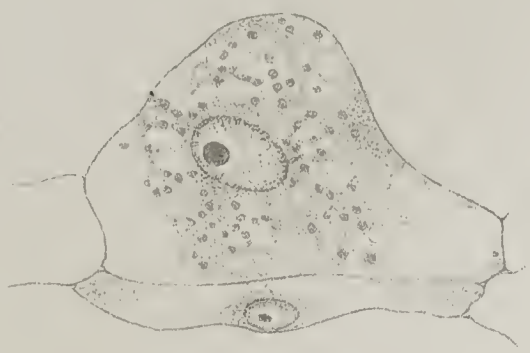


1.



2.



3.



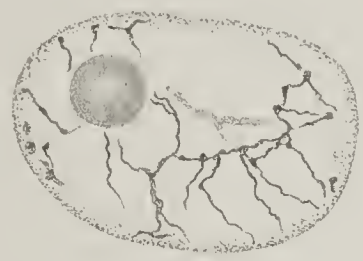
4a.



4b.



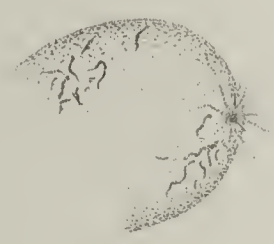
5a.



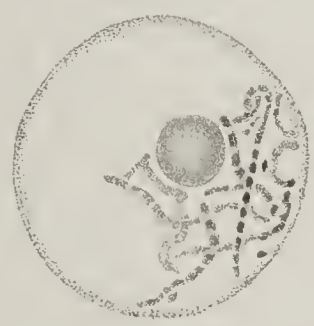
5b.



6.



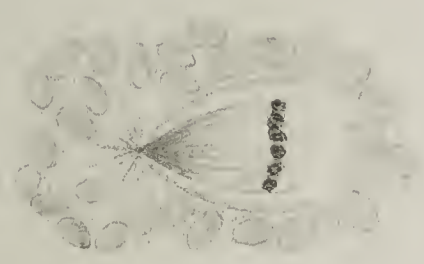
7.



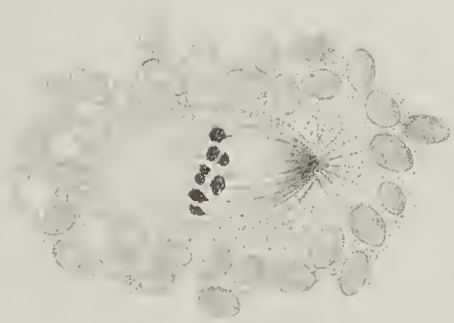
8.



9.



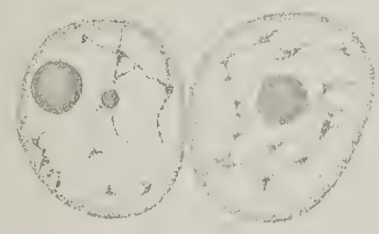
10a.



10b.



11.



12.

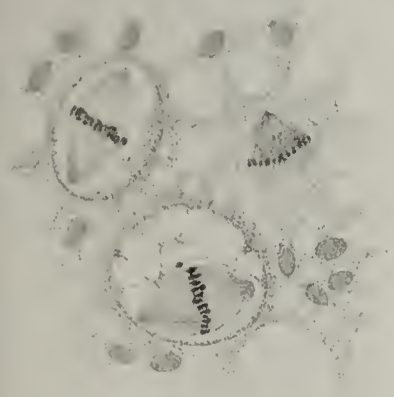


13.

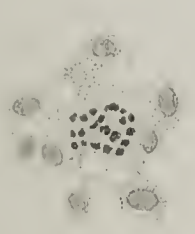
Nienburg gez

E. Lane, Lith. Inst. Berlin.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.



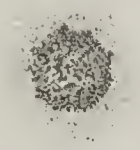
14.



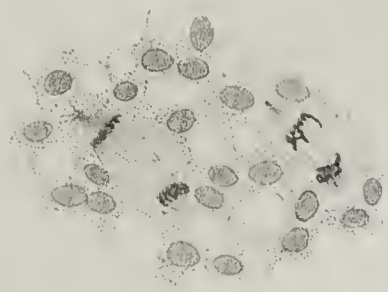
15.



16.



17.



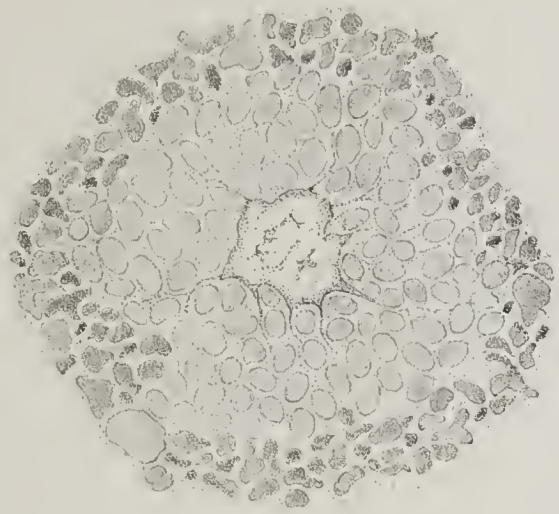
18.



19.



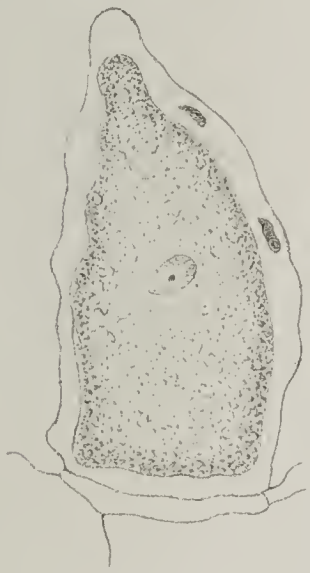
20a.



20b.



21.



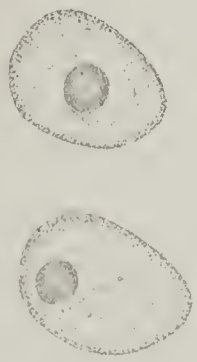
22a.



22b.



23a.



23b.



24.

