

13. H. Schenck: Ueber die Stäbchen in den Parenchymintercellularen der Marattiaceen.

(Mit Tafel IV.)

Eingegangen am 14. März 1886.

In den Intercellularräumen des Parenchyms vieler Farnkräuter, vor allem im Schwammparenchym der Marattiaceen, ferner im Parenchym der Blattstiele, der Rhizome oder Stämme gewisser Cyatheaaceen, Polypodiaceen, Osmundaceen und Ophioglossaceen treten höchst eigenthümliche centrifugale locale Wandverdickungen auf, welche uns durch Lürssen¹⁾ zuerst näher bekannt geworden sind. In den einfachsten Fällen stellen diese Verdickungen zahlreiche kleine rundliche Höckerchen an den die Lufträume begrenzenden Wandungen des Parenchyms vor. Bei anderen Arten wachsen sie zu kurzen Stäbchen aus und in den complicirtesten Vorkommnissen, bei *Kaulfussia aesculifolia*, *Marattia cicutaefolia* nehmen sie die Form langer feiner Fäden an, die den ganzen Intercellularraum bis zur gegenüberstehenden Wand durchsetzen können, sich häufig seitlich mit einander verbinden und dergestalt namentlich in den engeren Gängen infolge ihres massenhaften Auftretens ein fast unentwirrbares Balkennetz bilden, ja sie sollen wie Lürssen behauptet, sogar im Stande sein sich zu verzweigen.

Ihrer Substanz nach werden sie von Lürssen als schwach cuticularisirte Cellulose angesehen und demgemäss als Cuticularverdickungen oder Fäden bezeichnet. Er sagt²⁾: „mit Jod tritt schwache Gelbfärbung ein; Jod und Schwefelsäure färben sie heller oder dunkler braun unter leichter Quellung, Chlorzinkjod bedingt tief braune Färbung. In concentrirter Schwefelsäure tritt schwache Quellung und äusserst langsame Lösung ein; heisse Kalilösung löst die Fäden sofort.“

De Bary erwähnt diese eigenthümlichen Verdickungen und Fäden in seiner vergleichenden Anatomie³⁾ und fügt den Angaben von Lürssen hinzu: „Cellulosefärbungen sind an ihnen nicht zu beobachten, vielmehr verhalten sie sich sammt der sie verbindenden äussersten

1) Chr. Lürssen, Ueber centrifugales locales Dickenwachsthum innerer Parenchymzellen der Marattiaceen. Bot. Ztg. 1873, p. 641, Taf. VI. — Ueber Intercellularverdickungen im parenchymatischen Grundgewebe der Farne. Sitzber. der Naturf. Ges. Leipzig 1875, p. 76.

2) Lürssen, Bot. Ztg. 1873, p. 644.

3) De Bary, Vergl. Anat. p. 126.

Membranschicht gegen Reagentien wie die Grenzlamellen an den Berührungsflächen der zugehörigen Zellen.“ — „In wieweit man sie hier nach etwa als Theile einer inneren, d. h. die Luftgänge auskleidenden Cuticula bezeichnen darf, müssen fernere Untersuchungen entscheiden.“

In der Literatur finde ich über diese Gebilde nur noch die folgende kurze Notiz von Gardiner¹⁾: „In *Aspidium filix mas*, *Blechnum Braziliense* and other ferns, the so-called cuticularised threads (Cuticularfäden) are in reality rods consisting mainly of mucilage, which arise as drops on the free surface of the cell-wall and increase in length by repeated basipetal formation.“

Die folgenden Zeilen enthalten einige Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte und die Structur der Stäbchen und Fäden.²⁾ Erstere wurde von Lürssen nicht näher verfolgt.

Unter den Marattiaceen besitzt *Angiopteris longifolia* Stäbchen, welche wegen ihrer verhältnissmässigen Dicke am besten geeignet für die Untersuchung der feineren Structur dieser Gebilde erscheinen.

In den grossen Lacunen, welche von den sternförmigen Schwammparenchymzellen der Blätter gebildet werden, treten die Verdickungen auf in Form kurzer Stäbchen in solcher Menge, dass die Aussenwandung der genannten Zellen auf Flächenschnitten dicht wie mit einem Stachelpanzer besetzt aussehen und ein merkwürdiges Bild gewähren. Fig. 1 stellt eine Schwammparenchymzelle mit den Stäbchen im Flächenschnitt dar.

