhodophyllidac.		Corallinaceae	
Rhodophyllis . . . . .	554	Corallina . . . . .	555
Grateloupiaceae		Gelidiaceae	
Grateloupia . . . . .	555	Gelidium . . . . .	554

Nummehr wollen wir alle höheren Zentren mit den neuen Ein-sätzen bringen:

	Ceramiac.	Rhodo-melac.	Sphaero-coccac.	Rhodyme-niaceae	Delesseriaceae
Ceramiaceae . . . . .	555/6	555	553/8	—	543/5
Rhodomelaceae . . . . .	555/4	555	555/8	555	544/6
Sphaerococcac. . . . .	554/5	555	555/8	555	553/7
Rhodymeniaceae . . . . .	553/4	—	555/8	555	554/7
Delesseriaceae . . . . .	553/4	—	555/8	—	555/8
<b>Gigartinaceae</b>					
Chondrus . . . . .	543/5	555	554/7	—	533/5
Gigartina . . . . .	543/4	—	554/7	554	554/5
Phyllophora . . . . .	543/4	555	554/7	—	554/-
Rhodophyllidac. . . . .	553/3	555	555/8	555	532/5
Nemastomataceae . . . . .	544/4	555	555/-	555	544/6
Dumontiaceae . . . . .	544/3	—	554/8	555	544/5
<b>Grateloupiaceae</b>					
Grateloupia . . . . .	543/5	555	555/8	—	433/5
Cryptonemia . . . . .	543/4	—	555/8	555	442/-
Squamariaceae . . . . .	—/6	—	—/8	—	—/4
Corallinaceae . . . . .	555/5	555	555/8	555	543/6
Scinaia . . . . .	—/—	—	554/8	—	—
<b>Gelidiaceae</b>					
Caulacanthus . . . . .	543/4	555	554/6	—	532/-
Gelidium . . . . .	543/3	—	554/6	554	533/5

Wir sehen die Figur 12 bestätigt, fügen in ihr noch *Scinaia* dazu. Als Zentren dienen uns jetzt die *Gigartinales* und *Cryptone-miales*. Das Bild des Stammbaums kann dann nach dieser Tabelle mit dem *Nemalinales* vervollständigt werden (Fig. 12).

	Gigar- tinac.	Rhodo- phyllidac.	Nemasto- matac.	Dumon- tiac.	Grate- loupiac.	Coral- linac.	Squa- mariac
Ceramiaceae . .	554/8 555.8	—	554	—	555	554/7	—
Rhodomelac. . .	555/8 554/7	554	555	555	555	553/7 554/7	554
Sphaerococcac. .	555/7 554/6	553	555	554	555	554/7	554
Rhodymeniaceae	554.6 554.5	554	—	554	—	554/7	554
Delesseriaceae .	554/5	—	—	—	—	554/7	—
Gigartinaceae .	555.8	555	555	555	555	554/7	555
Rhodophyllidac.	555.8	555	555	555	555	554/7	554
Nemastomatac. .	555.8	555	555	555	555	554/8	555
Dumontiaceae .	554.8	555	—	555	—	554.8	555
Grateloupiaceae.	555.8	555	555	555	555	554/6 /7	555
Squamariaceae .	—/7	—	—	—	—	—/8	—
Corallinaceae . .	553/6	554	555	554	555	555.8	553
Scinaia . . . .	554/7	—	—	—	—	—/—	—
Gelidiaceae . . .	554.8	555	555	554	555	554/7	555
Lemaneaceae . .	554.7	555	—	554	555	—/—	555
Nemalion . . . .	554.6	555	554	552	554	554/6	555

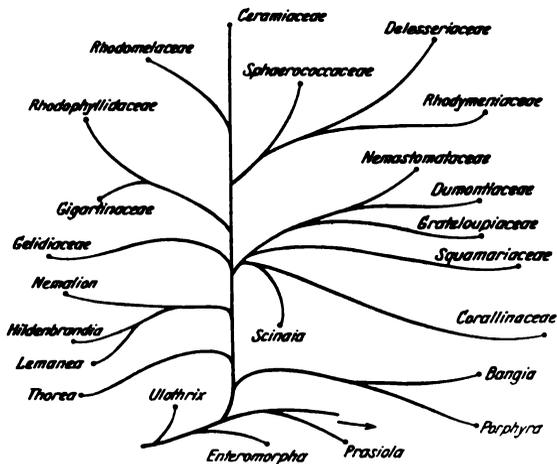


Fig. 13.