Nienburg gez. E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Die Oogonentwicklung bei Cystosira und Sargassum.

Von **Wilhelm Nienburg.**

(Mit Tafel I u. II und 9 Abbildungen im Text.)

Die Veranlassung zu der hier folgenden Untersuchung war eine im Jahre 1906 erschienene Arbeit von E. B. Simons[6]), die die Konzeptakel- und Oogonentwicklung von Sargassum Filipendula Ag. behandelte. Die Beobachtungen der Verf. zeigten, daß die ersten Stadien der Konzeptakelbildung bei dieser Alge etwas anders verlaufen, als Bower[1]) und Oltmanns[5]) das für andere Gattungen angegeben hatten. Da ich die Konzeptakelentwicklung der Fucaceen später in einer besonderen Mitteilung schildern zu können hoffe, will ich hier nur erwähnen, daß ich bei Sargassum linifolium (Turn.) Ag. und Cystosira barbata Ag. die Angaben von Simons vollständig bestätigt fand.

Dieses Ergebnis war bei der lückenlosen Beobachtungsreihe, die die Verf. gegeben hatte, von vornherein wahrscheinlich. Überraschender und weniger Vertrauen erweckend waren dagegen ihre Mitteilungen über die Oogonentwicklung. Nach ihr soll bei Sargassum der Oogonkern gleich zum Eikern werden. Die drei Teilungen, die Oltmanns[5]) auch bei den Fucaceen gefunden hatte, die später weniger als 8 Eier ausbilden, sollen hier sämtlich unterbleiben. Das war um so auffallender, als schon die Arbeiten von Strasburger[7]) sowie von Farmer und Williams[4]) es höchst wahrscheinlich gemacht hatten, daß während der ersten beiden dieser Kernteilungen die Chromosomenreduktion vor sich geht, eine Auffassung, die durch eine jüngst erschienene Publikation Yamanouchy's[11]) glänzend bestätigt wurde. Wo sollte nun bei Sargassum die Reduktion erfolgen, und wie sollte sich diese Gattung in den zuerst von Strasburger[8]) entwickelten und dann von Yamanouchy[11]) aufgenommenen Vorstellungskreis einfügen, wonach die Teilungen im Oogon die reduzierte x-Generation im Entwicklungszyklus der Fucaceen darstellt? Diese Fragen verlangten dringend eine Antwort, und ich beschloß deshalb, die Oogonentwicklung von Sargassum und der verwandten Gattung Cystosira, über die nur eine veraltete Arbeit von Dodel-Port[3]) vorliegt, noch einmal zu untersuchen. Mein Material stammte teilweise aus Neapel, wo ich selbst an der zoologischen Station im Frühjahr 1907 Cystosira barbata fixierte, und teilweise aus Triest, von wo Herr Dr. Pilger im September 1908 die große Liebens-

würdigkeit hatte, mir Material von Sargassum linifolium mitzubringen. Als Fixierungsmittel wurde Chromessigsäure von folgender Zusammensetzung benutzt: 0,5 ccm 50% Chromsäure, 1,0 ccm 98% Essigsäure, 100 ccm Seewasser. Gefärbt wurde teils mit Gentianaviolett-Eosin nach der Methode von Gram und teils mit Safranin-Gentianaviolett-Orange.

Ich beginne mit der Schilderung meiner Beobachtungen an Cystosira barbata Ag. Die Oogonentwicklung beginnt mit der Vorwölbung einer Zelle der Konzeptakelwand, die sich durch dichteren Plasmagehalt und einen größeren Kern von den Nachbarzellen auszeichnet (s. Fig. 1, Taf. I). Der Kern teilt sich in einen größeren oberen und einen kleineren unteren Tochterkern, während gleichzeitig Chromatophoren im Plasma bemerkbar werden, die vorher noch nicht zu sehen waren (s. Fig. 2). Zwischen den beiden Kernen bildet sich eine Wand, die das eigentliche Oogon von der Stielzelle trennt (s. Fig. 3). Die Stielzelle ist bei Cystosira ganz in die Konzeptakelwand eingebettet, so daß sie ihren, auf die Verhältnisse bei Fucus bezüglichen Namen hier zu Unrecht trägt. Der Oogonkern ist inzwischen gewachsen, hat aber seine Struktur wenig verändert; man sieht einen großen Nucleolus und zahlreiche kleine Chromatinkörnchen durch den ganzen Kernraum verteilt, ohne daß sich eine besondere Struktur feststellen ließe. Erst wenn das Oogon etwa halb ausgewachsen ist (s. Fig. 4*a*), geht eine Veränderung vor sich. Die Chromatinkörnchen sammeln sich zu einer geringeren Zahl größerer Körner, von denen hellere Fäden ausgehen, die häufig verzweigt sind, und einzelne der Körner miteinander verbinden (s. Fig. 4*b*). Während das Oogon weiter wächst (s. Fig. 5*a*), vergrößert sich auch der Kern und die Fadenstruktur des Chromatins bildet sich weiter aus (s. Fig. 5*b* u. 6). Die Fäden treten gegenüber den Körnern stärker hervor und färben sich kräftiger. Manchmal hat man den Eindruck, als ob sich einzelne Fadenstücke zu einem doppelt so dicken zusammengelegt hätten oder auch, als ob dickere gespalten wären. Ob das Chromatin in diesem Stadium einen einzigen vielfach verschlungenen Faden bildet oder eine Anzahl kleiner, konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden. Gleichzeitig mit diesen Vorgängen im Innern des Kerns zeigt sich außen an der Wandung ein einzelnes Centrosom mit deutlicher Strahlung (s. Fig. 7, die das Teilstück eines Kernes in der Aufsicht wiedergibt). Leider ist Cystosira barbata für die Beobachtung der Centrosomen nicht besonders günstig, so daß es mir nur selten gelungen ist, Centrosom und Strahlung deutlich voneinander zu differenzieren. Das Oogon hat jetzt seine definitive Größe fast erreicht und wächst während der folgenden Vorgänge nur noch wenig. Das

nächste, was ich beobachten konnte, war eine starke Zusammenziehung des Kerninhaltes auf einer Seite, also eine typische Synapsis (s. Fig. 8). Das Chromatin hat jetzt seine Struktur erheblich verändert, man sieht nicht mehr die dünnen Fäden, sondern ein Knäuel von sehr dicken, die einen mehr oder weniger zusammenhängenden Eindruck machen. Außerdem fällt an vielen Stellen die perlschnurartige Segmentierung auf. Der Nucleolus zeigt bisher noch keine Anzeichen von Auflösung. Auf dem folgenden Stadium (s. Fig. 9) ist das Chromatin wieder ziemlich gleichmäßig durch den Kernraum verteilt, die Fäden haben den Perlschnurcharakter verloren und zeigen an manchen Stellen gespaltene Enden. Von dem Nucleolus haben sich Teile abgelöst, und seine Vakuolisierung beginnt.