Die Gebilde sind hier meist kurze, homogen erscheinende Stäbchen, welche zuweilen an der Spitze etwas angeschwollen sind, meist gerade aufrecht, hie und da auch etwas gebogen oder der Wandung schief aufsitzen. Einzelne zerstreute haben rundliche, kuppenförmige Gestalt, andere treten auf als kleine rundliche oder flache Erhabenheiten (vergl. Fig. 2a—h). Die Stäbchen sind im gesammten Schwammparenchym, das etwa $\frac{2}{3}$ der Blattdicke einnimmt, vorhanden, fehlen dagegen in den engen Gängen zwischen den Palissadenzellen der Oberseite.

Macerirt man Querschnitte durch Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kalium, so werden sämmtliche Stäbchen vollständig aufgelöst. Man erhält die Schwammparenchymzellen mit völlig glatten Wänden (Fig. 3), die jetzt nur aus reiner Cellulose bestehen. Aus dieser Reaktion geht schon hervor, dass die Stäbchen aus anderer Substanz wie reine Cellulose bestehen.

Behandelt man die Schnitte mit Jodlösung und verdünnter Schwefel-

1) W. Gardiner, The continuity of the protoplasm in plant tissue. Nature 1885. p. 391.

2) Ermöglicht wurde mir die nachfolgende Untersuchung durch eine reichliche Sendung von Marattiaceen aus dem Berliner Botanischen Garten seitens des Herrn Professor Dr. Eichler, dem ich an dieser Stelle dafür besten Dank abstatte.

säure nach der von Russow zum Nachweis der Auskleidung der Inter-cellulargänge angegebenen Methode¹⁾, so quillt die Wandung der Parenchymzellen auf und färbt sich intensiv blau. Im Umkreis der Inter-cellularräume erkennt man ferner ein äusserst feines, gelblich gefärbtes Häutchen, das indessen nur an günstigen dünnen Stellen des Schnittes mit Sicherheit zu sehen ist, da es gewöhnlich durch die tiefblaue Färbung der Cellulose verdeckt wird. Derartige Auskleidungen, welche Russow für Plasmahäute angesehen hat, sind in Inter-cellularräumen eine sehr verbreitete Erscheinung und stehen in Zusammenhang mit der Mittellamelle.²⁾

Die Stäbchen werden nun ebenfalls, wie bei obiger Reaction zu erkennen ist, von einem äusserst feinen schwach gelblich gefärbten Häutchen überzogen, das aber an manchen dieser Gebilde so zart entwickelt zu sein scheint, dass man es mit Sicherheit nicht bemerken kann. An vielen, zumal den dickeren Stäbchen dagegen ist es recht deutlich bei Benutzung von Oel-Immersionen. Man sieht dann ferner, wie der Ueberzug der Stäbchen und die Auskleidung continuirlich in einander übergehen und somit eine und dieselbe Haut bilden (Fig. 4).

Die Substanz der Stäbchen färbt sich nicht, quillt aber etwas auf, so dass sie länger und dicker werden. Einzelne Stäbchen haben an der Spitze ihre Häutchen gesprengt. Die meisten aber werden bald ganz zerstört, wenn die Säure länger eingewirkt hat.

Concentrirte Schwefelsäure löst die Cellulose der Parenchymzellwand hinweg. Im Umkreis der Inter-cellularräume bleibt wieder ein sehr feines hyalines Häutchen, die Auskleidung, zurück, welches continuirlich in die Mittellamelle übergeht. Die Stäbchen verquellen alle und verschwinden meist vollständig, sodass man ihren feinen Ueberzug nicht mehr erkennen kann. Indessen bleibt an gewissen Stäbchen, an denen das Häutchen wohl etwas dicker entwickelt war, letzteres zunächst ungelöst und man sieht dann wiederum an günstigen Stellen dessen continuirlichen Zusammenhang mit der Auskleidung. Nach längerer Einwirkung der concentrirten Säure löst sich alles bis auf die zusammengeschrumpften Cytoplasmamassen.

