

fortpflanzt. Doch muß man dabei folgendes bedenken: Das exponierte Spitzenstück hatte stets eine verhältnismäßig bedeutende Länge (bei PÄAL z. B. bis zu 5 mm) und eine so ausgedehnte Zone stellt sicher nicht nur den Produktionsort der Reizstoffe dar. Denn dieser ist vielleicht nur in der Epidermis der äußersten Spitze gelegen, die drüsigen Charakter — auffallenden Plasma-reichtum und große Zellkerne — aufweist. Das darunterliegende Gewebe wäre dann also schon ein Teil der Diffusionsbahn und damit die Schleuse, welche durch die vom Reiz verursachte Permeabilitätsänderung das Herabströmen der Wachstumsstoffe in den ungeretzten Stumpf regelte.

In einer demnächst erscheinenden größeren Arbeit werde ich zu zeigen versuchen, daß solche Permeabilitätsänderungen in der „Spitze“ tatsächlich nachweisbar sind.

Berlin-Dahlem, 27. Februar 1923.

Literatur.

1. BRAUNER, L., Lichtkrümmung und Lichtwachstumsreaktion. Ztschr. f. Bot. 1922/14, S. 540.
2. PÄAL, C., Über phototropische Reizleitung. Jahrb. wiss. Bot. 1914/58, S. 448.
3. SMALL, J., Changes of Electrical conductivity under Geotropie stimulation. Proc. R. Soc. London 1918, Ser. B.
4. TRÖNDLE, A., Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Jahrb. wiss. Bot. 1910/48, S. 227.

34. Wilhelm Nienburg: Zur Entwicklungsgeschichte der Helgoländer Haplospora.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 1. März 1923. Vorgetragen in der März-sitzung 1923.)

Einleitung.

Die kleine Phaeosporeenfamilie der Tilopteridaceae hat den Algologen schon mancherlei Kopfzerbrechen gemacht. Ihre Eigentümlichkeit besteht darin, daß sie neben plurilokulären Sporangien, wie sie für die Phaeosporeen charakteristisch sind, noch rundliche, einzellige Sporangien bilden, aus denen eine große unbewegliche Spore hervorgeht, die sogenannte Monospore. Über die Natur dieser Gebilde ist man sich auch heute trotz vielfacher Bemühungen

noch nicht klar. Nach der Auffassung von REINKE (1889) verstecken sich unter dem Begriffe „Monosporen“ Organe von ganz verschiedener morphologischer Bedeutung. Sie sollen einerseits Eier sein, die durch Spermatozoiden befruchtet werden, die in den sogenannten plurilokulären Sporangien gebildet sind, und andererseits ungeschlechtliche Sporen, die den sogenannten Tetrasporen der Dictyotaceen entsprechen. REINKE ist durch das Studium der in der Ostsee vorkommenden Tilopteridaceen *Haplospora* und *Scaphospora* zu dieser Vorstellung gekommen. Er fand nämlich, daß *Haplospora* nur membranbekleidete, ungeschlechtliche Monosporen mit vier Kernen erzeugte und keine plurilokulären Sporangien, *Scaphospora* dagegen membranlose einkernige Monosporen und plurilokuläre Sporangien. Die letzteren hält er für Antheridien, deren Spermatozoiden die Monosporen von *Scaphospora* befruchten, die also Eier wären. Er hat diesen Befruchtungsvorgang leider nicht beobachten können, ihn aber doch sehr wahrscheinlich gemacht. Die Entwicklung der befruchteten Eier stellt sich nun REINKE so vor, daß aus ihnen nicht wieder eine *Scaphospora* hervorgeht, sondern eine *Haplospora* mit ungeschlechtlichen Monosporen, die ihrerseits wieder neue *Scaphosporapflanzen* erzeugen würden. Wir hätten also einen typischen Generationswechsel vor uns zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Form, und die beiden Gattungen *Haplospora* und *Scaphospora* müßten zu einer zusammengezogen werden: *Scaphospora speciosa* wäre nur die Geschlechtsform von *Haplospora globosa*, wie *Cutleria* die Geschlechtsform von *Aglaozonia* ist.

