

5. P. Clausen: Über Eientwicklung und Befruchtung bei *Saprolegnia monoica*.

Mit Doppeltafel VI—VII.

Eingegangen am 12. November 1907.

In neuerer Zeit haben zwei Autoren eingehender über die Cytologie der *Saprolegniaceae* gearbeitet, DAVIS (5, 7) und TROW (33, 34). Ihre Ergebnisse stehen sich zum Teil diametral gegenüber und ausserdem harmonieren sie nicht mit Tatsachen, die über andere Pilze (Ascomyceten und Basidiomyceten) bekannt geworden sind. Es lag daher nahe, einen Versuch zur Beseitigung dieser Widersprüche zu unternehmen. Da ich glaube, zur Klärung der strittigen Fragen beitragen zu können, möchte ich über meine Untersuchungen hier kurz berichten.

Vorher will ich die wesentlichen Streitpunkte zwischen DAVIS und TROW besprechen. Es sind die drei folgenden: Der

1. betrifft die Zahl der Kernteilungen im Oogonium.

Über die Vorgänge im Oogon vor der Eibildung sind die Autoren einig bis auf den wesentlichen Punkt, dass TROW in seiner neuesten Arbeit (33) zwei, Davis nur eine Kernteilung angibt. Die Frage hat insofern eine besondere Bedeutung, als Trow (33) behauptet, durch die beiden Teilungen werde die Zahl der Chromosomen auf die Hälfte reduziert. Wir hätten dann Reduktionsteilung bei den *Saprolegniaceae* direkt vor der Befruchtung.

2. handelt es sich um die Frage nach der Natur der stark färbbaren Körper in der Nähe der Eikerne.

TROW hält die Gebilde, die nach ihm in einiger Entfernung von den Kernen liegen sollen und mit je einer Astrosphaere umgeben sind, für Centrosomen, während DAVIS (5) sie in Beziehung zu den

bei den *Peronosporae* beobachteten Coenocentren bringt. TROW (33, 34) seinerseits sieht das Äquivalent des Coenocentrums der *Peronosporae* in einer Plasmaansammlung um den Oosphaerenkern, die er Ovocentrum nennt. Die Nomenclatur ist also diese. Coenocentrum (DAVIS) gleich Centrosom + Astrosphaere (TROW), Ovocentrum (TROW) vielleicht gleich Coenocentrum der *Peronosporae* (WAGER, STEVENS, DAVIS, RUHLAND). Die

3. Streitfrage ist die nach der Sexualität der Saprolegniaceae.

TROW untersuchte in seiner letzten Arbeit zwei Species mit Antheridien und zeigte, dass sich die Species sexuell fortpflanzen. Der unvoreingenommene Beobachter wird kaum umhin können, den von ihm gelieferten Beweis als ausreichend anzuerkennen. Trotzdem ist DAVIS (7) nicht überzeugt. Er fand, dass zweikernige Eier auch bei apogamen Formen häufig vorkommen und erkennt deswegen die TROW'sche Darstellung nicht an. Es ist daher zu prüfen, ob TROW's Angaben zu Recht bestehen und ob, wie DAVIS meint, in nachweislich unbefruchteten Eiern mehrere Kerne vorkommen.

Ergebnisse der Untersuchung an *Saprolegnia monoica*.

1. Methodisches.

Da es sehr wünschenswert ist, dass die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über *Saprolegniaceae* weiter ausgedehnt werden — die Gattungen *Pythiopsis*, *Dictyuchus*, *Thraustotheca*, *Leptolegnia*, *Aphanomyces* und *Aplanes* sind cytologisch fast garnicht studiert —, weil wir nur auf diesem Wege einen Einblick in die Phylogenie dieser Organismen gewinnen können, will ich hier die Methoden der Reinzucht, Lebendbeobachtung, Fixierung und Färbung genau beschreiben.

Gewinnung und Reinzucht des Materials.

Rohmaterial von *Saprolegniaceae* gewinnt man bekanntlich leicht, wenn man Fliegen und andere Insekten auf Wasser wirft, dem man Schlamm, kleine Holzstücke von feuchten Orten u. a. zugesetzt hat. Vorzügliche Fundorte sind die Algenkulturen, die fast in jedem Institute für Kurszwecke vorrätig gehalten werden. Mein Material stammt aus einer *Vaucheria*-Kultur des pharmakognostischen

Instituts zu Freiburg i. Br., auf deren Oberfläche ich eine frisch gefangene Fliege schwimmen liess.

Das Ausgangsmaterial übertrug ich in eine Petrischale (10 cm Durchmesser, 2 cm Höhe) mit Leitungswasser, in dem fünf Fliegen schwammen. Es ist wünschenswert, die Fliegen nicht zu beschädigen (TROW [33] tötet sie deshalb mit Chloroform), weil an den Wundstellen Bakterien stark wuchern. Sobald die Fliegen infiziert waren, musterte ich mit dem Mikroskop und überimpfte die, welche die saubersten Saprolegniapflänzchen trugen, in neue Petrischalen mit (in wenig Wasser!) schwimmenden Fliegen über. Die Petrischalen mit Wasser und Fliegen waren in jedem Falle vorher sorgfältig im Dampftopf sterilisiert. Wird der Prozess der Überimpfung mehrfach wiederholt, so hat man nach Verlauf von 2—3 Wochen relativ saubere Kulturen. Um völlig sicher eine Reinkultur im strengsten Sinne zu erhalten, übertrug ich einen vorher möglichst von Wasser befreiten Saprolegniarasen auf Fleischextrakt-agar¹⁾, liess ein Mycel bei niedriger Temperatur (um das Bakterienwachstum zu hemmen) sich entwickeln und übertrug dasselbe abermals auf Fleischextraktagar. Nach zwei- bis dreimaliger Wiederholung dieses Verfahrens sind an einigen Stellen der Agarplatte die Spitzen des Mycels bakterienfrei und es gelingt an jungen Mycelien leicht, eine einzelne Hyphe mit einem Agarblock herauszuschneiden. Man bringt sie in Wasser mit Fliegen und erhält in etwa 3—5 Tagen Zoosporen und nach Verlauf von kaum einer Woche Oogonien und Oosporen. Die Bildung der Oogonien hält längere Zeit an. Da bestimmte Entwicklungsstufen nicht an bestimmte Tageszeiten gebunden sind, wie bei manchen Algen, so gelingt es leicht, alle nur denkbaren Stadien der Oogon- und Oosporenentwicklung in einem Räschen beisammen zu finden. Die von DAVIS (5 S. 234) angegebenen Kulturmethoden kann ich nicht empfehlen. Ich habe versuchsweise Oosporen auf Agar-Agar gezogen, aber stets viele Abnormitäten beobachtet. Auch die Kultur auf Fleisch bewährte sich nicht.

Die von mir auf die eben beschriebene Weise isolierte Saprolegniaspezies, *Saprolegnia monoica* (Pringsheim) de Bary²⁾, habe ich seit 3 Jahren in Kultur und bin jederzeit in der Lage, mir frisches Material zu beschaffen. Es erfordert besondere Sorgfalt, Bakterien fern zu halten, die übrigens, wenn sie nicht zu reichlich sind, wenig schaden, dagegen ist nach meinen Erfahrungen eine Infektion mit anderen Saprolegniaspezies nicht zu befürchten.

Ich will erwähnen, dass ich neuerdings als Substrat nicht mehr sterilisierte Fliegen, sondern mit gleichem Erfolge die leichter zu

1) Agar-Agar 2 pCt., Fleischextrakt 1 pCt., Leitungswasser 97 pCt.

2) Vgl. A. FISCHER (8), SCHRÖTER (23, 24), HUMPHREY (16).

beschaffenden Ameiseneier benutze, die ich mit wenig Wasser übergiesse und nach Sterilisierung im Dampftopf in einem mit Wattestopfen verschlossenen Kölbchen zu beliebiger Verwendung aufbewahre.

Die Lebendbeobachtung.

