

(Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem. Abt. M. HARTMANN.)

Lebenszyklus und Sexualität der Chlorophyceen *Ulva lactuca* L.

Von

Björn Föyn.

(Hierzu 13 Textfiguren.)

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	154
II. Lebenszyklus	155
1. Die Sporophytgeneration	159
2. Die Gametophytgeneration	162
3. Die parthenogenetische Generation	164
4. Die Verdoppelung der Chromosomenzahl bei haploiden Individuen	165
Anhang zum Lebenszyklus	167
III. Der Modus der Geschlechtsbestimmung	168
IV. Zusammenfassung	176
Literaturverzeichnis	177

I. Einleitung.

Vor einigen Jahren wurden in einer vorläufigen Mitteilung (Föyn, 1929) die ersten Resultate einer Untersuchung über die Sexualität und den Lebenszyklus von *Ulva lactuca* L. veröffentlicht. Die Prüfung von mehreren hundert Pflanzen an der biologischen Station in Palma de Mallorca ergab, daß diese Art einen antithetischen Generationswechsel besitzt. In den Kernen der zoosporenerzeugenden Generation wurden 26, in denen der gametengebenden Generation 13 Chromosomen festgestellt. Weiter ergaben die ausgedehnten Ko-

pulationsversuche, daß die Gametophyten diözisch sind. Um auch den Modus der Geschlechtsbestimmung feststellen zu können, wurden Keimlinge aus Zygoten, Zoosporen und sich parthenogenetisch entwickelnden Gameten nach Berlin gebracht und dort weiter gezüchtet. Im folgenden sollen die ausführlichen Daten der ganzen Untersuchung gebracht werden. Auf eine eingehende cytologische Untersuchung habe ich wegen der Ungünstigkeit des Objekts verzichtet und mich mit dem Feststellen der wichtigsten Daten betreffs der Chromosomen begnügt.

Bezüglich der Züchtungstechnik verweise ich auf das entsprechende Kapitel in meiner Arbeit über *Cladophora Suhriana* (FÖYN, 1934). Wie für *Cladophora* erwies sich auch für *Ulva* der sog. „Erdschreiber“ allen anderen Nährlösungen weit überlegen (vgl. Fig. 1 a—f). Als Kulturgefäße dienten für die Keimlinge Boverischalen, für die älteren Pflanzen Zylindergefäße (Diameter etwa 9 cm, Höhe etwa 6 cm). In der hellen Jahreszeit standen die Kulturen am Nordfenster, während der dunklen Herbst- und Wintermonate waren einige von ihnen um eine künstliche Beleuchtungsanlage aufgestellt. Als Ausgangsmaterial für die Kulturen wurden ausschließlich Schwärmer benutzt, die nach Schwimmen durch eine Reihe von Schalen mit sterilem Seewasser gereinigt waren.

II. Lebenszyklus.

Die im Mai 1929 von Mallorca mitgebrachten Keimlinge wurden zuerst in der von SCHREIBER (1928) angegebenen Nährlösung¹⁾ gehalten. Das Wachstum der Pflanzen war aber in dieser Lösung sehr schlecht, so daß sie, als sie im November in den jetzt ausexperimentierten „Erdschreiber“ überführt wurden, völlig verkrüppelt waren. Von den auf dem Wege der Parthenogenese entstandenen Pflanzen gingen sämtliche im Laufe der ersten Woche nach dem Überführen in „Erdschreiber“ ein. Von den aus Zoosporen und Zygoten entstandenen Pflanzen gingen auch einige zugrunde, die meisten aber fingen an, Triebe zu bilden und wuchsen in den folgenden Monaten zu ganz großen Pflanzen aus.

In einer der Kulturen, die von Zygoten angesetzt waren und deren Keimlinge im Alter von 3 Monaten von der Unterlage losgemacht worden waren, fanden sich die Pflanzen zur Zeit der Überführung in „Erdschreiber“ als abgerundete, z. T. spitz ausgezogene

¹⁾ Mit Seewasser aus Neapel angesetzt! SCHREIBER hat bekanntlich seine Nährlösung mit Nordseewasser ausexperimentiert.

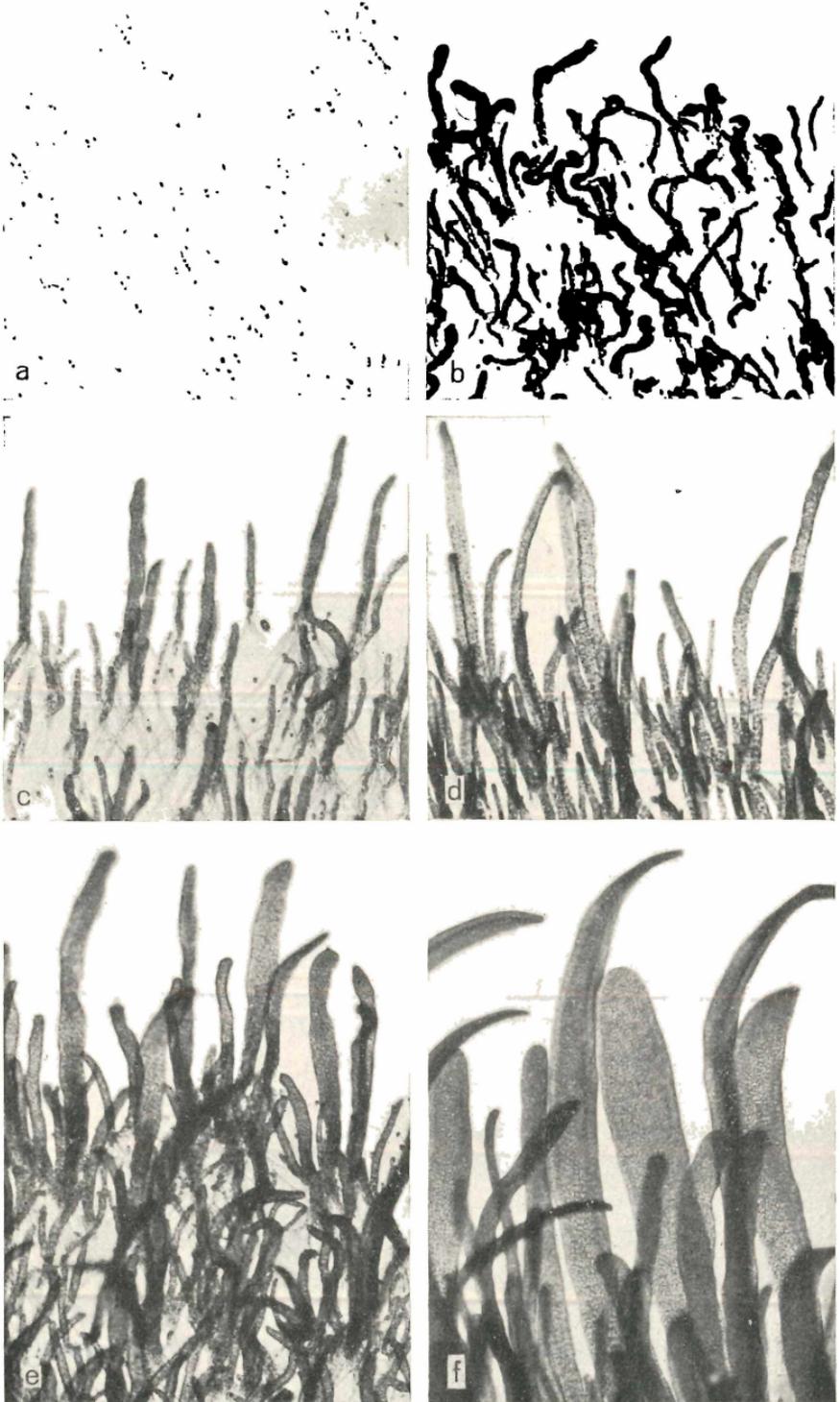


Fig. 1. Photographien von 3 Wochen alten Keimlingen aus Parthenogameteten einer und derselben Pflanze. a in Neapler Seewasser ohne Zusatz von Nährsalzen, b in der Nährlösung von SCHREIBER, c in der von ALLEN, d in der von KILLIAN, e in Meerwasser mit Zusatz von Erdlösung, f in „Erdschreiber“. Vergr. 40 \times .