Um die *Ulotrichales* und *Bangiales* anzureihen (Fig. 13), benutzen wir als Zentren einige Gattungen aus der Reihe der *Nemalionales*:

	Scinaia	Gelidiaceae	Lemaneaceae	Nemalion
Ceramiaceae . . . . .	554	554	—	554/6
Rhodomelaceae . . . . .	554	555	543	554/8
Sphaerococcaceae . . . . .	553	554	554	554/7
Rhodymeniaceae . . . . .	553	—	444	554/7(6)
Delesseriaceae . . . . .	—	—	—	554/6
Gigartinaceae . . . . .	554	555	554	554/8
Rhodophyllidaceae . . . . .	554	555	554	554/8
Nemastomataceae . . . . .	554	555	553	554/8
Dumontiaceae . . . . .	554	—	554	544/8
Grateloupiaceae . . . . .	554	555	553	554/8(7)
Squamariaceae . . . . .	—	—	—	—/8
Corallinaceae . . . . .	554	554	554	554/6
Scinaia . . . . .	555	—	—	555/8
Gelidiaceae . . . . .	554	555	554	554/8
Lemaneaceae . . . . .	555	554	555	555/8
Hildenbrandia . . . . .	—	555	—	555/8
Nemalion . . . . .	555	554	555	555/8
Thoreaceae . . . . .	—	555	—	555/8
Bangia . . . . .	554	553	554	554/7
Porphyra . . . . .	—	—	—	554/7
Ulothrix . . . . .	554	544	554	554/4
Enteromorpha . . . . .	555	544	554	554/5
Prasiola . . . . .	554	—	—	555/6

Damit wir ein vollkommen klares Bild erhalten, betrachten wir die *Nemalionales*, *Bangiales* und *Ulotrichales* von den Zentren der hohen Florideen aus:

	Ceramiac.	Rhodomelac.	Sphaerococcac.	Rhodymeni.	Delesseri.	Rhodophyllidac.
Scinaia . . . . .	543/3	—	554/8	—	—/—	—
Gelidium . . . . .	543/4	555	554/6	554	533/5	555
Lemanea . . . . .	444/3	555	553/5	554	—/—	555
Nemalion . . . . .	444/3	555	553/5	554	444/6	555
Bangia . . . . .	433/3	554	542/5	554	543/5	554
Porphyra . . . . .	433/3	—	542/—	—	543/5	—
Ulothrix . . . . .	333/3	553	442/4	554	331/6	543
Enteromorpha . . . . .	443/3	554	443/—	554	—/—	543

	Gigarti- nac.	Ne- masto- matac.	Dumon- tiac.	Grate- loupia- c.	Coralli- nac.	Squa- maria- c.
Scinaia . . . . .	554/7	—	—	—	—/—	—
Gelidium . . . . .	554/8	555	554	555	554/7	555
Lemanea . . . . .	554/7	555	554	555	—/—	555
Nemalion . . . . .	554/6	554	552	554	544/6	555
Bangia . . . . .	542/5	543	552	543	543/4	553
Porphyra . . . . .	542/5	—	—	—	543/4	—
Ulothrix . . . . .	543/—	554	544	554	543/3	554
Enteromorpha . . . . .	553/6	554	544	554	—/—	554

Aus vorstehenden zwei Tabellen läßt sich ein Stammbaum zeichnen, wie er durch Figur 13 dargestellt wird.

Wir wollen nun noch von den Zentren der *Ulotrichales* und *Bangiales* aus den gesamten Stammbaum betrachten.

	Ulothrix	Bangia		Ulothrix	Bangia
Ceramiales . . . . .	322/5	543/5	Squamariaceae . . . . .	—/4	—/5
	321/4	543/4	Corallinales . . . . .	321/3	542/4
Rhodomelales . . . . .	322/4	553/5	Chaetangiaceae . . . . .	—/—	—/—
Sphaerococcales . . . . .	321/4	542/4	Gelidiales . . . . .	542/6	553/5
Rhodymeniales . . . . .	—/4	—/4			553/6
Delesseriaceae . . . . .	—/4	—/4	Lemaneales . . . . .	—/—	554/—
Gigartinales . . . . .	442/6	553/5	Helminthocladiac. . . . .	543/6	553/7
Rhodophyllidales . . . . .	432/5	552/5	Bangiales . . . . .	543/8	554/8
Nemastomataceae . . . . .	432/4	553/5	Porphyra . . . . .	553/8	554/8
Dumontiales . . . . .	432/5	553/5	Ulothrix . . . . .	554/8	543/6
Grateloupiales . . . . .	432/5	553/6	Enteromorpha . . . . .	—/—	554/7

Wir sehen, daß der aus diesen Ergebnissen aufgestellte Stammbaum (Fig. 13) sehr gut mit dem auf morphologischem Wege gewonnenen (Fig. 5) in Einklang zu bringen ist.

Es bleibt uns nunmehr nur noch übrig, die nicht zum Formenkreis der *Rhodophyceae* gehörigen, eingesetzten Pflanzen einer näheren Untersuchung zu unterwerfen.