Das lebende Material beobachtete ich in Petrischalen von 10 *cm* Durchmesser, deren Deckel während der Beobachtung entfernt wurde. Die Objektische der besseren ZEISS'schen Mikroskopstative sind hinreichend gross, um mit Schalen von dem angegebenen Durchmesser operieren zu können. Eine Wasserimmersion leistete mir bei der Lebendbeobachtung gute Dienste.

Fixierung, Färbung, Einbettung.

Unter allen Fixierungsmitteln hat sich Chromessigsäure in starker Verdünnung am besten bewährt (Chromsäure 0,5 pCt., Essigsäure 1 pCt. und schwächere Konzentrationen). Ich fixierte etwa 24 Stunden direkt in der Petrischale, nachdem das Kulturwasser ganz oder zum Teil mit einer Pipette entfernt war. Dann wurde mit oft gewechseltem Wasser ausgewaschen (1—2 Tage lang), das Material in 25prozentigen Alkohol übertragen und in Schleicher- und Schüllschen Schläuchen dialysiert, einen Tag lang gegen 95-prozentigen Alkohol, einen zweiten gegen absoluten. Als Vorharz benutzte ich Xylol. Übertragen wurde aus Alkohol absolutus in Xylol in drei Stufen. Dem Xylol wurde Paraffin vom Schmelzpunkt 58° C. zugesetzt, bei niedriger Temperatur (etwa 35—40° C.) das Paraffin zur Lösung gebracht und dann in gewöhnlicher Weise eingebettet.

Die Schnittdicke betrug 5 μ .

Die Färbung geschah

1. nach dem FLEMMING'schen Dreifarbenverfahren (Saffranin-Gentianaviolett - Orange). Vorschrift: Saffranin (Saffranin, spirituslöslich 0,1 *g*, Alkohol 95-prozentig, 25 *ccm*, Wasser 25 *ccm*, Anilinwasser [1:300] 5 *ccm*) 10 Minuten, Alkohol 95-proz. + $\frac{1}{20}$ pCt. Salzsäure, zweimal eintauchen, Gentianaviolettlösung (Gentianaviolett 0,45 *g*, Wasser 60 *ccm*, Anilinwasser [1:300] 5 *ccm*) 8 Minuten, Wasser kurze Zeit, Alkohol 95-prozentig + $\frac{1}{20}$ pCt. Salzsäure zweimal eintauchen, Orange G (0,1-prozentige Lösung) 3 Minuten, Alkohol absolutus kurze Zeit, Nelkenöl 15—30 Sekunden, Xylol, Dammarlack.
2. Nach der GRAM'schen Methode (Gentianaviolett [Lösung wie oben], Eosin-Nelkenöl).
3. Nach dem HEIDENHAIN'schen Verfahren.

Jede der drei Färbemethoden hat ihre Vorzüge. Die besten Kernbilder erhält man mit der FLEMMING'schen, die deutlichsten Antheridienschläuche nach der GRAM'schen.

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass oft die Präparate von mehreren Saprolegniaschalen aus derselben Petrischale, die ich genau gleich behandelt zu haben meinte, nicht gleich gut ausfielen.

2. Beobachtungstatsachen.

Oogonentwicklung bis zur Entstehung der Eizellen.

Die Beobachtung lebenden Materials ergab im wesentlichen dasselbe, was schon TROW (31) bei *Achlya americana* sah. Ich verweise den Leser deshalb auf die Figuren TROW's (31) und verzichte darauf, nach lebendem Material gezeichnete Abbildungen zu reproduzieren, um die ohnehin schon grosse Zahl der Figuren nicht noch zu vermehren.

Ich schildere und bilde ab nur das, was ich an fixiertem und gefärbtem Material fand. Halb erwachsene Oogonien (Fig. 1) sind mit dichtem, vielkernigen Cytoplasma erfüllt. Die Kerne besitzen eine deutliche Membran (Fig. 1 und 2), einen einzigen scharf färbaren Nucleolus und ein deutliches, wenn auch sehr feines Kerngerüst. Ausserdem lässt sich an dem einen oder anderen Kern ein winziges, stark färbbares Körperchen nachweisen (Fig. 4, 5, 6), über dessen Natur die ferneren Entwicklungsstadien der Kerne Aufschluss geben. Es ist ein Zentralkörper. Die Zahl der Kerne kann man mit einiger Annäherung für ein bestimmtes Oogon feststellen, aber solche Zählungen haben wenig Wert, da die Oogoniengrösse und damit die Kernzahl stark schwankt. Die Oogonien bleiben plasmakerfüllt, bis sie etwa ihre endgültige Grösse erreicht haben (Fig. 2). Erst dann fängt das Cytoplasma in der Gegend zwischen der Oogonmitte und dem Oogonstiel (Fig. 3) an, in eine Substanz überzugehen, die sich in ihrer Lichtbrechung, im Verhalten gegen Farbstoffe und gegen wasserentziehende Mittel vollkommen anders verhält, wie das Cytoplasma, aus dem sie hervorgegangen ist. Ich vermute, dass es sich um einen Körper von schleimartiger Beschaffenheit handelt, etwa von der Konsistenz desjenigen, der die zentrale Höhlung der Kugeln von *Volvox globator* ausfüllt. Ausser dem Cytoplasma verfallen sehr bald auch einige Kerne der Degeneration (Fig. 4–6).

Der schleimerfüllte Raum, der also im Gegensatz zu den Angaben von DAVIS schon entsteht, wenn das Oogon noch nicht durch eine Wand abgeschnitten ist, hat zuerst eine mehr oder minder unregelmässige Form und liegt exzentrisch (Fig. 3). Später wird er regelmässiger und mehr konzentrisch (Fig. 4–7). Erst wenn er

eine beträchtliche Grösse erreicht hat, entsteht im Oogonstiel die Trennungswand (Fig. 5). Die Degeneration von Cytoplasma und Kernen schreitet weiter fort, bis schliesslich nur noch ein relativ dünner hohlkugeligler Plasmabelag übrig ist. Die Kerne liegen auf den Schnitten in einer bis höchstens zwei Reihen (Fig. 5 und 6).

Die Einzelheiten des eben geschilderten Prozesses mögen hier etwas näher an der Hand der Figuren 10—18 besprochen werden. Bei der Untersuchung ist es unerlässlich, sämtliche Schnitte, in die ein Oogon zerlegt ist, genau durchzusehen und stets den radialen auszusuchen, bevor man mit dem Zeichnen beginnt, denn nur dieser gestattet ein einigermassen sicheres Urteil über das Alter des Oogons. Eine einwandfreie Altersbestimmung ist aber nötig, um die Figuren richtig aneinanderreihen zu können. TROW sowohl wie besonders DAVIS sind in dieser Beziehung nicht vorsichtig genug gewesen. Bei sämtlichen Saprolegnien und Achlyen, die ich daraufhin an lebendem Materiale mir angesehen habe, ist im Oogonium eine zentrale Vacuole schon dann vorhanden, wenn die Trennungswand noch nicht ausgebildet ist. Man prüfe z. B. daraufhin die Figuren bei DAVIS (5, Fig. 1, 2, 11, 14). In Fig. 1 sind bereits Andeutungen einer Vacuole vorhanden. In Fig. 2 ist der kugelige Teil des schon durch eine Wand abgegrenzten Oogons noch plasmaerfüllt. Diese Figur sowohl wie Fig. 3 sind offenbar Abbildungen von nicht völlig radialen Schnitten, denn das in Fig. 2 abgebildete Stadium müsste schon eine ziemlich grosse Vacuole zeigen.