Damit sind die Prophasen der ersten Kernteilung abgeschlossen. Die Fig. 10*a* und *b* gibt nach zwei aufeinander folgenden Schnitten die Metaphase in der Profilansicht wieder. Die Spindel ist intranuklear, der Nucleolus ist verschwunden, Centrosomen sind vorhanden und die Chromosomen zeigen nur durch ihre Größe, aber nicht durch die häufig für die heterotypische Teilung charakteristische Spaltung ihre Doppelwertigkeit an. Leider habe ich von der ersten Teilung keine Polansicht gefunden, so daß ich die Chromosomen in diesem Stadium nicht zählen konnte. In der Telophase der ersten Teilung (s. Fig. 11) verschwinden die Centrosomen allmählich. Darauf folgt das Zweikernstadium (s. Fig. 12), während dessen das Chromatin nicht völlig zur Ruhe kommt, sondern sich nur in den Zustand der frühen Prophase zurückbildet. Im Vierkernstadium (s. Fig. 13) sind die Kerne wie die Ecken eines Tetraëders angeordnet, so daß in einem Schnitt höchstens drei davon zu sehen sind. Beim dritten Teilungsschritt (s. Fig. 14, Taf. II) ist die Spindel wieder intranuklear, aber man sieht das umgebende Plasma schon in der Metaphase in den Kernraum eindringen. In diesem Stadium konnte ich in der Polansicht 18—20 Chromosomen. zählen (s. Fig. 15). Zum Vergleich wurden in Fig. 16 und 17 vegetative Teilungen in Profil- und Polansicht dargestellt. Wenn sich auch bei diesen die Chromosomen nicht zählen lassen, so zeigen diese Figuren doch, daß man es bei den Teilungen im Oogon mit der reduzierten Chromosomenzahl zu tun hat. Die Fig. 18 gibt die Anaphase der letzten Teilung wieder. Die fertigen 8 Kerne liegen dann dicht beieinander in der Mitte des Oogons (s. Fig. 19). Keiner ist vor den anderen irgendwie ausgezeichnet. Darauf beginnt die Ausstoßung der sieben Kerne aus dem Oogon, die überflüssig sind, weil Cystosira nur ein Ei ausbildet. In Fig. 20*a* sieht man den zum Eikern bestimmten

in der Mitte liegen, während die anderen an den Rand der Plasmamasse gewandert sind, ohne bisher sich in ihrer Gestalt und Struktur wesentlich verändert zu haben. Dagegen ist mit dem zukünftigen Eikern eine auffallende Wandlung vor sich gegangen (s. Fig. 20 *b*). Er liegt in einem hellen Hof, der nur mit schwach gefärbten Chromatophoren angefüllt ist, während die übrige Plasmamasse durch zahlreiche Inhaltskörper dunkel gefärbt ist. Am interessantesten ist aber die Gestaltsveränderung des Kernes. Seine Umrißlinie ist nicht mehr rundlich wie gewöhnlich, sondern gelappt, und von den Lappen gehen zahlreiche pseudopodienartige Fäden aus, die sich manchmal verzweigen und allmählich im Plasma zwischen den Chromatophoren verlieren. Gleichzeitig ist der Nucleolus verschwunden und das Chromatin zeigt eine unregelmäßige flockige Struktur. Ich habe diese merkwürdige Gestalt des Eikerns so häufig beobachtet — und zwar nur in dem Stadium, wo die übrigen Kerne auszuwandern beginnen, aber den Plasmakörper noch nicht verlassen haben — daß ich die Annahme für ausgeschlossen halte, es könne sich hierbei um ein durch die Fixierung veranlaßtes Kunstprodukt handeln. Nach einiger Zeit bekommt der Kern wieder seine normale Gestalt (s. Fig. 21), der Nucleolus ist regeneriert und das Chromatin ist in einzelnen Körnern gesammelt, die durch zarte Fäden verbunden sind. Dafür ist in der nächsten Umgebung eine auffallende Veränderung vor sich gegangen. Das Plasma ist dort frei von Chromatophoren und in ihm hat sich eine Strahlungsfigur ausgebildet, die wie eine Corona den ganzen Kern umgibt. Überall sieht man zarte Strahlen radial vom Kerne ausgehen, von denen die kräftigsten bis weit in das Cytoplasma hinein zu verfolgen sind. Auch die Strahlungsfigur zeigt der Eikern, während die übrigen noch nicht völlig ausgestoßen sind. Wenn diese als degenerierte dunkle Massen in dem freien Raum liegen, der durch Schrumpfung beim Entwässern entstanden ist (s. Fig. 22 *a*), kommt der Eikern endlich zur Ruhe (s. Fig. 22 *b*). Die Corona ist verschwunden, ebenso der Hof um den Kern und das Chromatin hat sich auf eine Anzahl größerer und kleinerer Körner zusammengezogen. Damit ist das Oogon zum Ei geworden und die Entwicklung, soweit ich sie verfolgen konnte, abgeschlossen. Ich habe nur noch einen anormalen Fall zu erwähnen. Es kommt manchmal vor, daß man in einem völlig entwickelten Ei zwei Kerne findet (s. Fig, 23 *a* und *b*). Ich habe dann niemals mehr als sechs degenerierte gefunden, so daß es wahrscheinlich ist, daß die beiden Eikerne Oogonkerne vorstellen, die nicht ausgewandert sind. Es ist allerdings auch möglich, daß sie durch Teilung aus dem ursprünglichen Eikern hervor-

gegangen sind, denn die Zählung der degenerierten Kerne ist nicht immer genau durchzuführen, da beim Färbeprozeß häufig einzelne von ihnen fortgespült werden. Über das weitere Schicksal dieser doppelkernigen Eier habe ich nichts Sicheres ermitteln können. Einmal sah ich die Kerne dicht aneinander gepreßt, als ob sie miteinander verschmelzen wollten (s. Fig. 24).