Aus diesen Reactionen folgt somit, dass die Substanz der Stäbchen zwischen Cellulose und Auskleidung abgelagert wird, ganz in ähnlicher Weise wie an den Harzdrüsen des Secret oder an den mit Höckern besetzten Haaren von *Cornus mas*³⁾ u. A. die Höckersubstanz zwischen Cellulosemembran und Cuticula geführt wird.

1) Russow, Sitzber. Dorpater Naturf. Ges. 1883 und 1884.

2) Russow, Ueber die Auskleidung der Inter-cellularen Sitzber. Dorpater Naturf. Ges. 1884. — Schenck, Ueber die Auskleidung der Inter-cellulargänge. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1885. p. 217.

3) Schenck, Untersuchungen über die Bild. von centrifug. Wandverdickungen an Pflanzenhaaren und Epidermen. Bonn, Inaug.-Diss. 1884, p. 19.

Möglich ist, dass bei der Streckung der Stäbchen die dünne Auskleidung wohl häufig durchbrochen wird, weshalb auch an manchen Stäbchen der Ueberzug nicht mit Sicherheit gesehen werden konnte.

Selbst bei den stärksten Vergrößerungen lässt sich in der Substanz der Stäbchen weder Schichtung noch ein feiner Canal oder sonst eine Structur nachweisen, sodass es ausgeschlossen sein dürfte, dass die Bildung derselben etwa mittelst feiner Plasmacilien vor sich ginge. Es scheint vielmehr, als ob diese Substanz, die von schleimiger Consistenz sein mag, vom Plasma aus, vielleicht in feinen Poren, deren Nachweis mir indessen nicht gelungen ist, durch die Cellulosewand an deren Aussenseite zunächst unter die Auskleidung gepresst wird und dass die Stäbchen an der Basis durch erneute Zufuhr von Substanz von seiten des Protoplasmas in die Länge wachsen.

Von den übrigen untersuchten Arten der Gattung *Angiopteris* besitzen *A. Teysmanniana* und *A. crassipes* ganz gleiche Stäbchen im Schwammparenchym wie *A. longifolia*. Bei *A. evecta* dagegen stehen dieselben etwas weniger dicht und sind auch etwas kürzer, bei *A. Wilkii* sind sie kaum länger als breit, häufig als kleine rundliche Wärrchen vorhanden.

Unter den *Marattia*-Arten zeichnet sich vor allem *M. cicutaefolia*, wie bereits Lürssen erwähnt, durch sehr lange fadenförmige Gebilde im Schwammparenchym aus, wo sie sich in engen Interzellularen in der Regel zu einem sehr complicirten feinen Balkenwerke verbinden.

Untersucht man junge in der Entfaltung begriffene Blätter, so zeigt sich, dass in den Lacunen des sich differenzirenden Schwammparenchyms noch keine Spur von irgend welchen Wandverdickungen zu bemerken ist. Die Wände alle sind völlig glatt (Fig. 5). An einer unteren Blattfieder von 5 cm Länge war die Bildung noch nicht eingetreten. Die Zellen enthalten helles feinkörniges Plasma, grossen Kern und schon ziemlich grosse Chlorophyllkörner. Die Anlegung der Stäbchen beginnt aber, noch bevor die definitive Blattlänge erreicht ist, in Form von kleinen sich bald scharf abhebenden rundlichen Erhabenheiten in dichter Anordnung an allen die Lufträume begrenzenden Wandungen des Schwammparenchyms (Fig. 6), zunächst in den unteren Theilen der Fieder, dann allmählig gegen die Spitze derselben hin vorschreitend. Die Höckerchen wachsen bald zu kleinen Stäbchen heran, welche schon die Dicke der ausgebildeten besitzen (Fig. 7). Dieselben verlängern sich ganz bedeutend, ohne Zweifel durch Wachsthum an ihrer Basis, zu feinen in die Lufträume hineinragenden Fäden, welche häufig schief stehen oder hie und da auch an ihrer Spitze oder in der Mitte etwas gekrümmt sind (Fig. 8). In den grösseren Lufträumen haben sie freies Spiel für ihre Streckung, in den engeren und flacheren dagegen erreichen sie bald die gegenüberliegende Wandung und verkleben damit. Auch müssen sie sich infolge der dichten Anordnung