Später ist SAUVAGEAU (1896, S. 243, 1899, S. 130) dieser Auffassung entgegengetreten. Er hält die Monosporen durchweg für eine Art Brutknospen, vergleichbar denen der Sphacelariaceen. KYLIN (1917, S. 302) sagt aber mit Recht, die Tatsache, daß die Monosporen bei *Haplospora* membranbekleidet und vierkernig, bei *Scaphospora* aber membranlos und einkernig seien, spreche doch sehr dafür, daß es sich dabei um verschiedenartige Organe handelt. Auch OLTMANN (1922, S. 174) ist dieser Meinung, betont aber, daß erst neue zytologische und experimentelle Untersuchungen die Entscheidung bringen können.

Unter diesen Umständen war es mir sehr willkommen, als ich am 30. Mai 1922 auf den Kalbertanklippen der Helgoländer Düne ein kräftiges Büschel von *Haplospora globosa* mit zahlreichen Monosporen fand. Eine Untersuchung der Helgoländer *Haplospora* mußte deshalb besonders interessant sein, weil nach allem, was wir wissen, bei Helgoland nur die *Haplospora*form vorkommt, die *Scapho-*

*spora*form dagegen fehlt. Zuerst hat REINBOLD (1889) nach REINKE (1889) *Haplospora* bei Helgoland gefunden. *Scaphospora* wird nicht erwähnt. Auch in seiner Liste der Helgoländer braunen und roten Algen hat REINKE (1891) *Scaphospora* nicht aufgeführt. Ebensov wenig KUCKUCK in seinen den „Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland“ angefügten Listen neu gefundener Algen. Auch in dem von KUCKUCK zusammengebrachten Herbar Helgoländer Meeresalgen, das sich in der Biologischen Anstalt befindet, sind nur Exemplare von *Haplospora* aber keine von *Scaphospora* vorhanden. Ich selbst habe diese Alge gleichfalls nie gefunden.

Die Helgoländer *Haplospora* gibt also neben den schon erwähnten Problemen noch neue Rätsel auf. Wenn die REINKEsche Deutung richtig ist, und *Haplospora-Scaphospora* nur zwei Formen einer Pflanze sind, so müssen die befruchteten Eier von *Scaphospora* diploid sein, und in den Entwicklungsgang der *Haplospora-Scaphospora* muß dann irgendwo eine Reduktionsteilung eingeschaltet sein. Nach der Annahme von KYLIN (1917, S. 301) wird diese wahrscheinlich bei der Bildung der Monosporen der *Haplospora* stattfinden. Dafür spricht das ziemlich regelmäßige Auftreten von 4 Kernen in ihnen, also von zwei schnell aufeinander folgenden Kernteilungen ohne Wandbildung, wie sie ja auch sonst bei Reduktionsteilungen üblich sind. Was wird nun aber, wenn, wie in Helgoland, die geschlechtliche Generation ausfällt? Jedenfalls wird man erwarten müssen, daß dann auch die Reduktionsteilung ausfällt. Ob die *Haplospora* dabei diploid oder haploid in bezug auf die *Scaphospora* ist, wird davon abhängen, ob die Helgoländer Pflanzen ursprünglich aus befruchteten oder unbefruchteten *Scaphosporaeizellen* hervorgegangen sind.

Als ich an die zytologische Untersuchung des von mir gesammelten Materials ging, erwartete ich denn auch nichts anderes, als daß sich in den Monosporen die gewöhnlichen somatischen Kernteilungen finden würden. Zu meiner Überraschung waren die Verhältnisse aber komplizierter als ich gedacht hatte.

Untersuchungsergebnisse.