	Ceramial- c.	Sphaero- coccal- c.	Deles- serial- c.	Coralli- nac.	Nemalion
Ulothrix . . . . .	333/3	442/4	331/6	543/3	554/4
Enteromorpha . . . . .	443/3	443/—	—/—	—/—	554/5
Prasiola . . . . .	—	—	—	—	555/6
Trentepohlia . . . . .	—	—	—	—	433/5
Fucus . . . . .	—/—	—/—	—	—/—	—/—

	Ceramiac.	Sphaero- coccae.	Deles- seriac.	Coralli- nac.	Nemalion
Pleurococcus . . . . .	—	—	—	—	44.5
Oscillaria . . . . .	1—/—	—/2	—/—	—/—	—
Vaucheria . . . . .	21—/—	—/3	21—/—	—/—	—
Bovista . . . . .	—/—	—/—	—/—	—/—	—
Peziza . . . . .	—/—	—/—	—/—	—	—

Aus dieser letzten Tabelle ist die Verwandtschaft der *Rhodophyceae* mit den niederen *Ulotrichales* deutlich ersichtlich. Schon STEINECKE (12) zeigte uns, daß auch *Oscillaria* und die hier nicht eingesetzte *Nostoc* ab und zu einmal entfernte Reaktion geben können. Wenn aber *Ulothrix* vom *Delesseria*zentrum aus mit 331/6 erreicht wird, so ist der Ausfall von *Vaucheria* mit 21—/— sehr gering, denn in der Präzipitation reagiert es gar nicht. *Oscillaria* wird in diesem Falle überhaupt nicht erreicht. Im Sphaerococceazentrum fällt es allerdings in der Präzipitation mit zwei Gläsern, doch ist der Ausfall ebenfalls nur sehr gering zu bewerten, vor allem, weil gerade hier manchmal starke Trübungen auftraten und die ersten zwei Gläser aller angesetzten Algen in der Präzipitation wegen starker Trübungen des ersten Kontrollglases oft gar nicht abzulesen waren.

Abschließend läßt sich sagen, daß die phylogenetischen und morphologischen Ergebnisse (Fig. 5) sich sehr gut mit den serologisch gewonnenen (Fig. 13) in Einklang bringen lassen.

### Abstract

The treatise in question in its first part presents a survey of the morphology of the *Florideae* with special consideration of their developmental history. It has been accomplished to state the pedigree of *Rhodophyceae* and its results are represented in fig 5.

In the second part, referring to a previous publication by WILKE and ZIEGENSPECK (Mez. Archiv XXIV, 416) the system of the *Florideae* has been developed from their sexual conditions. The result of this part is given in fig. 6 and 7.

The third part of the work comprises the serodiagnostical investigation, principally from material which was collected for this purpose at Naples by STEINECKE. The derivation, proved step by step by the reactions, is summarized in fig. 12 and corresponds completely with fig. 5 as well as with fig. 6 and 7.

### Literaturverzeichnis

1. BUDDÉ, H., Erster Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von *Hildenbrandia rivularis*. Ber. d. Bot. Ges. Bd. XLIV. 1926. — 2. ENGLER-GILG, Syllabus der Pflanzenfamilien. Berlin 1924 — 3. ENGLER-PRANTL, Die natürlichen

Pflanzenfamilien. Bd. I, 2 Leipzig 1897 und Bd. 3 Leipzig 1927. — 4. FUNK, Die Algenvegetation des Golfs von Neapel. 1927. — 5. GOEBEL, K., Organographie der Pflanzen. Jena 1928. — 6. KNIEP, H., Die Sexualität der niederen Pflanzen. Jena 1928. — 7. KYLIN, H., Über die Entwicklungsgeschichte der Bangiaceen. Arkiv för Botanik. 1921. — 8. MEZ, C., Anleitung zu serodiagnostischen Untersuchungen für Botaniker. Mez, Archiv Bd. 1. 1922. — 9. MIGULA, W., Kryptogamenflora. Bd. II, 2. Gera 1909. — 10. OLTMANN, Fr., Morphologie und Biologie der Algen. 1. Aufl. Jena 1904/05, 2. Aufl. Jena 1922/23. — 11. SCHMID, G., Zur Ökologie der Luftalgen. Ber. d. Bot. Ges. Bd. XLV. 1927. — 12. STEINECKE, F., Der Stammbaum der Algen nach serodiagnostischen Untersuchungen dargestellt. Mez, Archiv Bd. X. 1925. — 13. SVEDELIUS, N., Das Problem des Generationswechsels bei den Florideen. Naturw. Wochenschrift N. F. Bd. XV. 1916. — 14. WETTSTEIN, R., Handbuch der systematischen Botanik. Leipzig und Wien. 1924. — 15. WILKE und ZIEGENSPECK, Ein auf die Auxiliarzellen begründetes Florideensystem. Mez, Archiv XXIV. — 16. ZIEGENSPECK, H., Kritisches und Strittiges. Mez, Archiv Bd. 16. 1926. — 17. ZIEGENSPECK, H., Besprechung von Campbell, D. H., The relations of the Anthocerotaceae. Bot. Echo Bd. I. 1925.

Weitere Literatur, auf die wir im Original zurückkamen, findet sich in der angegebenen Literatur. Wir setzen sie hier nicht ein, um kein zu umfangreiches Literaturverzeichnis zu bekommen.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Wilke Hermann

Artikel/Article: [Die Phylogenie der Rhodophyceae 19-85](#)