Mit Vorsicht ausgewählte Schnitte lassen erkennen, dass das Cytoplasma von der Mitte des Oogons nach aussen fortschreitend allmählich umgewandelt wird (Fig. 10—18). Eine Anzahl von Kernen degeneriert (Fig. 10—12, 14—17). Wenn man unvermittelt ältere Stadien der Kerndegeneration sähe (Fig. 12 am rechten Rande), so wäre man nicht imstande, zu sagen, dass das vorliegende Objekt ein Kern sei. Es lassen sich aber alle Zwischenstufen zwischen intakten und vollkommen degenerierten Kernen leicht auffinden. Einige Stufen sind in den Figuren 16, 14, 11, 10, 15, 12 gezeichnet. Es wäre ein leichtes, die Reihe zu vervollständigen. In wenig degenerierten Kernen sind die Kernmembran, der Nucleolus und das Kerngerüst unterscheidbar (Fig. 16 unten). Die Färbbarkeit ist etwa dieselbe wie die intakter Kerne, die Grösse ein wenig geringer. Bei der Verkleinerung färbt sich allmählich der Kerninhalt diffus (Fig. 12) (bei FLEMMING'scher Färbung rot bis blau). Schliesslich sieht man kleiner und kleiner werdende, mit einem hellen Hofe, dem ursprünglich vom Kern eingenommenen Raume, umgebene Klumpen. Die Kerndegeneration kann auf sehr verschiedener Stufe der Entwicklung des Oogons beginnen, wie aus den Figuren 10—12 und 14—16 hervorgeht.

Diejenigen Kerne, welche erhalten bleiben, nehmen während der Oogonentwicklung an Grösse erheblich zu. (Vgl. Fig. 1 mit Fig. 5). Während ihres Wachstums zieht sich ihre Kerngerüstsubstanz auf gewisse Punkte zusammen (Fig. 10—12). Die schon früher als Zentralkörper gedeuteten Gebilde werden leichter sichtbar (Fig. 4, 5, 6, 10, 12).

Mittlerweile hat die Oogonvacuole ihre maximale Grösse erreicht (Fig. 7 und 13). Die Kerne treten jetzt, soweit sie nicht schon der Degeneration verfallen sind, in simultane Teilung ein. Es bilden sich winzig kleine, aber trotzdem scharf hervortretende, intranucleäre Spindeln aus (Fig. 7 und 13), in deren Äquator die oft anfangs etwas exzentrisch liegenden Chromosomen, schätzungsweise 10—14, hineinrücken. Einzelne Kernteilungsfiguren könnten mit einer Synapsis wohl verwechselt werden. An jedem Spindelpole liegt ein Zentralkörper mit deutlicher Strahlung (Fig. 7 und 13). Trotzdem es mir nicht gelungen ist, die Entstehung der beiden Zentralkörper aus dem ursprünglich im Kern vorhandenen einen nachzuweisen, bezweifle ich den Zusammenhang nicht. Bei ausgedehnterer Untersuchung liesse sich dieser Punkt ohne Zweifel selbst bei der wegen der Kleinheit ihrer Kerne nicht gerade günstigen *Saprolegnia monoica* klären. Die Tochterkerne sind anfangs winzig klein, zeigen den Zentralkörper mit Strahlung und das Chromatin. Einzelne Chromosomen kann man nicht erkennen. Sie treten erst hervor, wenn eine Kernmembran an der dem Zentralkörper abgekehrten Seite sichtbar wird (Fig. 14). Man darf sie nicht mit den feinen strichförmigen Gebilden verwechseln, die man in Fig. 14 rechts im Kern sieht und die ich für Reste der Zentralspindel halte. Zu dieser Zeit liegt das Chromatin noch nahe beim Zentralkörper (Fig. 14 links) und verteilt sich erst später wieder über die Kernhöhle, wenn die Eizellen fertiggestellt sind und sich abgerundet haben (Fig. 24 ff.). Die Form der Kerne ist sehr auffallend. Man kann sich deshalb über die falschen Deutungen nicht wundern. Es soll hier, besonders betont werden, dass der Zentralkörper stets an der Spitze des Schnabels liegt, der vom Kern ausgeht, und mit ihm verbunden ist (Fig. 14 bis 24). Nach radial auswärts, wie TROW (33) angibt, zeigt er nicht immer.

Von den durch Teilung entstandenen Tochterkernen degeneriert der grössere Teil (Fig. 14—17). Der abweichenden Form der Kerne entsprechend sehen die ersten Stadien der Degeneration etwas anders aus wie die der Mutterkerne (Fig. 14 oben). Später ist der Unterschied weniger auffallend. In der Nähe derjenigen Kerne, welche erhalten bleiben, nimmt das Cytoplasma allmählich an Masse zu, sodass sich nach und nach eine von jedem Kern nach dem Innern des Oogons gerichtete Plasmamasse von der Form eines Kugelsegments

ansammelt (Fig. 15—18). Jede solche Masse liefert später eine Eizelle. Ich habe sehr eingehend untersucht, ob die Polstrahlen bei der Eiballung eine ähnliche Rolle spielt, wie etwa die der Ascuskerne der Ascomyceten bei der Sporenbildung, und bin zu dem Resultat gekommen, dass nichts der Art zu konstatieren ist. Die von den Untersuchungen HARPER's (13) her bekannten Bilder treten hier nicht auf. Trotzdem glaube ich, dass Beziehungen zwischen den Polstrahlen und der Eiballung bestehen, denn ohne Zweifel laufen einige der Strahlen vom Zentralkörper bis an die Peripherie der Eianlage durch.

Die Zerlegung der peripheren Plasmaschicht des Oogons geschieht durch einen Spaltungsprozess. Die Spalten laufen in den dünnen Stellen des plasmatischen Beleges entlang und bilden, von der Oogoberfläche gesehen, ein Netz von Polygonen. Auf radialen Schnitten erhält man nach Vollendung der Teilung Bilder wie Fig. 19 und 20, auf tangentialen wie Fig. 21. Zur Zeit der Abgrenzung der Eizellen treten in ihnen sehr kleine stark färbbare Körper auf (Fig. 19—21), die später, zur Zeit der Eiabrundung (Fig. 22, 23), verschwinden. Aus welcher Substanz die Körper bestehen, vermag ich nicht zu sagen.

Die Eizellen — ihre Zahl schwankt zwischen 2 und 35 — liegen kurz nach ihrer Bildung auf radialen Oogonschnitten kranzförmig und sind an den Stellen, an welchen sie sich berühren, abgeplattet. Erst allmählich, wenn sie sich über den Oogonhohlraum verteilen (Fig. 8), runden sie sich ab und nehmen ziemlich genau Kugelform an (Fig. 22—24). Vom schleimigen Oogoninhalt (angedeutet in den Fig. 10—18) ist zu dieser Zeit nichts mehr nachzuweisen. Vielleicht wird er z. T. bei den Eibildungsprozessen aufgebraucht.

Die Oogonmembran ist farblos, glatt und anfangs sehr dünn. Später wird sie dicker, aber sie bleibt immer ziemlich zart und besitzt an einigen Stellen kreisrunde Tüpfel (Fig. 8, 9, 14).

Die erwachsenen Oogonien sind kugelig, haben einen Durchmesser von 40—80 μ und sitzen am Ende von etwa 10 μ dicken, meist geraden, sehr selten bis spiralgig gewundenen Stielen, deren Länge etwa dem Oogondurchmesser gleichkommt oder ihn um wenig übertrifft. Die Oogonien werden meist in grosser Zahl entwickelt und sind traubig angeordnet. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass auch intercalare und sonst von der Regel abweichende Oogonien bisweilen gebildet werden. Mit der Beschreibung von abweichenden Formen könnte man Seiten füllen.

Antheridienentwicklung.