Das mit schwacher FLEMMINGScher Lösung fixierte und mit Hämatoxylin-Eisenalaun gefärbte Material enthielt zahlreiche Monosporen in allen Entwicklungsstadien. Kernteilungen waren aber verhältnismäßig sehr selten, so daß ich nach einzelnen Stadien lange suchen mußte. Die junge Monospore enthält einen großen Kern mit einem Nukleolus und einem zarten netzartigen Spirem (Fig. 1). In den Prophasen der ersten Teilung verdickt sich dieses

Spirem und erfüllt den ganzen Kern mit einem mäanderartig eng ineinander geschlungenen Fadensystem (Fig. 2). Ob dieses Fadensystem einfach oder doppelt ist, ließ sich nicht ermitteln. Darauf ziehen sich die Fäden, während der Kern etwas an Größe zunimmt, auf die eine Kernseite zurück (Fig. 3). Dabei müssen sie sich stark verkürzen, denn die vorher ganz unentwirrbaren Fäden sind jetzt teilweise gut zu verfolgen, trotzdem sie auf einen kleineren

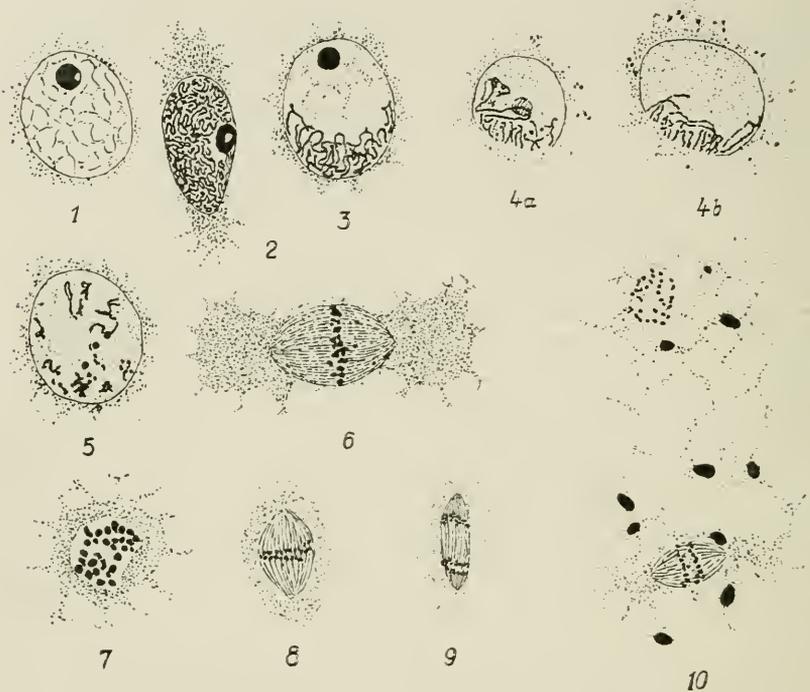


Abb. 1. Kernteilungen in der Monospore von *Haplospora globosa*. Gezeichnet mit dem ABBESchen Zeichenapparat in Tischhöhe unter ZEISS Homogen. Immers. 2 mm Apart. 1·30 mit Kompensationsokular 8.

Raum zusammengedrängt sind. Man erkennt, daß die Fäden jetzt einfach und oft zu schleifenartigen Gebilden ausgezogen sind, die manchmal umeinander gedreht sein können (Fig. 3, 4a und b). Dabei zeigen die Fäden bei stärkerer Differenzierung eine deutlich körnige Struktur (Fig. 4a und b). Die Fäden scheinen nun in einzelne Teile zu zerfallen, die sich über den ganzen Kernraum verteilen (Fig. 5). Sie haben teils körnige, teils fädige Struktur, und in diesem Fall sind gelegentlich Doppelfäden zu konstatieren (Fig. 5), die wahrscheinlich von den Schleifenbildungen des vorher-

