

## 10. Wilhelm Heidinger: Die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*.

Mit Doppeltafel XIX und 18 Textfiguren.

Eingegangen am 30. Dezember 1907.

### A. Einleitung.

Das Problem der Entwicklung der Sexualorgane bei der Gattung *Vaucheria* hat schon eine Reihe namhafter Forscher beschäftigt. Seit VAUCHER 1803 der Vermutung Ausdruck gegeben hat, dass im „Hörnchen“ der befruchtende Staub gebildet werde, wurden die verschiedensten Ansichten über die morphologische und physiologische Bedeutung der Antheridien und Oogonien geäußert, bis im Jahre 1855 PRINGSHEIM auf Grund genauer Beobachtungen den Befruchtungsvorgang bei *Vaucheria sessilis* schildern und damit die Sexualität sicherstellen konnte. Dieser grundlegenden Arbeit folgten bald andere, durch welche das Ergebnis PRINGSHEIM's bestätigt und bei einer grossen Zahl von Arten der Gang der Entwicklung der Sexualorgane, soweit rein äusserliche Momente in Betracht kommen, dargelegt wurde.

Aber nun erhob sich eine neue Streitfrage; sie betraf das Verhalten der Kerne im Oogonium, und das Chaos der zutage tretenden Meinungen erinnert lebhaft an die Phase des Vaucheriaproblems vor PRINGSHEIM. In der Annahme, dass in der jungen Oogonanlage mehrere Kerne vorhanden seien, herrschte zwar völlige Übereinstimmung, aber die Zygote wurde bald als ein-, bald als mehrkernig bezeichnet. Eine einkernige Oospore forderte eine Erklärung über die Herkunft des einen Kerns und den Verbleib der übrigen, und diese Frage erfuhr eine nur wenig zuverlässige Beantwortung. Sind die früheren Irrtümer wohl zweifellos auf mangelhafte mikroskopische Hilfsmittel zurückzuführen, so versagten in der Kernfrage die zur Lösung angewandten Methoden, nämlich die Färbung und Untersuchung ganzer Fäden.

Im Jahre 1894 nahm OLTMANNS unter besonderer Betonung der inneren Vorgänge das Problem der Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria* in Angriff, um es, wie seinerzeit PRINGSHEIM dasjenige der Sexualität, seiner endgültigen Lösung entgegenzubringen. Seine Untersuchung, welche die Beobachtung des Lebenden mit Mikrotomschnitten zu gegenseitiger Ergänzung kombinierte, förderte ein Resultat zutage, das am Ende der Arbeit, wie folgt, zusammengefasst ist:

„Die jungen Oogonien von *Vaucheria* enthalten eine grosse Anzahl von Kernen in annähernd gleicher Verteilung. Späterhin wandert ein Teil des Protoplasmas mit Chlorophyllkörpern und fast allen Kernen in den Tragfaden zurück. Nur ein Kern, der zukünftige Eikern, bleibt im Oogonium, welches erst durch eine Wand vom vegetativen Faden abgeschnitten wird, wenn alle übrigen Kerne usw. ausgewandert sind.“ —

Dieses Resultat blieb zehn Jahre ohne Widerspruch, bis im Jahre 1904 B. M. DAVIS in Chicago mit einer neuen Erklärung für die Entstehung des einkernigen Eis aus der vielkernigen Oogonanlage hervortrat. Angeregt wurde DAVIS zu seiner Untersuchung einmal dadurch, dass die von OLTMANNS behauptete Kernrückwanderung in der Oogenese anderer Organismen keine Parallele finde, und dann durch den Umstand, dass diese Art der Entledigung überflüssiger Kerne in Widerspruch stehe mit derjenigen verwandter Pilze, der Saprolegnien, einiger Peronosporales und gewisser Ascomyceten, bei denen Kerndegeneration stattfindet, der alle Kerne bis auf den bzw. die Eikerne zum Opfer fallen. Diese Kerndegeneration hält DAVIS auch für die *Vaucherien* zutreffend, und er findet sie bei der von ihm untersuchten *Vaucheria geminata* var. *racemosa*. Die zur Sache gehörige Stelle des „Summary of the investigation of *Vaucheria*“ lautet:

„The Oogonium is multinucleate at the time the cross wall is formed; but even then there is evidence of the degeneration which becomes much more pronounced later. In older oogonia the degenerating nuclei are found chiefly in the periplasm. They become exceedingly small, the nuclear membrane disappearing first, and finally nothing remains but granular matter, apparently nucleolar, which is finally lost in the cytoplasm of the cell. A single nucleus survives the general processes of degeneration. This becomes the gamete nucleus —“

Diese zwei Ansichten sind in ihrer Gegensätzlichkeit unüberbrückbar, es müsste denn bei den verschiedenen Spezies ein verschiedenes Verhalten der Kerne im Gang der Oogenese angenommen werden. Jedenfalls war durch die Publikation von DAVIS eine neue Untersuchung notwendig geworden, und ich unterzog mich mit

Freuden der Arbeit, als Herr Prof. OLTMANNS die Freundlichkeit hatte, mich mit derselben zu betrauen. Ich danke an dieser Stelle Herrn Prof. OLTMANNS für seine freundliche Unterstützung, und sage gleichzeitig Herrn Dr. P. CLAUSSEN meinen Dank, denn er hat mir bei den mannigfachen Untersuchungen vielfach seine Hilfe angedeihen lassen.

Um die Streitfrage zu einem befriedigenden Ende zu bringen, erschien es wünschenswert, die Untersuchung nicht auf das von den beiden Gegnern bearbeitete Material zu beschränken, sondern über möglichst viele den verschiedenen Gruppen der Gattung angehörige Arten auszudehnen. Es wurden deshalb untersucht aus der Gruppe

I. der Corniculatae sessiles

*Vaucheria pachyderma* Walz,

II. der Corniculatae racemosae

*Vaucheria arrhyncha*, eine vom Verfasser entdeckte neue Art,

*Vaucheria terrestris*,

III. der Anomalae

*Vaucheria geminata* und

IV. *Woroninia dichotoma*, die unter diesem Namen durch den Grafen zu SOLMS-LAUBACH als neue Gattung von den *Vaucherien* abgetrennt wurde.

## B. Methode.

Das Material stammt mit Ausnahme der *Woroninia dichotoma* aus der näheren oder weiteren Umgebung Freiburgs und wurde, nachdem es an Ort und Stelle vom grössten Schmutz gereinigt war, in sauberem Papier vom Standort ins Institut getragen, wo ich es in gewöhnlichen Einnachegläsern in Quellwasser, das einem laufenden, nicht an die Wasserleitung angeschlossenen Brunnen entnommen wurde, kultivierte. Darin fruktifizierten fast alle Arten innerhalb 8—14 Tagen, die einen mehr, die andern weniger reichlich.

Nur *Vaucheria terrestris* machte Schwierigkeiten. Sie erzeugte nur an den Fäden Sexualorgane, die an der Wand des Gefässes hinaufgeklüffert waren und aus dem Wasser hervorragten. Dieser Umstand bewog mich, ihr die gewünschten Bedingungen zu bieten, indem ich „Petriscalen“ von 10 cm Durchmesser und 2 cm Höhe zur Anwendung brachte.

Diese Kulturgefässe haben den grossen Vorteil, dass man in ihnen die in der Natur auftretenden Differenzen der Wassermenge bis zu einem gewissen Grade imitieren kann. Man bringt in die Schale ein Stück des aus dem Freien geholten kurz geschorenen Rasens

und füllt soviel Wasser auf, dass der Rasen gerade bedeckt ist. Die Alge, die nun unter den für ihr vegetatives Wachstum günstigen Bedingungen steht, treibt horizontal nach allen Seiten lange kräftige Fäden. Diejenigen, welche vertikal wachsen, sind gezwungen sich umzubiegen. Nach etwa acht Tagen saugt man das Wasser nach und nach soweit ab, dass es nur noch in ganz dünner Schicht den Boden des Gefässes bedeckt. Schon nach wenigen Tagen setzt unter diesen neuen Verhältnissen eine reichliche Fruktifikation ein, und die Entwicklung lässt sich wenigstens in ihren grossen Zügen mit schwacher Vergrösserung ohne grosse Mühe verfolgen.

Zur Beobachtung intimerer Vorgänge kann man natürlich die Feuchte-Kammerkulturen nicht entbehren, und die kontinuierliche Beobachtung dieser erfordert viel Geduld, die in manch durchwachter Nacht auf die Probe gestellt wurde. Namentlich war das der Fall bei der Untersuchung von Algen aus der Gruppe der Corniculatae racemosae und der Anomalae: denn abgesehen davon, dass infolge der bei nächtlicher Beobachtung nötigen zeitweiligen grellen Beleuchtung viele Anlagen zugrunde gehen, verschieben sich die vielfach gekrümmten Organe dieser Gruppen während der Beobachtung häufig so ungünstig, dass das Resultat unsicher wird. Dazu kommt noch die verhältnismässig lange Dauer der Entwicklung, innerhalb welcher einzelne wichtige Stadien immerhin rasch vorüberziehende Erscheinungen sind.

Normal wachsende *Vaucherien* halten sich in ihrer Entwicklung meist an bestimmte Zeiten; es ist darum unerlässlich, vor der Fixierung die für gewünschte Stadien entsprechenden Zeiträume genau festgestellt zu haben. Ohne diese Kontrolle ist es wohl kaum möglich, mit Sicherheit in den Schnitten sich zurechtzufinden, und dann ist vagen Erklärungen Tür und Tor geöffnet. Ein Beispiel möge das Gesagte erläutern: *Vaucheria pachyderma* zeigt das die Membranbildung einleitende Riss-Stadium mit nur geringen Verschiebungen zwischen 7 und 10 Uhr abends. Demnach kann man dieses Stadium nur bekommen, wenn man innerhalb der genannten Zeit fixiert. Wer etwa nur vormittags oder früh am Nachmittag die Fixierung vornähme, würde in seinen Präparaten vergeblich nach Oogonien dieser Entwicklungsstufe suchen. Wohl aber könnten Vakuolen, die zufällig an der Basis jüngerer Oogonien sich befinden, oder inhaltsleere Stellen, die vielleicht durch eine Verletzung des Fadens hervorgerufen worden sind, dazu verleiten, solche Bilder als normale Rissstadien zu betrachten. Es leuchtet ein, dass auf diese Weise Irrtümer entstehen können, die eine sorgfältige Verfolgung der Entwicklung am lebenden Objekt unmöglich gemacht hätte. Die Beispiele liessen sich für jede einzelne Entwicklungsphase vermehren. Die erforderliche Kontrolle lässt sich leicht mit



den oben beschriebenen Schalenkulturen anstellen und kann sich bei kleineren Rasen mit Hilfe des Mikroskops sogar über die ungefähre Zahl der in einem Paraffinblock enthaltenen bestimmten Stadien erstrecken, so dass ein Irrtum in der Erklärung der Schnitte nahezu vollständig ausgeschlossen ist.

Auch die Fixierung erfolgt in Schalenkulturen auf die denkbar einfachste Weise. Während bei Topfkulturen einzelne Büschel mit der Pinzette ausgezupft werden müssen, ein Verfahren, das nicht nur mühsam ist, sondern auch andere leicht begreifliche Nachteile mit sich bringen kann, hat man bei Schalenkulturen nur das Wasser abzugiesen und durch die Fixierungsflüssigkeit zu ersetzen. Wenn diese die nötige Zeit eingewirkt hat, trennt man die Fäden vermittelt einer Schere vom Substrat los und faltet sie in der von OLTMANNs angegebenen Weise zu kleinen Bündeln zusammen, die man dann, in Filtrierpapier eingewickelt, je nach der angewandten Methode weiterbehandelt. Als Fixierungsflüssigkeit kam  $\frac{1}{2}$ –1 prozentige Chromessigsäure zur Anwendung. Diese empfiehlt sich besonders deshalb, weil eine längere Einwirkung keine nachteiligen Folgen zeitigt. So hat man Zeit, mit aller Ruhe und Sorgfalt die Fäden, wie erwähnt, zu falten und in Bündel zu packen. Gegen die Verwendung von Osmiumsäure spricht die auch von andern Autoren gemachte Erfahrung, dass sie schon nach ganz kurzer Zeit eine starke Schwärzung des Materials verursacht, die sich kaum mehr durch Aufhellungsmittel beseitigen lässt.

Das Material wurde in Paraffin  $5\mu$  dick geschnitten und mit Gentianaviolett-Eosin oder Gentianaviolett-Orange gefärbt. Durch das erstere Verfahren erzielt man äusserst übersichtliche Färbungen, während das letztere wegen der grösseren Schärfe der Färbungen den Vorzug verdient. Ebenfalls gute Resultate liefert die Färbung mit Haematoxylin-Nelkenöl. Doch eignet sie sich weniger für die vorliegende Arbeit, weil die Chlorophyllkörner sich dabei ähnlich färben wie die Kerne und weil sich aus diesem Grunde die Lagerungsverhältnisse der letzteren nur schwer übersehen lassen.

## C. Untersuchung.

### I. Gruppe der *Corniculatae sessiles*.

Die Antheridien sind horn- oder schneckenartig eingerollt und sitzen auf kurzen Seitenästen des Thallusfadens. In den reifen Oosporen sind ein oder mehrere unregelmässige rote, braune bis schwarze Flecken. Die Oogonien sitzen auf dem Thallusfaden oder sind kurz gestielt. Neben oder zwischen denselben steht ein Antheridium.

### 1. *Vaucheria pachyderma* Walz.

An den Anfang meiner Erörterungen stelle ich *Vaucheria pachyderma*; denn sie schliesst am natürlichsten an die von OLTMANNs behandelten Spezies *Vaucheria sessilis* und *Vaucheria aversa* an.

*Vaucheria pachyderma* ist eine unserer seltensten Arten; sie wurde von WALZ im Jahre 1866 beschrieben und benannt. Als Standorte finde ich nur drei angegeben, nämlich Blumentöpfe des botanischen Gartens zu Freiburg i. Br., ein Wassergraben im Mooswald, an welchen beiden Orten sie WALZ selbst gefunden hat, und die Normandie, wo sie LENORMAND sammelte. Eine Varietät *islandica* entdeckte F. BÖRGESSEN in Island und publizierte in der „Botanisk Tidskrift“ 1899 ihre Beschreibung nebst Abbildung. Das vom Verfasser bearbeitete Material stammt von Blumentöpfen des botanischen Gartens in Freiburg i. Br.

*Vaucheria pachyderma* gehört mit einer Fadendicke von durchschnittlich  $80\ \mu$  zu den derbfädigen Spezies. Antheridien und Oogonien sind gewöhnlich in der Einzahl vorhanden; nur selten findet man ein Antheridium in der Mitte zwischen zwei Oogonien. Die Antheridien sind am Ende kugelig oder beutelförmig angeschwollen und hängen an einem hakenförmig gekrümmten Stiele abwärts, mit der meist deutlich wahrnehmbaren Tendenz, die den übrigen Corniculaten eigene hornförmige Krümmung zu entwickeln. Die Krümmungsebene des Antheridiums bildet zur Mediane des Oogoniums meist einen Winkel von  $90^\circ$ ; er kann aber eine Verminderung bis zur annähernden Parallellage beider Organe erfahren, und zwar ist nicht nur das Antheridium, sondern auch das Oogon befähigt, eine bis zur Querstellung zum Faden variierende Orientierung einzunehmen. Die Oogonien zeigen in der Form nicht unbedeutende Verschiedenheiten. Im grossen und ganzen kann man zwei Typen unterscheiden. Manchmal ist das Oogonium wie in Fig. 3—5, Tafel XIX, mit einer kurzen stielartigen Verlängerung an seiner Basis versehen und fast kugelig; zuweilen ist es aber auch sitzend und von ellipsoider bis eiförmiger Gestalt wie in der Fig. 2, Taf. XIX. Zwischen diesen extremen Formen gibt es alle Übergänge. Ähnliche Unterschiede weist auch die Schnabelform auf, die aber in der grossen Mehrzahl der Fälle eine Zwischenstellung zwischen den geradeaus gerichteten der *Vaucheria sessilis* und dem hakig-spitzwinkelig nach unten rückwärts gebogenen der *Vaucheria aversa* einnimmt. Was die eigentümlichen Membranverhältnisse der Oospore anbetrifft, denen sie ihren Namen verdankt, so verweise ich auf WALZ, der ihnen eine eingehende Beschreibung zuteil werden liess. Er bezeichnet die Oosporenmembran als doppelt, siebenschichtig.

## Die Entwicklung der Sexualorgane.

Die Entwicklung der Sexualorgane von *Vaucheria pachyderma* ist, soweit ich in der mir zu Gebote stehenden Literatur ausfindig machen konnte, nur von WALZ verfolgt, aber nicht gesondert beschrieben worden; vielmehr erstreckt sich seine Schilderung nur über das Wesentliche aller von ihm beobachteten Formen, zu denen *Vaucheria sericea*, *terrestris* u. a. gehören. Die inneren Umlagerungsprozesse sind sehr kurz behandelt; namentlich erfährt die für die vorliegende Frage wichtigste Erscheinung, das Wanderplasma, keine Erwähnung, und doch tritt es bei dieser Spezies so offensichtlich wie kaum bei irgend einer anderen zutage. Auch die Entwicklungszeiten, die WALZ im allgemeinen für alle, jedoch unbedingt sicher nur für *Vaucheria sericea* angibt, weichen in so erheblichem Masse, besonders was die ganze Dauer der Entwicklung angeht, von den von mir gefundenen ab, dass schon dieser Umstand eine genauere Beschreibung rechtfertigen wird.