Die Antheridienäste entspringen aus dem Oogonstiel oder aus dem Faden, welcher den Oogonstiel trägt. Dann und wann kommen

auch Antheridienäste von entfernteren Fäden, doch ist dieser Fall selten. In weitaus der Mehrzahl der Fälle wachsen zu einem Oogonium mehrere Antheridienäste hin (Fig. 6, 8, 9) und schon auf mehr oder minder früher Entwicklungsstufe liegen sie der Oogonwand an (Fig. 2, 3). Nach antheridienfreien Oogonien sucht man vergebens. Das Antheridium wird durch eine Wand abgeschnitten, wenn im Oogonium sich die zentrale Vacuole bereits ausgebildet hat. Zu dieser Zeit enthält das Antheridium ein nicht sehr dichtes Cytoplasma und eine wechselnde Zahl von Kernen (Fig. 2—6), die in ihrer Struktur von denen des Oogons höchstens insofern abweichen, als sie sich weniger intensiv färben. Die Kerne machen im Antheridium etwa gleichzeitig mit denen im Oogonium eine Teilung durch, die der der Oogoniumkerne gleicht. Die Strahlung um die Zentralkörper herum während der Kernteilung ist nicht so deutlich, wie bei der Teilung der Oogonkerne. Wenn die Eizellen ausgebildet sind, treibt das Antheridium, soweit ich beobachtet habe, einen Schlauch ins Oogonium hinein (Fig. 9). Ob als Eingangspforte stets einer der Tüpfel benutzt wird, möchte ich unentschieden lassen. Die Antheridienschläuche können sich sehr verschieden verhalten. Im einfachsten Falle wachsen sie direkt ohne weitere Verzweigung auf je ein Ei los; häufiger verästeln sie sich. Oft entsteht schliesslich ein förmliches Verzweigungssystem, dessen Äste an vier, fünf und mehr Eier herantreten.

Befruchtung und Oosporenbildung.

Über das Bestehen einer Befruchtung sind bei *Saprolegnia monoica* keine Zweifel möglich. Der Antheridienschlauch dringt mit seiner Spitze in das Ei plasma ein, bleibt aber vorläufig geschlossen (Fig. 26). Im Ei sammelt sich an der Eintrittsstelle des Schlauches ein dichteres, sich stark färbendes Plasma an, über dessen Verteilung man sich aus den Figuren 27 und 28 orientiert. Endlich öffnet sich der Antheridienschlauch und entlässt einen von seinen Kernen (Fig. 28), der sich wohl ziemlich schnell zum weiblichen hinbewegt, denn Bilder, die den Kern auf dem Wege von seiner Eintrittsstelle zum Eikern zeigen, sind ziemlich selten. Männlicher und weiblicher Kern legen sich fest aneinander (Fig. 29, 30, 31). Der männliche hat an Grösse bedeutend zugenommen und am weiblichen ist der Zentralkörper nicht mehr nachzuweisen. In beiden beobachtet man ein deutliches Kerngerüst, in dem sich das Chromatin auf gewisse Punkte zusammengezogen hat (Fig. 29—32). Die Grössendifferenz zwischen den Sexualkernen wird immer kleiner, bis man schliesslich den männlichen Kern kaum noch als solchen erkennt (Fig. 31, 32). Die trennenden Membranen zwischen beiden Kernen sind aber immer

noch sichtbar (Fig. 32). Erst nach längerer Zeit verschwinden sie und es bildet sich ein grosser Oosporenkern (Fig. 33).

Während des Kernverschmelzungsprozesses hat sich die Oospore mit einer anfangs dünnen, im Verlauf der Eientwicklung dicker und dicker werdenden Membran umgeben, die aus einer äusseren dünneren und einer inneren dickeren Schicht besteht. Die Oosporenmembran ist glatt und farblos.

Das Ende des Antheridienschlauches wird bald wieder verschlossen. Er enthält eine Reihe von Kernen, die nicht verwendet werden.

Von Kernteilungsfiguren in keimenden Oosporen sind mir nur durch Zufall einige der ersten Stadien zu Gesicht gekommen. Systematische Versuche, Sporen zur Keimung zu bringen, hatten bisher keinen rechten Erfolg.

3. Allgemeine Erörterungen.

Über die Kernverhältnisse im Oogonium.

Auf Grund meiner Befunde will ich die oben erwähnten Streitpunkte diskutieren. Nach meiner Meinung kann es keinem Zweifel unterliegen, dass im Oogon nur eine Kernteilung stattfindet. DAVIS (5) ist der gleichen Ansicht, wie ich, dagegen nimmt, wie schon erwähnt, TROW (33) zwei Kernteilungen an. Ich muss gestehen, dass ich in TROW's Abbildungen und in seiner Schilderung keinen Beweis für das Bestehen zweier Kernteilungen erblicken kann; andererseits kann man auf Grund der Bilder von DAVIS den Beweis für das Stattfinden einer Teilung auch nicht liefern. TROW bemerkt mit Recht, dass DAVIS' Figuren z. T. nach tangentialen Schnitten entworfen sind und tangentiale Schnitte sind nicht entscheidend.

Auf jeden Fall sind TROW's eigene Angaben auffallend und es drängt sich die Frage auf: Wie ist er dazu gekommen? Ich lege mir auf Grund meiner Beobachtungen die Sache so zurecht: Zu der Zeit, in der im Oogon die Kernteilung vor sich geht, ist, wie schon erwähnt, eine schleimerfüllte zentrale Vacuole vorhanden. Ihr Inhalt kontrahiert sich offenbar unter der Wirkung des Alkohols — bei der Entwässerung zum Zwecke der Einbettung — mehr oder minder stark und es kommt häufig vor, dass die Oogonwand mit dem sie innen überkleidenden Protoplasma stellenweise durch die Kontraktion des Vacuoleninhalts nach innen gezogen wird. Oogonien dieses Alters erscheinen daher nicht selten an einer Seite eingedrückt oder gar aufgerissen und die an den Riss anstossenden Ränder nach innen eingebogen. Schneidet man bei bloss eingedrückter Oogonwand

tangential zur Druckstelle, so sieht es aus, als ob das Oogon plasmaerfüllt sei. Kernteilungsfiguren liegen in gewissen Fällen in einigen Schnitten überall, selbst in der Mitte. Auf anderen Schnitten ist zwar die Vacuole getroffen, aber sie erscheint klein und der Protoplasma-belag dementsprechend dick. In beiden Fällen sieht es so aus, als fände schon dann eine Kernteilung im Oogon statt, wenn es noch stark mit Protoplasma erfüllt ist. Bei kritischer Prüfung überzeugt man sich aber bald, dass immer nur eine Teilung stattfindet und zwar dann, wenn der Protoplasma-belag schon sehr dünn geworden ist.

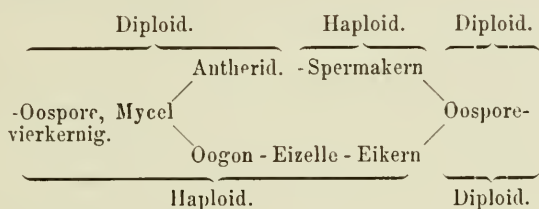
Kernteilungsbilder, wie sie z. T. TROW in seinen Fig. 18, 1–17 gibt, habe ich niemals beobachten können. Ich bin ausser stande, mir zu erklären, wie er zu diesen Bildern kommt. Dass so grosse Unterschiede im Verhalten der Kerne von *Achlya de Baryana* und *Saprolegnia monoica* bestehen sollten, möchte ich vorläufig nicht annehmen, wenn ich auch den Beweis für meine Behauptung im einzelnen schuldig bleiben muss. Nach gelegentlichen Beobachtungen verhält sich *Achlya* gerade so, wie *Saprolegnia*. Genauere Untersuchungen müssen die Frage entscheiden.

Da nach meinen Untersuchungen im *Saprolegnia*-Oogonium die Kerne sich nur einmal simultan teilen, so ist eine Chromosomenreduktion, wie sie TROW (33) vermutet, in hohem Grade unwahrscheinlich. Denn soweit wir bisher wissen, wird die Reduktion durch zwei kurz aufeinanderfolgende Teilungen bewirkt und die finden bei *Saprolegnia monoica* jedenfalls nicht statt. Die Kernteilung im Oogon und die ihr vorausgehende liegen weit auseinander. Ausserdem unterscheiden sich die Kernteilungsfiguren nicht wesentlich. Ich schätze die Zahl der Chromosomen bei *S. monoica* auf etwa 10 bis 14, während TROW bei der ersten Karyokinese acht, bei der zweiten vier Chromosomen gefunden haben will. Die Differenzen in TROW's und meinen Angaben sind gross, aber bei der Winzigkeit der Chromosomen nicht überraschend.