gehenden Stadiums herrühren. Darauf bildet sich die Kernspindel aus mit den Chromosomen in der Äquatorialplatte (Fig. 6). In der Polansicht kann man jetzt 28—30 auffallend dicke Chromosomen zählen (Fig. 7). Mit Beginn der Anaphase spalten sie sich in kleinere Teilstücke (Fig. 8). Die späteren Stadien der ersten Kernteilung (Fig. 9) zeigen nichts besonderes. Andeutungen von Centriolen wurden hin und wieder beobachtet, aber so undeutlich, daß ich mir nicht klar darüber geworden bin, ob sie regelmäßig vorkommen. Nach der ersten Teilung folgt ein kurzes Ruhestadium der Tochterkerne, die etwas kleiner sind als der Primärkern, aber sonst dieselbe Struktur aufweisen. Dann setzt simultan die zweite Teilung ein. In Fig. 10 ist oben der eine Kern in der Polansicht der Metaphase zu sehen und unten in der Äquatoransicht der beginnenden Anaphase. In der Polansicht zählt man wieder deutlich etwa 30 Chromosomen, die aber erheblich kleiner sind als bei der ersten Teilung. Nach Abschluß der zweiten Teilung und der Ausbildung der Ruhekerne ist das Reifestadium der Monospore eingetreten. Sie schlüpft dann aus, um sofort zu keimen.

Ich habe diese Keimung an fixiertem und lebendem Material verfolgt. An fixiertem Material von den ersten beiden Tagen war von weiteren Kernteilungen nichts zu sehen. An den lebenden Keimlingen zeigte sich ein auffallender Unterschied gegenüber den Beobachtungen von REINKE (1889). In seinen Kulturen teilte sich die vierkernige Spore sofort in einen Komplex von vier Zellen, die je einen Kern enthalten. Als abnorme Fälle bezeichnet er diejenigen, wo die vierkernige Spore, ohne sich zuerst in vier Zellen zu teilen, eine rhizoidenartige Verlängerung treiben. In meinen Kulturen war nun dieser REINKEsche Ausnahmefall durchweg die Regel. Die Hunderte von Keimlingen, die ich gesehen habe, trieben alle einen langen Keimschlauch, ehe sich in der Spore Teilungen zeigten. Später entwickelten sie sich aber ganz ähnlich wie REINKE das beschrieben hat, so daß ich seinen Angaben nichts wesentliches hinzuzusetzen habe. Die Keimlinge bis zur Entwicklung von Fortpflanzungsorganen zu ziehen, ist mir leider ebenso wenig wie REINKE gelungen.

Besprechung der Ergebnisse.

Wer die oben dargestellte Entwicklung der *Haplospora*-Monosporen verfolgt, wird sich dem Eindruck nicht entziehen können, daß es sich dabei um eine typische Reduktionsteilung handelt. Vor allem ist das Synapsisstadium durchaus klar und charakteristisch ausgebildet (Fig. 3 und 4). Die langgestreckten Schleifen, die den

von YAMANOUCI (1909) für *Fucus* beschriebenen ähneln, sprechen dafür, daß sich die Chromosomen in den Prophasen, die nicht deutlich verfolgt werden konnten, hintereinander zu einem einzigen Fadensystem anordnen, daß also eine „Metasyndese“ wie bei *Fucus* vorliegt. Die Schleifen in der Synapsis würden dann immer einem Chromosomenpaar entsprechen, die sich in der Diakinese zu Doppelchromosomen zusammenziehen. Auch davon sind Andeutungen vorhanden. Denn das Stadium der Fig. 5 wird man als ein allerdings nicht sehr klares Bild einer Diakinese ansehen müssen. An einzelnen Stellen erkennt man jedenfalls die Doppelnatur der sich zusammenziehenden Chromatinelemente mit Sicherheit. Dem entspricht, daß die in der Äquatorialplatte der ersten Teilung auftretenden Chromosomen ganz auffallend groß sind (Fig. 7). Man kann deutlich 28—30 Chromosomen zählen. Bei der darauf erfolgenden Teilung sind die auseinanderrückenden Chromosomen erheblich kleiner (Fig. 8 und 9). Die für dieses Stadium wenigstens bei den höheren Pflanzen charakteristische parallelogrammartige Anordnung, die durch die schon vorbereitete Längsspaltung der Einzelchromosomen hervorgerufen wird, lassen sie nicht erkennen. Nach dem Ruhestadium setzt die zweite Teilung ein, und man findet wieder etwa 30 Chromosomen, die halb so groß sind wie bei der ersten Teilung.