### a) Das Antheridium.

Im Laufe des Nachmittags gibt sich die Stelle des Fadens, die für die Anlage der Sexualorgane in Aussicht genommen ist, durch massenhafte Ansammlung von Ölkugeln in ausgeprägter Weise kund. Gegen 6 h abends erscheint dann am Faden die erste papillöse Vorwölbung mit einer von Chlorophyll und Ölkugeln freien Plasmazone an der Spitze. In den folgenden zwei Stunden wächst die Papille zu einem Gebilde aus, das keine oder nur ganz vereinzelt Ölkugeln und nur spärlich Chlorophyll, dagegen Plasma in grosser Menge enthält. Als zukünftiges Antheridium unterscheidet sich das Gebilde auf dieser Stufe von einem entstehenden vegetativen Seitenzweiglein nur durch die ungeheure Stoffansammlung im Tragfaden. Bald jedoch, nämlich nach 2–3 Stunden beginnt es, sich umzubiegen; immer ist an der Spitze der breite farblose Plasmasaum zu sehen. Nach und nach füllt sich der nicht gekrümmte basale Teil mit Chlorophyll und Öl, und bald zeigt er denselben grünen Farbenton wie der Faden, dem er aufsitzt. Der Spitze zu tönt sich das Grün infolge der seltener werdenden Chlorophyllkörner in allmählichen Übergängen bis zu der erwähnten farblosen Zone ab. Inzwischen ist die Spitze weiter gewachsen, und die Antheridienanlage besteht nunmehr aus einem aufsteigenden chlorophyllreichen und einem absteigenden chlorophyllarmen, aber plasmareichen Teil. Der letztere führt zwischen 3 h und 4 h morgens eine schwache Biegung nach rückwärts aus. Auf dieser Stufe, also nach etwa zehnstündiger steter Streckung stellt die Antheridienanlage ihr Längenwachstum ein. Äusserlich bemerkt man von nun an weiter nichts, als dass die

Spitze keulig bis kugelig anschwillt (Fig. 1, Tafel XIX). Gegen 6 h morgens tritt diese Erweiterung schon deutlich hervor; im Laufe des Tages wächst sie sich zu ihrer definitiven Grösse aus (Fig. 3—5, Taf. XIX). Die Zuwanderung der Chromatophoren in die Antheridienanlage hörte mit ihrem Längenwachstum auf. Die an sich schon wenigen Chlorophyllkörner, die im apikalen Teil der Antheridienanlage liegen, verteilen sich in demselben Masse, in dem dieser sich erweitert, auf den vergrösserten Raum. So kommt es, dass sie in der eigentlichen Antheridialzelle nur äusserst spärlich vertreten sind. Ölkugeln halten sich von der Partie, welche später zum Antheridium wird, überhaupt fern. Einzelne, die sich etwa über die Grenze verirrt haben, werden vor der Abtrennung des Antheridiums durch eine Wand in den Stielteil zurückbefördert. Die Vorbereitungen zur Anlage der Membran vollziehen sich im Laufe des Nachmittags, so dass die Membran selbst nach vorausgegangener Rissbildung unter den schon mehrfach beschriebenen Formalitäten zwischen 6 h und 7 h abends angelegt wird. Das Antheridium ist jetzt, soweit die äusserlich wahrnehmbare Gestaltung in Frage kommt, nach einer über 24 Stunden sich erstreckenden Entwicklung fertig. Die bis zum Befruchtungsvorgang noch übrige Zeit von 6—7 Stunden wird zur Bildung von Spermatozoiden verwendet. Die eigentliche Spermatozoidbildung konnte jedoch bei der Dicke des Beutels im Leben nicht verfolgt werden. Der Stiel des Antheridiums entleert, nachdem die Wand aufgetreten ist, langsam seinen Inhalt in den Faden zurück, was bald durch hellere Färbung angezeigt wird.

#### b) Das Oogonium.

##### a) Nach dem Lebenden.

Das männliche Sexualorgan geht dem weiblichen in seiner Entwicklung etwa 10 Stunden voran. Erst gegen. 10 h morgens, wenn das Antheridium bereits seine endgültige Länge erreicht hat, tritt die zum Oogon bestimmte Papille in die Erscheinung. Schon auf dieser frühen, aber noch mehr auf den unmittelbar folgenden Stufen unterscheidet sich das junge Oogon durch die mehr in die Breite gehende Anlage von einem jungen Antheridialzweig. Auffallend ist, wie nicht nur direkt unterhalb der Papille, sondern auch zu beiden Seiten die Ölkugeln im Faden zurückweichen, was jedenfalls mit dem reichlichen Zustrom von Protoplasma zusammenhängt. Die kuppelförmige Vorwölbung streckt sich in den nächsten 2 Stunden zu einem kurz cylindrischen, oben flach gerundeten Höcker, welcher unterhalb der auch hier sichtbaren Plasmakappe eine breite von Chloroplasten erfüllte Zone besitzt. Erst an diese Zone schliessen sich basalwärts Ölkugeln an. Nun (Fig. 1,



Tafel XIX) beginnt sich das Oogon am apikalen Ende zu vergrößern. Gleichzeitig rückt der Plasmasaum auf die dem Antheridium zugekehrte Seite, wo er, nach beiden Seiten hin sich langsam verlierend, eine Art Spitze bildet. Die Chromatophoren drängen sich im hinteren und oberen Teil bis dicht an die Membran heran; auch das Öl folgt, so dass die grüne, ölfreie Zone auf einen schmalen Saum reduziert wird. In dieser Zeit setzt auch ein eminent starkes Wachstum ein. In Verbindung damit werden die Ölkugeln, die sich zu Beginn der Oogonbildung im Faden angesammelt hatten, bis auf einen geringen Bruchteil in das Oogon übergeführt. Innerhalb der nächsten 5–6 Stunden wird das Oogon auf seine grössten erreichbaren Dimensionen gebracht, was gegen 2 h mittags der Fall sein dürfte. Um diese Zeit erscheinen auch die ersten Anzeichen beginnender Schnabelbildung. Der oben erwähnte, dem Antheridium zugekehrte protoplasmatische Saum wölbt sich augenfällig vor. Die Vorwölbung (Fig. 2 usw., Tafel XIX) nimmt rasch an Grösse zu und bildet nach etwa 4 Stunden einen mit vollständig farbloser, kristallklarer Flüssigkeit gefüllten Fortsatz, der einem Vogelschnabel nicht unähnlich sieht.

Das erste Sichtbarwerden des Schnabels markiert einen Wendepunkt in der Entwicklungsgeschichte des Oogoniums. Zunächst beobachtet man, dass die Ölkugeln, die bis nahe an die Oogonmembran herangetreten waren, etwas zurückweichen. Dadurch entsteht ein grüner, von Ölkugeln freier Saum. Anfangs undeutlich, nimmt er bald an Schärfe zu. Es dauert nicht lange, so lenkt eine andere Erscheinung die Aufmerksamkeit auf sich. Unmittelbar oberhalb der Schnabelanlage wird eine eigentümliche, ins Gelbliche gehende Färbung (in den Figuren grau wiedergegeben) bemerkbar. Die Stelle, wo die Färbung erstmals auftritt, ist schwer zu begrenzen; sie gewinnt aber zusehends an Ausdehnung und umrandet in der Fig. 2, Tafel XIX, d. i. gegen 4 h mittags den ganzen konvex gebogenen Rücken des Oogons. Der anfänglich helle Farbenton hat allmählich eine dunklere, gelbbraune Nuance bekommen. Nach innen zu wird die gelbbraune Zone durch die scharf konturierte Masse der zurückgedrängten Ölkugeln begrenzt, nach aussen hin verliert sie sich in das Grün des Chlorophylls. Nur kurze Zeit bietet sich dieses Bild dar; denn alsbald zieht sich die gelbbraune Substanz von der vorderen Partie zurück; sie sammelt sich in der dem Schnabel gegenüberliegenden Ausbuchtung des Oogons in einer durch die Fig. 3, Tafel XIX, dargestellten auffallenden Mächtigkeit an. Dann schiebt sich (Fig. 4, Tafel XIX) die ganze Masse, wie unter dem Mikroskop mit Zuhilfenahme des Mikrometerokulars leicht verfolgt werden kann, aus dem Oogon heraus. Indem sie sich Bahn schafft, drängt sie die Ölkugeln in scharfer Begrenzungslinie nach dem Innern

zu zurück. Besonders anschaulich ist in dieser Beziehung das Stadium der Fig. 4, Tafel XIX, wo das Wanderplasma — denn als solches hat sich die gelbbraune Masse zu erkennen gegeben — den kurzen Stiel des Oogoniums zu passieren im Begriffe steht. Im Faden angelangt (Fig. 5, Tafel XIX), rückt das Wanderplasma in der dem Schnabel abgewandten Richtung weiter. Zunächst hält es noch zu einem Klumpen zusammen; dann aber verteilt es sich in dem umgebenden Fadeninhalt, und endlich entzieht es sich, indem es immer mehr verblasst, ganz der Beobachtung. Mittlerweile sind die zurückgedrängten Ölkügelchen wieder an die Membran vorgerückt und haben den vom Wanderplasma verlassenen Raum besetzt. Zwischen 8 h und 9 h abends erweist sich, wie die Fig. 5, Tafel XIX, zur Anschauung bringt, das Oogonion von Wanderplasma vollständig frei. Dafür hat es aber auch den letzten Rest des im Faden angehäuften Öles in sich aufgenommen. Und nun nimmt unverzüglich die Rissbildung ihren Anfang; um 9 h abends ist sie in vollem Gang; kurz nach 10 h erreicht sie mit der fertigen Membran ihren Abschluss. Daran anschliessend finden die zur Vorbereitung des Befruchtungsaktes notwendigen Umlagerungen statt. Diese vollziehen sich jedoch in so vollständiger Übereinstimmung mit den von OLTMANNS für *Vaucheria sessilis* geschilderten, dass ich mir weitere Ausführungen schenken kann. Die Befruchtung erfolgt gegen 11 h abends. Eine Eikontraktion wie bei *Vaucheria aversa* tritt nicht ein.

β) Nach Schnitten.

In der Erörterung der inneren Vorgänge kann ich mich in dem, was die jungen Stadien angeht, kurz fassen; denn die Ausführungen von OLTMANNS und DAVIS lauten in diesem Punkte übereinstimmend. Beide Autoren finden das junge Oogonium vielkernig; OLTMANNS schildert zudem die auf diesen Stufen stattfindenden Umlagerungen des näheren und veranschaulicht die Verhältnisse an der Hand von mehreren Bildern, so dass ich mich mit einem Hinweis auf diese Arbeit begnügen kann.

Die Widersprüche erheben sich erst mit dem Stadium, das etwa der Fig. 2, Taf. XIX, entspricht. Ehe ich nun in die Darstellung der folgenden Phase der Oogonentwicklung eintrete, möchte ich eine kurze Erörterung, die das Wanderplasma zum Gegenstand hat, vorausschicken. Diese eigentümliche Erscheinung wurde von OLTMANNS bei *Vaucheria sessilis* und *Vaucheria aversa* nach fortgesetzter Beobachtung lebenden Materials entdeckt. Die Paraffinschnitte führten den genannten Autor dazu, das Wanderplasma als das Mittel zu betrachten, mit dem das Oogon sich der überflüssigen Kerne entledige. DAVIS dagegen sah keinerlei Anzeichen, die auf einen Kernrückzug schliessen

liessen; allerdings liegt seinen Untersuchungen eine Spezies aus einer anderen Gruppe zugrunde. Da nun die zur Bearbeitung vorliegende *Vaucheria pachyderma* das Wanderplasma in so hervorragender Deutlichkeit zeigt, ist nach dieser Seite hin die Übereinstimmung mit OLTMANN'S evident. Es bleibt nur noch übrig,



Fig. 1. *Vaucheria pachyderma*.

1. Oogon mit Wanderplasma, das dem Stadium der Fig. 2, Taf. XIX, entspricht. Sammlung der Wanderkerne am Rücken des Oogons. 2a. Wanderplasma, dem Stadium der Fig. 4, Taf. XIX, entsprechend. Rückzug der Kerne aus dem Oogon.

2b. Schnabel und Eikern von 2a. — ZEISS' Apochr. 1,30/2,00, Komp. Okul. 4.

festzustellen, in welchem Zusammenhang das Wanderplasma mit der umstrittenen Kernfrage steht, bzw. ob ein solcher Zusammenhang überhaupt existiert. Ist, wie OLTMANN'S behauptet, das Wanderplasma das Mittel zur Entfernung überflüssig gewordener Kerne aus dem Oogon, so muss einerseits der durch seine Lage unzweideutig bestimmte Plasmastreifen Kerne in einer im Vergleich zu ihrer gewöhnlichen Verteilung auffallenden Anzahl aufweisen; andererseits

muss das Oogon alle Stufen der Kernsammlung und -entleerung geben.

Der Klarlegung dieses Punktes dient die Text-Fig. 1, 1 2a, b. Das Stadium der Text-Fig. 1, 1 entstammt dem Material, das nachmittags zwischen 3 h und 4 h fixiert wurde. Es ist also zeitlich neben das Stadium der Fig. 2, Taf. XIX, zu stellen. In Text-Fig. 1, 1 liegen die Kerne in grosser Zahl an der Peripherie des Oogons und sind nach aussen hin von einer Lage von Chromatophoren umrandet. Genau dieselben Verhältnisse zeigt die Fig. 2, Taf. XIX. Man hat nur die gelbbraune Zone, deren Zusammensetzung am Lebenden nicht zu ermitteln war, mit der die Kerne enthaltenden Plasmanschicht der Text-Fig. 1, 1 zu identifizieren. Dass aber beide wirklich identisch seien, ist bei einem Vergleich der angezogenen Figuren unschwer zu erraten. Noch überzeugender spricht die Text-Fig. 1, 2a, ein Stadium, das zwischen 8 h und 9 h abends zur Fixierung gelangte und demjenigen der Fig. 4, Taf. XIX, zeitlich sehr nahe kommt. Das Oogonium der Text-Fig. 1, 2a zeigt in der vorderen, mittleren und dorsalen Partie keinen Kern; dagegen liegen die Kerne in dichtgedrängten Haufen hauptsächlich da, wo das Oogon durch eine halsartige Einschnürung mit dem Tragfaden kommuniziert, ausserdem noch in diesem letzteren selber, und zwar in der dem Oogonsnabel abgewandten Richtung. Auch in diesem Präparat liegen die Kerne nicht zu äusserst, sondern werden durch Chlorophyllkörner zur Oogon- bzw. Fadenmembran hin begrenzt. Werfen wir nun einen Blick auf die korrespondierende Fig. 4, Taf. XIX, die ein nach dem Leben gezeichnetes Bild derselben Entwicklungsstufe gibt, so unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, dass die in Text-Fig. 1, 2a dargestellte Kernanhäufung und die gelbbraune-Zone der Fig. 4, Taf. XIX, ein und dasselbe seien. Damit findet sich die OLTMANNSsche Auffassung des Wanderplasmas bei *Vaucheria pachyderma* bestätigt.

Die zwei Bilder 1 und 2a, Text-Fig. 1, halte ich neben der ausführlichen bildlichen Darstellung des Entwicklungsganges, wie er sich am Lebenden beobachten lässt, für beweiskräftig genug, um von weiteren Reproduktionen von Präparaten absehen zu können. In der Arbeit wird übrigens noch öfters Gelegenheit geboten sein, das etwa Mangelnde nachzuholen.

Durch die obige Auseinandersetzung sind die inneren Vorgänge der Oogonentwicklung, wie sie sich vom Stadium der Fig. 2, Taf. XIX, an, bei der wir stehen geblieben sind, abspielen, eigentlich schon vorgezeichnet. In Stadien, die der Fig. 1, Taf. XIX, entsprechen, liegen die Kerne mit den von OLTMANNS beschriebenen Modifikationen in der ganzen Oogonanlage zerstreut. Eine Änderung in den Lagerungsverhältnissen der Kerne tritt erst dann ein, wenn das Oogonium sein Grössen-



wachstum bereits eingestellt hat. Dann rücken die Kerne aus den die Vakuolen durchsetzenden Plasmasträngen auf allen Seiten an die Peripherie des Oogons, von wo sie die Ölkugeln nach dem Innern zu verdrängen. Gleichzeitig treten die Kerne, die sich in grösserer Zahl an der Spitze des Oogons vorfinden, den Rückzug an. So kommt es zuerst über der Schnabelanlage zu einer grösseren Anhäufung von Kernen. Die periphere Sammlung der Oogonkerne schreitet inzwischen fort und erreicht endlich den in Text-Fig. 1, 1 dargestellten Grad. Innerhalb der nächsten 2 Stunden wird der ganze vordere Teil des Oogons (Fig. 3, Taf. XIX) von Kernen entblösst. Der Oogonhals, in welchem sich die dem Oogon zuströmenden Ölkugeln stauen, verhindert vorerst eine glatt von staten gehende Entleerung in den Faden. Bis sich der freie Durchtritt für die Wanderkerne ermöglicht, vergeht einige Zeit. Während dieser drängen sich die Kerne, wie es die Fig. 9, Taf. XIX, zeigt, in der hinteren ausgebuchteten Region des Oogons in breiten Massen zusammen. Endlich treten die Ölkugeln beiseite, und nun schiebt sich, wie die Text-Fig. 1, 2a und die Fig. 4, Taf. XIX, deutlich zur Darstellung bringen, die ganze Kernmasse durch den Oogonhals hinaus in den Faden. Erst wenn der letzte Kern das Oogon verlassen hat, vollzieht sich die Bildung der Scheidewand, die das Oogon vom Faden abtrennt.

Unberührt von der Wanderung der Kerne bleibt der Eikern. Durch irgend eine Kraft festgehalten, behauptet er seine Lage am Grunde des in Bildung begriffenen Schnabels. Meist bevorzugt er eine Stelle in der ventralen Hälfte, wie er sie in der Text-Fig. 1, 1 inne hat. Solange die Kerne am Schnabelende des Oogons noch in Mehrzahl vorhanden sind, ist es unmöglich, einen von ihnen auch nur mit annähernder Bestimmtheit als den zukünftigen Eikern zu bezeichnen. Bald jedoch, nachdem die Kernwanderung begonnen hat, tritt er nicht nur durch seine Lage, sondern auch durch veränderte Strukturierung scharf hervor. Darüber Bestimmteres auszusagen, verbietet die bedauerliche Kleinheit des Objekts. Dass aber Veränderungen, und zwar nicht bloss solche der Grösse mit dem Eikern vorgehen, kann mit Sicherheit behauptet werden. Der Eikern in Text-Fig. 1, 1 z. B. ist in eine schwache Spitze ausgezogen, die in einem stark gefärbten Körperchen endigt. Von diesem gehen zarte, radial gerichtete Plasmafäden aus, von denen einige deutlicher sichtbar sind. Auch der Eikern des Oogons der Text-Fig. 1, 2a, der in einem anderen Schnitt getroffen wurde und in Text-Fig. 1, 2b dargestellt ist, zeigt diese Erscheinung. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Apparat als Centrosoma mit Polstrahlung ausspreche. Seine Lage am Schnabel des Oogons gibt der Eikern erst kurz vor dem

Befruchtungsakt auf; er zieht sich dann in eine mehr zentral gelegene Partie zurück, wo er bei befruchteten Oosporen immer angetroffen wird.