Scheint es mir nach dem oben Ausgeführten schon zwecklos, die Reduktionsteilung im Oogonium suchen zu wollen, so habe ich andererseits Anhaltspunkte dafür, dass sich die Chromosomenreduktion bei der Keimung der Oospore vollzieht. Einzelne Bilder von Kernen in solchen Oosporen, die mit dem überimpften Mycel in die Kulturen gekommen waren, können nur als Stadien einer heterotypischen Kernteilung gedeutet werden.

Wenn es richtig ist, dass die Reduktionsteilung bei der Oosporenkeimung vollzogen wird, so lägen bei *Saprolegnia* dieselben Verhältnisse vor, die ALLEN (1) bei der Zygotenkeimung von *Coleochaete* festgestellt hat und die wohl auch bei anderen grünen Algen mit Einschluss der Characeen sich zeigen werden. Eine Generation mit doppelter Chromosomenzahl gäbe es dann bei *Sapro-*

legnia nicht. Die Oospore wäre zwar diploidisch, aber ihre Chromosomen bivalent, daher die Zahl der Chromosomen die gleiche wie im Gametophyten. Trotz der Zahlengleichheit sehe ich keinen Grund, weshalb man bei *Saprolegnia* die diploidische Oospore nicht als Sporophyten bezeichnen soll. Auch bei den Archegoniaten halte ich es im Gegensatz zu COULTER und CHAMBERLAIN (3) für besser, den Gametophyten nicht mit den sog. Mikrosporen- und Makrosporenmutterzellen (Gonotokonten) beginnen zu lassen, sondern mit den Mikro- und Makrosporen (Gonen) selbst. Im Prozess der Reduktionsteilung sehe ich also, um es kurz zu sagen, eine Betätigung des Sporophyten. Erst wenn der Prozess vollendet ist, lässt man zweckmässig den Gametophyten beginnen. Schematisch kann man den Entwicklungsgang von *Saprolegnia monoica* so darstellen, (die obere Klammer deutet die Verteilung der Generationen nach TROW, die untere nach meiner Auffassung an):



Trifft, wie ich vermute, meine Auffassung zu, so verdienen auch die Kernverhältnisse bei den *Monoblepharideae*, *Albuginaceae* und *Peronosporaceae* eine erneute Prüfung.

Bei den *Monoblepharidaceae* gibt VON LAGERHEIM (17) überhaupt keine Kernteilung im Oogon an. Über die Kernverhältnisse des jungen Oogons und Antheridiums weiss man nichts. Bei *Pythium* haben TROW (32) und MIYAKE (18) nur eine Kernteilung im Oogon gefunden. Bei den untersuchten *Albugo*-Arten sind von STEVENS (25—29) und RUHLAND (21) zwei Teilungen festgestellt. Nur bei *Albugo candida* sind die Angaben nicht ganz sicher. Bei *Peronospora* (37) hat WAGER nur eine, RUHLAND (21) zwei Teilungen beschrieben. Bei *Plasmopara* sollen nach ROSENBERG (19) und RUHLAND (21) zwei Teilungen vorkommen:

Die Verschiedenheit der Angaben könnte ihre Ursache entweder in einer Verschiedenheit der Objekte oder aber in der Unzulänglichkeit der Beobachtungen haben. Nur zuverlässige Neuuntersuchungen können die Entscheidung für die eine oder die andere Möglichkeit bringen. ROSENBERG ist auf Grund seiner Untersuchungen an *Plasmopara alpina* geneigt, die Teilungen im Oogon für allotypisch zu halten. Er meint, „dass das Vorhandensein von Synapsis und Sichelstadium in den Kernen, während des ersten Teilungsschrittes, auf eine Chromosomenreduktion deutet“. RUHLAND führt andererseits

an, der Vergleich der ersten Teilungsfiguren im Oogon mit den unzweifelhaft typischen Karyokinesen bei der Bildung der Conidien zeige, dass von Reduktionsteilung keine Rede sein könne. Wenn man die Chromosomen auch nicht exakt zählen könne, so sei doch soviel klar, dass die eine Chromosomenzahl nicht doppelt so gross sei, wie die andere. Viel eher, meint er, käme die zweite Teilung im Oogon als Reduktionsteilung in betracht, indessen sei die Deutung schwierig.

Ich glaube, dass die wenigen, durchaus lückenhaften Beobachtungen, die ich an *Saprolegniasporen* machen konnte, auch auf die *Albuginaceae* und *Peronosporaceae* ein Licht werfen und dass wir nach der Reduktionsteilung bei diesen Gattungen in der keimenden Oospore zu suchen haben.

Die Frage nach der Natur der stark färbbaren Körper in der Nähe der Sperma- und Eikerne.

Auf Grund meiner Untersuchungen kann es nicht zweifelhaft sein, dass die stark färbbaren Körperchen an den Kernen, die auch TROW (33) und DAVIS (5) abbilden, Zentralkörper sind. An den Kernen der allerjüngsten Oogonentwicklungsstufen gelang es mir bisher nicht, sie nachzuweisen, wohl aber sind sie an dem einen oder anderen Kern etwas älterer Oogonien als winzig kleine, aber scharf begrenzte Pünktchen zu sehen (Fig. 4, 5, 6), von denen in manchen Fällen eine schwache Strahlung ausgeht. Wie sie sich während der allerersten Kernteilungsstadien verhalten, konnte ich nicht feststellen, aber an jedem Pole der entwickelten Spindel liegen wieder dieselben, mit Strahlung umgebenen Körperchen (Fig. 7, 13). Bei der Kernteilung bekommt jeder Tochterkern eines von ihnen mit. Das Zentralkörperchen nimmt stets die Spitze eines schnabelförmigen Kernfortsatzes ein (Fig. 13—27). In diesem Punkte weichen meine Ergebnisse also sowohl von denen TROW's, der in der Annahme der Zentralkörpernatur dieser Gebilde mit mir übereinstimmt, wie auch von denen DAVIS' ab, der sie mit den Coenocentren der *Peronosporaceae* in Beziehung bringt. Ich glaube, dass an der Richtigkeit meiner Untersuchungsergebnisse um so weniger zu zweifeln ist, als sie in voller Übereinstimmung mit dem stehen, was man in letzter Zeit über die Kernteilung der *Ascomyceten* festgestellt hat. Man braucht nur die Figuren vor allem von HARPER (12—15) und GUILLIERMOND (9—11) mit meinen zu vergleichen, um sofort zu sehen, dass die Kernteilungsvorgänge bei den *Saprolegnien* und den *Ascomyceten* weitgehend übereinstimmen, offenbar nicht zufällig. Bei den *Peronosporaceae* sind leider die Eibildungsprozesse nicht so weit ins Detail verfolgt. Ich vermute, dass man auch dort, um es kurz zu sagen,

geschnäbelte Kerne mit Centrosomen an der Schnabelspitze finden wird. Die Anfangsstadien der Kernteilung stimmen mit denen von *Saprolegnia* vollkommen überein. Man vergleiche die Fig. 1—5 von RUHLAND (21) oder die Fig. 20—23 von ROSENBERG (19) mit meinen Fig. 4—7, 10—13. Vom Augenblick des Verschwindens des Eikernschnabels ab gelang es mir nicht mehr, den Zentralkörper zu finden. Sein Verhalten bei der Befruchtung klar zu legen, ist mir also ebensowenig gelungen wie TROW. Nach den neueren Untersuchungen HARPER's über *Phyllactinia* (15) ist es wahrscheinlich, dass bei der Verschmelzung der Kerne auch die Zentralkörper sich vereinigen. Für die Kernverschmelzung im jungen Ascus bei *Phyllactinia* muss der Nachweis als erbracht angesehen werden (HARPER 15), dagegen weiss man über das Verhalten der Zentralkörper der Sexualkerne auch bei *Phyllactinia* nichts Näheres. Es wäre interessant, zu untersuchen, ob bei den Pilzen vielleicht ganz allgemein eine Abweichung vom BOVERI'schen Schema (2) der Kernverschmelzung vorkommt.