Ich habe mich lange dagegen gesträubt, in diesen Vorgängen eine Reduktionsteilung zu sehen, weil, wie oben auseinandergesetzt ist, bei der Helgoländer *Haplospora* keine Sexualform bekannt ist. Das bloße Vorkommen synapsisartiger Kernbilder braucht noch nicht beweisend für das Vorhandensein einer Reduktionsteilung zu sein. Wir kennen ja von zahlreichen parthenogenetischen höheren Pflanzen Beispiele, wo mitten in der Reduktionsteilung eine Umkehr zu gewöhnlicher somatischer Teilung erfolgt. Auch das erwähnte Fehlen der Chromosomenlängsspaltung in der ersten Teilung schien mir zunächst dafür zu sprechen, daß die Reduktionsteilung zwar eingeleitet, aber im letzten Augenblick durch Zerfall der Doppelchromosomen in der Metaphase und darauf erfolgende typische Teilung der Einzelchromosomen wieder rückgängig gemacht würde. Mit dieser Auffassung ließ sich aber der Befund bei der zweiten Teilung nicht vereinigen. Hier müßte in diesem Fall unbedingt die diploide Chromosomenzahl wieder auftreten, man müßte also 56—60 Chromosomen zählen. Es sind aber, wie wir gesehen haben, nur etwa 30. Es bleibt also gar kein anderer Ausweg als die Annahme, daß bei der Monosporenbildung der Helgoländer *Haplospora* eine typische Reduktionsteilung auftritt.

Da aber Chromosomenreduktion ohne ausgleichenden Sexualakt undenkbar ist, so heißt das, daß die Sexualform von *Haplospora* auch bei Helgoland vorhanden sein muß. Ob es wirklich die *Scaphospora* ist, scheint mir zweifelhaft. Sie wäre doch wahrscheinlich in den langen Jahren, in denen die Helgoländer Algenflora durchforscht ist, der Beobachtung nicht entgangen. Vielleicht gibt es auch bei dieser Alge eine sexuelle Zwerggeneration, wie wir sie jetzt schon von verschiedenen Phaeosporéen kennen. Diese Frage wird sich nur durch Kulturen lösen lassen, die aber nach REINKEs und meinen Erfahrungen wegen des langsamen Wachstums der Keimlinge große Schwierigkeiten machen.

Biologische Anstalt Helgoland. Januar 1923.

Literatur.

- KYLIN, H. (1917). Über die Entwicklung und die systematische Stellung der Tilopterideen. Ber. d. D. Bot. Ges. 35, 298.
- OLTMANN, F. (1922), Morphologie und Biologie der Algen. II. Aufl. 2. Bd.
- REINKE, J. (1889), Ein Fragment aus der Naturgeschichte der Tilopterideen. Bot. Ztg. 47.
- (1891), Die braunen und roten Algen von Helgoland. Ber. d. D. Bot. Ges. 9, 271.
- SAUVAGEAU, C. (1896), Remarques sur la reproduction des Phaeosporées en particulier des *Ectocarpus*. Ann. des sc. nat., Botanique S. 8, T. 2.
- (1899), Les Acinetospora et la sexualité des Tiloptéridées. Journal de Botanique, T. 13.
- YAMANOUCHI, S. (1909). Mitosis in *Fucus*. Botanical Gazette 47, 173.

35. K. Tjebbes: Ganzfarbige Samen bei gefleckten Bohnenrassen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 6. März 1923. Vorgetragen in der März Sitzung 1923.)

Wenn geflechtsamige Bohnensorten in einigermaßen großen Populationen angebaut werden, findet man unter deren Samen immer eine kleinere oder größere Anzahl ganzfarbiger, d. h. Samen, bei welchen man nicht gut von einer Pigmentzeichnung auf einem hellgefärbten Grund reden kann (Abb. 1a und 1b), sondern von einer über die ganze Oberfläche pigmentierten Samenschale (Abb. 2a

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

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

Artikel/Article: [Zur Entwicklungsgeschichte der Helgoländer Haplospora 211-217](#)