Körperchen wie die Fig. 2 zeigt. 3 Tage nach dem Überführen in die neue Nährlösung gaben einige dieser Körperchen Schwärmer, die aber abnorm waren. So waren einige dreieckig, andere kugelförmig und wieder andere völlig spindelförmig. Sie waren alle nur schwach grün, mehreren fehlte der Augenfleck und keiner von ihnen war phototaktisch. Die Geißelzahl variierte von 1—7. Sämtliche dieser Schwärmer gingen, nachdem sie sich an der Unterlage festgesetzt hatten, in den nächsten 4 Tagen zugrunde.



Fig. 2. Erklärung im Text. Vergr. 9 ×.

Von den Mutterpflanzen erholten sich die meisten und wuchsen zu schönen Pflanzen aus. Bis Ende Februar 1930, also zu einer Zeit, wo die Pflanzen 10 Monate alt waren, wurden jedoch keine weiteren Schwärmer erzeugt. Während eines Aufenthalts an der biologischen Station in Neapel im Frühling desselben Jahres habe ich deshalb neue Kulturen angelegt, die teils mit „Erdschreiber“, teils mit der Nährlösung von ALLEN angesetzt wurden. Mitte Mai wurden diese Kulturen nach Berlin gebracht. Die aus Palma stammenden Kulturen wurden jedoch immer weiter geführt, und als einige von den haploiden Pflanzen später reichliche Mengen von Gameten gaben, konnten sie für die Kombinationsversuche verwendet

werden. Die in bezug auf den Lebenszyklus mitgeteilten Daten stammen jedoch alle von den Neapler Pflanzen.

Von den in Neapel am 4. Mai angesetzten Kulturen wurden in Berlin 140 Pflanzen isoliert. Von diesen stammten 40 (14_1-14_{40}) von Zoosporen eines Individuums, 20 (13_1-13_{20}) von Zygoten einer und derselben Kombination, 40 (18_1-18_{20} und 20_1-20_{20}) von Parthenogameten zweier —-Pflanzen und 40 (19_1-19_{20} und 21_1-21_{20}) von Parthenogameten zweier +-Pflanzen. Sämtliche Keimlinge aus Zoosporen und Zygoten und die Hälfte der Keimlinge aus Parthenogameten waren von Anfang an in „Erdschreiber“ gezüchtet worden, die übrige Hälfte der sich parthenogenetisch entwickelnden Keimlinge (20_1-20_{20} und 21_1-21_{20}) wurde zuerst in der Nährlösung nach ALLEN gezüchtet. In dieser Lösung wurden die Pflanzen ganz dunkelgrün und machten nach 2 Monaten einen völlig verkrüppelten Eindruck. Sie wurden deshalb nach 10 Wochen in „Erdschreiber“ überführt, wo sie sich sehr rasch erholten (vgl. Fig. 3!).



Fig. 3. Junge, durch Parthenogenese entstandene, und die ersten 72 Tage in ALLEN gezüchtete Pflanze 19 Tage nach der Überführung in „Erdschreiber“ photographiert. Man beachte die neu auswachsenden heller gefärbten „Blätter“.

Vergr. 12 ×.

Die Kulturen wurden jeden oder jeden zweiten Monat in frische Nährlösung umgesetzt. Nach dem Umsetzen des größten Teils der Pflanzen am 10. September trat 2 Tage später zum erstenmal Schwärmerbildung ein und zwar bei insgesamt 14 Pflanzen. Von diesen stammte eine Pflanze von den aus Zygoten angesetzten Kulturen, eine von den aus Zoosporen und zwölf von den aus Parthenogameten angesetzten Kulturen. Wie zu erwarten, gab die ersterwähnte Pflanze ausschließlich Zoosporen, die übrigen gaben alle Gameten. In den nächsten 4 Tagen folgten noch 30, und zwar 14 von den aus Zoosporen und 16 von den aus Parthenogameten stammenden

Pflanzen, dem Beispiel der ersteren und gaben reichliche Mengen Schwärmer, die alle Gameten waren. Von jetzt ab trat nach jedem Umsetzen regelmäßig Schwärmerbildung ein. *Ulva* verhält sich also in dieser Hinsicht wie die Gametophyten von *Cladophora Suhriana* (FÖYN, 1934). Doch schwärmten die aus Zygoten hervorgegangenen Pflanzen lange nicht so häufig wie die aus Zoosporen und Parthenogameten entstandenen.

Als die Versuche im Januar 1932 abgeschlossen wurden, hatten von insgesamt 30 aus Zygoten hochgezogenen Pflanzen 25 Zoosporen

gebildet, während bei 5 keine Schwärmerbildung eintrat, und von insgesamt 40 aus Zoosporen gezogenen Pflanzen hatten 35 Gameten gegeben, während 5 der Pflanzen überhaupt keine Schwärmer bildeten. Damit ist auch bei *Ulva* der experimentelle Beweis des obligatorischen antithetischen Generationswechsels gegeben.

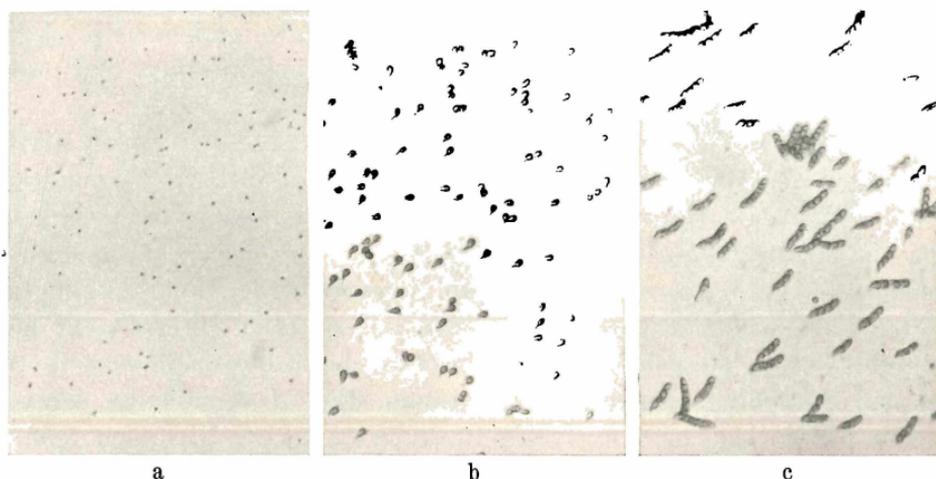


Fig. 4. Photographien von Keimstadien der Sporophytgeneration. a eben gebildete Zygoten, b 3 Tage, c 5 Tage alte Keimlinge. Vergr. 75 \times .

Die durch Parthenogenese entstandenen Pflanzen verhielten sich anfangs wie die aus Zoosporen hervorgegangenen und produzierten alle Gameten. Später, im Alter von 6 Monaten, fingen einige der Pflanzen an, neben Gameten auch einige Zoosporen zu bilden. Nach weiteren 7 Monaten trat das gleiche bei zwei der aus Zoosporen gezüchteten Individuen ein. Wir werden weiter unten auf diese Fälle zurückkommen und sehen, daß sie im Diploidwerden der Zellen ihre Erklärung finden.

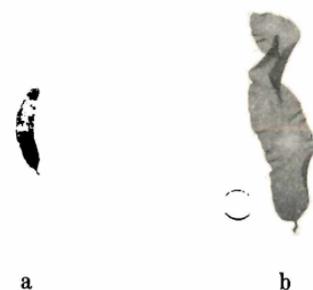


Fig. 5. a 25 Tage alter Sporophyt, b dieselbe Pflanze 8 Tage später photographiert. Nat. Größe.

1. Die Sporophytgeneration.

Die Keimung der Zygote findet unmittelbar statt, und das Wachstum geht, wie die Fig. 4 und 5 zeigen, bei täglicher 12stündiger Beleuchtung an der künstlichen Beleuchtungsanlage rasch vor sich.

Die ersten Zoosporen wurden nach etwa 4 Monaten erzeugt. Die Länge der Pflanzen betrug zu dieser Zeit 6—15 cm. Sowohl in Neapel wie Berlin entleerten sich die Zoosporangien in der Regel im Laufe der ersten 5 Stunden nach Sonnenaufgang (bzw. Anzünden der Beleuchtungsanlage). Ab und zu kamen sie jedoch auch später, ja sogar bis 17 Uhr. Die Zoosporangien einer und derselben Pflanze entleeren sich nicht wie die Gametangien alle gleichzeitig, doch dauert gewöhnlich die Aussendung von Zoosporen einer und derselben Pflanze nicht länger als 3 Stunden.