### *Vaucheria* (Woroninia) *dichotoma*.

Auf Grund dessen, was OLTMANNs früher ausführte und ich soeben an *Vaucheria pachyderma* geschildert habe, und auch auf Grund dessen, was noch über andere Formen später zu berichten sein wird, war es erwünscht zu erfahren, wie sich in der vorliegenden Kernfrage die etwas abseits stehende *Vaucheria dichotoma* verhalte. Denn es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass dieses entwicklungsgeschichtliche Moment bei der Erwägung, ob die Aufstellung einer neuen Gattung berechtigt war oder nicht, bedeutend in die Wagschale fallen muss.

Ich würde *Vaucheria dichotoma* ganz an den Anfang gestellt haben, wenn die Beobachtungen absolut vollständige wären. So schliesse ich sie an *Vaucheria pachyderma* an.

Die Arbeiten über diese Alge waren leider dadurch etwas behindert, dass ich das Material nicht in der Nähe hatte, sondern von Nauheim beziehen musste. Lücken mussten bleiben trotz der grossen Liebenswürdigkeit, mit der Herr Apotheker Dr. WERNER meine Wünsche um gütige Zusendung von Material, so oft sie auch geäussert wurden, stets in bereitwilligster Weise erfüllte. Auch Herrn Privatdozenten Dr. KÜSTER bin ich für eine Sendung aus Halle zu Dank verpflichtet.

Die Rasen trugen, wenn sie aus Nauheim eintrafen, im unteren entfärbten Teil der Fäden reichlich befruchtete Oogonien und entleerte Antheridien, während die oberen gesunden grünen Teile immer steril waren. Eine Ausnahme machte nur eine am 1. Mai 1906 angekommene Sendung. Diese hing auch an noch gesunden Fäden dicht voll der fraglichen Organe, wodurch die Angabe des Grafen SOLMS, dass *Vaucheria dichotoma* im Freien im Laufe des Aprils fruktifiziere, eine Bestätigung erfährt.

Die Rasen wurden in Lösungen, welche aus käuflichem Seesalz teils mit Brunnenwasser, teils mit destilliertem Wasser hergestellt wurden, kultiviert. Der Prozentsatz dieser Lösungen wechselte von 0,1 bis 5 pCt. Daneben kam auch gewöhnliches Brunnenwasser zur Anwendung. In Lösungen von 3 bis 5 pCt. starben die Algen alsbald ab. Das ist nicht zu verwundern, da sie ja mit besonderer Vorliebe die Brackwässer der Küsten und der binnenländischen Salzgebiete bewohnen. In allen anderen Wässern gedieh sie gut; doch war das Wachstum in 1prozentiger Lösung entschieden bevorzugt. Sexualorgane entstanden in reinem Brunnenwasser bis zu

0,6prozentiger Salzlösung; doch war es deutlich, dass diese in den Kulturen an Massenhaftigkeit gegenüber den wildwachsenden Algen ganz bedeutend zurücktraten. Gar keine Sexualorgane wurden in den Wintermonaten, das ist von November bis Februar gebildet, eine Tatsache, die im Winter 1905-06 festgestellt wurde und im folgenden Jahr sich bestätigte. Auch die durch die Arbeiten von KLEBS angeregten Experimente mit künstlicher Beleuchtung blieben während des Winters erfolglos. Unter solchen Umständen blieb nichts anderes

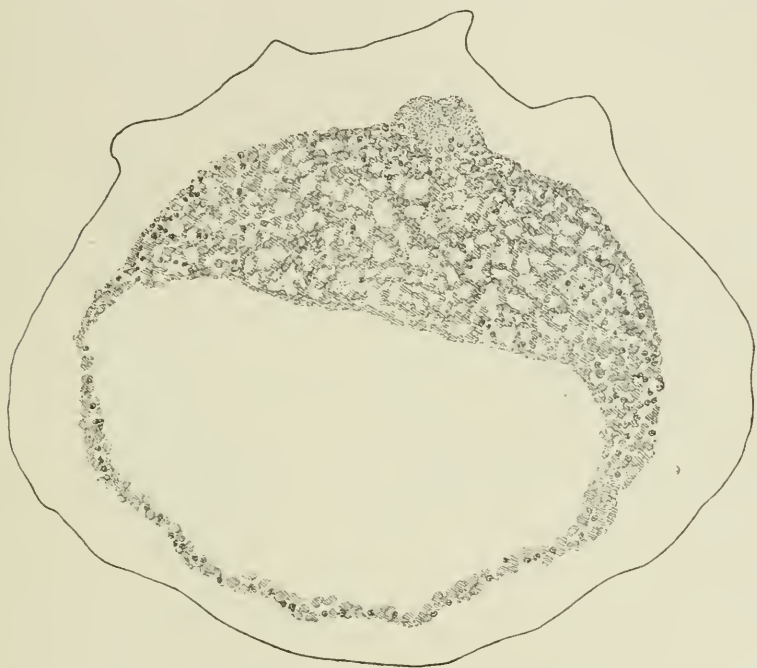


Fig. 2. *Vaucheria* (*Woroninia*) *dichotoma*. Schiefgeführter Längsschnitt durch ein Oogon, das dem Stadium der Fig. 8, Taf. XIX, entspricht. Die Kerne liegen in der ganzen oberen Zone zerstreut. In der Papille der mutmassliche Eikern.

ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

übrig, als die fruktifizierenden Fäden, die mit der Lupe ohne grosse Schwierigkeit zu sehen sind, einzeln auszuzupfen, um die Oogonien der Beobachtung und weiteren Behandlung überhaupt unterwerfen zu können. Daraus erklärt es sich, dass nicht alle Stadien mit solcher Lückenlosigkeit aufgefunden werden konnten, wie es in den andern Fällen möglich war.

Zunächst gelang es mir nicht, die erste Vorwölbung des Oogoniums zu beobachten. Das jüngste Stadium, das ich sah und auch in Schnitten bekam, war nahezu ausgewachsen und zeigte einen verhältnismässig dünnen protoplasmatischen Wandbelag, in welchem die

kleinen Chlorophyllkörner und die von SOLMS für Eiweisskörperchen gehaltenen farblosen Inhaltsbestandteile unregelmässig, aber überall in gleicher Dichte zerstreut lagen. Es besass eine einheitliche hellgrüne Färbung. Bald aber veränderte sich dieses Bild dadurch, dass am Scheitel unterhalb der Papille (s. Fig. 8, Taf. XIX) eine tief dunkelgrüne Zone entstand, die sich in der Richtung zur Ansatzstelle des Oogons langsam vorschob; dadurch markierte sie ihre Grenze gegen den helleren basalen Teil stets ausserordentlich scharf. Anfänglich der Meinung, dass es sich bei diesem Vorgang um eine krankhafte Störung der Entwicklung handle, wurde ich bald eines anderen belehrt; denn die Erscheinung wiederholte sich bei allen Oogonien, deren Entwicklung ich unter dem Mikroskop verfolgte. Die Paraffinschnitte lieferten die Erklärung:

Während bei jungen Oogonien — bis zu welchem Alter vermag ich leider nicht anzugeben — der ganze innere Raum eine grosse zentrale Vakuole darstellt, die von dem erwähnten Plasmabelag umhüllt wird, sammelt sich auf der in Rede stehenden Stufe der Fig. 8, Taf. XIX und der Text-Fig. 2 das Plasma mit all seinen Einschlüssen an der Spitze an. Dieses ist jedoch nicht homogen, sondern es lässt zahlreiche kleine Vakuolen erkennen. Dadurch kommt die maschige Struktur zustande, die sowohl am lebenden Objekt (Fig. 8, Taf. XIX), als auch an Schnitten (Text-Fig. 2) sichtbar ist.

Nunmehr beginnt, wie bereits angedeutet wurde, die obere fast blaugrüne Kappe nach unten hin sich auszudehnen; sie wird heller und schaumiger (Fig. 7, Taf. XIX und Text-Fig. 2). In dem Masse, wie sie sich vergrössert, wird die untere Partie basalwärts gedrängt. Die Bewegung geht nicht immer gleichmässig vor sich, und so kommt es häufig zu einer Schiefstellung der begrenzenden Fläche. Auf diesem Wege wird schliesslich die untere helle Plasmamasse ganz aus dem Oogon herausgedrängt. Dass sie in den Faden eintrete, erkennt man an der bräunlich gelben (in der Figur grau wiedergegeben) Färbung, die nunmehr hier bemerkt wird (Fig. 6, Taf. XIX). Gleichzeitig wird im ganzen Oogon die Vakuolisierung stärker oder grobmaschiger. Besonders langsam vollzieht sich die Anwanderung des Plasmas vom Stadium der Fig. 7, Taf. XIX, an. Dies erklärt sich auf einfache Weise durch die Enge des Kanals, der die Verbindung zwischen Oogon und Faden vermittelt.

Dass die bräunlichgelben Massen in den unteren Regionen des Oogoniums weiter nichts sind als das Wanderplasma, besagt ohne Worte die Text-Fig. 3a. Aus der angezogenen Figur ergibt sich auch, dass die Papille an der Spitze des Ganzen den Eikern beherbergt. Derselbe ist schon in Text-Fig. 2 erkennbar oder doch wenigstens zu erraten. In Text-Fig. 3b tritt er uns mit all den Strahlen entgegen, die wir schon besprochen haben und noch besprochen werden.



Das Wanderplasma rutscht langsam aus dem Oogon hinaus, bleibt noch eine Zeitlang im Faden sichtbar und entzieht sich dann der Beobachtung. Inzwischen ist die das Oogon abschliessende



Fig. 3. *Vaucheria* (*Woroninia*) *dichotoma*. a schiefgeführter Längsschnitt durch ein Oogonium, das annähernd dem Stadium der Fig. 7, Taf. XIX, entspricht. Die Kerne haben sich an der Peripherie des Oogons gesammelt und sind auf dem Rückzug aus dem Oogon begriffen. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.  
 b Papille mit Eikern zu a. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 6.

Membran zustande gekommen. Ihre Bildung lässt sich am Lebenden wegen der ungünstigen Lage des Kanals sehr schwer genau verfolgen. Doch sprechen alle Anzeichen dafür, dass sie in der für die *Vaucherien* üblichen Weise geschieht; wenigstens konnte beobachtet

werden, wie vor dem Auftreten der Scheidewand der Verbindungskanal vollkommen inhaltsfrei und klar farblos war.

Dass eine Abweichung von anderen Vaucherien nicht gegeben sei, ergibt sich mit einiger Sicherheit aus Bildern wie Text-Fig. 4b; solche Querwandbildungen treten bei Oogonien und Antheridien gleichmässig auf. Die Angaben von SOLMS, dass der Kanal an der Basis des Oogoniums durch sukzessive Einschnürung von den Seiten her verschlossen werde, dürfte nicht zutreffen. Die Bilder, wie Fig. 4a, aus welchen SOLMS seine Schlüsse zog, kommen dadurch zustande,

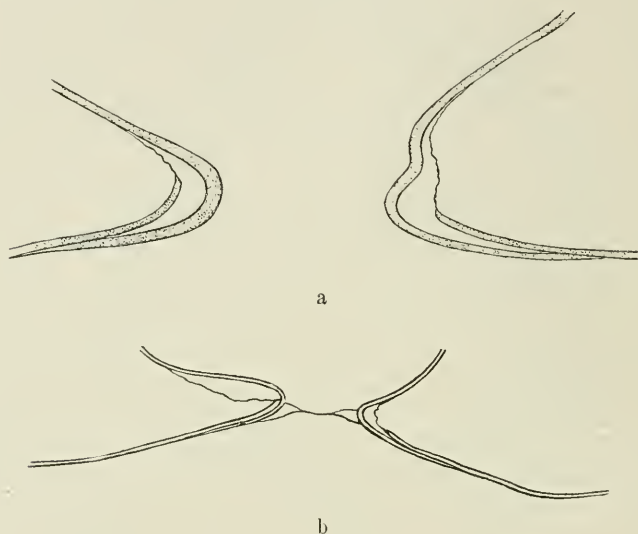


Fig. 4. *Vaucheria (Woroninia) dichotoma*. a Verbindungskanal zwischen Oogon und Faden. ZEISS' Apochr. 1,3 $\frac{1}{2}$ /2,00. Komp.-Okul. 6. b Scheidewand eines Antheridiums. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

dass die Membran der Höckerchen, welche zu Oogonien werden sollen, infolge des enormen Wachstums der Anlagen gesprengt und nun von innen heraus durch eine neue ersetzt wird. Infolge dieses Durchbruches umgibt dann die alte Wandung die Basis des Oogoniums gleichsam mit einem Kragen.

### III. Gruppe der Corniculatae racemosae.

Die horn- oder schneckenartig eingerollten Antheridien stehen endständig auf einem Fruchttast, an dem unterhalb seitwärts die Oogonien sitzen. In den reifen Oosporen sind ein oder mehrere unregelmässige rote, braune bis schwarze Flecken.

### 3. *Vaucheria arrhyncha* nov. spec.

#### α. Beobachtung am Lebenden.

Diese bis jetzt noch nicht beschriebene Art fand ich anfangs September 1905 in einem Wiesengraben bei der Ortschaft Neuhäuser bei Littenweiler unweit Freiburg i. Br. Sie wurde von Mitte September bis Mitte Oktober von mir in feuchten Kammern beobachtet. Das Material zu diesen entnahm ich Kulturen, die in gewöhnlichem Brunnenwasser angelegt waren. Leider versäumte ich es, zu rechter Zeit Material in Alkohol oder in getrocknetem Zustand zu konservieren, und seitdem ist es mir verschiedener ungünstiger Verhältnisse wegen nicht mehr gelungen, dieser Spezies habhaft zu werden. Doch gebe ich die Hoffnung nicht auf, sie wieder in meinen Besitz zu bringen, was umso mehr zu wünschen wäre, als sie mir auf meinen Exkursionen sonst nie mehr begegnete und als sie, wie an anderer Stelle ausgeführt werden soll, wohl geeignet ist, eine Brücke zu schlagen zwischen dem von A. ERNST beschriebenen *Dichotomosiphon* und den bis jetzt bekannt gewordenen *Vaucheria*-Arten.

Wodurch sich *Vaucheria arrhyncha* von allen anderen auf den ersten Blick unterscheidet, ist neben den später zu verzeichnenden Eigenschaften der Mangel an Öl. An seine Stelle treten Körper, die in Schnitten mit der angewandten Färbemethode sich nicht tingierten, besonders in Oosporen in grosser Zahl zu finden sind und ungefähr die gleiche Grösse haben wie die Chromatophoren; die letzteren weisen gegenüber den bei *Vaucherien* üblichen keinen Unterschied auf. Neben den genannten Inhaltsbestandteilen kommen noch kleine farblose Körperchen vor, welche durch die ihnen eigene Fähigkeit scheinbar aktiver Bewegung sich auszeichnen; ich werde auf diese Körperchen bei der Bildung der Scheidewand von Antheridium und Oogon, bei welcher sie mir erstmals auffielen, noch zu sprechen kommen. Wie weit sie mit den von H. GÖTZ erwähnten „Bläschen“ identisch sind, kann ich nicht entscheiden. Die Verzweigungsart der *Vaucheria arrhyncha* ist eine seitliche und kommt auf der ganzen Länge der Fäden vor.

In reinem Brunnenwasser wuchsen die Räsens bis zu 10 cm hohen Fäden aus und erzeugten nach 8–10 Tagen Sexualorgane, die an den nahe der Oberfläche befindlichen Partien sich besonders reich entwickelten. Im Hängetropfen der Kammer hielt sie sich gut zwei bis drei Tage, worauf es auch zurückzuführen ist, dass es mir gelang, die Entwicklung der Sexualorgane am gleichen Objekt von Anfang bis zu Ende zu verfolgen.

Da bei *Vaucheria arrhyncha* (Fig. 16. Taf. XIX) Antheridien und Oogonien auf einem gemeinschaftlichen Fruchttast stehen, an dem terminal die ersteren, lateral die letzteren sitzen, so ist sie zur Gruppe der Corni-

culatae racemosae zu stellen. Die Ebenen, die man sich durch die Mediane von Antheridium und Oogonium gelegt denkt, stehen nahezu senkrecht aufeinander. Es ist immer nur ein Antheridium vorhanden, während die Oogonien ohne nennenswertes Überwiegen des einen oder andern Falles in der Ein- und Zweizahl vertreten sind. Nie habe ich mehr als zwei Oogonien am gleichen Fruchtest gesehen.

Bei der Entstehung des Sexualastes, dessen Entwicklung in Fig. 10—17, Taf. XIX, dargestellt ist, drängte sich über Mittag der Inhalt des Tragfadens an einer Stelle zusammen, so dass eine scharf hervortretende dunkle Zone entstand. Hier wölbte sich bald in der bekannten Weise ein Papille vor (Fig. 10, Taf. XIX), die im Laufe des Nachmittags und der Nacht zu dem beiden Geschlechtern gemeinsamen Fruchtest langsam heranwuchs. An seiner Spitze war wie bei einem vegetativen Zweig eine farblose Plasmazone sichtbar. Zwei dunkelgrüne Streifen, die sich an den Seiten des Astes hinzogen und sich unterhalb der Plasmaspitze zu einer gleich dunkel erscheinenden Zone vereinigten, gaben den Weg an, den die einwandernden Chromatophoren, Kerne usw. nahmen. Nach Mitternacht krümmte sich die Spitze des Fruchtestes um, und bald wölbte sich unmittelbar unterhalb der Krümmungsregion die eine der Oogonanlagen vor; diese wiederholt in den Anfangsstadien denselben Wachstumsprozess, den schon der Fruchtest zeigte. Gegen 7 Uhr morgens war diese Oogonanlage (Fig. 11, Taf. XIX bei a) als deutliches Seitenzweiglein sichtbar. Jetzt erst trat auf der gegenüberliegenden Seite (bei b in derselben Fig.) das Schwesterorgan in die Erscheinung. Beide bogen sich, das eine mehr, das andere weniger stark in den Vormittagsstunden, an Grösse langsam zunehmend, um und begannen gegen Mittag an ihren Spitzen eine schwache kugelige Erweiterung anzulegen. Immer ist in diesen Anfangsstufen das eine Oogon dem andern in der Entwicklung um einige Stunden voraus; doch wird diese Zeitdifferenz stetig vermindert, bis sie im Moment der Befruchtung auf ein Minimum von 5—10 Minuten reduziert ist.