Da es mir wesentlich nur darum zu tun war, zu konstatieren, ob bei Cystosira die für die meisten Fucaceen bekannten acht Kerne vorhanden sind, so habe ich die eigentlichen karyokinetischen Vorgänge nicht eingehend verfolgt, zumal diese seit der Arbeit von Yamanouchy[11]) über Fucus genau bekannt sind. Trotz der Lückenhaftigkeit meiner Ergebnisse scheint es aber doch notwendig, sie mit denen von Strasburger[7]), Farmer und Williams[4]) sowie Yamanouchy[11]) zu vergleichen. Diese Autoren haben verschiedene Arten der Gattung Fucus als Untersuchungsmaterial benutzt. Alle stimmen darin darüber überein, daß die erste Teilung im Oogon als die Reduktionsteilung zu betrachten ist, aber nur Yamanouchy ist es gelungen, diese durch alle Stadien zu verfolgen. Er beobachtete hierbei, daß in den Prophasen ein einzelner Chromatinfaden entsteht. Dieser wird in der Synapsis so angeordnet und gefaltet, daß ziemlich regelmäßige, von einem Punkte der Kernwand ausgehende Schlingen gebildet werden, deren Zahl genau der halben Chromosomenzahl entspricht. Aus jeder solcher Schlinge geht durch Verkürzung und Verschmelzung ein doppelwertiges Chromosom hervor, das während der Metaphase wieder in seine beiden Bestandteile zerlegt wird. Nach Yamanouchy legen sich also bei Fucus die Chromosomen in den ersten Prophasen der Reduktionsteilung nicht neben-, sondern hintereinander, und erst in der Synapsis entstehen durch Einfaltung des Chromatinfadens die Doppelchromosomen. An der Richtigkeit dieser Beobachtungen ist wohl nicht zu zweifeln, und es fragt sich also, wie damit meine Ergebnisse bei Cystosira in Einklang zu bringen sind. Die frühen Prophasen stimmen in beiden Gattungen überein. Zwischen seiner Fig. 40 und meiner 4*b* einerseits, sowie seinen Figg. 41*a*, 41*b* und meinen 5*b*, 6 und 7 besteht kein wesentlicher Unterschied. Auch bei Fucus gibt es dünnere und dickere Fäden, die an einzelnen Stellen doppelt erscheinen und hier und da verzweigt sind. Übereinstimmend ist ferner, daß in beiden Fällen auf diesem Stadium das Centrosom auftritt. Das, was ich nicht habe beobachten können, ist die Schlingenbildung bei der Synapsis. Da aber nach den bisherigen Untersuchungen die karyokinetischen Vorgänge bei allen Fucaceen im wesentlichen übereinstimmend verlaufen, so kann ich

nicht glauben, daß sich bei der Reduktionsteilung prinzipielle Unterschiede finden sollten. Ich nehme deshalb an, daß die Stadien, die Yamanouchy in seinen Figg. 42—45 abbildet, auch bei Cystosira vorkommen, aber nicht zu den Zeiten, in denen ich mein Material fixierte. Es ist mir erst später bekannt geworden, daß die Mitosen bei den Fucaceen sehr von äußeren Bedingungen abhängig sind, und infolgedessen habe ich nicht genug Wert darauf gelegt, Material zu allen Tages- und Nachtzeiten und direkt am Standort zu fixieren. Auch Yamanouchy scheint es nicht gelungen zu sein, die hierher rührenden Schwierigkeiten völlig zu überwinden. Wenigstens vermisse ich unter seinen Figuren das Stadium, in dem die beiden Hälften jeder Schlinge miteinander verschmolzen sein und je einen längeren Faden bilden müßten. Auf seine Figg. 44 u. 45, in denen die Schlingenhälften noch deutlich getrennt sind, folgt gleich die Fig. 46, in der jede Schlinge zu einem rundlichen Klumpen zusammengezogen ist. Vielleicht bin ich in diesem Punkte glücklicher gewesen als er, denn meine Fig. 8 entspricht ungefähr dem Bilde, das die miteinander verschmolzenen Schlingenhälften abgeben müßten. Neu hinzu tritt hier nur die perlschnurartige Anordnung der Chromatinelemente. Dieses für die Reduktionsteilung der höheren Pflanzen ja bekannte Stadium hat Yamanouchy nicht erwähnt, daß es aber auch bei Fucus vorkommt, zeigt die Fig. 3 von Farmer und Williams[4]). Schwieriger dürfte es sein, meine Fig. 9 in Einklang mit Yamanouchy's Beobachtungen zu bringen. Eine geringe Anzahl dicker Fäden, die an manchen Stellen gespalten erscheinen, zieht sich durch die ganze Kernhöhle. Bevor ich die Arbeit von Yamanouchy kannte, hielt ich dieses Stadium für den Anfang der Diakinese, da aber ein entsprechendes bei Fucus offenbar fehlt, weiß ich augenblicklich keine voll befriedigende Deutung dafür zu geben. Die weiteren Stadien der verschiedenen Teilungen stimmen, soweit ich sie verfolgen konnte, in allen Einzelheiten mit den Beobachtungen an anderen Fucaceen überein. Unbekannt sind dagegen bisher die Strahlungsvorgänge am Eikern, die ich in Fig. 20*b* u. 21 darstellte. Sie machen den Eindruck, als ob Elemente des Kerns an das Cytoplasma abgegeben würden. Da in dem Stadium der Fig. 20*b* der Nucleolus verschwunden ist, könnte man meinen, daß es sich dabei um Nukleolarsubstanz handelt. Dem widerspricht aber erstens die Tatsache, daß in Fig. 21, wo die Strahlung doch erst ihren Höhepunkt erreicht hat, der Nucleolus bereits wieder regeneriert ist, und zweitens, daß sie sich beim Dreifarbenverfahren nicht wie der Nucleolus, sondern wie das Chromatin färbt. Die Herkunft der Corona muß also ebenso unerklärt