Die Fig. 6 a—e gibt einige charakteristische Stadien der Kernteilungen im Sporophyten wieder. Der Ruhekern enthält einen kugelförmigen Nucleolus, der übrige Kerninhalt erscheint optisch homogen. Zu Beginn der Kernteilung vergrößert sich der Kern, und es entstehen im Außenkern eine größere Anzahl Körner oder Stäbchen, deren Färbbarkeit zuerst schwach ist, im späteren Verlauf aber gesteigert wird. Gleichzeitig wird die Zahl der Körperchen verringert, so daß schließlich nur etwa 20 zu sehen sind. Das sind die eigentlichen Chromosomen. Auf diesem Stadium (b) ist der Nucleolus immer — und scheinbar völlig unverändert — vorhanden. Die Chromosomen werden jetzt in der Mitte des Kernes zu einem äquatorialen Knäuel zusammengedrängt (c). Während der folgenden Meta- und Anaphase (d und e) sind sie dicht gedrängt, und eine Feststellung der Chromosomenzahl ist deshalb auf diesem Stadium nicht möglich. Wie gesagt, kann man in der Prophase gewöhnlich ungefähr 20 Chromosomen zählen, seltener läßt sich eine höhere Zahl feststellen. Die höchste Zahl, die von mir — und zwar nur zweimal unter mehr als 30 klaren Bildern — gefunden wurde, war 26. Da die höchste Zahl, die sich bei den aus Zoosporen gezogenen Pflanzen feststellen ließ, 13 war, und ich während der Diakinese auch bis 13 Gemini zählen konnte, schließe ich, daß 26 die diploide Zahl darstellt. Einer der zwei Prophasenkerne, in denen sich 26 Chromosomen feststellen ließen, ist in meiner vorläufigen Mitteilung (FÖYN, 1929) in Fig. 2 a abgebildet worden, den zweiten stellt der in Fig. 6 b wiedergegebene dar. In diesen zwei Bildern ist also der günstige Fall realisiert, daß keines der Chromosomen vom Nucleolus völlig verdeckt wird. Vom Stadium der Metaphase an nimmt die Größe des Nucleolus ab, um in einigen Fällen während der Anaphase scheinbar völlig aufgelöst zu werden. Öfter bleibt jedoch ein Rest erhalten, der dann bei etwas vorgeschrittener Anaphase als ein zwischen den Tochterplatten ausgezogenes, blaß gefärbtes Körperchen zu sehen ist (Fig. 6 e; vgl. auch Fig. 2 c in FÖYN, 1929!).

Die Fig. 7 a—f gibt einige charakteristische Stadien der die Zoosporenbildung einleitenden Kernteilung wieder. a fasse ich als das Stadium des Leptotäns, b des Pachytäns und c des Diplotäns auf. In der Diakinese (d) lassen sich, wie gesagt, auf günstigen Bildern bis 13 Gemini zählen.

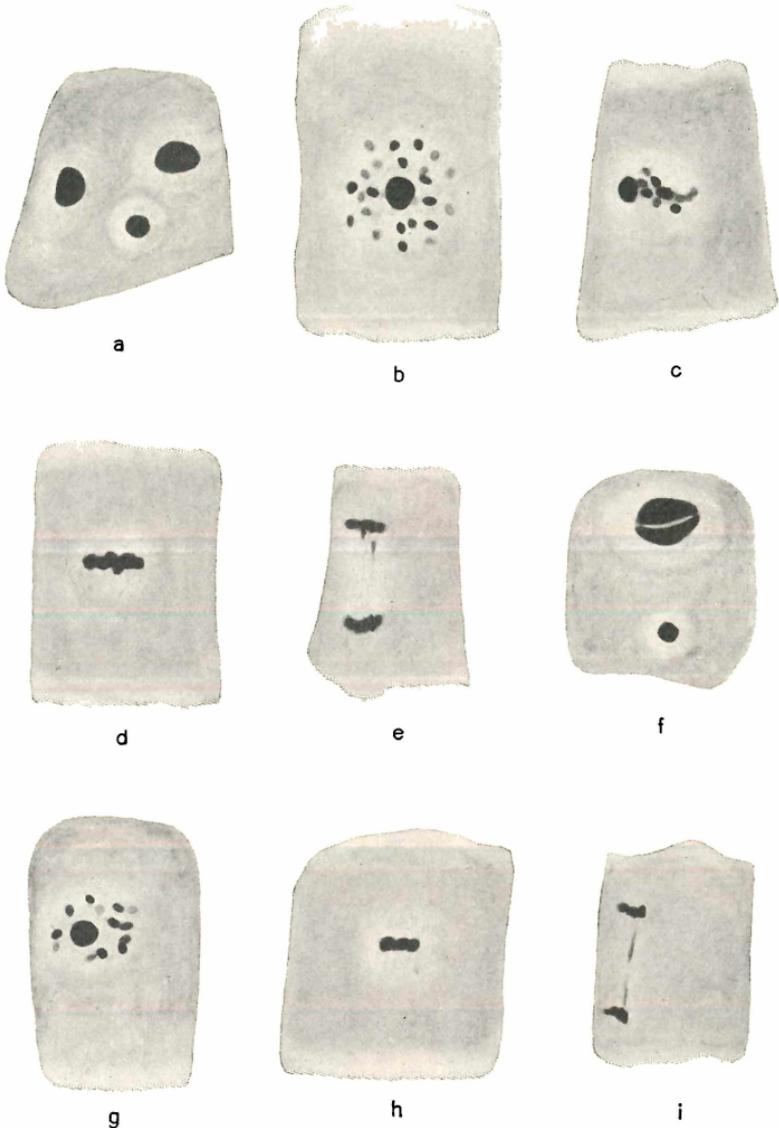


Fig. 6. Kernteilungsstadien aus Totalpräparaten von Sporophyt- und Gametophytkeimlingen. a—e Sporophytkeimlinge, a Ruhekern und zwei Pyrenoiden, b Prophase, c Übergang zur Metaphase, d Metaphase, e späte Anaphase, f—i Gametophytkeimlinge, f Ruhekern und ein Pyrenoid, g Prophase, h Metaphase, i späte Anaphase. BOUIN-DUBOSCQ, HEIDENHAIN. Vergr. 2700 \times .

2. Die Gametophytgeneration.

Die Zoosporen reagieren in der Regel zuerst positiv phototaktisch, um nach etwa einer halben bis zwei Stunden negativ phototaktisch zu werden. Sie sammeln sich dann allmählich an der dem Fenster abgekehrten Wand der Gefäße, setzen sich dort nahe dem Boden

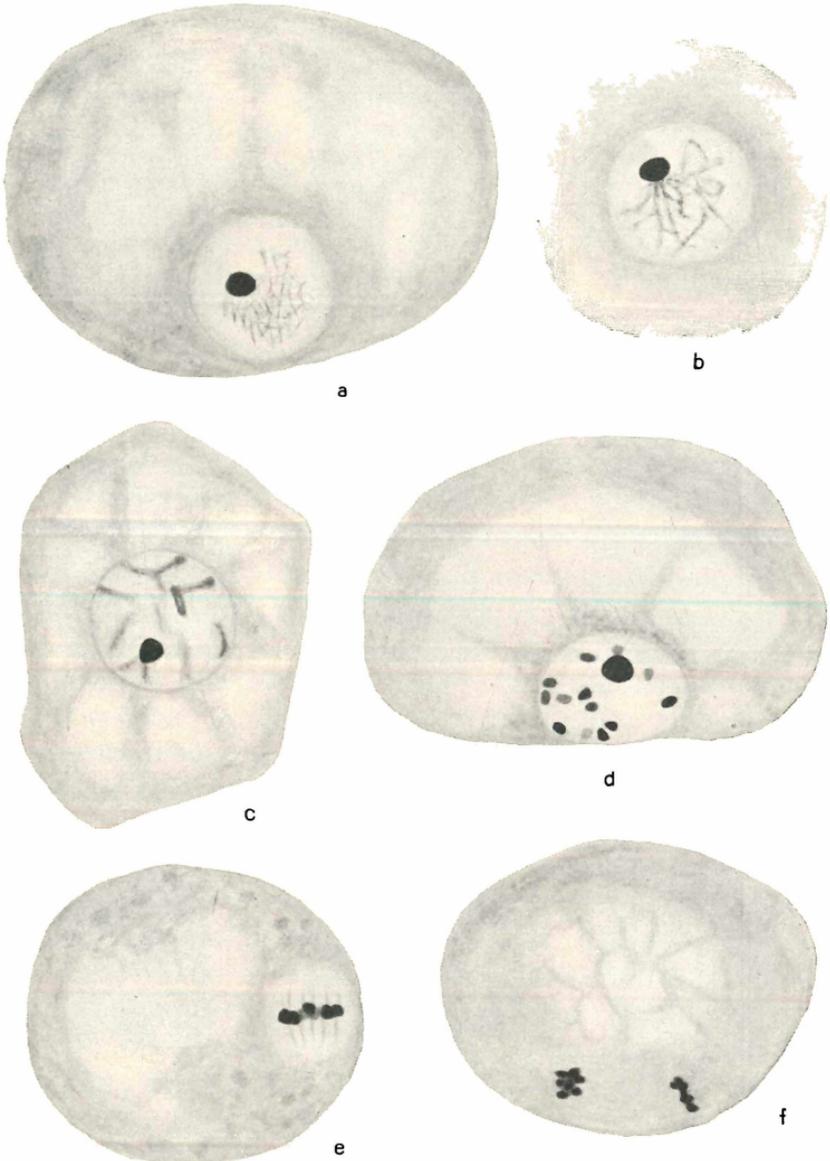


Fig. 7. Stadien der Zoosporenbildung. a Leptotän, b Pachytän, c Diplotän, d Diakinese, e Metaphase der I. Reifeteilung, f Anaphase der I. Reifeteilung.