Neben der Verbreiterung der Spitze schritt an der jungen Anlage das Längenwachstum gleichzeitig weiter. Dadurch wurde eine vermehrte Zufuhr von Material notwendig. Dass diese stattfand, zeigte eine durch dunklere Färbung hervortretende Zone, die sich unterhalb des Ursprungs der Oogonzweige gebildet hatte und offenbar durch Materialanhäufung hervorgerufen wurde. Von hier aus entleerte sich die Masse in die Oogonanlagen hinein und zwar ausser auf dem gewohnten Gange noch schubweise in grösserer Menge. Die Chromatophoren bewegten sich dabei sehr nahe an der Membran. Die kugeligen Anschwellungen nahmen infolge der darin aufgestapelten Inhaltsmassen blaugrüne Farbe an; nur an der Spitze beider waren noch am Nachmittag die Plasmakappen festzustellen; sie entzogen sich



aber in den späten Abendstunden der Beobachtung. Endlich gegen Mitternacht, nachdem 36 Stunden seit der ersten Anlage des Fruchtafastes und 18 Stunden seit derjenigen des ältesten Oogons verflossen waren, hörte das Längenwachstum (Fig. 12, Taf. XIX) auf. Diese Phase ist leicht zu konstatieren, wenn man die gegenseitige Lage von Oogon und Fruchtafaste in Betracht zieht und noch einfacher und sicherer mit Anwendung des Mikrometerokulars. In den nun folgenden drei Stunden entleerte der Fruchtafaste, nachdem die Zufuhr vom Faden her aufgehört hatte, den grössten Teil seines Inhaltes in die beiden Oogonstiele, von wo er sich in die Oogonien hineinschob. Bei diesen trat noch eine geringe Vergrösserung ihres Querdurchmessers ein. Der Fruchtafaste hob sich infolge der eingetretenen Armut an Inhaltsbestandteilen bald durch hellere Färbung vom Stammfaden auffallend ab, während nach der Seite der Oogonien hin eine immer dunkler werdende Abstufung des Farbentons erkennbar war. Mit der Wanderung des Inhaltes gleichen Schritt haltend, verkürzte sich die dunkle Zone zusehends und verschwand zuletzt an der Basis der weiblichen Geschlechtsorgane. Diese selbst waren nunmehr, d. i. 2 bis 3 Uhr nachts, so vollgepfropft, dass es unmöglich war, in den tief dunkelgrünen Kugeln einzelne Inhaltskörper zu unterscheiden.

Einige Zeit standen die Chromatophoren überall der Membran so nahe, dass ein trennender plasmatischer Wandbelag kaum zu sehen war. Nun aber erschien zwischen 3 und 4 Uhr morgens an der oberen konvex gebogenen Wand des Oogons etwa in halber Entfernung von der Spitze ein schwacher heller Saum, der, anfangs kurz und unscharf, binnen einer halben Stunde sich so bedeutend verbreitert und verlängert hatte (Fig. 13, Taf. XIX), dass man ihn auch bei einer weniger starken Vergrösserung unmöglich übersehen konnte. Der Streifen war grau, scheinbar von grobkörnigem Plasma gebildet und auf der Innenseite durch einen deutlich konturierten Rand von Chromatophoren begrenzt, die hier dicht gepresst beisammen lagen. In der Zeit von 4 bis 7 Uhr verlängerte sich der Plasmasaum rückwärts über die Basis des Oogons hinaus in den Stiel desselben, während sich das vordere Ende in mässigerem Tempo aus dem Oogon zurückzog. Gegen 8 Uhr erstreckte sich der Streifen in dem einen der beiden Stiele fast von dessen Insertionsstelle bis zur Basis des Oogons. Von seiner etwa in der Mitte gelegenen grössten Breite lief er nach beiden Seiten spitz zu (Fig. 14, Taf. XIX). Auch an der gegenüberliegenden ventralen Wand des Oogons tritt bisweilen Wanderplasma auf, aber dann in bedeutend geringerer Menge (Fig. 13 und 14, Taf. XIX).

Wenn das Wanderplasma das Oogonium verlassen hat, ist die Zeit herangekommen, in der die Anlage der Scheidewand zu erwarten steht, und man muss von nun an ununterbrochen beobachten,

wenn man den Vorgang der Membranbildung vom ersten Anfang bis zu Ende verfolgen will. Bald war zu erkennen, wie an der Basis des tief dunkelgrünen Oogons der Inhalt sich zu lichten begann, und es erschien erst eine hellgrüne Stelle (zu sehen im Oogon links Fig. 14, Taf. XIX); von hier aus rückten die Chromatophoren nach allen Seiten auseinander. Bald zeigte sich eine vollständig inhaltsleere, unbestimmt umrissene Lücke, die sich rasch in der Querrichtung des Stieles ausdehnte, so dass kurz nach 10 Uhr (Fig. 14, Taf. XIX, Oog. rechts) ein klaffender Riss dicht an der Basis des Oogons quer über den Oogonstiel zog. Die Ränder der auseinandergerissenen Inhaltmassen waren dadurch, dass einzelne Chromatophoren mehr oder weniger weit vorstanden, noch uneben und zerrissen; doch nach einigen Bemühungen, die sich durch Hin- und Herschieben der Inhaltskörper kundgaben, war bald in beiden einander gegenüberstehenden Gliedern eine musterhafte Richtung hergestellt. Die Chromatophoren hatten sich mittlerweile an den Begrenzungslinien des Risses in dichter Reihe so eingestellt, dass ihre Längsrichtung dem Risse parallel ging. Bei der Säuberung der Rissstelle spielen die oben erwähnten kleinen, beweglichen Körperchen eine eigentümliche Rolle. Sie wimmeln geschäftig um die Chlorophyllkörner herum, und diese ziehen sich, wie es den Anschein hat, unter ihrem Einfluss hinter die Grenzlinie zurück. Bisweilen heften sich diese Körperchen auch an die Chlorophyllkörner an. In grosser Menge sitzen sie in der von der Begrenzungslinie des Risses und der dorsalen Membran des Oogonstiels gebildeten Ecke, wo immer eine beträchtliche Anhäufung von Chromatophoren und Plasma stattfindet, und in welcher lebhaftes Hin- und Herzappeln zu beobachten ist. Kurze Zeit herrschte nun Ruhe innerhalb des Risses; dann aber rückten die beiden Ränder, der dem Stiel angehörende rascher, der des Oogons langsam, aufeinander zu, bis endlich nur noch eine schmale, aber klare Spalte die Inhaltmassen trennte. Dieser waren, wie jetzt deutlich sichtbar wurde, ziemlich breite Plasma-säume vorgelagert (Fig. 15, Taf. XIX). Ein Moment noch und dann stürzte der Inhalt des Stieles mit seiner ganzen Breite gegen die Grenzlinie des Oogons vor, schob sich an ihr entlang und knäuelte sich in der Mitte zusammen. Als bald zeigte sich ein quer über den Faden ziehender lichter Streifen, der nach etwa 10 Minuten als deutliche Membran in die Erscheinung trat. Bald nachdem sich das Oogon durch die Membran abgeschlossen hatte, wurde der vorher noch stark hervortretende Saum des Wanderplasmas undeutlicher, verschwommener, Chromatophoren drängten sich vom Innern her in ihn hinein, und bald war sein Vorhandensein kaum noch festzustellen (Fig. 16, Taf. XIX). Der ganze Vorgang der Membranbildung, vom Auftreten des Risses an gerechnet, nimmt 1—2 Stunden in Anspruch

und findet kurz vor der Befruchtung statt; denn der Sexualakt lässt nach dem Sichtbarwerden der Membran nie länger als 1–2 Stunden auf sich warten. Dieser letzte Akt wird dadurch angekündigt, dass der Inhalt des Oogons an der Verschlussmembran sich abzurunden beginnt, wodurch die von Aussenwand und Querwand gebildeten Ecken als leere Räume hell hervortreten. Ein farbloser Plasmasaum schliesst das damit gebildete Ei gegen diese Räume hin ab.

Kurz nach 1 h mittags schob sich das Ei unter steter Gestaltveränderung langsam aus der umhüllenden Oogonmembran heraus. Die Längsachse des Eis — und diese übertrifft die Querdimension oft um das Doppelte — verkürzte sich, während die Querachse in gleichem Masse an Länge zunahm. Dadurch bekam das Ei (s. Fig. 17, Taf. XIX) vorübergehend die Gestalt eines querliegenden Rotationsellipsoids, das mit einer stumpfen Spitze in das Oogon hineinragte. Machte im Anfang die ganze Bewegung den Eindruck, als ob sich das Ei durch eine zähflüssige Masse hindurchwinden müsse, so gab es plötzlich einen Ruck, und nun glitt das befreite Ei der dicht auliegenden Oogonmembran ohne Hindernis glatt entlang. An der dem Fruchttast zugekehrten Seite wölbte sich ein breiter runder Höcker vor. Das ist der Moment, in welchem bei ungestörter Entwicklung das Antheridium die Spermatozoiden entlässt. Diese umschwärmen in ihrer unruhigen wimmelnden Bewegung das Ei auf allen Seiten und heften sich an den verschiedensten Stellen fest, um, wenn ein Eindringen ihnen nicht gelungen ist, ihren Weg fortzusetzen. In grösserer Zahl hingen sie bisweilen an der oben erwähnten Vorwölbung, die durch einen etwas helleren Farbenton und durch eine eigentümliche strahlige Anordnung des Inhaltes sich vor dem übrigen Teil des Eies, wenn auch nur wenig deutlich, auszeichnete und wohl als Empfangnisfleck zu betrachten ist. Nach öfterer genauerer Beobachtung dieser Stelle gelang es mir auch, das Eindringen eines Spermatozoids zu beobachten. Als bald, nachdem dies geschehen, rundete sich die Oospore ab und ging in eine fast vollkommen kugelige Gestalt über. Ob das Eindringen der männlichen Schwärmer auf die mutmasslich als Konzeptionshügel bezeichnete Stelle beschränkt ist, oder ob nicht vielmehr die ganze Oberfläche des Eies für sie zugänglich ist, konnte ich nicht entscheiden. Sicher ist nur, dass das ganze Ei nackt ist und erst nach der Befruchtung sich mit einer Membran umgibt. Diese erweist sich auch nach ihrer Quellung in kochender Kalilauge als einfach und verhältnismässig dünn. Was die Bewegung der Eizelle betrifft, so scheint mir, dem ganzen Verlauf nach zu urteilen, als wirksame Kraft eine Spannung gelten zu dürfen, unter der die elastische Membran des Oogons vor der Öffnung steht. Vielleicht ist es aber auch einfache Quellung der Oogonmembran. Genauere Unter-

suchungen habe ich hierüber nicht angestellt. Jedenfalls vermag ich nicht anzunehmen, dass der Turgor des Oogonstiels einen zur Erklärung der Bewegung genügenden Einfluss habe. Die Entfernung, die das Ei bei seiner passiven Bewegung zurücklegt, ist bei nahezu kugeligen Oogonien so gering, dass Ei und Verschlussmembran noch in Berührung bleiben (siehe Fig. 17, Taf. XIX), während sie bei den mehr in die Länge gezogenen Oogonien (cf. Text-Fig. 7) oft eine Grösse erreicht, die dem Durchmesser der Oospore um nicht viel nachsteht.

Im Verhalten der Oospore zeigt *Vaucheria arrhyncha* insofern eine grosse Abweichung gegenüber den anderen Arten, als dieselbe sich nicht verfärbt, sondern stets grün bleibt. Eine Keimung erzielte ich im Frühjahr an Oosporen, die im Oktober befruchtet und den ganzen Winter über im alten Kulturgefäss und in der alten Flüssigkeit belassen wurden, durch Übertragung in frisches Wasser. Die Keimfäden hatten jedoch kaum die halbe Dicke von denjenigen der Stammkultur. Die keimenden Oosporen wurden fixiert, da ich hoffe, durch spätere Bearbeitung zu eventuellen Ergebnissen über Kernteilung, Chromosomenzahl usw. zu gelangen. Wegen der verhältnismässig beträchtlichen Grösse des Eikerns und der Dünne der Membran erscheint ein Erfolg dieses Versuches nicht ausgeschlossen.

Was die mitgeteilten Zeitpunkte für die einzelnen Entwicklungsstadien betrifft, so sind diese wohl die allgemein gültigen; doch treten bei dieser Spezies stärkere Verschiebungen auf, als ich es bei anderen beobachten konnte, so dass der Befruchtungsvorgang auch im Laufe des Nachmittags bis gegen Abend stattfinden kann.

### β) Beobachtungen an fixierten Oogonien.

Gehen wir jetzt zur Beobachtung der inneren, nur auf Schnitten erkennbaren Vorgänge über, so stimmen alle Autoren darin überein, dass die jungen Oogone zahlreiche Kerne enthalten, welche mindestens zum Teil einer Einwanderung aus dem Faden ihr Dasein verdanken dürften. Inwieweit eine Vermehrung innerhalb des jungen Oogons Platz greift, lässt sich schon deshalb schwer sagen, weil Karyokinesen oder Mitosen oder irgend etwas Ähnliches nicht zur Beobachtung gelangte. Hervorgehoben sei, dass sich auf ganz jungen Stadien in der hellen Spitze, die keine Chromatophoren enthält, zahlreiche Kerne einfinden. Es ergibt sich also hier die sogenannte inverse Schichtung, welche BERTHOLD schon vor langer Zeit in wachsenden Fadenspitzen der Siphoneen nachwies. Später jedoch erscheint diese Lagerung verwischt. Die Kerne liegen jetzt (Text-Fig. 5, 1) ziemlich regelmässig in dem peripheren Wandbelag des jungen Oogons verteilt, und nun erhebt sich zwischen OLTMANNs und DAVIS die



Streitfrage, wie die Kerne entfernt werden. Das Mittel zur Entfernung der Kerne ist nach OLTMANN'S, wie wir sahen, das Wanderplasma. Dieses bereits am Leben beobachtete Gebilde können wir nun tatsächlich an den Schnitten weiter verfolgen.

In Stufen, welche etwas älter sind als diejenige der Text-Fig. 5, 1, rücken die Kerne aus den inneren Regionen des Plasmawandbelags gegen die Zellwand zu. Zu gleicher Zeit setzt eine Rückwärtsbewegung der an der Spitze gelegenen Kerne ein. Da-

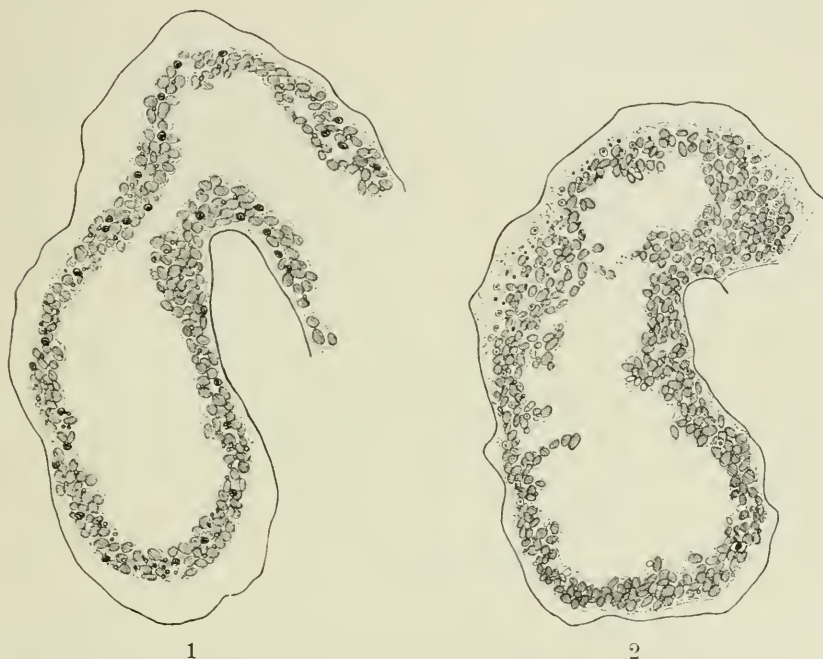


Fig. 5. *Vaucheria arrhyncha*, nov. spec. Längsschnitte durch Oogonien.  
1. Junges Oogon, dem Stadium der Fig. 12, Taf. XIX, entsprechend. Die Kerne liegen im peripheren Wandbelag zerstreut. 2. Oogon, welches dem Stadium der Fig. 13, Taf. XIX, entspricht. Anhäufung von Kernen am Rücken des Oogons. An der Spitze der Eikern. ZEISS' Apoehr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 2.

durch entsteht am Rücken des Oogons eine Anhäufung von Kernen, die mit dem umgebenden Plasma die Erscheinung des Wanderplasmas verursacht. Wie dieses auf Schnitten aussieht, zeigt die Text-Fig. 5, 2, die ungefähr dem Stadium der Fig. 13, Taf. XIX, entspricht. Das Wanderplasma hat die Form, die schon am Lebenden beobachtet wurde. An seiner dicksten Stelle ist naturgemäss die Zahl der Kerne am grössten, während sie dort, wo sich dasselbe nach oben und unten hin auskeilt, geringer wird. Aus derselben Figur geht auch hervor, dass ein Kern von dem Strome

nicht erfasst wird, sondern an der Oogonspitze liegen bleibt; es ist der zukünftige Eikern. An Umfang rasch zunehmend, tritt er bald durch seine Grösse vor allen anderen unverkennbar hervor.

Die angesammelten Kerne setzen ihre Rückwanderung fort. 6 Stunden nach seinem ersten Auftreten ist das Wanderplasma an der Basis des Oogons angelangt und damit das Oogon von Kernen gesäubert. Während das Wanderplasma langsam abzieht, füllt eine Gegenströmung das Innere des Oogons mit Reservestoffen, und dadurch wird die grosse Vakuole in viele kleine aufgeteilt. Zugleich hat sich der Eikern aus seiner exzentrischen Lage in die Mitte



Fig. 6. *Vaucheria arrhyncha*, nov. spec. Längsschnitt durch ein Oogon kurz vor der Rissbildung, Fig. 14, Taf. XIX, entsprechend. Wanderplasma mit den ausgewanderten Kernen an der Basis des Oogons. In zentraler Lage der Eikern.

ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 2.

zurückgezogen, wo er von einem zentrosomaähnlichen Körperchen strahlenartige Plasmafäden in den umgebenden Inhalt aussendet. Auch anderweitige Strukturveränderungen sind mit ihm vorgegangen. Solange er sich an der Spitze befand, wies er ausser einem grossen scharf begrenzten Nukleolus wenig Inhalt auf; jetzt ist er dagegen von einem dichten, engmaschigen Netzwerk durchzogen. Die geschilderten Verhältnisse kommen alle in Text-Fig. 6 ungefähr zum Ausdruck. Diese gibt im Vergleich mit Text-Fig. 5, 1 bzw. 5, 2 ein klares Bild der Entwicklungsphase, die zwischen Anfang und Ende der Kernwanderung liegt. Das durch Text-Fig. 6 dargestellte Stadium steht vor der Rissbildung. Der Riss bildet sich (cf. Fig. 14 und 15, Taf. XIX) an der durch den Pfeil in Fig. 6 be-

zeichneten Stelle. Daraus ergibt sich, dass auf dieser Entwicklungsstufe das Oogon ausser dem Eikern auch keine Spur von Kern oder Kernresten zeigt. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass jeweils die ganze Schnittserie untersucht wurde, ohne dass die Ergebnisse der reproduzierten Bilder beeinträchtigt worden wären.

Bestätigt wird das durch die Text-Fig. 7a und b. Dies sind zwei verschiedene Schnitte durch das gleiche Oogon kurz nach der Abtrennung durch eine Scheidewand, also etwa 1 Stunde vor der Be-



Fig. 7. *Vaucheria arrhyncha*, nov. spec. Zwei Längsschnitte durch dasselbe Oogon unmittelbar nach Anlage der Scheidewand, Fig. 16, Taf. XIX, entsprechend. a zeigt die ausgewanderten Kerne im Oogonstiel, b den Eikern in zentraler Lage. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 2.

fruchtung oder 7—8 Stunden nach dem Stadium der Fig. 12, Taf. XIX. Das erstere der Bilder zeigt im Oogonstiel die ausgewanderten Kerne, während das letztere beigegeben wurde, um auf die eigentümliche Beschaffenheit des kurz vor der Befruchtung stehenden Eikerns aufmerksam zu machen.

Text-Fig. 8, 1 entspricht der Fig. 17, Taf. XIX, und bringt ein Ei zur Anschauung, das eben zum Zwecke der Befruchtung die Oogonwand gesprengt hat; es besitzt wohl einen dichten plasmatischen Saum, aber noch keine Membran. Leider erfolgte die Fixierung offenbar einige Minuten zu frühe, so dass die Schnitte ein eingedrungenes Spermatozoid nicht enthalten. Die Text-Fig. 8, 1 gibt

auch zusammen mit 8, 2, einem Ei im Stadium der Kernverschmelzung, einen Einblick in den schon oben dargelegten eigentümlichen Befruchtungsmodus von *Vaucheria arrhyncha*, auf den weiter unten noch hingewiesen werden soll.

### Das Antheridium.

Das Antheridium bildet, wie schon eingangs erwähnt, das Ende des Fruchttastes, der seitlich die Oogonien trägt. Der Fruchttast setzt, nachdem die Oogonanlage sich abgezweigt hat, sein Wachstum fort, indem er sich mehr oder weniger stark verschmälert; dadurch



Fig. 8. *Vaucheria arrhyncha*, nov. spec. 1. Befruchtungsreifes Ei, Stadium der Fig. 17, Taf. XIX. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4. 2. Ei im Stadium der Kernverschmelzung. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 2.

erscheint der ausgewachsene terminale Antheridialzweig schwach kegelförmig verjüngt. In der Krümmung desselben treten grosse Verschiedenheiten zutage. Im einfachsten Falle bleibt die Wachstumsrichtung bis fast zur Spitze annähernd dieselbe wie im Fruchttast. Häufiger aber biegt er sich unmittelbar über der Insertionsstelle des Oogons in scharfem Bogen nach unten um, wie in den Fig. 12—17, Taf. XIX, in denen das Antheridium durch den Fruchttast verdeckt wird. Zwischen beiden Formen finden sich alle Übergänge. In allen Fällen wird dafür gesorgt, dass die Spitze des Antheridiums dem Oogonium zugewandt ist.

Während der ganzen Entwicklung des Antheridiums erhält sich an der Spitze die schon beim Fruchttast erwähnte und in Fig. 10 und 11, Taf. XIX, dargestellte Plasmakappe, die auch bei vegetativen Fäden von



den verschiedensten Autoren beobachtet wurde. Doch unterscheidet sich die Antheridienanlage schon sehr frühe von einem gewöhnlichen vegetativen Zweig durch eine viel reichlichere Anhäufung von Protoplasma und durch die geringere Menge von Chromatophoren, obgleich diese bei *Vaucheria arrhyncha* unstreitig grösser ist als in den Antheridien der übrigen Corniculaten.

Ziemlich genau 29 Stunden nach der ersten Vorwölbung des Fruchttastes oder 12—15 Stunden nach Anlage der Oogonien oder rund 19 Stunden vor der Befruchtung hat das Antheridium seine definitive Grösse erreicht und legt nach vorausgegangener Rissbildung in ganz analoger Weise wie das Oogon seine abtrennende Membran an. Dies findet an der letzten hakenförmigen Krümmung in kurzer Entfernung von der Spitze statt, so dass das Antheridium im Vergleich mit demjenigen der Tubuligeræ und Corniculatæ als klein bezeichnet werden muss. Am nächsten steht es in der Grösse den Antheridien aus der Gruppe der Anomalæ. Doch sind Variationen in Grösse und Form sehr häufig; neben länglich walzenförmigen sind bisweilen fast kugelige zu finden. Sobald die Membran gebildet ist, zieht sich der Inhalt aus dem Antheridienstiel zurück und schliesst sich den dem weiblichen Organ zuströmenden Massen an.

Während vor der Membranbildung die Chromatophoren im Antheridium eine besondere Lagerung nicht erkennen liessen, zeigen sie bald nach der Abgliederung die Tendenz, in kleinen Gruppen sich zusammenzuschliessen und sich gegen die Mitte zu konzentrieren. Hier bildet sich mit der Zeit ein dichter Knäuel, der rings von körnigem Plasma umgeben ist. In besonders hervorragender Menge findet sich dieses im vorderen Teil vor. Mit diesen Lagerungsveränderungen scheinen anderweitige Veränderungen Hand in Hand zu gehen. Wenigstens werden die Chromatophoren unregelmässiger in ihrer Gestalt und erscheinen kleiner als im Tragfaden. Die Vermutung, dass sie einer Degeneration unterliegen, mag auch dadurch nahegelegt werden, dass an einzelnen Punkten des Antheridiums eine bald mehr, bald weniger deutliche Braunfärbung sichtbar wird.

Schon einige Zeit vor der Befruchtung sind die Umrisse der in der peripheren Plasmazone sich bildenden Spermatozoiden zu unterscheiden. Eine wimmelnde Bewegung derselben bekundet, dass die Öffnung des Antheridiums nahe bevorsteht. Nach wenigen Augenblicken zeigt die Spitze eine offenbar durch Auflösung der betreffenden Membranfläche entstandene kleine Öffnung, aus der zunächst einige Spermatozoiden austreten; dann aber strömt in einer die ganze Öffnung ausfüllenden Breite der gesamte Inhalt nach. Dieser schwillt im Wasser zu einer Kugel an. Die Spermatozoiden

hängen bei dem Vorgang dem Rande des Stromes an, der sich aus dem Antheridium in die Kugel ergiesst, werden dann der Oberfläche der letzteren entlang geschoben und noch einige Zeit festgehalten. Durch lebhafte Bewegung machen sie sich nacheinander frei und zerstreuen sich einzeln in der Umgebung. Auf solche Weise wird es erreicht, dass während  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stunde ununterbrochen immer neue Spermatozoiden dem Ei entgegengeführt werden. Nach Verfluss dieser Zeit scheint jedoch die Kraft der Schwärmer rasch zu erlahmen.

### *Vaucheria terrestris.*

*Vaucheria terrestris* wurde der Untersuchung unterzogen als eine ölführende Vertreterin der Gruppe der Corniculatae racemosae. Sie hat im Gegensatz zur *Vaucheria arrhyncha* ein sehr langes Antheridium, das eine schlauchförmige halb- bis vollkommen kreisförmig eingerollte Zelle darstellt. Die Krümmungsebene des Antheridiums ist der des Oogoniums parallel.

*Vaucheria terrestris* ist sehr häufig; ich fand sie meist in enger Gesellschaft mit verschiedenen anderen Arten. Benutzt wurde das Material, das ich etwa  $\frac{3}{4}$  Stunden hinter dem Friedrichshof bei Freiburg am Rande des Bächleins sammelte, welches den Diessendobel durchfließt. Dieses Material hatte den Vorzug, dass es frei von anderen Arten war und schöne kurzfädige Rasen bildete.

Die Beobachtung am Lebenden ist dadurch etwas erschwert, dass diese Spezies sehr empfindlich gegen nächtliche Beleuchtung ist. Da die äusseren Vorgänge bei der Entwicklung der Sexualorgane sich im Wesentlichen mit denjenigen von *Vaucheria pachyderma* und *Vaucheria arrhyncha* decken, will ich mich, um ermüdende Wiederholungen zu vermeiden, in diesem Punkte kurz fassen und mich auf die Festlegung der Hauptphasen der Entwicklung beschränken.

Am vegetativen Faden entsteht in der üblichen Weise ein Seitenzweiglein, das schon nach kurzer Zeit seine Spitze hornförmig umbiegt. Nach 6—8 Stunden erscheint unterhalb der Krümmung das zukünftige Oogonium als papillöse Vorwölbung. Zu dieser Zeit hat das antheridiale Ende des Seitenzweigs bzw. Fruchtaastes schon fast eine kreisförmige Biegung ausgeführt. Die Ölkugeln, die den Fruchtaast bis weit in die Spitze hinein dicht angefüllt hatten, treten unterhalb der papillösen Oogonanlage bis zur Mitte des Fadens zurück und schaffen auf diese Weise Raum für eine Zone, die nur Chlorophyll und Plasma enthält. Indem sich das Oogonium vergrössert, rückt aus dem Tragfaden Öl und Chlorophyll in dasselbe ein; doch beteiligt sich auf späteren Stadien auch der Antheridialzweig bei

der Versorgung des Oogons mit Reservestoffen. Man erkennt dies an einem rückläufigen Strom, der sich aus diesem in das Oogon hineinergießt und ihm Öl und Chlorophyll zuführt. Nicht erfasst werden von diesem Strome die im vorderen Teil der Antheridienanlage befindlichen Chlorophyllkörner. Diese verteilen sich, während die Antheridienanlage noch bedeutend in die Länge wächst, auf den immer grösser werdenden Raum, weshalb sie endlich in dem ausgewachsenen Antheridium in relativ sehr geringer Zahl zu finden sind. Infolge der Auswanderung von Chlorophyll aus der proximalen Partie der Antheridienanlage wird schon auf früher Stufe durch eine auffallende Armut an Chromatophoren die Stelle gekennzeichnet, wo später die Antheridienmembran angelegt wird. Diese entsteht nach vorausgegangener Rissbildung gewöhnlich nachmittags zwischen 3h und 6h, rund 14 Stunden nach der ersten sichtbaren Vorwölbung des Oogoniums. Bis zur Öffnung des Antheridiums, bzw. bis zum Befruchtungsakt sind es dann noch etwa 16 Stunden.

In diesen Zeitraum fallen die wichtigsten Vorgänge, die sich im Oogonium bis zur Eireife abspielen. In der ersten Hälfte wächst es noch rapid und erreicht seine definitive Grösse. Bald darauf erscheint an der Oogonspitze ein farbloser Höcker, der sich rasch zu dem bei *Vaucheria terrestris* weniger stark entwickelten Schnabel ausbildet. Gleichzeitig mit dieser Erscheinung kommt die folgende zur Beobachtung.

Bis zu dem in Rede stehenden Stadium lagen die Ölkugeln der Oogonmembran ziemlich dicht an. Nun aber treten sie von der konvex gebogenen Rückenseite etwas zurück, und es wird ein schmaler grüner Saum sichtbar, der Chlorophyllkörper und körniges Plasma, aber keine Öltropfen enthält. An den Chromatophoren kann mit Hilfe des Mikrometerokulars ohne Schwierigkeit konstatiert werden, dass sich der Saum rückwärts, d. h. der Oogonbasis zu bewegt. Der anfangs schmale grüne Saum wird sichtlich breiter und länger; die Masse des Protoplasmas schwillt zusehends an; die Zahl der Chlorophyllkörner dagegen vermindert sich, und es resultiert auf diesem Wege nach 3–4 Stunden ein grauschimmernder, nur von wenigen Chlorophyllkörnern durchsetzter Plasmastreifen, der auf der Wanderung aus dem Oogon begriffen ist. Auch auf der gegenüberliegenden ventralen Seite des Oogons entsteht häufig, aber nicht immer ein ähnlicher Saum; er unterscheidet sich jedoch von dem dorsal gelegenen meist durch seine geringe Grösse und durch das vollständige Fehlen von Chromatophoren. Wie ein Oogon auf diesem Stadium aussieht, veranschaulicht die Fig. 9, Taf. XIX.

Nach all dem Vorangegangenen braucht kaum mehr bemerkt zu werden, dass wir in dem Plasmastreifen dasselbe Wanderplasma vor uns haben, das uns schon bei *Vaucheria pachyderma* in etwas ver-

schiedener, bei *Vaucheria arrhyncha* in gleicher Gestalt entgegentrat. Auch hier rückt es der dorsalen Wand entlang aus dem Oogon heraus und verschwindet langsam im Stiel des Oogoniums. Die ganze Wanderung nimmt 6—8 Stunden in Anspruch. Erst wenn das Oogonium sich des Wanderplasmas entledigt hat, schreitet es zur Bildung der Scheidewand. Diese vollzieht sich in Übereinstimmung mit den andern beobachteten *Vaucherien* unmittelbar, d. i. 1—2 Stunden vor dem Eintritt der Befruchtung. Sie findet in bekannter Weise statt und kann nach Mitternacht bis in die frühen Morgenstunden hinein beobachtet werden.

Die feuchte Kammer bereitet der genauen Untersuchung insofern einige Schwierigkeit, als wegen der namhaften Dicke, die der Hängetropfen haben muss, stärkste Vergrösserungen ausgeschlossen sind. Diesem Übel kann aber leicht dadurch abgeholfen werden, dass man das Deckglas von der feuchten Kammer behutsam abhebt und auf einen entsprechend grossen Objektträger legt. Das am Deckglas haftende Vaseline, das zum hermetischen Abschluss der Kammer diene, genügt, um den Faden vor Zerquetschung zu bewahren. Das auf diese Weise hergestellte Präparat erhält sich gut 1—2 Stunden lebendig, wenn man nur von Zeit zu Zeit das etwa verdunstete Wasser ersetzt, und kann nun selbst mit Immersion einer gründlichen Betrachtung unterworfen werden. Die Text-Fig. 10, 2 verdankt diesem Verfahren ihre Entstehung. An solchen Präparaten erkennt man, dass in dem Wanderplasma Körperchen suspendiert sind, die, solange das Präparat noch frisch ist, nur unscharf und verschwommen sichtbar sind, aber mit der Zeit deutliche Konturen annehmen. Lässt schon ihre Grösse und Gestalt vermuten, dass man es mit Kernen zu tun habe, so wird man in dieser Annahme noch bestärkt durch Punkte, die bisweilen innerhalb der Körperchen wahrgenommen werden können und als Nukleolen anzusprechen wären. Dass die vermutlichen Kerne erst einigermaßen deutlich sichtbar werden, wenn das Organ dem Absterben nahe ist, wäre wohl auf den von verschiedener Seite behaupteten Umstand zurückzuführen, dass lebende Kerne zur Zeit ihres Absterbens am besten zur Wahrnehmung kommen. Immerhin blieb die Beobachtung so lange eine Vermutung, bis das fixierte und gefärbte Material über die Natur des Streifens und seiner Bestandteile Sicheres zutage gefördert hatte.

Ich habe mich nun bemüht, an der Hand von Schnitten ein möglichst vollständiges Bild der Oogonentwicklung vom Stadium des ersten Auftretens des Wanderplasmas bis zur Rissbildung zu geben. Diesem Zwecke sollen die Text-Figuren 9—13 dienen. Zum besseren Verständnis derselben sei eine Bemerkung vorausgeschickt, die auch für die Figuren der nachher zu behandelnden *Vaucheria geminata* gilt: Da der Schnabel aus der Ebene herausgekrümmt ist, in welcher



der Stiel derselben und der Fruchast liegen, ist es natürlich unmöglich, gleichzeitig durch den Oogonstiel und den Eikern, welcher weit nach vorne gelagert ist, einen Schnitt zu bekommen. Deswegen sind in den Figuren jeweils zwei Bilder wiedergegeben, von denen eines in erster Linie die Oogonspitze, das andere dessen Basis nebst Stiel und Tragast berücksichtigt; dieses ist mit dem Buchstaben a, jenes mit b bezeichnet.

In jugendlichen Stadien sind die Kerne nicht bloss in wandständiger Lage anzutreffen, sondern sie finden sich auch in grösserer



Fig. 9. *Vaucheria terrestris*. Längsschnitt durch ein Oögon.

a Sammlung der Kerne am Rücken des Oögons. b Schnitt mit dem Eikern an der Basis des Schnabels. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

Zahl zwischen Chromatophoren in den die Vakuolen durchsetzenden Plasmasträngen. Diese zerstreuten Kerne sammeln sich im dorsalen, in geringerer Menge bisweilen auch im ventralen Teil des Oögons. Gleichzeitig treten die an der Spitze gelegenen Kerne den Rückzug an und treffen mit den in Sammlung begriffenen zusammen. Dieses Stadium der Kernsammlung bringt die Text-Fig. 9a annähernd zur Darstellung. Der grössere Teil der Kerne liegt auf dieser Stufe noch zwischen Chromatophoren und würde am lebenden Objekt als der schmale, grüne, von Ölkugeln freie Saum zur Beobachtung kommen, wie es oben für das Anfangsstadium des Wanderplasmas dargelegt wurde.