bleiben wie ihre Bedeutung, wenn ich es auch für wahrscheinlich halte, daß sich hierin irgend eine Einwirkung des Eikerns auf das umgebende Cytoplasma ausdrückt. Daß aus dem Kern unter Umständen Substanzen austreten können, dafür gibt es ja besonders in der zoologischen Chromidienliteratur zahlreiche Angaben. Aber auch für botanische Objekte fehlt es nicht an ähnlichen Beobachtungen, ich will hier nur eine neuerdings erschienene Arbeit von Digby[2]) zitieren, weil man dort ein eingehendes Literaturverzeichnis über diese Frage findet. Was schließlich die Frage der mehrkernigen Eier betrifft, so ist zu erwähnen, daß bereits Farmer und Williams[4]) sowie Strasburger[7]) solche bei Fucus beobachtet haben. Ob die Kerne dort verschmelzen, ist wie bei Cystosira unbekannt. Strasburger ist geneigt, es anzunehmen und die große Zahl der Chromosomen, die man manchmal in jungen Keimlingen findet, auf solche ungewohnte Kernverschmelzungen zurückzuführen. Yamanouchy[11]) hat auch Keimlinge mit überzähligen Chromosomen beobachtet, führt diese Fälle aber auf das Eindringen von mehreren Spermatozoiden in den Eikern zurück.

Ich komme jetzt zu der Entwicklung des Oogons von Sargassum linifolum Ag. Die ersten Stadien verlaufen genau so, wie Simons[6]) das für Sargassum Filipendula geschildert und in ihren Figg. 29 u. 30 abgebildet hat. Die Stielzelle ist noch tiefer eingebettet als bei Cystosira, und auch das Oogon bleibt während seiner ganzen Entwicklung größtenteils in die Konzeptakelwandung eingebettet, da die umgebenden Zellen sich seinem Wachstum entsprechend teilen. Auf Stadien, wie sie die Textfig. 1 darstellt, ist die Stielzelle nicht mehr von den Konzeptakelzellen zu unterscheiden. Der Kern ist stark gewachsen, aber noch im Ruhestadium. Die mitotischen Vorgänge habe ich bei Sargassum nicht verfolgt, da Teilungsfiguren in meinem Material so gut wie gar nicht vorhanden waren. Nur in den völlig ausgewachsenen Oogonien

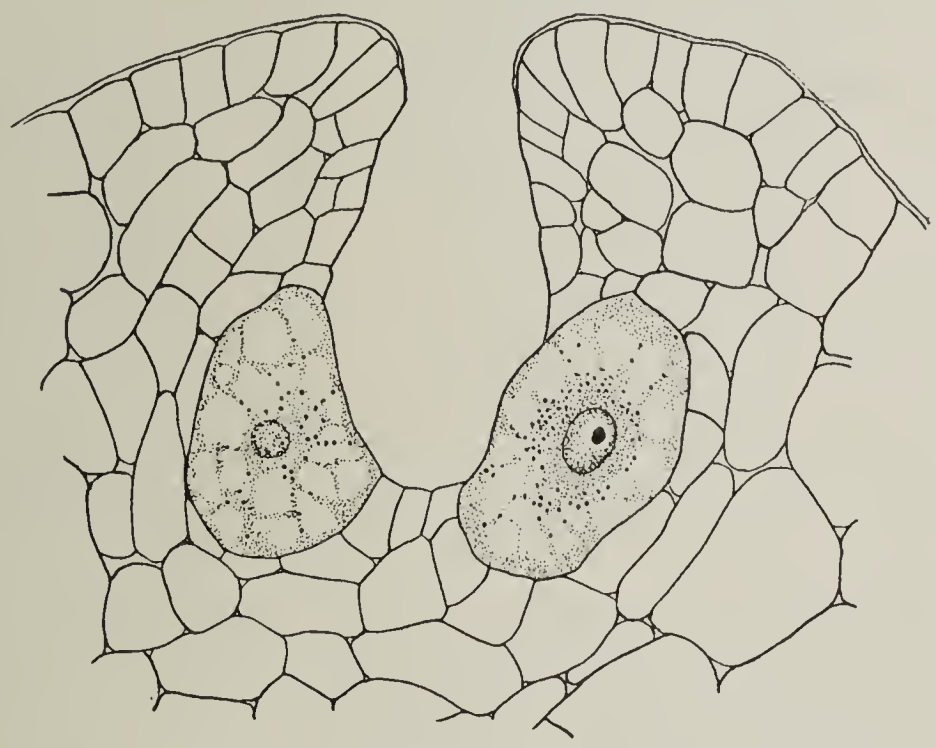


Fig. 1. Konzeptakulum mit zwei jungen Oogonien. 300 × vergr.

(s. Textfig. 2) konnte ich eine synaptische Zusammenziehung der Chromatinmasse im Oogonkern beobachten. In diesem Stadium waren dann die Chromatophoren dicht um den Kern zusammengeballt. Weiter scheint die Entwicklung, solange die Oogonien im Konzeptakulum bleiben, nicht fortzuschreiten. Simons hat daraus geschlossen, daß überhaupt keine Kernteilungen im Oogon mehr vorkämen. Tatsache ist, daß die Oogonien ungefähr zu diesem Zeitpunkt aus dem Konzeptakulum schlüpfen und dann, von einer dicken Membran und den Resten der zerrissenen Konzeptakelzellen bekleidet, außen am Rezeptakulum kleben bleiben. Simons nimmt nun an, daß hier sofort der zum Eikern ge-



Fig. 2. Zwei Oogonien dicht vor dem Ausschlüpfen. 150 × vergr.