Es ist wahrscheinlich, dass den *Saprolegnia*-Kernen aller Entwicklungsstufen Zentralkörper zukommen. Für die Stadien von den älteren Eikernen bis zu den jüngeren Oogonkernen wäre der Nachweis noch zu liefern. Von den Kernen im Oogon kann man schon jetzt sagen, dass sie wie die der *Ascomyceten* (z. B. *Phyllactinia*, HARPER 15) polarisiert sind. Der Zentralkörper ist nicht bloss ein färbbarer Körper, sondern die Chromosomen sind mit ihm sicher zeitweise, wahrscheinlich dauernd verbunden und stehen unter seinem Einfluss. Ruhende Kerne besitzen einen, in Teilung begriffene Kerne zwei Zentralkörper, erstere sind uni-, letztere bipolar. Die Wiederherstellung der Tochterkerne, soweit sie bisher zu verfolgen war, geschieht unter dem Einfluss von Zentralkörpern.

Die Anschauung DAVIS' (5, 7) erledigt sich damit von selbst. Mit den Coenocentren der *Peronosporaeen* haben die oben als Zentralkörper angesprochenen Gebilde nichts zu tun.

Hier mögen einige Worte über das Ovocentrum TROW's (33) gesagt werden. Wie schon erwähnt, versteht TROW darunter eine Ansammlung von dichterem, stärker färbbarem Plasma um den Eikern herum. An stark gefärbtem Material kann man eine solche Ansammlung wohl beobachten, aber an Präparaten, die mit Saffranin-Gentianaviolett-Orange gefärbt und gut differenziert sind, findet man kaum eine Andeutung davon. Der Terminus Ovocentrum scheint mir entbehrlich zu sein.

Die Sexualität der *Saprolegnien*.

Wenn ich dann endlich noch die Frage nach dem Vorhandensein eines Sexualaktes bei *Saprolegnia monoica* hier besprechen soll, so

bleibt darüber wenig zu sagen. An der Sexualität dieser Spezies ist nicht zu zweifeln. Im Gegensatz zu DAVIS (5) will ich hier betonen, dass ich während meiner Untersuchungen niemals zwei- oder dreikernige Eier beobachtet habe, obwohl ich auf diesen Punkt ganz besonders meine Aufmerksamkeit richtete. Wenn DAVIS (5) von sich behauptet: „I found that binucleate eggs, young and old, were quite common in an apandrous¹⁾ form of *Saprolegnia mixta*, and that by the methods of oogenesis bi- and trinucleate eggs might be expected in any of the Saprolegniales“, so kann ich dem natürlich nicht widersprechen, da ich *Saprolegnia mixta* nicht untersucht habe, aber ich möchte doch zu bedenken geben, dass man die plasmaarmen Antheridienschläuche leicht übersehen kann. Vielleicht waren die „binucleate eggs“ junge zweikernige Oosporen.

Der von DAVIS geforderte Beweis der Verschmelzung von Antheridienästen und Eiern ist schon von TROW (31, 33) erbracht und ich kann TROW's Angaben auf Grund vieler Beobachtungen bestätigen. Man sieht am lebenden Objekt schon bei mittlerer Vergrößerung an günstig liegenden Oogonien die Antheridienäste zu den Eiern hinwachsen und sich an sie anlegen. Durch das Studium von fixierten und gefärbten Schnittpräparaten ergänzt man die Beobachtungen am lebenden Objekt dahin, dass der Schlauch sich nach dem Eindringen in das Ei öffnet und einen Kern entlässt, der mit dem Eikern nach längerer Zeit verschmilzt.

Die Sexualität bei einer Reihe von *Saprolegniaceae* ist endgültig erwiesen. Andere Formen sind sicher apogam. Es wird eine schwierige, aber lohnende Aufgabe sein, die Cytologie der sexuellen und apogamen Formen miteinander zu vergleichen.

Zusammenfassung.

Saprolegnia monoica entwickelt Antheridien und Oogonien. Die Oogonien sind im Jugendzustande plasmaerfüllt und enthalten viele Kerne. Später tritt eine von der Oogonmitte gegen die Peripherie hin fortschreitende Degeneration von Plasma und Kernen ein, die so lange anhält, bis nur noch ein dünner Plasmabelag mit wenigen Kernen übrig ist. Die Kerne teilen sich einmal simultan mitotisch. Das gleiche gibt DAVIS an, während TROW zwei Teilungen beobachtet haben will. Um einige der Tochterkerne ballen sich die Eier. Jedes Ei ist einkernig; der Eikern zeigt anfangs ein Centrosom. Die Antheridien treiben durch die Tüpfel der Oogonmembran hindurch Fortsätze ins Oogoniumere hinein, die entweder einfach bleiben oder sich verzweigen, in jedem Falle aber sich an die Eizellen an-

1) Von mir gesperrt.

legen und einen Kern in sie hineingeben, der mit dem Eikern verschmilzt. Infolgedessen sind ältere Oosporen stets einkernig.

Die von DAVIS für Coenocentren gehaltenen, stark färbbaren Körper in der Nähe der Kerne der Eizellen sind identisch mit den oben erwähnten Centrosomen, die an der Spitze eines vom Kern ausgehenden Schnabels liegen.

Eine Reduktion der Chromosomen findet im Oogon nicht statt. Einige Kernbilder aus älteren Oosporen lassen kaum noch Zweifel, dass sie sich erst in der keimenden Oospore vollzieht.

Literatur.

1. ALLEN, C. E., Die Keimung der Zygote bei *Coleochaete*. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1905. **23**, 285—292.
2. BOVERI, Th., Das Problem der Befruchtung. Jena 1902.
3. COULTER, J. M. and CHAMBERLAIN, C. J., Morphology of Angiosperms. New York 1903.
4. DAVIS, B. M., The fertilisation of *Albugo candida*. Botanical Gazette 1900. **29**, 297 - 311.
5. —, Oogenesis in *Saprolegnia*. Botanical Gazette 1903. **35**, 233—250, 320—350.
6. —, Referat über Rosenberg, Botanical Gazette 1903. **36**, 154—155.
7. —, Fertilisation in the Saprolegniales. Botanical Gazette 1905. **39**, 61—64.
8. FISCHER, A., Phycomycetes. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. II. Aufl. 1892. **1**, 4 Leipzig.
9. GUILLIERMOND, A., Contribution à l'étude de la formation des asques et de l'épiplasme des Ascomycètes I. Revue générale de Botanique. 1903. **16**, 10—66.
10. —, Recherches sur la karyokinèse chez les Ascomycètes. Revue générale de Botanique. 1904. **16**, 129—153.
11. —, Remarques sur la Karyokinèse des Ascomycètes. Annales Mycologici 1905. **3**, 343 - 361.
12. HARPER, R. A., Beiträge zur Kenntnis der Kernteilung und Sporenbildung im Ascus. Ber. der deutschen Bot. Gesellschaft 1895. **13**, (67) - (78).
13. —, Kernteilung und freie Zellbildung im Ascus. Jahrb. für wissenschaftliche Botanik. 1897. **30**, 249—284.
14. —, Sexual reproduction in *Pyronema confluens* and the morphology of the ascocarp. Ann. of Botany 1900. **14**, 321—400.
15. —, Sexual reproduction and the organisation of the nucleus in certain mildews. Carnegie institution of Washington. Publication No. 37. Washington DC. 1905.
16. HUMPHREY, J. E., The Saprolegniaceae of the United States, with notes on other Species. Transactions of the American Philosophical Society, Philadelphia 1893. **17**, 63 - 148.
17. LAGERHEIM, G. VON, Untersuchungen über die Monoblepharideen. Bihang till K. Svenska, Vet.-Akad. Handl. 1900. **25**, Afd. 3, Nr. 8.