Totalpräp. BOUIN-DUBOSCQ, HEIDENHAIN. Vergr. 2700 \times .

fest und keimen. Oft bleiben auch einige der Schwärmer am positiven Lichtrand, um sich dort festzusetzen und auszukeimen. In der Regel sind die Zoosporen nicht länger als 1 bis 4 Stunden beweglich.

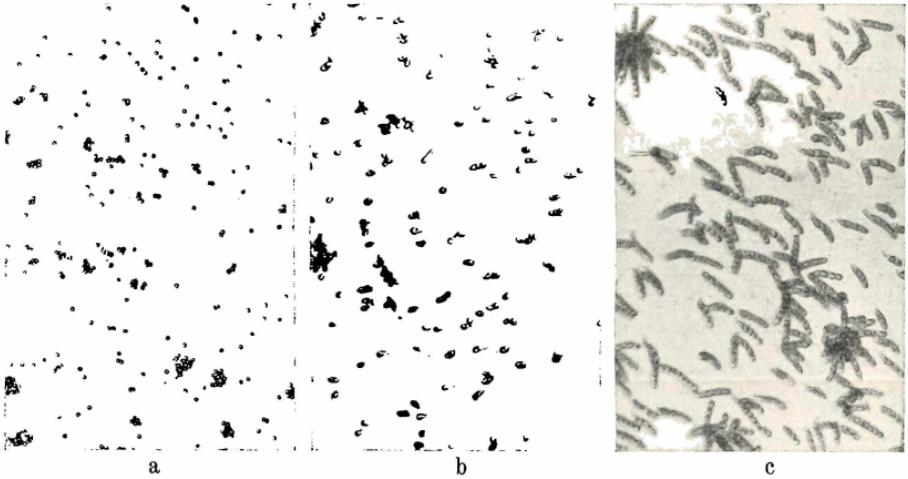


Fig. 8. Photographien von Keimstadien der Gametophytgeneration. a eben zur Ruhe gekommene Zoosporen, b 3 Tage, c 5 Tage alte Keimlinge. Vergr. 75 \times .

Im Gegensatz zu *Enteromorpha* (BLIDING, 1933) und *Cladophora* (FÖYN, 1934) wuchsen in meinen Kulturen die *Ulva*-Keimlinge aus Zoosporen (Fig. 8 u. 9) nicht merkbar schneller als die Zygoten-

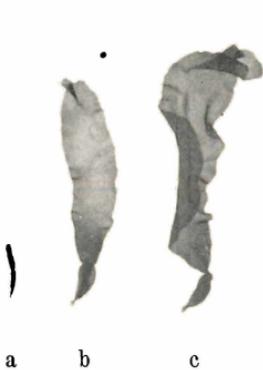


Fig. 9. a—c Derselbe junge Gametophyt im Alter von 21, 36 und 44 Tagen photographiert. Man beachte die Stelle der Einkerbung! Nat. Größe.

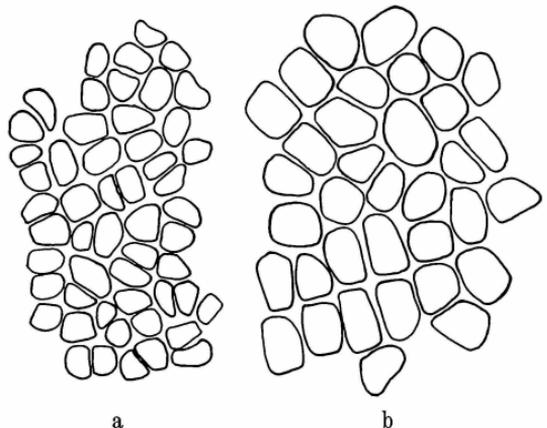


Fig. 10. Thallusstücke von Gametophyt (a) und Sporophyt (b). Vergr. 400 \times .

keimlinge. Die ersten Gameten wurden nach etwa 4 Monaten nach der Keimung gebildet. Die Gametangien entleerten sich immer früh-

morgens kurz nach dem Eintritt des Tageslichts (bzw. Anzünden der Beleuchtungsanlage).

Makroskopisch läßt sich der Gametophyt nicht von dem Sporophyt unterscheiden. Unter dem Mikroskop sieht man aber sofort, daß die Zellen der letzteren größer sind als die der Gametophyten (vgl. Fig. 10 a u. b!).

Aus der Arbeit von SCHILLER (1907) wissen wir, daß die Form und Größe der Gameten — die bekanntlich kleiner als die Zoosporen sind und nur zwei Geißeln besitzen (vgl. Fig. 1—9 auf Taf. I bei SCHILLER!) — beträchtlichen Variationen unterliegt; trotzdem liegt Isogamie vor. Die Einteilung von SCHILLER in „Makrogameten“, die nicht entwicklungsfähig sind, „Parthenogameten“, die sich ausschließlich parthenogenetisch entwickeln, und „Mikrogameten“, die kopulieren und sich nicht parthenogametisch entwickeln können, kann ich nicht bestätigen. Gameten aller Größen waren kopulationsfähig und konnten sich auch parthenogenetisch entwickeln.

In Fig. 6f—i ist ein Ruhekerne und einige charakteristische Stadien von der Kernteilung in Keimlingen aus Zoosporen abgebildet.

Über das Vorkommen von Aufregulierung der Chromosomenzahl bei alten Gametophyten siehe Seite 165.

3. Die parthenogenetische Generation.

Die Gameten bleiben, falls sie nicht zur Kopulation kommen, bis zum Dunkelwerden an dem Lichtrand. Dann verteilen sie sich gleichmäßig auf dem Boden der Schale. Stammen die Gameten von im Freien eingesammelten Pflanzen, so sind sie am nächsten Morgen und den ganzen Tag in steter Bewegung am Lichtrand zu sehen. Nur einige ganz wenige haben sich im Laufe der Nacht am Boden der Schale festgesetzt. Am zweiten Morgen nach dem Ausschwärmen sitzen sämtliche Gameten zerstreut an der Unterlage fest. In den folgenden Tagen geht ein Teil von ihnen ein, die meisten bleiben am Leben und nehmen an Größe zu. Doch erst am vierten oder fünften Tag nehmen die Keimlinge eine birnenförmige Gestalt an. Von diesem Moment ab geht das Wachstum ebenso schnell wie bei den Zygoten- oder Zoosporenkeimlingen.

Gameten von Pflanzen, die im Laboratorium aufgezogen sind, setzen sich größtenteils schon im Laufe der ersten Nacht fest. Mehr als die Hälfte derselben geht in den ersten Tagen ein, die übrigen behalten ihre Kugelgestalt während der ganzen ersten Woche, nehmen aber an Größe merkbar zu. Mit 8—9 Tagen erhalten sie die birnen-

förmige Gestalt, und von jetzt ab geht das Wachstum ebenso rasch wie bei den übrigen Keimlingen (vgl. Fig. 11 a—c).

Wie schon erwähnt, verhielten sich in meinen Kulturen die auf dem Wege der Parthenogenese entstandenen Individuen in ihrer ersten Zeit völlig wie die aus Zoosporen hervorgegangenen und gaben alle Gameten. Später fingen einige von ihnen an, außer Gameten auch Zoosporen zu bilden. Auf diese Erscheinung werden wir im folgenden Kapitel eingehen.