wordene Oogonkern befruchtet wird und die Keimung beginnt. Die dicke Membran braucht dafür kein Hindernis zu sein, da Thuret[10]) beobachtet und abgebildet hat, daß auch bei Pelvetia die Spermatozoiden die dicke Oogonmembran ohne Schwierigkeit passieren. Simons ist in ihrer Meinung noch dadurch bestärkt worden, daß sie an der Außenwand der Receptakula ziemlich weit entwickelte Keimlinge hängen sah. Nun zeigen aber diese Keimlinge, die ich auch beobachtet habe und auf deren Entwicklung ich noch zurückkomme, niemals mehr als zwei Kerne in einer Zelle. Mit anderen Worten,

auf jede Kernteilung folgt bei ihnen sofort eine Zellteilung. Ich habe auf diesen Punkt genau geachtet und niemals eine Ausnahme gefunden. Mit diesen Beobachtungen ließ es sich nicht in Einklang bringen, daß es häufig außenliegende Oogonien gab mit vier und acht freien Kernen. Um die ersten Teilungen im Keimling konnte es sich hierbei nicht handeln, weil keine Wände zwischen den Kernen gebildet waren. Der Schluß war also unabweisbar, daß ich hier die von Simons vermißte reduzierte X-Generation vor mir hatte, die bei Sargassum erst gebildet wird, wenn das Oogon das Konzeptakulum bereits verlassen hat. Textfig. 3 gibt dieses Stadium wieder, vier Kerne liegen im Schnitt, die übrigen vier in den vorhergehenden und folgenden. Es fragte sich nun, wie die Degeneration und Ausstoßung der überflüssigen Kerne vor sich



Fig. 3. Oogon vor der Öffnung des Konzeptakulum. Von den acht Kernen sind vier im Schnitt. 150 × vergr.

geht. Bei Cystosira war das Charakteristische an diesem Vorgang, daß die sieben Kerne fast gleichzeitig nach außen wandern, aber, solange sie sich noch im Cytoplasma befinden, keine Zeichen von Degeneration aufweisen. Bei Sargassum ist das etwas anders, hier tritt die Degeneration schon innerhalb des Cytoplasmas ein. Textfig. 4 zeigt z. B. einen Schnitt mit einem normalen und zwei degenerierten Kernen, die noch nicht ausgestoßen sind. Außerdem geht die Degeneration nicht gleichzeitig bei allen überflüssigen Kernen vor sich. Man findet selten ein Oogon mit einem normalen und sieben degenerierten Kernen. In dem in Textfig. 4 zur Darstellung gebrachten waren in den verschiedenen Schnitten vier normale und vier degenerierte vorhanden. Wahrscheinlich sind einige von den überzähligen schon ausgestoßen, ehe die letzten

überhaupt angefangen haben zu degenerieren. Ich habe vergeblich versucht, den Prozeß des Auswanderus selbst, der bei Sargassum offenbar Besonderheiten aufweist, genau zu verfolgen. Bei den von Oltmanns[5]) untersuchten Fucaceen und auch bei Cystosira wird den austretenden Kernen, obwohl sie ja rudimentäre Eier sind, „kein Protoplasma oder nur Spuren davon“ zugeteilt. Für Sargassum gilt dies wahrscheinlich nicht. Ich habe hier bei allen älteren Oogonien, in denen sich der Eikern bereits deutlich ausgebildet hatte (s. Textfig. 5 *a*), an einer bestimmten Stelle der Wandung sich stark tingierende Plasmamassen gesehen, in denen manchmal noch Kerne nachgewiesen werden konnten (s. Textfig. 5 *b*). Da ich an anderen Stellen der Wandung niemals degenerierte Kerne habe liegen sehen, so nehme ich an, daß sie mit den erwähnten Plasmamassen zusammen ausgestoßen werden. Diese werden später wahrscheinlich wieder resorbiert. Wenn meine Auffassung richtig

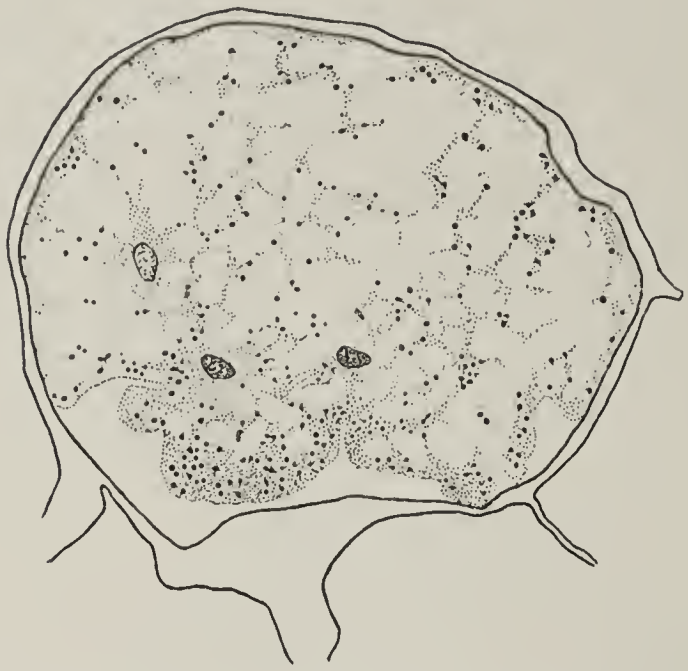


Fig. 4. Ausgeschlüpftes Oogon mit teilweise degenerierenden Kernen. 150 × vergr.



a Fig. 5. *b*

Fig. 5. *a* Schnitt durch ein reifes Ei, in der Mitte der Befruchtungskern. *b* Ein Schnitt durch dasselbe Ei, ausgestoßenes Plasma mit einem degenerierten Kern zeigend. 150 × vergr.

ist, so hätten wir in Sargassum einen etwas weniger vollkommenen Typus der Eireduzierung vor uns, als z. B. in Cystosira, denn dort werden wertvolle Plasmateile geopfert, während hier nur die über-

flüssigen Kerne verschwinden. Daß sich der Cystosiratyp auf dem bei Sargassum noch angedeuteten Wege entwickelt hat, ist wohl wahrscheinlich. Die allmähliche Reduktion hätte man sich dann so vorzustellen, daß zunächst auch noch die rudimentären Eier ausgebildet wurden, daß sie aber auf Kosten der oder des übrigbleibenden resorbiert wurden, wie die Abkömmlinge der Embryosackmutterzelle bis auf den Embryosack geopfert werden. Später unterblieb dann die Wandbildung zwischen den rudimentären und dem vollentwickelten Ei, so daß nur ein Plasmaklumpen mit den Kernen resorbiert zu werden brauchte. Dieser wurde allmählich immer kleiner, und schließlich wurden nur noch die Kerne ausgestoßen.



Fig. 6. Keimling im Zweizellstadium. 150 × vergr.