Ziemlich weit vorn am Schnabelende und auch im Innern finden sich noch einzelne Kerne, die den ersten Anschluss verpasst haben. Sie werden aber, wie die folgenden Bilder bezeugen, ihre Schwesterkerne einzuholen suchen.

Ein Stadium, in welchem sich die Kernsammlung vollständig vollzogen hat, zeigt das nächste Bild, die Text-Fig. 10, 1a. Diese lässt im Innern des Oogons keine Kerne mehr erkennen. Sie haben sich

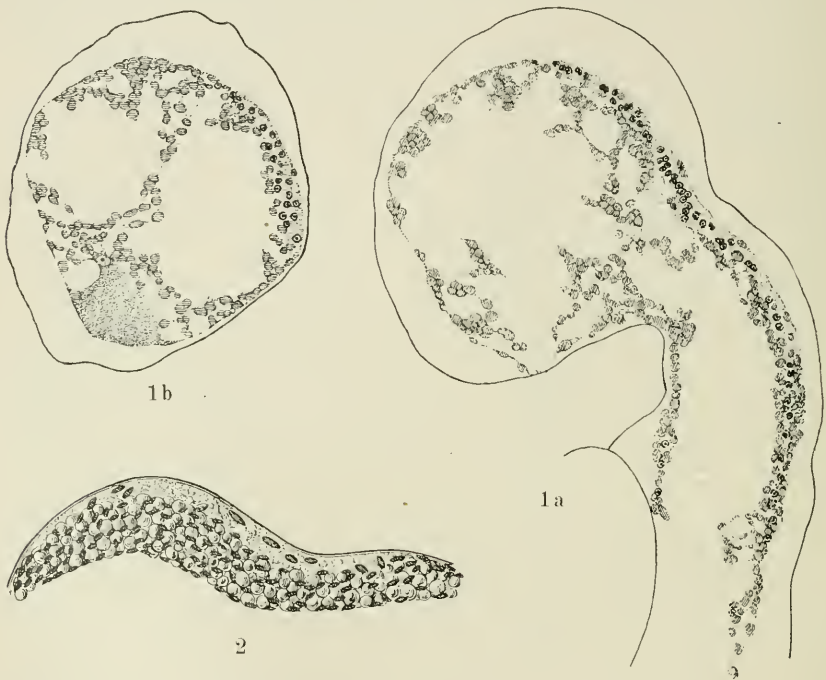


Fig. 10. *Vaucheria terrestris*. 1a und 1b Längsschnitte durch ein Oogonium. 1a Wanderplasma auf dem Rückzug aus dem Oogon. 1b Schnitt mit dem Eikeru am Schnabelgrunde. 2. Wanderplasma nach dem Lebenden.

ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Kom.-Okul. 4.

alle samt und sonders aus den inneren Partien zurückgezogen und liegen nun in dichtgedrängtem Zuge an der Rückenseite des Oogons.

Die anrückenden Kernhaufen haben mit ihrem umgebenden Plasma das Öl und die Chromatophoren von dort einwärts zurückgedrängt. Die letzteren begrenzen den Kernzug auf seinem inneren Rand in grosser Zahl und fast ununterbrochener Reihe. Mit der Sammlung der Kerne ging ein Rückzug derselben Hand in Hand. Vergleicht man hinsichtlich der Lage das Wanderplasma der Text-Fig. 9a mit demjenigen der Text-Fig. 10, 1a, so ist der Fortschritt in der Wanderung unverkennbar.

Während aber in Fig. 10a der weitaus grössere Teil der Kerne immer noch innerhalb des Oogons zu sehen ist, liegt dieser in dem unmittelbar daran anschliessenden Stadium der Text-Fig. 11a an der Oogonbasis bzw. in dem Oogonstiel, und nur wenige Kerne halten sich noch in einer zum Oogon selbst zu rechnenden Region auf. Die Fig. 11a demonstriert sonach einen weiteren Schritt in der basalwärts gerichteten Wanderung des Plasmastreifens und seiner Kerne.



Fig. 11. *Vaucheria terrestris*. Längsschnitte durch ein Oogon. a Rückzug des Wanderplasmas nahezu vollendet. b Schnitt mit dem Eikern am Grunde des Schnabels. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

Aber noch deutlicher spricht das nächste Bild, die Text-Fig. 12a, über das Schicksal der Oogonkerne. Es beweist, dass auch an der Oogonbasis der Wanderzug noch nicht zum Stillstand gekommen ist, sondern seinen Weg noch eine grosse Strecke im Oogonstiel verfolgt hat; denn der ganze obere Teil desselben erweist sich als von Kernen gesäubert; es ist dies offenbar diejenige Partie des Halses, die durch die Vorgänge der Riss- und Membranbildung in Mitleidenschaft gezogen wird. Die vorliegende Figur bietet noch den andern Vorzug, dass sie einen Schnitt darstellt, der nicht nur das Oogonium selbst, sondern auch den Oogonstiel und den Fruchttast bis hinunter

zum Stammfaden getroffen hat. Dadurch ist Gelegenheit gegeben, im Fruchttast die Kerne in ihrer normalen Verteilung zu sehen und einen Vergleich mit der Kernzahl des Wanderplasmas anzustellen. Im Stiel des Oogons sind die Kerne in geradezu frappanter Menge angehäuft. Hält man sich dann noch daneben das vollkommen kernfreie Oogonium vor Augen, so erscheint ein Zweifel an der Kern-

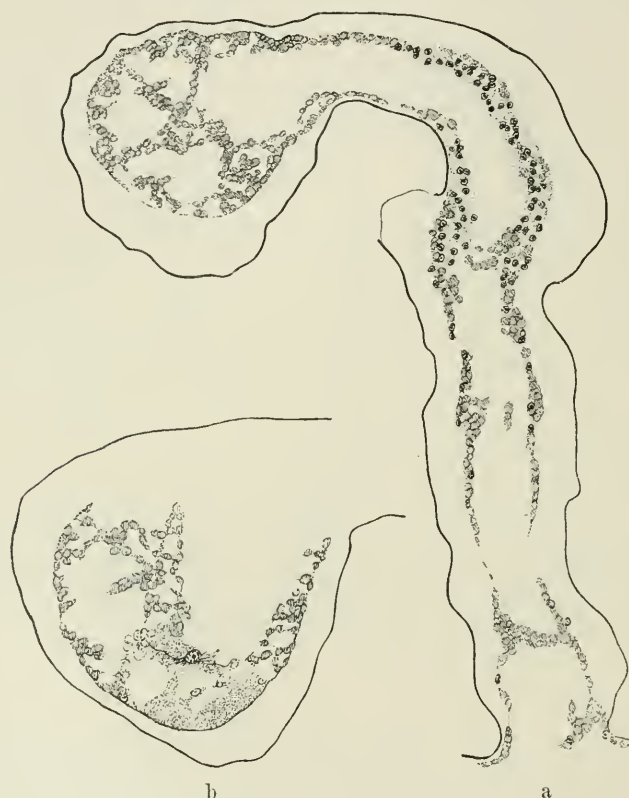


Fig. 12. *Vaucheria terrestris*. Längsschnitte durch Oogon samt Fruchttast. Stadium unmittelbar vor der Rissbildung. a Wanderplasma in Oogonstiel und Fruchttast. Oogon kernfrei. b Schnitt mit dem Eikern. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

wanderung absolut ausgeschlossen. Das Stadium der Text-Fig. 12a steht unmittelbar vor der Rissbildung. Darauf deutet nicht nur die Lage der Kerne hin, sondern auch der äusserst dünne Wandbelag im Halse des Oogoniums.

Zum Abschluss der vorgeführten Entwicklungsreihe fehlt nur noch das Rissstadium, das wir durch die Text-Fig. 13a in typischer Ausbildung zu geben in der Lage sind. Das Bild bestätigt in all seinen



Einzelheiten alles, was über dieses Stadium an anderem Orte schon ausgeführt wurde. Es rechtfertigt aber auch die Anschauung, welche die vorausgegangenen Bilder über das Wanderplasma vermittelt haben; denn während die dorsale Seite des Oogonstiels eine Menge Kerne in unverkennbarer Anhäufung aufweist, ist im Oogonium selber nicht die geringste Andeutung von Kernen oder Kernresten irgend welcher Art zu entdecken.

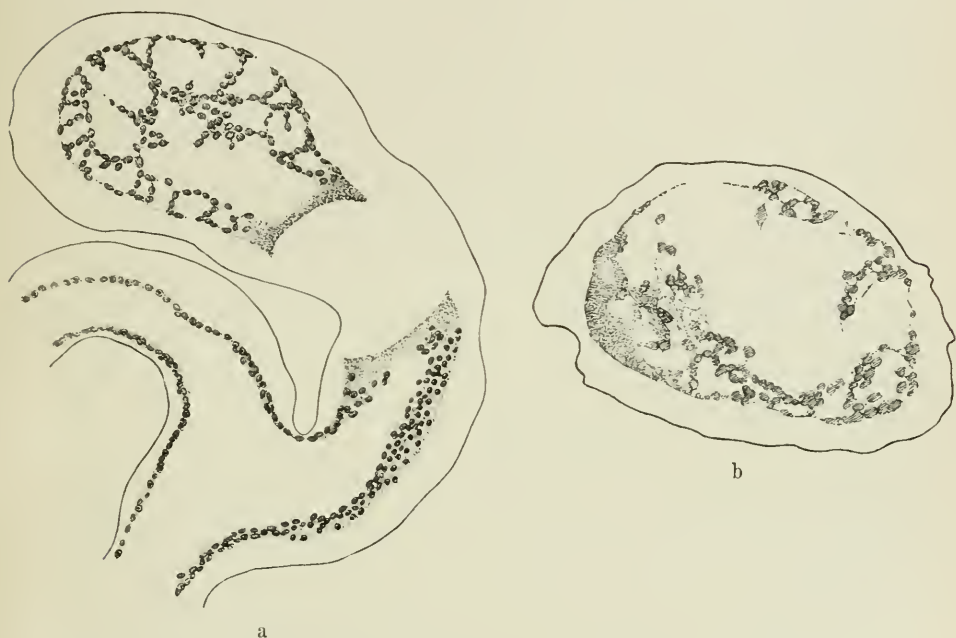


Fig. 13. *Vaucheria terrestris*. Längsschnitte durch ein Oogon im Rissstadium. a Riss an der Basis des Oogons und Wanderplasma im Oogonstiel. b Schnitt mit dem Eikern. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

Wenn wir im Vorstehenden von einem kernlosen Oogonium gesprochen haben, so war darunter natürlich immer ein solches zu verstehen, das keinen Kern ausser dem Eikern enthielt. Diesen haben wir bei der obigen Betrachtung vollständig ausser acht gelassen. Er soll nun nachträglich unter Anlehnung an die Text-Figuren 9b bis 13b einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

Wie bei *Vaucheria pachyderma* und *arrhyncha*, so bleibt der Eikern auch bei *Vaucheria terrestris* an der Spitze des Oogoniums liegen, wenn sich die andern Kerne zum Auszuge anschicken. In Text-Fig. 9b unterscheidet er sich in Grösse und Struktur kaum von seinen weniger glücklichen Gefährten. Doch ist er mehr in die Länge gestreckt und sendet, was ihn vor allen andern auszeichnet,

von dem einen Pol aus zarte Plasmafäden bis zur Peripherie. Angesichts dieser Tatsache stellt man unwillkürlich die kaum zu beantwortende Frage, ob die Fäden nicht das Mittel seien, den zukünftigen Eikern vor der Strömung zu retten, welche die übrigen erfasst und aus dem Oogon hinausbefördert. Der Eikern ist überdies von Plasma umgeben, das besonders den ganzen nach der Spitze zu gelegenen Raum erfüllt und am lebenden Objekt als Schnabel in die Erscheinung tritt. Die ersten Anzeichen der beginnenden Schnabelbildung geben sich, wie schon nach Beobachtungen am Lebenden festgestellt wurde, kurze Zeit vor dem Stadium der Text-Fig. 9b, etwa 10 Stunden vor der Aulage der Verschlussmembran des Oogoniums kund. Zu dieser Zeit lässt sich der Eikern an Lage und Umgebung schon unzweifelhaft erkennen. Dagegen bin ich in der Bemühung, den Eikern auf noch früheren Stufen aus den benachbarten Kernen heraus namhaft zu machen, zu keinem sicheren Ergebnis gekommen, so dass ich als Kriterium des auf der ersten Stufe der Differenzierung stehenden Eikerns nur seine ausschliessliche Lage an der Oogonspitze und das ihm vorgelagerte schnabelbildende Plasma anzugeben vermag. Diese Koinzidenz von Schnabelbildung und Differenzierung des Eikerns scheint mir keineswegs eine bloss zeitliche, sondern vielmehr eine kausale zu sein in der Weise, dass erstere durch letztere bedingt wird.

Die folgenden Stadien zeigen, dass der Eikern sich sukzessive vergrößert. Mit dieser Vergrößerung geht, wie es den Anschein hat, eine Anreicherung an Inhalt vor sich. Während z. B. der Eikern der Fig. 10b noch ausser einem stark hervortretenden Nukleolus nur wenig Inhalt aufzuweisen scheint, ist er auf den späteren Stufen von dichtem Netzwerk durchzogen, in dem kräftiger färbbare Körperchen aufgehängt sind. Allerdings erscheint der Nukleolus nicht mehr mit solcher Schärfe, dass er sich mit denjenigen der Text-Figuren 9b und 10b vergleichen liesse. Die schon berührten Plasmastrahlen sind in allen gezeichneten Stadien sichtbar. Sie verbreiten sich, von einem Punkte des Kerns ausgehend, in das umgebende Plasma. Anfangs noch zart (Fig. 10b und 11b), werden sie nach und nach dicker und derber (Fig. 12b) und färben sich endlich im Stadium der Rissbildung (Fig. 13b), auf dem übrigens die regelmässige strahlige Anordnung stark gestört zu sein scheint, mit Gentianaviolett tief dunkelblau.

#### IV. Gruppe der Anomalae.

Die Antheridien sind gerade oder wenig hornförmig gebogen, stehen endständig auf einem Fruchttast und haben mehrere seitliche Ausstülpungen. Die (1—2 [3]) Oogonien stehen unterhalb des Antheridiums und sind kürzer oder länger gestielt.

*Vaucheria geminata*.

*Vaucheria geminata* kommt in grosser Menge in Wiesengräben südlich von St. Georgen bei Freiburg vor; sie wurde nach GÖTZ „Zur Systematik der Gattung *Vaucheria*“ bestimmt. Das Material dieses Standortes eignete sich jedoch wenig zur Bearbeitung, da es selbst in kleineren Rasen mehrere Arten enthielt. Rein, d. h. unvermengt mit anderen Spezies fand ich *Vaucheria geminata* als rosettenförmige Watten im Altrhein bei Istein und in einer Wasserrinne, die, vom Isteiner Klotz kommend, in den Altrhein sich ergiesst. Sie gehört wegen ihres eigentümlichen, mit 1—3 seitlichen Ausstülpungen versehenen Antheridiums mit der von WORONIN beschriebenen *Vaucheria de Baryana* zur Gruppe der Anomalae Hansg. Von SCHENK wurde sie unter ihrem jetzigen Namen und von STOCKMAYER als *Vaucheria caespitosa* behandelt.

Die Entwicklung bietet gegenüber den in dieser Arbeit ausführlicher geschilderten Arten aus der Gruppe der Coruiculatae racemosae nichts Neues. Ich begnüge mich daher mit der Hervorhebung der Tatsache, dass sie sich in frischen Kulturen in der Anlage und Ausbildung von Sexualorganen wie üblich streng an bestimmte Zeiten hält. Bis zu welchem Grade die durch den Wechsel der Jahreszeiten veränderten Licht- und Temperaturverhältnisse modifizierend einwirken, habe ich nicht untersucht. Während meiner Beobachtungen, die im Monat Mai gemacht wurden, trat mit grosser Regelmässigkeit das Stadium der Rissbildung im Oogon nachts zwischen 1h und 3h ein; die Befruchtung fand in den frühen Morgenstunden statt.

Erwähnen will ich noch, dass ich bei dieser *Vaucheria* häufig ein Fehlschlagen der sexuellen Fortpflanzung beobachtete, sei es, dass das Antheridium sich vorzeitig öffnete, oder dass die trennende Wand im Oogon aus irgend einem Grunde nicht zustande kam, oder sei es endlich, dass das Oogon auf halber Entwicklung vegetativ auswuchs. Über die Ursache dieser Erscheinungen konnte ich etwas Bestimmtes nicht ermitteln. In meinen Präparaten schloss ich aber, um die Gewähr für normale Stadien zu haben, von vornherein alle diejenigen Oogonien von der Untersuchung aus, in denen ein Eikern nicht zu finden war. Bei der Auswahl der Text-Bilder 14a—16a war in erster Linie Übersichtlichkeit in den Lagerungsverhältnissen der Kerne massgebend, während die beigegebenen Figuren 14b. bis 16b die Schnitte reproduzieren, die in den gleichen Oogonien den Eikern getroffen haben. Wegen der vielfachen Krümmungen, welche Fruchttast, Oogonstiel und Oogon ausführen, ist es unmöglich, ein Bild zu finden, durch welches allein das Wesentliche von dem, was die ganze Schnittserie anstandslos ergibt, zur Darstellung gebracht werden könnte.