Fig. 11. Parthenogenetische Entwicklung. a 9 Tage, b 13 Tage, c 35 Tage alte Keimlinge. a und b 75 \times , c nat. Größe.

4. Die Verdoppelung der Chromosomenzahl bei haploiden Individuen.

Im November 1930, als die 80 aus Parthenogameten gezogenen Pflanzen ein halbes Jahr alt waren, wurden unter den Gameten von 8 Individuen einige wenige viergeißelige Schwärmer bemerkt. Sie besaßen die Größe der Zoosporen und verhielten sich auch genau wie diese, indem sie sich bald, ohne zu kopulieren, festsetzten und auskeimten. Bei späterem Schwärmen dieser Pflanzen nahm die Zahl der viergeißeligen Schwärmer zu und gleichzeitig wurden sie auch bei einer Reihe der anderen, aus Parthenogameten entstandenen Pflanzen, gefunden.

Die betreffenden Schwärmer verhielten sich auch insofern wie Zoosporen, als die meisten derselben später aus ihren Mutterzellen als die Gameten ausschlüpfen. In der ersten Stunde nach dem Erscheinen von Schwärmern am Lichtrand waren deshalb fast nur Gameten vorhanden, erst später kamen die viergeißeligen Schwärmer allmählich hinzu. Besonders deutlich war das bei dem Ausschwärmen am 23. April 1931 zu sehen. An diesem Tag gaben u. a. die Pflanzen 20₄, 21₁₀ und 21₁₆ frühmorgens Gameten, die alle für die Kombinations-

versuche verwendet wurden. Dann erschienen zwischen $\frac{1}{2}$ 12 und 13 Uhr wieder grüne Wolken an dem Lichtrand der 3 Gläser. Die Prüfung ergab, daß es sich nur um viergeißelige Schwärmer handelte.

Nachdem bei *Cladophora Suhriana* eine Aufregulierung der Chromosomenzahl in den durch Parthenogenese entstandenen Pflanzen nachgewiesen worden war (FÖYN, 1934) lag der Verdacht nahe, daß es sich bei den beiderlei Schwärmer erzeugenden Pflanzen von *Ulva* um dieselbe Erscheinung handelte. Die Untersuchung der Zellgröße ergab auch sofort, daß die betreffenden Pflanzen sowohl Zellen von der Größe der haploiden, wie Zellen von der Größe der diploiden Zellen besaßen (vgl. Fig. 12 mit Fig. 10 a und b!). Die Untersuchung

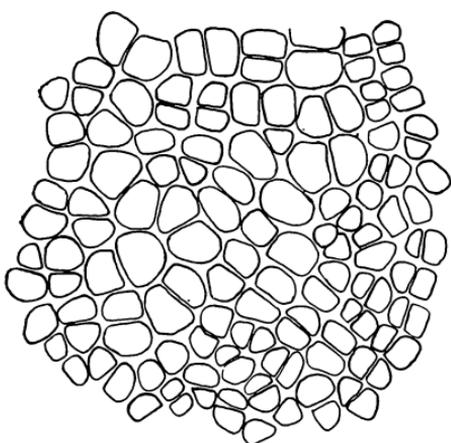


Fig. 12. Thallusstück einer Pflanze der parthenogenetischen Generation mit sowohl haploiden wie diploiden Zellen.

Vergr. 400 \times .

der Kerngröße ergab dasselbe Resultat, und als bei einigen Pflanzen bei der Schwärmerbildung in den großen Zellen die charakteristischen Stadien der Reduktionsteilung festgestellt wurden, bestand kein Zweifel mehr, daß diese Zellen diploid waren. Es lag also hier der eigentümliche Fall vor von Pflanzen, die sowohl aus diploiden wie haploiden Zellen bestanden und die deshalb auch beiderlei Sorten von Schwärmer erzeugen mußten.

Irgendwelche Unregelmäßigkeiten bei der Bildung dieser

Zoosporen, wie sie bei *Cladophora Suhriana* beobachtet wurden, habe ich bei *Ulva* nicht gefunden. Die Zoosporen keimten gut und entwickelten sich wie die übrigen Zoosporen zu Geschlechtspflanzen. Als im Januar 1931 die Hälfte der Versuchspflanzen aus praktischen Gründen ausgeschaltet werden mußte, war bei insgesamt 21 der 80 durch Parthenogenese entstandenen Pflanzen Zoosporenbildung festgestellt worden. 5 derselben wurden mit 30 der anderen Individuen in Kultur weitergehalten. — Bei den 40 aus Zoosporen hervorgegangenen Pflanzen war bis dahin keine Zoosporenbildung festgestellt worden.

In der folgenden Zeit nahm die Zoosporenbildung bei den durch Parthenogenese entstandenen Individuen stets zu, und im Juni desselben Jahres trat sie auch in zwei der aus Neapler Zoosporen

stammenden Kulturen auf. Bei den folgenden Ausschwärmungen dieser zwei Kulturen waren sie regelmäßig neben den Gameten zu sehen, doch nie so zahlreich wie in den aus Parthenogameten stammenden Kulturen. In den übrigen aus Zoosporen hervorgegangenen Kulturen wurden Zoosporen niemals festgestellt.

Als die Versuche im Januar 1932 abgebrochen werden mußten, hatten von den zu dieser Zeit noch vorhandenen 35 aus Neapler Gameten hervorgegangenen Individuen 28 sowohl Gameten wie Zoosporen gegeben, von den übrigen hatten 2 nur Gameten gebildet, während 5 überhaupt keine Schwärmer bildeten. — Einige der auf diese Weise gebildeten Zoosporen waren in Kultur genommen worden und von den entstandenen Keimlingen wurden 39 hochgezogen. 32 derselben hatten Schwärmer gegeben, die bei den zwei ersten Ausschwärmungen nur aus Gameten bestanden. Bei der dritten Ausschwärmung aber waren schon bei 9 der 13 schwärmenden Pflanzen Zoosporen neben den Gameten vorhanden. — Von den beim Schluß der Versuche noch vorhandenen, aus Neapler Zoosporen gezogenen 25 Pflanzen hatten 2 beiderlei Schwärmer und 18 nur Gameten gegeben, während bei 5 überhaupt keine Schwärmerbildung eintrat.

Wie die Aufregulierung der Chromosomenzahl zustandekommt, ist noch unbekannt. Befunde weit voneinander entfernter diploider Zellgruppen mitten im haploiden Gewebe zeigen, daß die Aufregulierung an verschiedenen Stellen im Thallus erfolgen kann. Zwei der durch Parthenogenese entstandenen Individuen gaben bei den letzten drei Ausschwärmungen ausschließlich Zoosporen. In beiden Fällen wurde jedoch nach der Fixierung im Januar der größte Teil der Pflanze als haploid erfunden.

Das Diploidwerden der Zellen bei *Ulva* weicht von dem bei *Cladophora Suhriana* in der Hinsicht ab, daß bei letzterer Spezies die Aufregulierung immer bei der Keimung der Parthenogameten stattfindet, wahrscheinlich schon bei der ersten Teilung des Kernes. Bei dieser Art waren deshalb sämtliche untersuchten Individuen der parthenogenetischen Generation diploid. Ob bei *Cladophora* auch in alten Gametophyten Aufregulierung erfolgen kann, wie es bei *Ulva* in zwei Fällen konstatiert wurde, ist noch nicht entschieden. — Die ganze Sache sowohl bei *Cladophora* wie bei *Ulva* wird noch weiter untersucht.

Anhang zum Lebenszyklus.

Im Jahre 1926 hat NELLIE CARTER eine Arbeit über die Cytologie von *Ulva lactuca* veröffentlicht. Sie vertritt die damalige geltende Ansicht, daß *Ulva* ein Haplont ist, und kommt zu dem Schluß, daß

die Chromosomenzahl 10 beträgt. Die Länge der Zellen fand sie zwischen 7 und 13 μ , die Breite derselben zwischen 7 und 11 μ und die durchschnittliche Größe der Diameter des Ruhekerns etwas kleiner als 2 μ .

Bei den von mir untersuchten Pflanzen schwankte die Länge der haploiden Zellen zwischen 7 und 14 μ , die Breite zwischen 5 und 11 μ . Der Diameter des haploiden Ruhekerns war etwas kleiner als 2 μ . Die Länge der diploiden Zellen variierte zwischen 12 und 24 μ und die Breite zwischen 8 und 18 μ . Die durchschnittliche Größe des Diameters des diploiden Ruhekerns fand ich etwas kleiner als 3 μ .