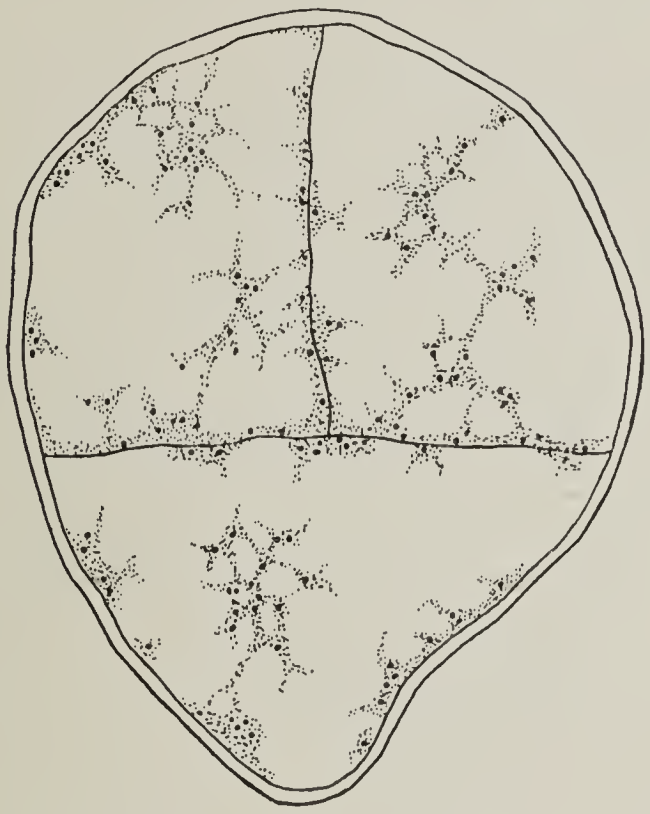


Fig. 7. Keimling im Dreizellstadium. 150 × vergr.

Ich muß diesen Angaben über die Oogonentwicklung noch einige Bemerkungen über die ersten Teilungen im Keimling hinzufügen, da ich Simons [6]) Beobachtungen hierüber etwas ergänzen kann. Sie bildet nur ein älteres Stadium ab, in dem bereits mehrere hundert Zellen vorhanden sind, und sagt über die Keimung: „The first division of the egg in Sargassum does not differentiate a rhizoidal region, as in Fucus and Ascophyllum. Instead, a many-celled ellipsoidal structure is formed, the divisions occurring with mathematical precision. Rhizoids then develop at one end . . . .“

Die Teilungen verlaufen aber doch etwas gesetzmäßiger, als es hiernach scheinen könnte. Der Keimling hat eine birn- oder eiförmige Gestalt. Das Vorderende ist abgerundet und das hintere etwas zuge-

spitzt. Die erste Wand steht senkrecht zur Längsachse (s. Textfig. 6). Die zweite steht senkrecht auf der ersten und teilt das Vorderende in zwei gleiche Hälften (s. Textfig. 7). Darauf wird von der unteren Spitze durch eine Wand, die der ersten parallel ist, eine schmale Rhizoidzelle abgeschnitten (s. Textfig. 8). Dann erst wird die größere Hälfte des unteren Teils durch eine Längswand geteilt, während gleichzeitig der obere Teil durch Querwände zerlegt wird (s. Textfig. 9). Später werden in der Rhizoidzelle durch parallele Längswände die Rhizoiden gebildet, und aus dem übrigen Teile entsteht durch zahlreiche Längs- und Querwände der Zellkörper des Keimlings, der noch längere Zeit in die Wandung des Oogoniums eingeschlossen bleibt. Ich brauche

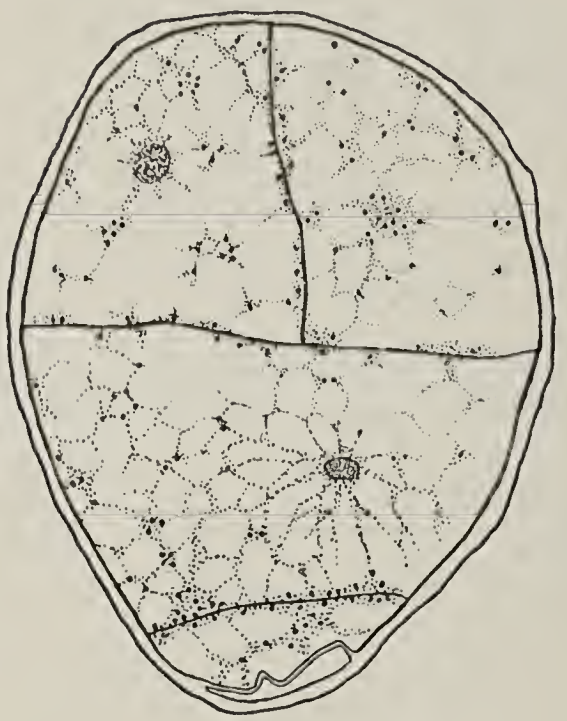


Fig. 8.

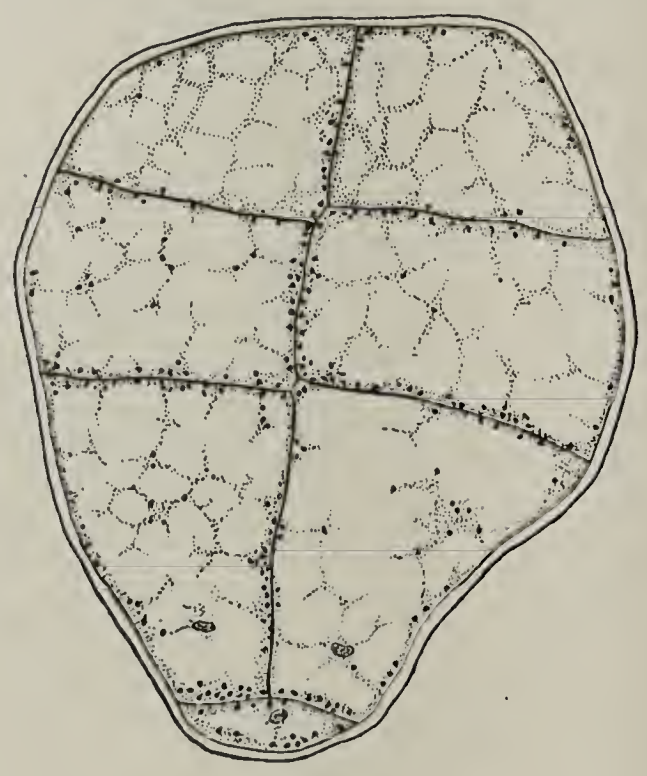


Fig. 9.