### Die Schnitte.

Hat uns schon die Untersuchung der lebenden *Vauch. geminata* Veranlassung gegeben, die weitgehende Übereinstimmung in den

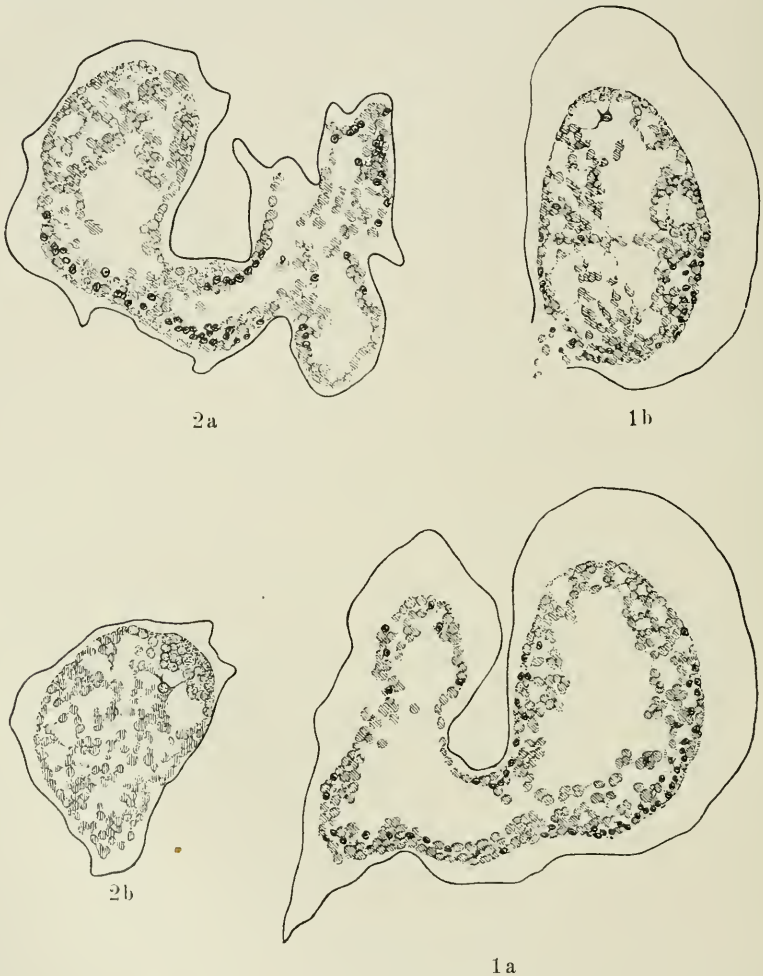


Fig. 14. *Vaucheria geminata*. Längsschnitte durch Oögonien. 1a Sammlung der Kerne an der dorsalen und ventralen Wand des Oögons. 1b Eikern an der Spitze des Oögons. 2a Der grösste Teil der Kerne hat das Oögon verlassen. 2b Oögon mit Eikern an der Spitze. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

äusserlich zu beobachtenden Vorgängen der Oogenese mit *V. terrestris* und *arrhyncha* zu konstatieren, so kommt diese Übereinstimmung in nicht geringerem Masse auch in den Schnitten zum Ausdruck.

Die Sammlung der Kerne an der dorsalen und ventralen Wand des Oögoniums wird durch die Text-Fig. 14, 1a und b illustriert; die



letztere zeigt ausserdem den an der Schnabelspitze zurückgebliebenen und gleichsam an Plasmafäden aufgehängten Eikern. In Text-Figur 14, 2a hat ein grosser Teil der Kerne das Oogon bereits verlassen; nur wenige Nachzügler befinden sich in ihrer Wanderung noch in der basalen Partie desselben. Die Text-Fig. 15a beweist aber, dass sie den anderen nachfolgen werden. In diesem Stadium ist das Oogon von Kernen vollständig gesäubert und der Oogonhals für die

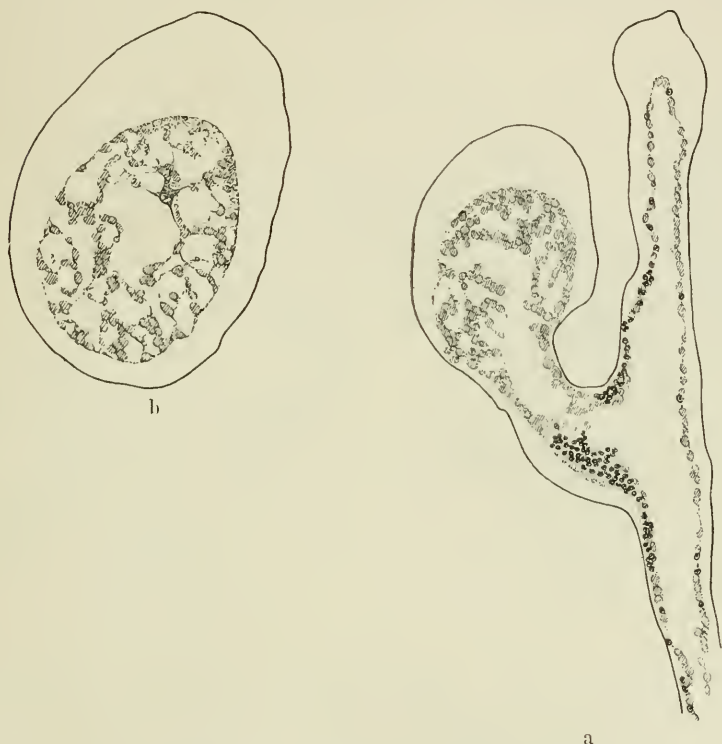


Fig. 15. *Vaucheria geminata*. Längsschnitte durch ein Oogon unmittelbar vor der Rissbildung. a Kernfreies Oogon. Die Wanderkerne liegen im Oogonstiel anhäuft. b Oogon mit Eikern. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

Anlage der Membran präpariert. Die ausgewanderten Oogonkerne liegen in einem Haufen eng zusammengedrängt an der Basis des Oogonstieles. Auffallend wenig Kerne sind dagegen im Fruchttast mit Ausnahme der Region, die an die ventrale Seite des Oogons bzw. Oogonstiels anschliesst. Die hier dichter gelagerten Kerne sind aber zweifelsohne diejenigen, die sich der Bauchseite des Oogons entlang aus diesem zurückgezogen haben. Vergewärtigt man sich alle Einzelheiten dieser Figur, die Abwesenheit jeglichen Kerns im Oogon, die Anhäufung der Kerne im Oogonstiel und die spärlich verteilten

Kerne im Fruchttast, so muss die Text-Fig. 15a für sich allein, auch ohne die vorausgegangenen Bilder, zu der Annahme führen, dass eine Kernausswanderung aus dem Oogonium Platz gegriffen habe. Die Text-Figur 16a tut das ihrige, dass diese Annahme zur sicheren Überzeugung wird. In dieser Figur sieht man links einen vollendeten Riss, während er im Oogon rechts erst in Bildung begriffen ist, wie die Plasmaverbindung andeutet, welche auf der dem Fruchttast zugekehrten Wand noch vorhanden ist. Im übrigen begegnen wir hier denselben Verhältnissen wie bei der vorhergehenden Figur.



Fig. 16. *Vaucheria geminata*. Längsschnitte durch ein Oogon im Rissstadium. a Riss links vollständig, rechts in Bildung begriffen. Oogonien von Wanderkernen frei. Die ausgewanderten Kerne in Oogonstiel und Fruchttast. b Schnitt mit den Eikernen. ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

Die Eikernbilder weisen auch bei *V. geminata* auf allen Stufen bis zur Befruchtung dem Eikern seinen Platz an der Oogonspitze zu; in allen vier Bildern liegt er an der Basis des durch reichliche Plasmaanbäufung kenntlichen Schnabels. Das Körperchen, das in Fig. 14, 2b am Rande des Kerns gelegen und in dem Präparat tief dunkelblau gefärbt ist, könnte mit Rücksicht auf die davon ausgehende Strahlung als Zentrosoma angesprochen werden. Die Eikerne der folgenden Stadien (Text-Fig. 15b und 16b) sind ausser durch derbe Fäden noch durch breite Ringe dichten Plasmas ausgezeichnet.

Die oben dargelegten Befunde gewinnen dadurch an Bedeutung, dass bei der Untersuchung dieser Spezies DAVIS zu den in der Ein-

leitung ausgeführten diametral entgegengesetzten Ergebnissen gekommen ist. Allerdings riefen einige Andeutungen in seiner Arbeit in mir Zweifel wach, ob die von ihm untersuchte *Vauch. geminata*, var. *racemosa* wirklich mit der nach der neuesten Systematik unter diesem Namen gehenden identisch ist. Die Zweifel konnten leider nicht beseitigt werden, da man nicht genau ersieht, wie DAVIS zu diesem Namen gekommen ist.

### Zur Kritik der Davis'schen Arbeit.

Die Tatsache, dass die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung sich mit denjenigen von OLTMANNS decken, genügt an sich als Beweis für die Auswanderung der Kerne aus den Oogonien bei allen Vaucherien, wie man jetzt wohl ruhig behaupten darf. Immerhin wird man fragen dürfen, wie DAVIS zu so grundverschiedenen Angaben kam. Zu dieser Frage wird besonders derjenige gedrängt, welcher die von DAVIS studierte *Vauch. geminata* selbst untersucht hat.

Der Grund liegt einfach darin, dass DAVIS die von OLTMANNS angegebenen Zeiten für die Entwicklung der Sexualorgane glatt ignoriert hat. Mochten auch die OLTMANNS'schen Angaben über das Verhalten der Kerne falsch sein, so war doch klar, dass über die Zeiten der Rissbildung usw. gröbliche Täuschungen nicht vorliegen konnten. DAVIS beging also von vornherein einen prinzipiellen Fehler, wenn er sein Material nicht systematisch zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten konservierte. Wenigstens sagt er nichts davon, und er berichtet auch nicht, dass er in mühsamer Arbeit Nächte bei seinen Algen durchwacht hat, um deren Entwicklung im Leben zu verfolgen. Nur so ist es erklärlich, dass er sich in den Schnitten nicht zurechtfindet, und dass er abnorme Bildungen für seine Auffassung ins Gefecht führt: denn seine Figuren 5—7 sind nicht normal. Bislang hat keiner der Autoren, welche lebende oder tote Vaucherien beschrieben, die Scheidewand anders auftreten sehen als genau an der Basis des Oogoniums. Wenn DAVIS sie an der gezeichneten Stelle wirklich sah, so kann er keine Oogonanlagen vor sich gehabt haben.

Sind damit diese Figuren erledigt, so könnte seine Fig. 4 doch beweiskräftiger sein; denn hierbei entsteht scheinbar ein Riss zu einer Zeit, in welcher noch zahlreiche Kerne im Oogon zerstreut liegen. Allein der gezeichnete Riss ist sicher keine normale Bildung, denn in allen Fällen, in welchen OLTMANNS und mir Risse zu Gesicht kamen, waren deren Ränder von einer zarten, feinkörnigen

Protoplasamasse umsäumt, in welcher sich Chromatophoren nicht befanden. Man braucht auch nur meine Text-Fig. 13a *Vauch. terrestris* und 16a *Vauch. geminata* mit der DAVIS'schen Figur 4 zu vergleichen, um das, was DAVIS zeichnet, für einen Knick zu halten, welcher bei der Fixierung entstanden ist. Einen wirklichen Ringriss hat

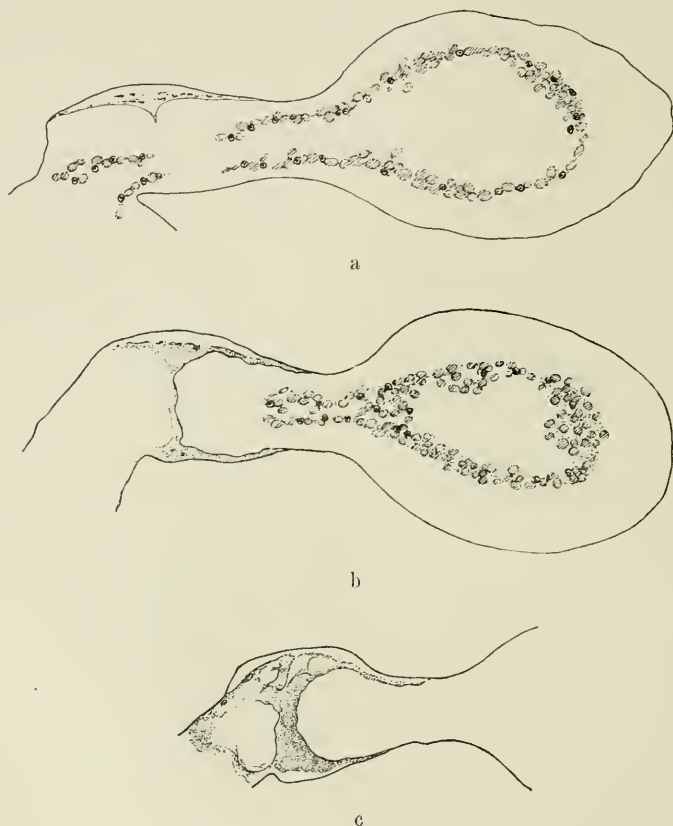


Fig. 17. *Vaucheria geminata*. Membranähnliches Gebilde, das infolge eines Knicks entstanden ist. a, b, c drei aufeinanderfolgende Schnitte.

ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 4.

DAVIS wohl kaum jemals gesehen; denn die Art, wie er jene Bildung beschreibt, weicht doch recht von dem ab, was alle andern Autoren beobachtet haben. Einknickungen des Plasmas können aber offenbar auch am lebenden Objekt abnormerweise vorkommen, und solche können sogar eine Wandbildung im Gefolge haben. Das geht aus meinen Text-Fig. 17a—c hervor. Hier wurde durch Vergleichung der verschiedenen Schnitte der Serie ganz unzweideutig festgestellt, dass nur eine Knickung vorliegt; denn die in Fig. 17b gezeichnete Wand



durchsetzt nur in diesem Schnitt den ganzen Raum: in den Nachbarschnitten war mit völliger Sicherheit zu erkennen, dass eine Membranfalte nur bis zu einem gewissen Grade in den Hohlraum des Fadens hineinragt. Also auch die Fig. 4 beweist nicht das Geringste für DAVIS.



Fig. 18. a Junge Oogonanlage, b Stück eines vegetativen Fadens, c alte, befruchtete Oospore mit stark tingierten, im Plasma liegenden Körperchen, die nach Überfärbung und langer Anwendung der Jod-Jod-Kalium-Beize auftraten.

ZEISS' Apochr. 1,30/2,00. Komp.-Okul. 6.

Sind die erwähnten Gebilde pathogene Stadien, so begreift man auch, dass DAVIS behaupten konnte, die Oogonanlagen wüchsen noch nach Anlegung der Querwand. Auch das ist etwas, was vor ihm niemand beobachtet hat und nach ihm sicherlich niemand beobachten wird.

Es bliebe noch die Frage, was seine degenerierenden Kerne zu bedeuten haben. Hier frappt vor allem eine gewisse Willkür, mit

der DAVIS von der schwierigeren Färbbarkeit der Kerne einen Schluss zieht auf ihre Degeneration. Dass sich die Oogonkerne zur Zeit, in der sie ihre Wanderung zur Peripherie beginnen, mit der für jüngere Stadien erfolgreich angewandten Färbedauer nur schwach und unscharf tingieren, ist eine Tatsache, die auch bei meinem Material zur Geltung kam; aber sie beschränkt sich nicht auf die „degenerierenden“ Kerne, sondern gilt in ganz besonderem Masse für den Eikern, der namentlich kurz vor und während der Bildung der Scheidewand einer guten, scharfen Färbung grosse Schwierigkeiten entgegensetzt; es wird aber niemand einfallen, diesen Umstand als einen Beweis für die Degeneration des Eikerns anzusehen.

DAVIS sieht in dunkel gefärbten Körnchen des Plasmas Spuren zugrunde gegangener Kerne. Nun hat mich die in der DAVIS'schen Arbeit mehrfach erwähnte Schwierigkeit der Färbung degenerierter Kerne veranlasst, die Färbung von Präparaten über das als richtig ausprobierte Mass hinaus zu verlängern. Diese Experimente brachten das Ergebnis, dass besonders nach einer längeren Anwendung der GRAM'schen Jod-Jodkaliumbeize ausser den Kernen kleine stark gefärbte Körperchen auftraten, wie sie die Text-Fig. 18a—c zeigen. Man halte diese Figuren neben die DAVIS'sche Fig. 11 und man wird von der Identität dieser Körperchen mit den DAVIS'schen „Kernresten“ überzeugt sein. Über die Natur dieser Kleinkörperchen kann ich nichts Bestimmtes angeben. Nur das eine steht fest, dass es nicht die Spuren degenerierter Kerne sein können; denn sie finden sich in den jüngsten Oogonanlagen (Text-Fig. 18a), wie in alten Oosporen (Text-Fig. 18c) wie in vegetativen Fäden (Text-Fig. 18b). Kommen die Körperchen zufällig auf ein schwach gefärbtes Chlorophyllkorn oder auf ein etwas dichter zusammengezogenes Klümpchen Plasma zu liegen, so mögen sie inmitten der schwach tingierten Umrahmung den von DAVIS (pag. 86) geschilderten Eindruck stark gefärbter Nukleolen machen oder gar zu Bildern führen, wie sie DAVIS in der Fig. 10 gibt.

Das Ergebnis der DAVIS'schen Untersuchung tritt uns zu schroff entgegen, als dass man sich nicht veranlasst fühlte, nach einer Erklärung für seine Möglichkeit zu suchen. Die Richtung, in der diese Erklärung zu finden ist, gibt die stete und aufdringliche Parallelsierung mit den den Vaucherien nahestehenden Pilzen. Wer allerdings der Meinung ist, die bei den Pilzen gegebenen Verhältnisse müssten sich — sagen wir — mit photographischer Genauigkeit bei den Algen wiederfinden, darf sich nicht wundern, dass er Resultate zutage fördert, die mit den Tatsachen nicht in Einklang stehen.

### Systematisches.

Die Untersuchungen, die an Vertretern der verschiedensten *Vaucheria*-Gruppen angestellt wurden, führten zu einem einmütigen Ergebnis hinsichtlich der Art und Weise, wie das einkernige Oogon zustande kommt, und es erscheint kaum wahrscheinlich, dass die noch nicht genauer untersuchten Arten abweichende Verhältnisse bieten werden. Die Kernausswanderung als Mittel zur Entfernung überflüssiger Kerne ist aber an sich so eigen, dass sie auf der Grundlage der anderen, bisher auch berücksichtigten Eigenschaften wohl dazu benützt werden kann, der Gattung als Hauptmerkmal zu dienen, hinter dem Modifikationen in Bau- und Stellungsverhältnissen der Sexualorgane sowie in den Bestandteilen des Fadeneinhalts zurückzutreten hätten.