NELLIE CARTER hat also die haploide Generation untersucht. Daß ihr auch Individuen der diploiden Generation vorgelegen haben, zeigt ihre Fig. 2 auf Taf. XXII. Die in dieser Figur gezeichneten Kerne weisen dieselbe Größe auf wie meine in der Fig. 7 gezeichneten Synapsiskerne. Außerdem gibt die Verf. an, daß die von ihr gesehenen Schwärmer vier Geißeln besaßen, also Zoosporen waren.

III. Der Modus der Geschlechtsbestimmung.

Wie bei *Cladophora Suhriana* läßt sich Gametenbildung durch Überführung in frische Nährlösung auslösen. Am 2.—4. Tag nach dem Umsetzen finden sich Gameten in einer Reihe der Kulturen.

Wenn nach dem Zusammenbringen der beiden Gametensorten zwei Gameten von verschiedenem Geschlecht einander begegnen, fahren sie sofort aufeinander los und stoßen wiederholt mit den Vorderpolen zusammen. Sind außer den zwei Gameten nur wenige andere in dem Gesichtsfeld und werden die spielenden Gameten nicht von den anderen gestört, so tritt die Kopulation in der Regel schon nach einigen Sekunden ein. Dabei verschmelzen die zwei Gameten zuerst seitlich vom Geißelpol. Sind dagegen viele Gameten zugegen, so geht die Kopulation nicht so leicht, denn dann mengen sich andere Gameten beiderlei Geschlechts in das Spiel hinein. Es entstehen Gruppen von Gameten, die in zitternder Bewegung durcheinander tummeln und gegeneinander stoßen. Jeder versucht mit einem anderen zu kopulieren, wird aber von den lebhaften Bewegungen der anderen gestört. Währenddessen bewegen sich die Gruppen, stoßen mit anderen zusammen, verschmelzen mit diesen und bilden immer größere Zusammenballungen (Fig. 13). Von diesen lösen sich nach und nach Paare von Gameten, die seitlich an den Vorderpolen zusammenhängen. Die Paare schwimmen in der Regel

zuerst nach dem negativen Lichtrand, können aber dann plötzlich einen Bogen machen und gegen das Licht schwimmen, um dann zum Schluß doch am negativen Lichtrand zur Ruhe zu kommen. Etwa zehn Minuten nach dem Zusammenbringen der zwei Gametensorten sind die meisten Paare völlig zusammengeschmolzen und sitzen an der Unterlage fest. Vereinzelte Zygoten können sich auch an dem positiven Lichtrand festsetzen.

Die *Ulva*-Gameten sind viel lebhafter als die *Cladophora*-Gameten, und das ganze Bild wird deshalb ziemlich unruhig. Deutliche, für längere Zeit wahrnehmbare Gruppen, wie sie bei *Cladophora* vorkommen, lassen sich bei *Ulva* nur selten beobachten, weil sie auf Grund ihrer raschen Bewegung sehr bald mit anderen zusammengeraten und mit diesen Zusammenballungen bilden.



Fig. 13. Zusammenballung der Gameten während der Kopulation. a Gameten von einem Geschlecht, b dasselbe nach Hinzufügen der Gameten vom anderen Geschlecht. Vergr. 48 \times .

Gameten von im Freien eingesammelten Pflanzen sind bis am Abend des zweiten Tages nach dem Ausschwärmen kopulationsfähig. Die Gameten der im Laboratorium aufgezogenen Pflanzen kopulierten im ersten Versuchsjahr bis zum Dunkelwerden am Tage des Ausschwärmens, im zweiten Versuchsjahr waren sie nur die ersten 3 Stunden nach dem Ausschwärmen befruchtungsfähig.

Die strenge Getrenntgeschlechtlichkeit (HÄMMERLING in HARTMANN, 1929; FÖYN, 1929) ließ eine Geschlechtsbestimmung auf genotypischem Wege wahrscheinlich erscheinen. Im folgenden wollen wir die Versuche betrachten, die zur Lösung dieser Frage angestellt wurden.

Für den Beweis der genotypischen Geschlechtsbestimmung müssen folgende Bedingungen erfüllt werden: 1. müssen aus den Zoosporen einer und derselben nach Befruchtung entstandenen Pflanze sowohl +- wie --Individuen entstehen und bei Aufzucht einer genügend großen Anzahl Individuen müssen die zwei Geschlechter in annähernd gleichen Mengen vorhanden sein, 2. dürfen aus den Parthenogameten nur Pflanzen von demselben Geschlecht wie die Mutterpflanze entstehen und 3. müssen aus den Zoosporen der diploid gewordenen Zellen der Geschlechtspflanzen nur Individuen von demselben Geschlecht wie die Mutterpflanze entstehen.

Folgende Kulturen standen zur Verfügung:

- 40 Individuen (14_1 — 14_{40})
aus Zoosporen einer und derselben Zygotenpflanze,
- 40 Individuen (18_1 — 18_{20} und 20_1 — 20_{20})
aus Parthenogameten zweier --Pflanzen,
- 40 Individuen (19_1 — 19_{20} und 21_1 — 21_{20})
aus Parthenogameten zweier +-Pflanzen.

Zu diesen, die alle aus Neapel stammten, kamen sieben Individuen (P_1 — P_7), die aus Zoosporen verschiedener, in Palma de Mallorca eingesammelten Pflanzen herrührten.

Die Feststellung, daß Gametenbildung sich leicht auslösen läßt, machte eine beträchtliche Herabsetzung der Zahl der Kulturen zulässig, und im Januar 1931 wurden von den insgesamt 127 Pflanzen 65 (45 der parthenogenetisch entstandenen und 20 der aus Zoosporen hervorgegangenen, alles Individuen, die wenigstens zweimal geschwärmt hatten) ausgeschaltet.

Die erste Kombination, die (12. September 1930) ausgeführt wurde, war zwischen Gameten der Pflanze 18_9 und 18_{10} , die aus zwei Gameten der in Neapel eingesammelten Pflanze 18 sich entwickelt hatten. Die Kombination verlief negativ, woraus geschlossen wurde, daß die Pflanzen dem gleichen Geschlecht angehörten. Dieses Geschlecht wurde im Protokoll als -- geführt und danach wurden alle übrigen Individuen klassifiziert.

Insgesamt 117 Individuen haben geschwärmt. Die Zeitpunkte und die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 1—6 zu sehen. Wie ersichtlich, konnten die Pflanzen mehrmals und nach großen Zeitintervallen geprüft werden. Während der ganzen Zeit hielt sich das Geschlecht der Individuen konstant.

Tabelle 1.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von 35 aus Zoosporen der Pflanze Nr. 14 hervorgegangenen Pflanzen. 16 gehören dem einen Geschlecht (+), 19 dem zweiten Geschlecht (—) an. Ex. besagt, daß die Pflanze ausgeschaltet wurde.

Pflanze Nr.	Geschlecht	Zeitpunkt der Prüfung				
		1930	1931			1932
14 ₁	+	23. IX.		30. I. Ex.		
14 ₂	—		5. XI.	30. I. Ex.		
14 ₃	—	16. IX.	4. XI.	Ex.		
14 ₄	—	23. IX.			23. III. 24. IV. 13. VI.	4. VIII. 20. XI.
14 ₅	—	15. IX.		30. I. Ex.		
14 ₆	—		4. XI.			
14 ₇	+	19. X.			12. II. 24. IV. 14. VI.	18. IX. 20. XI.
14 ₈	+	.		30. I.	2. III.	19. IX.
14 ₉	+	15. IX.	5. XI.	30. I. Ex.		18. IX. 20. XI. 12. I.
14 ₁₀	—	19. X.			15. VI.	20. IX. 19. XI.
14 ₁₁	+	20. X.		30. I. Ex.		
14 ₁₂	—	.			12. II. 24. IV.	
14 ₁₃	—	13. IX.	4. XI.	Ex.		
14 ₁₄	—		5. XI.			
14 ₁₅	—			11. II. 2. III.	13. VI.	2. VIII. 18. IX.
14 ₁₆	+			11. II. 24. IV.	2. VIII.	18. IX. 21. XI.
14 ₁₇	—	12. IX.			24. III.	3. VIII.
14 ₁₈	—	13. IX.			3. III.	4. VIII. 20. IX.
14 ₁₉	—	23. IX.		30. I. Ex.		
14 ₂₀	—	19. X.			25. IV.	18. IX. 19. XI.
14 ₂₁	+	4. XI.			12. II. 24. IV. 14. VI.	3. VIII. 20. IX.
14 ₂₂	—	.			.	
14 ₂₃	—	.			.	
14 ₂₄	+	20., 21. X.		26. I. Ex.		
14 ₂₅	+	13. IX. 20., 21. X.		Ex.		
14 ₂₆	+	14. IX. 21. X.			12. II.	19., 20. IX. 19. XI.
14 ₂₇	+	19. X.			3. III. 15. VI.	
14 ₂₈	+	14. IX. 20., 21. X.		Ex.		
14 ₂₉	+	19. X.		26. I. Ex.		
14 ₃₀	+	16. IX.	5. XI.		3. III.	19. XI.
14 ₃₁	—	14. IX.		26. I. Ex.		
14 ₃₂	—	.				
14 ₃₃	+	15. IX.	5. XI.	Ex.		
14 ₃₄	—	20., 21. X.			24. IV.	4. VIII. 20. IX.
14 ₃₅	—	15. IX.			12. II.	3., 4. VIII. 19. IX. 21. XI.
14 ₃₆	+	.			24. IV. 15. VI.	18. IX. 20. XI.
14 ₃₇	+	13. IX.			.	
14 ₃₈	—	13. IX.	4. XI.	Ex.		
14 ₃₉	—	.			.	
14 ₄₀	+		5. XI.		24. IV.	2. VIII. 20. IX. 21. XI.