Fig. 8. Keimling mit abgeschnittener Rhizoidzelle. 150 × vergr.
Fig. 9. Älterer Keimling. 150 × vergr.

auf diese Vorgänge nicht näher einzugehen, da sie aus der Simonsschen Abbildung klar hervorgehen.

Aus meinen Untersuchungen ergibt sich wohl mit Sicherheit folgendes: Auch Cystosira und Sargassum weisen die bekannten drei Kernteilungen im Oogon auf, bei der ersten von diesen erfolgt die Chromosomenreduktion, und die beiden Gattungen durchbrechen infolgedessen nicht die anscheinend für alle Fucaceen geltende Regel, wonach in ihrem Entwicklungszyklus eine in das Oogon eingeschlossene X-Generation mit einer 2 X-Generation abwechselt. Es fragt sich schließlich noch, wie eine sorgfältige Beobachterin wie Miß Simons zu einer anderen Meinung kommen konnte. Darauf gibt vielleicht eine kurze Mitteilung von Tahara[9]) Auskunft. Dieser Autor hat in Misaki an

der japanischen Küste beobachtet, daß die Eier von Sargassum in bestimmten 14tägigen Perioden entlassen werden. Einige Tage bleiben sie an der Außenwand des Rezeptakulums hängen und fallen dann ab. 14 Tage darauf wiederholt sich dasselbe Schauspiel. Das zeigt, daß man das Material zu ganz bestimmten Zeiten fixieren muß, wenn man ein bestimmtes Stadium finden will. Wahrscheinlich ist mein Material zufällig im günstigen Augenblick fixiert worden, während Miß Simons ein solcher glücklicher Zufall nicht zu Hilfe gekommen ist. Möglich ist aber auch, daß in der Adria, woher mein Material stammte, wegen der geringen Flutschwankungen, die Periodizität nicht so stark ausgeprägt ist, wie an den ozeanischen Küsten.

Zitierte Literatur.

1) Bower, F. O., On the development of the conceptacle in the Fucaceae. Quart. Journ. Micr. Scienc. 1880, XX, pag. 36—49, Tab. 5.

2) Digby, L., Observations on „chromatin bodies“ and their relation to the nucleolus in Galtonia candicans Deesne. Ann. of Botany 1909, pag. 491.

3) Dodel-Port, A., Biologische Fragmente, I. Teil. Cystosira barbata, ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Fucaceen. Taf. I—X. Kassel und Berlin 1885.

4) Farmer, J. B. and Williams, J. Ll., Contributions to our knowledge of the Fucaceae, their life-history and cytology. Phil. Transact. Roy. Soc. 1898, CXC, pag. 623—645, Taf. XIX—XXIV.

5) Oltmanns, F., Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen. Bibl. Botan, Kassel 1898.

6) Simons, E. B., A morphological study of Sargassum Filipendula. Bot. Gaz. 1906, XLIX, pag. 161—182, Taf. X u. XI.

7) Strasburger, E., Kernteilung und Befruchtung bei Fucus. Jahrb. f. wiss. Bot. 1897, XXX, pag. 351—374, Taf. XVII u. XVIII.

8) Ders., Zur Frage eines Generationswechsels bei den Phaeophyceen. Bot. Ztg. 1906, LXIV, pag. 2—7.

9) Tahara, M., On the periodical liberation of the oospheres in Sargassum. Bot. Mag. of Tokyo 1909, XXIII, pag. 151—153.

10) Thuret, Etudes phycologiques. Paris 1878.

11) Yamanouchy, Sh., Mitosis in Fucus. Bot. Gaz. 1909, XLVII, pag. 173—197, Taf. VIII—XI.

Figurenerklärung zu Tafel I u. II.

Die Figuren wurden mit Hilfe der Zeichenkamera unter einem Zeiss-Apochromaten 2 mm mit Kompensationsokular 4 entworfen, ausgenommen die Figuren 4*c*, 5*a*, 20*a*, 22*a*, 23*a*, bei denen Kompensationsokular 2 benutzt wurde.

Fig. 1. Oogonmutterzelle.

Fig. 2. Oogonmutterzelle mit zwei Kernen.

Fig. 3. Junges Oogon mit Stielzelle.
Fig. 4 *a* u. *b*. Halb ausgewachsenes Oogon mit Kern in früher Prophase.
Fig. 5 *a* u. *b*; Fig. 6. Ausgewachsenes Oogon mit Kernen im Spiremstadium.
Fig. 7. Polstrahlung an einem Kern im gleichen Stadium.
Fig. 8. Synapsis.
Fig. 9. Beginn der Diakinese?
Fig. 10 *a* u. *b*. Zwei Schnitte durch die Metaphase der ersten Teilung.
Fig. 11. Telophase der ersten Teilung.
Fig. 12. Zweikernstadium.
Fig. 13. Vierkernstadium.
Fig. 14. Metaphase der dritten Teilung.
Fig. 15. Eine Metaphase der dritten Teilung in der Polansicht.
Fig. 16. Vegetative Teilung in der Profilansicht.
Fig. 17. Vegetative Teilung in der Polansicht.
Fig. 18. Anaphase der dritten Teilung.
Fig. 19. Achtkernstadium.
Fig. 20 *a* u. *b*. Differenzierung des Eikerns.
Fig. 21. Coronabildung um den Eikern.
Fig. 22 *a* u. *b*. Befruchtungsfähiges Ei mit degenerierten Kernen.
Fig. 23 *a* u. *b*. Zweikerniges Ei.
Fig. 24. Zwei Kerne in solchem Ei, die anscheinend verschmelzen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 101

Autor(en)/Author(s): Nienburg Wilhelm

Artikel/Article: Die Oogonentwicklung bei Cystosira und Sargassum 167-180