18. MIYAKE, K., The fertilisation of *Pythium de Baryanum*. Ann. of Botany 1901. **15**, 653—667.
19. ROSENBERG, O., Über die Befruchtung von *Plasmopara alpina* (Johans.). Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. 1903. **28**, Afd. 3. Nr. 10. 1—20.
20. RUHLAND, W., Die Befruchtung von *Albugo Lepigoni* und einigen Peronosporéen. Hedwigia 1902. **41**, 179.
21. —, Studien über die Befruchtung der *Albugo Lepigoni* und einiger Peronosporéen. Jahrb. f. wissenschaftliche Bot. 1904. **39**, 135—166.
22. —, Zur Kenntnis der intracellularen Karyogamie bei den Basidiomyceten. Bot. Zeitung 1901. **58**, 187—206.
23. SCHRÖTER, J., Engler und Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien **1**. 1. 93—107. Saprolegniaceae. Monoblepharidaceae. Leipzig 1897.
24. —, Die Pilze Schlesiens. Kryptogamenflora von Schlesien. Herausgegeben von F. Cohn. Breslau 1889. **3**, 1. 175—257.
25. STEVENS, F. L., The compound oosphere of *Albugo Bliti*. Botan. Gazette 1899 **28**, 149—176, 225—245.
26. —, Die Gametogenese und Befruchtung bei *Albugo*. Ber. d. deutschen Bot. Ges. 1901. **19**, 171—176.
27. —, Gametogenesis and Fertilisation in *Albugo*. Botan. Gazette 1901. **32**, 77—98, 157—169, 238—261.
28. —, Studies in the fertilisation of Phycomycetes. Botan. Gazette 1902. **34**, 420—425
29. —, Oogonesis and fertilisation in *Albugo Ipomoeae* - *Panduranae*. Botanical Gazette 1904. **38**, 300—302.
30. TROW, A. H., The Karyology of *Saprolegnia*. Ann. of Bot. 1895. **9**, 609—652.
31. —, Observations on the biology and cytology of a new variety of *Achlya Americana*. Ann. of Bot. 1899. **13**, 131—179.
32. —, Observations on the biology and cytology of *Pythium ultimum*. Ann. of Botany 1901. **15**, 269—312.
33. —, On fertilisation in the Saprolegniaceae. Ann. of Botany 1904. **18**, 541—569.
34. —, Fertilisation in the Saprolegniales. Botanical Gazette 1905. **39**, 300.
35. WAGER, H., Observations on the structure of the nuclei of *Peronospora parasitica*. Ann. of Bot. 1889. **4**, 127—146.
36. —, On the structure and reproduction of *Cystopus candidus* Lev. Ann. of Bot. 1896. **10**, 295—342.
37. —, On the fertilisation of *Peronospora parasitica*. Ann. of Bot. 1901. **14**, 263—279.

Figurenerklärung.

Sämtliche Figuren beziehen sich auf *Saprolegnia monoica* und wurden mit Hilfe des ABBE'schen Zeichenapparates nach Schnitten gezeichnet, die mit Safranin Gentianaviolett-Orange gefärbt waren.

Vergrößerung der Fig. 1—9 570:1. Zeiss Comp. Ocular 4. Homog. Imm. 2 mm. Ap. 1,4, der Fig. 10—33 1530:1. Zeiss Comp. Ocular 12. Homog. Imm. 2 mm. Ap. 1,4.

Tafel VI.

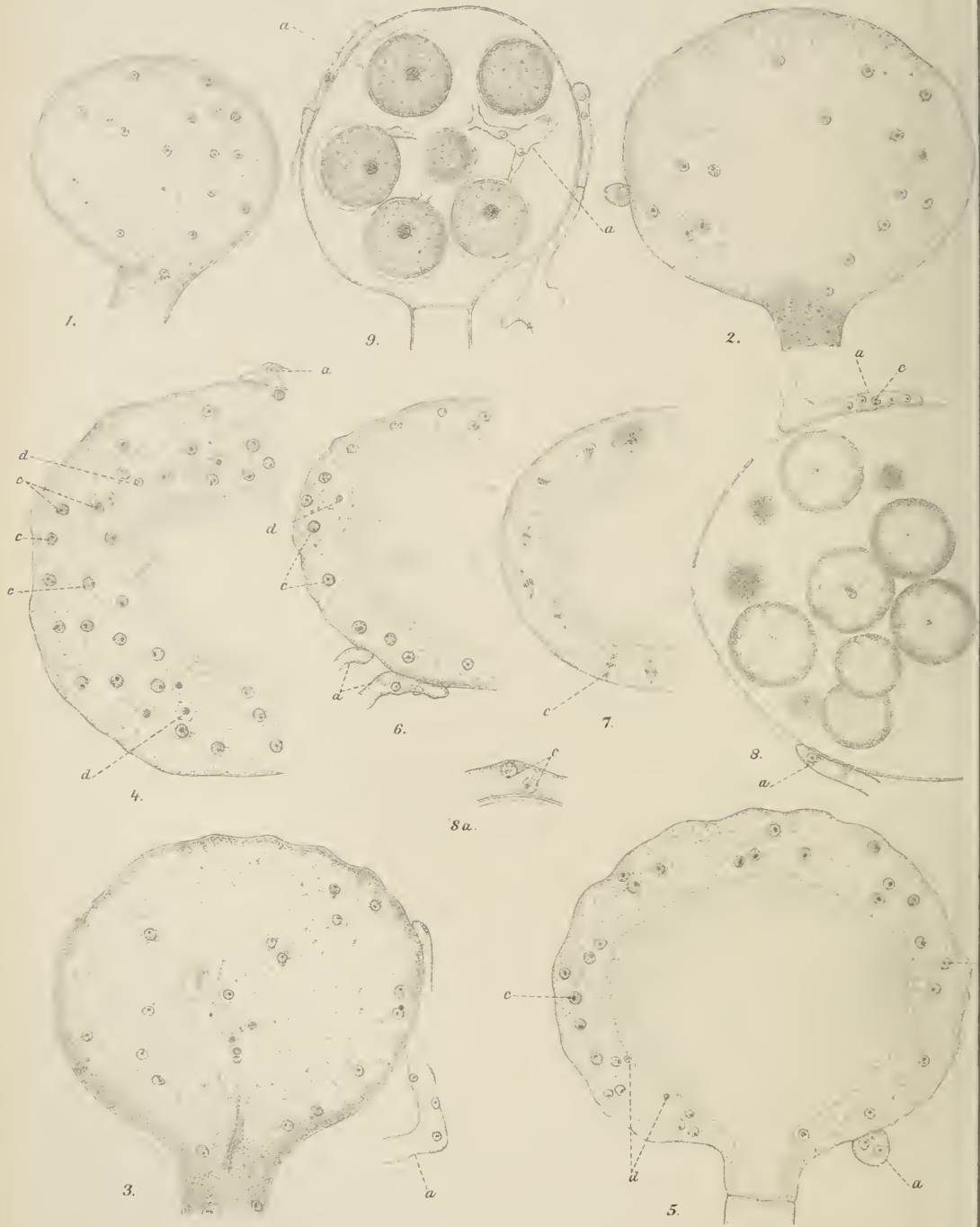
- Fig. 1. Radialer Längsschnitt durch ein halberwachsenes Oogonium.
.. 2. Radialer Längsschnitt durch ein etwas älteres Oogonium. Im Stiel beobachtet man eine starke Plasmaansammlung. Am linken Oogonrand liegt ein querschnittener Antheridienast.
.. 3. Radialer Längsschnitt durch ein Oogonium zur Zeit des Beginns der Plasma- und Kerndegeneration. In einem unregelmässig umrissenen Bezirk ist das Plasma bereits degeneriert. Am rechten Oogonrande ist ein Antheridienast teilweise längs geschnitten.
.. 4. Oogonquerschnitt. Protoplasma in der Mitte des Schnittes bereits degeneriert. Im wandständigen Cytoplasma intakte Kerne (z. T. mit deutlichem Zentralkörper *c*) und in Degeneration begriffene *d*. Zwei Antheridienäste sind getroffen.
.. 5. Radialer Längsschnitt durch ein älteres Oogon. Wandständiger Plasmabelag ziemlich dünn. Einzelne Kerne mit Zentralkörpern *c, d* degenerierte Kerne. Rechts unten ein Antheridienast querschnittener. Im Oogonstiel ist bereits eine Wand gebildet.
.. 6. Oogonium quer geschnitten. Der wandständige Protoplasma- belag ist sehr dünn geworden. *c* Zentralkörper, *d* degenerierter Kern, *a* Antheridienäste.
.. 7. Oogoniumquerschnitt. Kerne in Teilung. An den Spindelpolen liegen Zentralkörper.
.. 8. Oogonium mit elf Eizellen. Vier davon sind nur eben noch getroffen. Zwei Antheridienäste *a*, im oberen einzelne Kerne mit Zentralkörpern. Fig. 8a. Vergrößerung 1530:1. Stück eines Antheridienastes mit zwei Kernen mit je einem Zentralkörper.
.. 9. Oogonium, längsgeschnitten, mit Oosporen. Zwei Antheridien *a*, von denen eines einen verästelten Schlauch getrieben hat.
.. 10–18. Stücke aus dem Plasmabelag verschieden alter Oogonien. *a* Antheridienast, *d* degenerierende Kerne, *c* Zentralkörper.
.. 10–12. Stadien mit ruhenden Kernen.
.. 13. Kernteilung im Oogon (vgl. Fig. 7).
.. 14–15. Tochterkerne. An ihrem zugespitzten Ende liegt ein Zentralkörper und in dessen Nähe das Chromatin.