Von den 40 aus Zoosporen hervorgegangenen Individuen der in Neapel eingesammelten Pflanze 14 haben 35 geschwärmt. Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, gehörten von diesen 16 dem einen Geschlecht (+) und 19 dem zweiten Geschlecht (—) an.

Tabelle 2.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von 19 aus Parthenogameten der Pflanze Nr. 18 entstandenen Pflanzen. Alle Individuen gehören demselben Geschlecht an. Ex. bedeutet, daß die Pflanze ausgeschaltet worden ist.

Pflanze Nr.	Geschlecht	Zeitpunkt der Prüfung	
		1930	1931
18 ₁	—	16. IX. 19., 20. X.	Ex. Ex. Ex. Ex.
18 ₂	—	12., 16. IX. 20. X.	24. III. 4. VIII.
18 ₃	—	12., 13. IX. 21. X.	3. III. 13. VI.
18 ₄	—	12. IX. 21. X.	23. III. 24. IV. 13., 14. VI. 3. VIII.
18 ₅	—	12., 16. IX. 14. IX.	24. IV. 13. VI. 2. VIII.
18 ₆	—	—	19. IX.
18 ₇	—	—	18. IX.
18 ₈	—	—	19. XI.
18 ₉	—	14., 16. IX. 20. X.	26. I. Ex. 12. II. 23. IV. 15. VI. 19., 20. IX. 20. XI.
18 ₁₀	—	—	—
18 ₁₁	—	12., 16. IX. 21. X.	—
18 ₁₂	—	15. IX. 4. XI.	—
18 ₁₃	—	15. IX. 5. XI.	—
18 ₁₄	—	15. IX. 21. X.	—
18 ₁₅	—	16. IX. 24. XI.	—
18 ₁₆	—	—	—
18 ₁₇	—	18. IX. 21. X.	25. I. Ex. 23., 24. III. 24. IV. 13. VI. 2. VIII. 18. IX.
18 ₁₈	—	—	—
18 ₁₉	—	19. X. 4. XI.	—
18 ₂₀	—	25. IX. —	3. III. 25. IV. 14., 15. VI. 3. VIII. 20. IX. 19., 20. XI.

Tabelle 3.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von 20 aus Parthenogameten der Pflanze Nr. 20 hervorgegangenen Pflanzen. Alle Individuen sind vom gleichen Geschlecht. Ex. = ausgeschaltet.

Pflanze Nr.	Geschlecht	Zeitpunkt der Prüfung	
		1930	1931
20 ₁	—	24. XI.	25. I. Ex.
20 ₂	—	21. X. 24. XI.	Ex.
20 ₃	—	20. X.	30. I. Ex.
20 ₄	—	20. X.	2., 23. III. 23. IV. 14. VI.
20 ₅	—	12. IX.	25. I. Ex.
20 ₆	—	24. XI.	24. IV. 20. IX. 19. XI.
20 ₇	—	25. IX. 4. XI.	Ex.
20 ₈	—	12. IX. 24. XI.	Ex.
20 ₉	—	24. XI.	12. II. 24. IV. 13. VI. 18. IX. 20. XI.
20 ₁₀	—		27. I. 24. IV. 15. VI. 21. XI.
20 ₁₁	—		26. I. 24. IV. 4. VIII. 18. IX. 19. XI.
20 ₁₂	—	24. XI.	11. II. 15. VI. 3. VIII. 19. XI.
20 ₁₃	—	4. XI.	24. IV. 14. VI. 4. VIII. 20. XI.
20 ₁₄	—	.	30. I. 23. IV. 14. VI. 2. 3. VIII. 19. IX.
20 ₁₅	—		12. II. 2. III. 15. VI. 3. VIII. 18. IX. 19. XI.
20 ₁₆	—	19. X. 5. XI.	26. I. Ex.
20 ₁₇	—	19. X.	26. I. Ex.
20 ₁₈	—	24. XI.	24. IV. 15. VI. 4. VIII. 19., 20. IX.
20 ₁₉	—		23. III. 24. IV. 14. VI. 2. VIII. 21. XI.
20 ₂₀	—	24. XI.	26. I. Ex.

Von den auf dem Wege der Parthenogenese entstandenen Individuen erwiesen sich die aus den Gameten der in Neapel als — geführten Pflanzen 18 und 20 hervorgegangenen als dem einen Geschlecht (Tab. 2 und 3), die aus den Gameten der als + geführten Pflanzen 19 und 21 entstandenen dagegen als dem zweiten Geschlecht angehörig (Tab. 4 und 5).

Durch parthenogenetische Entwicklung von Gameten der ersten parthenogenetischen Generation wurde eine zweite aus insgesamt 10 Individuen (5 von + - und 5 von — -Gameten) erzeugt. Diese erwiesen sich alle als demselben Geschlecht angehörig wie ihre Mutterpflanzen.

Von den Zoosporen der diploid gewordenen Zellen der parthenogenetischen Individuen wurden einige in Kultur genommen und von den entstandenen Keimlingen 39 (10 von der + -Pflanze 21₁₀, 10 von der + -Pflanze 21₁₆ und 19 von der — -Pflanze 20₄) hochgezogen. 32 derselben haben geschwärmt, und sie erwiesen sich, wie aus den Tabellen 7 und 8 hervorgeht, als von demselben Geschlecht wie ihre Mutterpflanzen.

Tabelle 4.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von 20 aus Parthenogameten der Pflanze Nr. 19 hervorgegangenen Pflanzen. Alle Individuen gehören dem gleichen Geschlecht an. Ex. = ausgeschlachtet.

Pflanze Nr.	Geschlecht	Zeitpunkt der Prüfung					
		1930		1931			
19 ₁	+		4. XI.	25., 27. I. Ex.			
19 ₂	+	12. IX. 20. X.	4. XI.	Ex.			
19 ₃	+			12. II.	24. IV. 15. VI. 19. IX. 20. XI.		
19 ₄	+	15., 16. IX.	5. XI.	26. I. Ex.			
19 ₅	+	20. X.		25., 26. I. Ex.			
19 ₆	+			11. II.	23. IV. 18. IX. 20. XI.		
19 ₇	+	19. X.	5. XI.	Ex.			
19 ₈	+			12. II.	23. IV. 19. IX. 21. XI.		
19 ₉	+	12., 16. IX. 19. X.	4. XI.	Ex.			
19 ₁₀	+		24. XI.	25. I. Ex.			
19 ₁₁	+	15. IX.	24. XI.	Ex.			
19 ₁₂	+	15. IX.	5. XI.	25. I. Ex.			
19 ₁₃	+	21. X.		30. I. Ex.			
19 ₁₄	+		19. X. 24. XI.	27. I. Ex.			
19 ₁₅	+	12. IX.	24. XI.	Ex.			
19 ₁₆	+	16. IX.	4. XI.	27. I. Ex.			
19 ₁₇	+		24. XI.	25. IV. 14. VI. 2. VIII. 20. IX.			
19 ₁₈	+	16. IX.	5. XI.	25. I. Ex.			
19 ₁₉	+			3. III.	2. VIII. 20. IX. 21. XI.		
19 ₂₀	+	25. IX.	4. XI.	Ex.			

Tabelle 5.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von 16 aus Parthenogameten der Pflanze Nr. 21 entstandenen Pflanzen. Alle Individuen gehören dem einen Geschlecht an. Ex. = ausgeschaltet.