#### *Woroninia dichotoma*.

Unter diesem Gesichtspunkt könnte die Abzweigung der von SOLMS aufgestellten neuen Gattung *Woroninia* rückgängig gemacht und ihr einziger Vertreter *Woroninia dichotoma* den *Vaucherien* als Spezies wieder untergeordnet werden, was zudem auch durch andere Umstände gerechtfertigt erscheint. So ist z. B. zwischen der Papille am apikalen Pol des Oogons von *Woroninia* und dem Schnabel der *Vaucheria acersa* gewiss ein so bedeutender Unterschied, dass im ersteren Fall wohl von dem Mangel eines Schnabels gesprochen werden kann. Allein es ist auch in Betracht zu ziehen, dass zwischen den beiden Formen alle Übergänge vorhanden sind, dass namentlich *Vauch. de Baryana* den bei *Woroninia* gegebenen Verhältnissen sehr nahe kommt und dass ferner *Vauch. Thuretii* in diesem Punkt einen Unterschied gegenüber *Woroninia* überhaupt nicht aufweist, ganz abgesehen davon, dass *Vauch. arrhyncha* und *V. piloboloides* weder Schnabel noch Papille noch irgend etwas Ähnliches besitzen.

Die Zweihäusigkeit stellt *Woroninia* allerdings in einen auffallenden Gegensatz zu allen bis jetzt bekannten *Vaucherien*, die monöcisch sind, und drängt sie gewissermassen in eine Sonderstellung. Hält man aber *V. Thuretii* daneben, so steht der Gegensatz bei weitem nicht so schroff da, als es zuerst den Anschein hatte. *Vauch. Thuretii* ist bei einer nahezu vollständigen, auf die engste Verwandtschaft mit *Woroninia* zurückzuführenden Übereinstimmung in Bau und Stellung der Sexualorgane einhäusig und schlägt damit eine leicht gangbare Brücke von der diöcischen *Woroninia* zu den abweichenden monöcischen *Vaucheria*-Arten.

Den radialsymmetrischen Bau der Oogonien und Antheridien möchte ich als einen Grund benützen, *Woroninia* als niederste Spezies an den Anfang der Reihe der *Vaucheriaceae* zu stellen, wie

dies auch OLTMANNs getan hat. Dafür spricht ausser dem Chlorophyllreichtum des Antheridiums noch das neue entwicklungsgeschichtliche Moment, dass die Auswanderung der Kerne rings an den Wänden des Oogons entlang stattfindet, also noch nicht wie bei den anderen Arten lokalisiert ist. Die bisweilen anzutreffende einseitige Anhäufung der Wanderkerne mag indessen eine Andeutung dafür geben, welche Richtung die philogenetische Entwicklung genommen hat.

*Vaucheria pachyderma.*

*Vauch. pachyderma* wurde von WALZ in die Gruppe der Corniculatae sessiles gestellt, trotzdem sie gerade das Merkmal, welches der Gruppe den Namen gegeben hat, das hornartig oder schneckenförmig eingerollte Antheridium nicht besitzt. Zeigt schon ein Vergleich des kugelig angeschwollenen Antheridiums dieser Spezies mit den Antheridien von *Vauch. sessilis* oder *V. terrestris*, welcher Zwang nötig ist, um *V. pachyderma* an dem ihr von WALZ angewiesenen Platz zu belassen, so fordern die Tatsachen der Oogonalentwicklung unbedingt ihre Entfernung aus der Gruppe der Corniculatae sessiles; denn das Oogon zeigt in vollkommen gleicher Weise wie *Vauch. aversa* an der Rückenseite das charakteristische breite, hell rötlichbraune Band des Wanderplasmas. Dies lässt auf eine nahe Verwandtschaft mit den Tubuligerae schliessen, mit welcher Gruppe sie ausserdem den ziemlich grossen, oft bedeutend nach unten rückwärts verlängerten Schnabel gemein hat. Andererseits teilt aber *V. pachyderma* mit den Sessiles die Eigenschaft, dass das Ei die Oogonmembran vollständig ausfüllt, also die den Tubuligerae eigentümliche starke Kontraktion nicht erleidet. Der *V. pachyderma* gebührt demnach in einem natürlichen System ein Platz zwischen der Gruppe der Tubuligerae und derjenigen der Sessiles, deren Verbindungsglied sie darstellt. Die nach beiden Seiten hin abweichende Form des Antheridiums bestätigt diese Einreihung und liefert für die neue Gruppe den Namen der Globiferae, als deren einzige bis jetzt bekannte Formen die *Vauch. pachyderma* Walz und *V. pachyderma* Walz var. *islandica* Borgesen anzuführen sind.

*Vaucheria arrhyncha* nov. spec.

*Vauch. arrhyncha* gehört nach ihrem ganzen Habitus, nach der Entwicklungsgeschichte und den Stellungsverhältnissen der Sexualorgane wohl unzweifelhaft zu den Vaucherien und steht der Gruppe der Corniculatae am nächsten, obwohl es auch hier wieder das Antheridium ist, das in einer grossen Zahl der Fälle durch seine Form Bedenken gegen diese systematische Einreihung erweckt. Dazu kommt aber noch eine Reihe ungleich wichtigerer Faktoren, die sie



nicht so sehr von den Vertretern der ihr nahestehenden Gruppe als den *Vaucherien* überhaupt unterscheidet. Dahin ist in erster Linie zu rechnen der Mangel des Öls im Inhalt der Fäden und der Oosporen, das Fehlen des Oogonschnabels oder irgend einer ähnlichen Einrichtung, ferner der bis jetzt bei keiner *Vaucheria* bekannte eigenartige Befruchtungsmodus, wobei eine Ausstossung von Plasma nicht stattfindet und endlich der Bau der Oospore, die mit ihrem sich nicht verfärbenden, stets grünen Inhalt, ihrer einfachen Membran und ihrer grossen, kugeligen, nicht campylotropen Gestalt *Vauch. arrhyncha* in einen bedeutenden Abstand zu den sicher anerkannten *Vaucherien*arten bringt. Andererseits aber dokumentieren alle diese Eigenschaften mit nur einzelnen geringfügigen Abweichungen enge verwandtschaftliche Beziehungen zur *Dichotomosiphon* ERNST's. Auch Bau und Entwicklung der Antheridien weisen nicht unerhebliche Übereinstimmungen mit dieser auf, insofern als auch bei *V. arrhyncha* neben stark gekrümmten, fast völlig gerade, länglich walzenförmige Zellen auftreten, die — wie auch die Oogonien — am Ende verhältnismässig langer Äste sitzen und schon frühzeitig durch eine Querwand abgetrennt werden; auch bei *V. arrhyncha* zieht sich endlich der grössere Teil des Antheridiinhalts zu einem zentral gelegenen Propf zusammen, wie es ERNST für *Dichotomosiphon* angibt.

Wohl finden die ringförmigen Einschnürungen an der Basis der Zweigfäden, die braungefärbten Membranpartien, die Brutkeulen und die di-polychotomische Endverzweigung dieser neuen Siphoneengattung bei *V. arrhyncha* keine Parallele; allein die erwähnten Übereinstimmungen in Inhalt und Sexualorganen lassen es wohl gerechtfertigt erscheinen, *V. arrhyncha* als Bindeglied zwischen die *Vaucherien* und die *Dichotomosiphon* ERNST's zu stellen, wobei die Frage, ob diese letztere ihren Gattungseharakter behalten kann oder nicht vielmehr an das Ende der *Vaucherien*reihe zu setzen sei, der Untersuchung am fixierten Material, die ERNST in Aussicht gestellt hat, zur Entscheidung vorbehalten bleiben muss.

## Resultate.

Die in der vorliegenden Arbeit niedergelegten Untersuchungen bestätigen die von OLTMANN'S für *Vauch. sessilis* und *Vauch. aversa* gemachten Angaben nicht nur in ihrem vollen Umfang, sondern sie erweitern deren Gültigkeit auch für alle andern aus den verschiedenen Gruppen untersuchten *Vaucherien*arten:

Das befruchtungsreife Ei ist im Gegensatz zu den jungen Oogonien einkernig. Dieser Zustand wird herbeigeführt durch eine

Plasmawanderung, mittels deren alle Kerne bis auf den zukünftigen Eikern in den Tragfaden zurückbefördert werden. Erst wenn die nicht zur Befruchtung kommenden Kerne aus dem Oogon entfernt sind, findet die Anlage der trennenden Membran statt. Der Eikern bleibt an der Spitze des Oogons liegen. Er sendet von einem zentrosomähnlichen Körperchen Plasmastrahlen in den umgebenden Inhalt aus. Erst kurze Zeit vor der Befruchtung zieht er sich in den zentralen Teil des Oogons zurück, in dem er bis zur Keimung der Oospore verharret.

*Vaucheria arrhyncha* nov. spec.

Antheridium breve ex apice rami plus minus curvati. In ramulis longulis lateralibus 1—2 oogonia arrhyncha. Planities, in qua antheridium est, format cum planitie oogonii angulum plerumque 90°. Ovo fecundationis causa exeunte ex membrana oogonii oospora fecundata plerumque laxe cohaerent cum filis facileque decidunt. Oospora globosa semper viridia. Diam. 150  $\mu$ . Membrana oosporum simplex; thallus crassus latitudine 100  $\mu$ . Propagatio non sexualis observata non est. Alga oleo caret. Alga reperta est in fossa ad Neuhäuser prope Friburgum Brisg. mense Sept. et Octobr. a. 1905.

---

Erklärung der Abbildungen.

---

Die Figuren wurden alle vom Verfasser selbst gezeichnet unter Benutzung des ABBE'schen Zeichenapparates.

I. Fig. 1—5. *Vaucheria pachyderma*.

Nach Kulturen in der feuchten Kammer mit ZEISS' Apochr. 4 mm und Komp.-Okul. 4.

Fig. 1. Junge Anlage eines Antheridiums und Oogoniums, 9 h morgens.

„ 2—5. Aufeinanderfolgende Stadien des Wanderplasmas von 4 h mittags, 6 h, 7<sup>30</sup> h und 8<sup>30</sup> h ab.

II. Fig. 8—6. *Vaucheria (Woroninia) dichotoma*.

Nach Kulturen in der feuchten Kammer. Fig. 8 und 7 mit ZEISS' Apochr. 8 mm,

Komp.-Okul. 4. Fig. 6 mit ZEISS' Obj. C, Okul. 4.

Fig. 8—6. Aufeinanderfolgende Stadien der Oogonentwicklung.

III. *Vaucheria terrestris*.

Fig. 9. Wanderplasma nach einer Kultur in der feuchten Kammer mit ZEISS' Obj. C, Okul. 4.

IV. Fig. 10–17. *Vaucheria arrhyncha* nov. spec.

Nach Kulturen in der feuchten Kammer mit ZEISS' Obj. C, Okul. 2.

Fig. 10. Anlage des Fruchtestes, nachmittags.

„ 11a und b. Junge Oogonanlagen, 7 h morgens.

„ 12. Ausgewachsenes Oogon vor dem Sichtbarwerden des Wanderplasmas, 12 h nachts.

„ 13–14. Stadien des Wanderplasmas, 4 h und 10 h morgens.

„ 11–15. Rissbilder um 10 h und 11 h morgens.

„ 16. Oogonien mit Scheidewand, 1 h mittags.

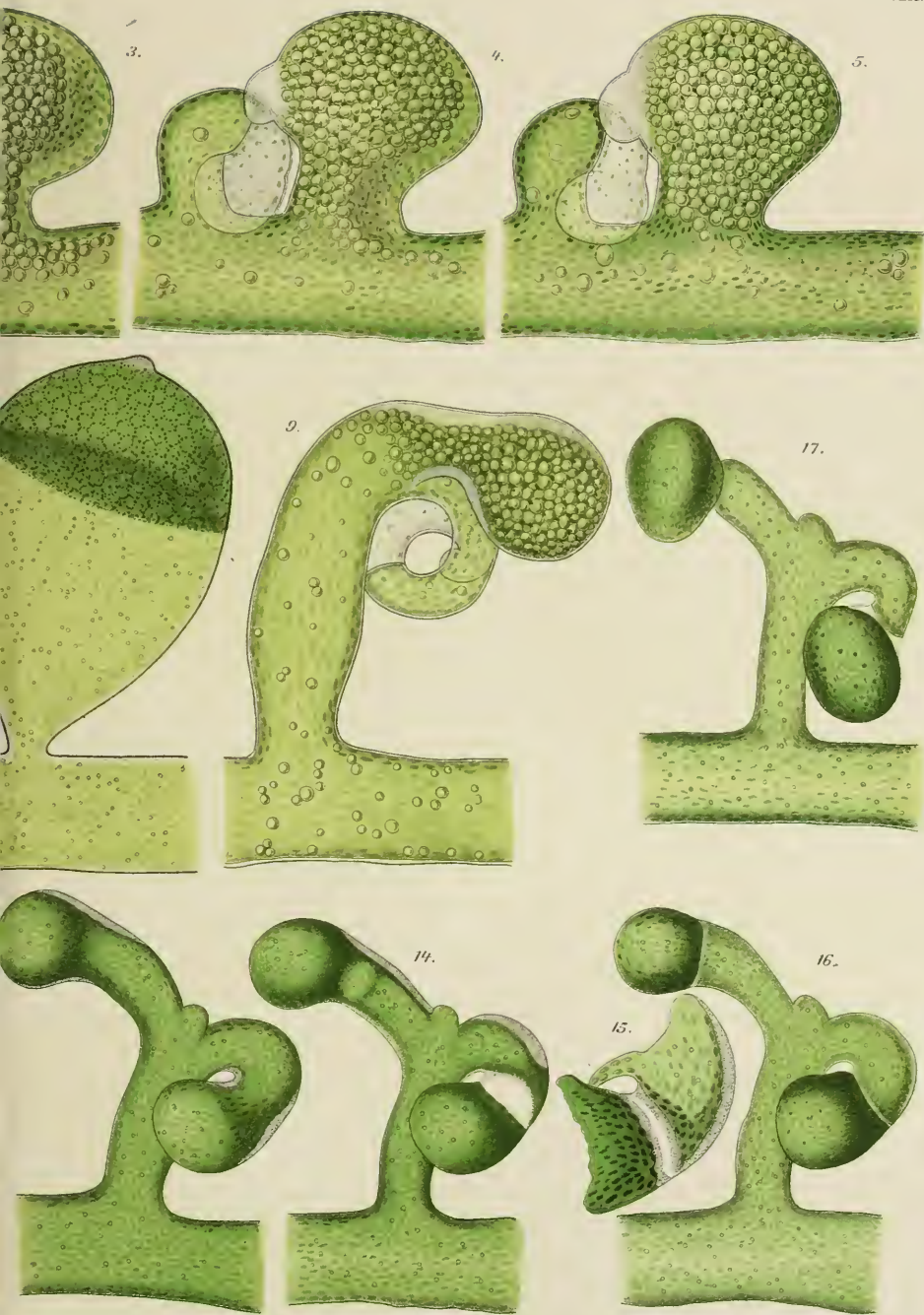
„ 17. Eier zur Zeit der Befruchtung, 1<sup>15</sup> h mittags.

## Literatur-Verzeichnis.

(Chronologisch geordnet.)

1. VAUCHER, J. B., Histoire des Conferves d'eau douce. Genève 1803.
2. NAEGELI, C., Die neueren Algensysteme. 1847.
3. PRINGSHEIM, N., Über die Befruchtung der Algen. (Sitzungsbericht der Berl. Akad. 1855.)
4. DE BARY, A., Über den geschlechtlichen Zeugungsprozess bei den Algen. (Ber. d. naturf. Gesellschaft zu Freiburg i. B., 1856, **13**, S. 215–230.)
5. SCHENK, A., Algolog. Mitteilungen III. Entwicklung der Fortpflanzungsorgane und Befruchtung von *Vaucheria geminata*. (Verh. d. med. physik. Ges. z. Würzburg. 1858, **8**, 247–251.)
6. WALZ, J., Beiträge zur Morphologie und Systematik der Gattung *Vaucheria* DC. (Pringsh. Jahrb., **5**, 1866.)
7. SOLMS-LAUBACH, H. Graf zu, Über *Vaucheria dichotoma* DC. (Bot. Zeit. 1867.)
8. WORONIN, M., Beitrag zur Kenntnis der *Vaucherien*. (Bot. Ztg. 1869.)  
—, *Vaucheria de Baryana*. (Bot. Ztg. 1880.)
9. SCHMITZ, Zellkerne der Thallophyten. (Sitzungsber. der niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde 1880, S. 347.)
10. STRASBURGER, Zellbildung und Zellteilung. III. Aufl., S. 90, 1880.
11. BERTHOLD, G., Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen. (Biolog. Centralblatt 1881.)
12. SCHMITZ, Unters. über die Befruchtung der Florideen. (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1883, S. 225, Anmerkung.)
13. BERTHOLD, G.: Studien über Protoplasma-mechanik, 1886, S. 291 ff.
14. STOCKMAYER, S., *Vaucheria caespitosa*. (Hedwigia, **29**, 1890.)
15. BEHRENS, J., Einige Beobachtungen über die Entwicklung des Oogous und der Oosphäre von *Vaucheria*. (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1890.)
16. KLEBAHN, H., Studien über Zygoten. (Pringsh. Jahrb. **24**, 1892, S. 237.)
17. OLTMANN, FR., Über die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*. (Flora 1895, **80**, 388.)
18. KLEBAHN, H., Die Befruchtung von *Sphaeroplea annulina* Ag. (Sonderabdruck aus der Festschrift für SCHWENDENER, 1899, S. 99.)
19. GÖTZ, H., Zur Systematik der Gattung *Vaucheria* DC. (Flora 1897.)
20. ERNST, A., Siphonienstudien. (Beihefte z. bot. Centralblatt, **13**, 1902.)
21. DAVIS, B. M., Oogenesis in *Vaucheria*. (Botanical Gazette, **38**, 81–98, 1904.)
22. BÖRGESSEN, F., Nogle Ferskvandsalger fra Island. (Einige Süßwasseralgen aus Island.) (Botanisk Tidskrift, **22**, 131, 1899.)
23. OLTMANN, F., Morphologie und Biologie der Algen I. 1904, II. 1905.

Taf. XLX.



E. Lave. det.