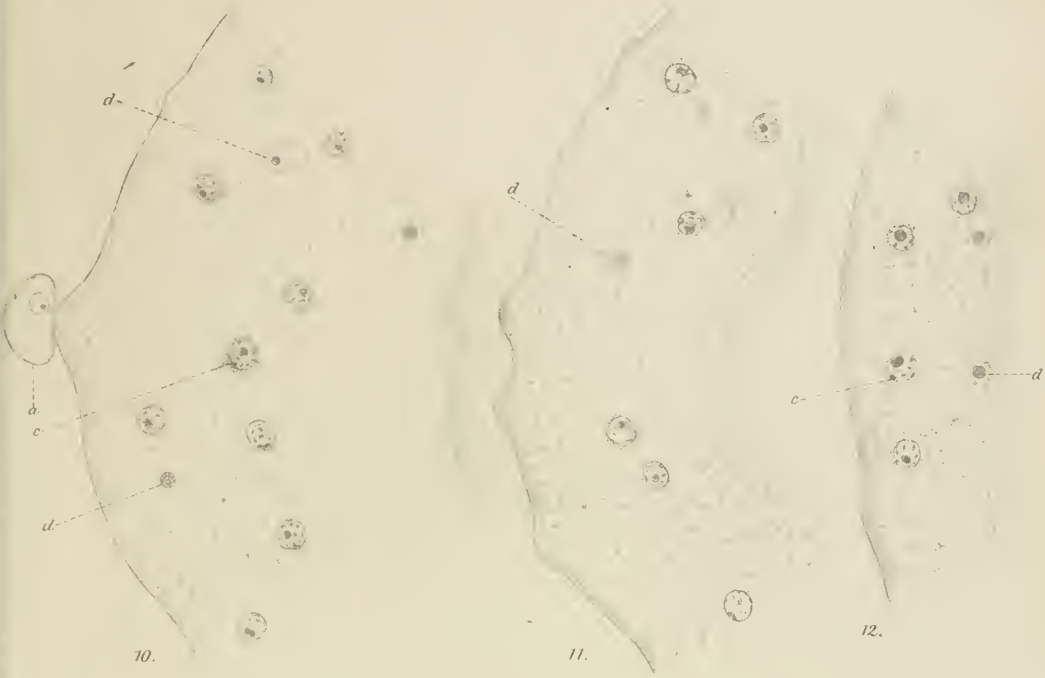
Tafel VII.

- Fig. 15 u. 16. Erste Stadien der Eibildung. In der Nähe jedes Kerns hat das Cytoplasma an Menge zugenommen.
.. 17 u. 18. Die Eianlagen haben sich vergrößert.
.. 19 u. 20. Junge noch nicht abgerundete, peripher gelegene Eizellen.
.. 21. Junge, tangential durchgeschnittene Eizellen.
.. 22–24. Junge, in verschiedenen Stadien der Abrundung begriffene Eizellen.
.. 25. Eizelle kurz vor der Befruchtung.
.. 26. In das Ei rechts dringt ein Antheridien Schlauch ein. Der Schlauch ist noch ungeöffnet. An seiner Spitze liegt ein Kern.
.. 27 u. 28. Geöffnete Antheridien schläuche. In dem in Fig. 27 abgebildeten Schnitte ist der männliche Kern nicht getroffen.
.. 29–33. Verschiedene Stadien der Verschmelzung des männlichen mit dem weiblichen Kerne.

Berlin NW, 7, Dorotheenstrasse 5, den 30. Oktober 1907.

Botanisches Institut.





10.

11.

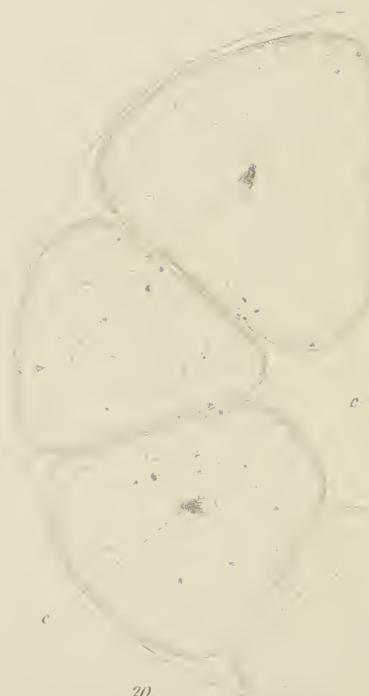
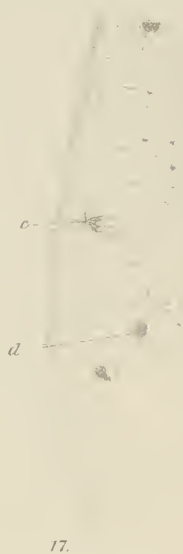
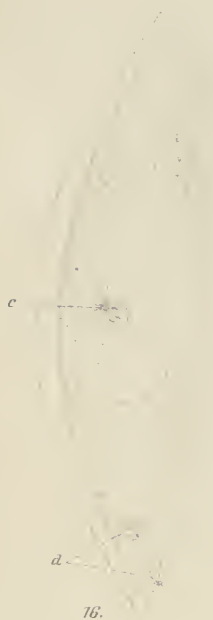
12.

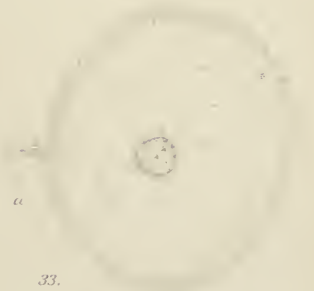
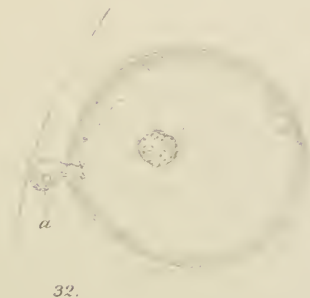
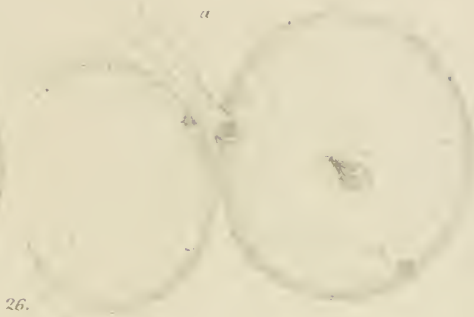


13.

14.

15.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Claussen [Claußen] P.

Artikel/Article: [Über Eientwicklung und Befruchtung bei Saprolegnia monoica. 144-161](#)