Pflanze Nr.	Ge- schlecht	Zeitpunkt der Prüfung				
		1930		1931		1932
21 ₁	+	12. IX.	24. XI.	Ex.		
21 ₂	+	12. IX.	4. XI.	Ex.		
21 ₃	+	14. IX. 21. X.		Ex.		
21 ₄	+	16. IX. 21. X.		Ex.		
21 ₅	+	16. IX.	4. XI.	Ex.		
21 ₆	+		4. XI.	23. III.	14. VI. 3. VIII. 19. IX. 19. XI.	
21 ₇	+		24. XI.	25. IV. 13. VI.	21. XI.	
21 ₈	+		24. XI.	12. II.	24. IV. 4. VIII.	
21 ₉	+		24. XI.	23. III. 23. IV.	3. VIII. 19. IX. 20. XI.	11. I.
21 ₁₀	+	20. X.		3. III. 23. IV.	4. VIII. 18. IX. 19. XI.	
21 ₁₁	.					
21 ₁₂	+		4. XI.	24. III.	13. VI. 20. IX.	12. I.
21 ₁₃	.					
21 ₁₄	+	15. IX.		25. I. Ex.		
21 ₁₅	+		19. X.	27. I. Ex.		
21 ₁₆	+		5. XI.	23. IV. 15. VI.		11. I.
21 ₁₇	.					
21 ₁₈	.					
21 ₁₉	+	20. X.		30. I. Ex.		
21 ₂₀	+	25. IX.		27. I. Ex.		

Tabelle 6.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von Pflanzen, die aus Zoosporen von verschiedenen aus Mallorca stammenden Pflanzen hervorgingen. Ex. = ausgeschaltet.

Pflanze Nr.	Ge- schlecht	Zeitpunkt der Prüfung			
		1930	1931		1932
P ₁	+	5. XI.	27. I. Ex.		
P ₂	+	.		3. III. 14. VI. 20. IX. 21. XI.	
P ₃	+	4. XI.	26. I. Ex.		
P ₄	—	24. XI.	27. I.	2. III. 23. IV. 15. VI. 4. VIII. 19. IX.	12. I.
P ₅	+	5. XI.	25. I. Ex.		
P ₆	+	5. XI.	30. I. Ex.		
P ₇	+	5. XI.	27. I. Ex.		

Tabelle 7.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von 15 aus Zoosporen der —-Pflanze Nr. 20₄ hervorgegangenen Pflanzen. Alle sind vom gleichen Geschlecht. Ex. = ausgeschaltet.

Pflanze Nr.	Geschlecht	Zeitpunkt der Prüfung		
		1931		1932
20 _{4a}	—	19., 20. IX.	21. XI.	11. I.
20 _{4b}	—	20. IX.	19., 20. XI.	
20 _{4c}	—	2. VIII.	21. XI.	11. I.
20 _{4d}	—	2. VIII.	19. IX.	11., 12. I.
20 _{4e}	—	3. VIII.	19. IX.	
20 _{4f}	—		19. IX.	
20 _{4g}	.		.	
20 _{4h}	—	3., 4. VIII.	20. IX.	12. I.
20 _{4i}	—		20., 21. IX.	
20 _{4k}	—		19., 20., 21. IX.	21. XI.
20 _{4l}	—		19. IX.	13. I.
20 _{4m}	.			
20 _{4o}	—		20. XI.	
20 _{4p}	—	2. VIII.	20. IX.	
20 _{4q}	—	2., 3. VIII.	19. XI.	
20 _{4r}	.			
20 _{4s}	—	4. VIII.		
20 _{4t}	.			
20 _{4v}	—			12. I.

Damit sind die Bedingungen, die für das Feststellen von genotypischer Geschlechtsbestimmung bei *Ulva lactuca* gestellt werden mußten, alle erfüllt: aus den Zoosporen einer und derselben Pflanze der zygotischen Generation entstehen + - und —-Pflanzen in ziemlich gleichen Mengen und aus den Parthenogameten und den Zoosporen der diploid gewordenen Zellen der Geschlechtspflanzen entstehen nur Individuen von demselben Geschlecht wie die Mutterpflanze.

Tabelle 8.

Zeitpunkt der Prüfung und das Geschlecht von 16 aus Zoosporen der +-Pflanzen Nr. 21₁₀ und 21₁₆ entstandenen Pflanzen. Alle gehören dem gleichen Geschlecht an.
Ex. = ausgeschaltet.

Pflanze Nr.	Ge- schlecht	Zeitpunkt der Prüfung		
		1931		1932
21 _{10a}	+		.	
21 _{10b}	.		.	
21 _{10c}	+		19., 20. IX.	11. I.
21 _{10d}	+	3., 4. VIII.	19. IX.	20. XI.
21 _{10e}	+		19. IX.	
21 _{10f}	+		.	
21 _{10g}	+	4. VIII.	19. IX.	11. I.
21 _{10h}	.		.	
21 _{10i}	.		.	
21 _{10k}	+		21. IX.	21. XI.
21 _{16a}	+		.	12. I.
21 _{16b}	+	2. VIII.	20. IX.	
21 _{16c}	+		.	21. XI.
21 _{16d}	+	2. VIII.	.	12. I.
21 _{16e}	+	3., 4. VIII.	21. IX.	
21 _{16f}	+			19. XI.
21 _{16g}	.		.	
21 _{16h}	+		19., 20. IX.	20. XI.
21 _{16i}	+	4. VIII.	21. IX.	13. I.
21 _{16k}	+			20. XI.

IV. Zusammenfassung.

1. Das Vorhandensein eines antithetischen Generationswechsels ist durch ausgedehnte Kulturversuche bewiesen worden. Die aus den Zygoten entstandenen Pflanzen geben Zoosporen, die sich zu Geschlechtspflanzen entwickeln.

2. Die Gameten können sich parthenogenetisch entwickeln. Die entstandenen Pflanzen sind Geschlechtspflanzen.

3. Die Kerne des Sporophyten enthalten 26, die Kerne des Gametophyten 13 Chromosomen.

4. In den meisten durch Parthenogenese entstandenen Individuen findet bei zunehmendem Alter der Kulturen in einzelnen Zellen eine Aufregulierung der Chromosomenzahl statt, so daß Pflanzen entstehen, die aus haploiden und diploiden Zellen zusammengesetzt sind und deshalb sowohl Gameten wie Zoosporen geben. — Das Diploidwerden wurde auch bei Pflanzen aus Zoosporen festgestellt, jedoch bedeutend seltener.

5. Aus den Zoosporen ein und derselben Pflanze der zygotischen Generation entstehen +- und --Pflanzen in gleicher Zahl. Aus den Parthenogameten und den Zoosporen der diploid gewordenen

Zellen der Geschlechtspflanzen entstehen nur Individuen von demselben Geschlecht wie die Mutterpflanze. Das beweist, daß die Bestimmung des Geschlechtes auf genotypischem Wege erfolgt.

Literaturverzeichnis.

- BLIDING, C. (1933): Über Sexualität und Entwicklung bei der Gattung *Enteromorpha*. Svensk bot. Tidskrift Vol. 27 p. 233—256.
- CARTER, N. (1926): An Investigation in the Cytology and Biology of the Ulvaceae. Ann. of Bot. Vol. 40 p. 665—689.
- FÖYN, B. (1929): Untersuchungen über die Sexualität und Entwicklung von Algen, IV. Vorläufige Mitteilung über die Sexualität und den Generationswechsel von *Cladophora* und *Ulva*. Ber. d. dtsh. bot. Ges. Bd. 47 p. 495—506.
- (1934): Lebenszyklus, Cytologie und Sexualität der Chlorophyceae *Cladophora Suhriana* KÜTZING. Arch. f. Protistenk. Bd. 83 p. 1—56.
- HARTMANN, M. (1929): Verteilung, Bestimmung und Vererbung des Geschlechts bei den Protisten und Thallophyten. Handb. d. Vererbungswissensch. Lfg. 9, 2. E. p. 1—115.
- SCHILLER, J. (1907): Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gattung *Ulva*. Sitzber. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien Bd. 116 p. 1691—1706.
- SCHREIBER, E. (1928): Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meereswassers. Wiss. Meeresunters., Abt. Helgoland N. F. Bd. 16 Abh. Nr. 10 p. 1—34.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: [83_1934](#)

Autor(en)/Author(s): Föyn B.

Artikel/Article: [Lebenszyklus und Sexualität der Chlorophyceae Ulva lactuca L. 154-177](#)