mannigfach untereinander berühren und überall wo dies geschieht, verbinden sie sich wie es scheint miteinander und wachsen dann gemeinsam an der Basis weiter. Spitzenwachsthum dürfte ausgeschlossen sein, denn die Fädensubstanz erscheint völlig homogen; es ist im Inneren kein feiner Canal vorhanden, durch den neue Substanz zu den Enden geführt werden könnte. Die Vereinigung der Fäden ist in den engen Intercellularen eine höchst complicirte, doch gelingt es an dünnen Schnitten leicht, die Einzelfäden herauszuerkennen, die an seiner Bildung sich betheilig haben (vergl. Fig. 9—13), wobei zu berücksichtigen ist, dass auch von oben und unten Fäden herkommen, die sich mit den schief oder quer zu ihnen verlaufenden verbinden.

Je nachdem der Schnitt durch ein Balkenwerk geführt worden ist, kann es unter Umständen den Anschein erwecken, als ob die Fäden seitliche kurze oder lange Zweige ausgesandt hätten. Es ist indessen höchst unwahrscheinlich, dass wirklich solche Verzweigung am Ende von längeren Fäden noch eintreten kann. In jüngeren Stadien, in denen die Gebilde noch nicht mit einander sich verbunden haben, erscheinen sie stets als einfache Stäbchen. Denkbar ist aber, dass Verzweigung dadurch erreicht wird, dass an der Basis eines Stäbchens seitlich ein neues entsteht, und dass dann beide auf gemeinsame Stiele vorgeschoben werden.

Auch bei *M. cicutaefolia* verschwindet das ganze Fädensystem durch Maceration mit Salpetersäure und chlorsaurem Kalium. Indessen gelang es mir nicht, auch nicht an kurzen jugendlichen Stäbchen, das feine Häutchen nachzuweisen, das bei *Angiopteris longifolia* sichtbar zu machen ist, aber dort zu zart zu sein scheint, um es erkennen zu können. Es ist übrigens unwahrscheinlich, dass die längeren Stäbchen und Fäden noch von ihm überzogen werden, da die Auskleidung bei der Streckung der letzteren wohl bald durchrissen werden muss.

Bei anderen Arten der Gattung *Marattia* sind die Verdickungen auf einer viel einfacheren Stufe der Entwicklung gleichsam stehen geblieben. Im Schwammparenchym von *M. fraxinea* treffen wir zahlreiche sehr kurze und dünne Stäbchen, bei *M. Kaulfussi* ziemlich dicht gestellte rundliche kleine Erhabenheiten (Fig. 14) bei *M. weimannifolia* zerstreute winzige flache Höckerchen, ebenso bei *M. laxa* und endlich bei *M. alata* gar keine Verdickungen an den Wandungen der Parenchymzellen.

Die Höcker, Stäbchen oder Fäden der Marattiaceen wie auch der übrigen Farne, bei denen sie in ähnlicher Weise wiederkehren, werden wohl am richtigsten als Secretbildungen aufgefasst. Ihre Substanz muss wenigstens bei der Bildung von schleimiger oder halbflüssiger Beschaffenheit sein, da sonst sich nicht vorstellen lässt, wie sie durch die Zellwand hindurchwandern kann und wie die Stäbchen mit einander verwachsen. Die Vermuthung liegt nahe, dass der Transport dieses

secretartigen Stoffes durch feine Sporen in der Zellmembran bewerkstelligt wird. Seine chemische Beschaffenheit muss zunächst dahin gestellt bleiben. Ihn als schwach cuticularisirte Cellulose zu bezeichnen, liegt kein zwingender Grund vor.

Wenn auch die Stäbchen ihrer chemischen Beschaffenheit nach nichts mit Wachs gemeinsam haben, denn sie bleiben in kochendem Alkohol, Benzin, Chloroform oder Schwefelkohlenstoff ungelöst, so sind sie ihrer Bildungsweise nach am ehesten wohl mit den Wachsstäbchen zu vergleichen, welche in so charakteristischer Ausbildung auf der Cuticula der Blätter von *Heliconia farinosa*, *Musa ornata* u. A.¹⁾ sitzen. Ich weise ferner auf die von Klebs²⁾ beobachteten Schleimfäden bei Desmidiaceen, z. B. *Closterium didymotocum* u. A., hin, mit denen die Marattiaceenstäbchen bezüglich der Bildungsweise manches Gemeinsame zu haben scheinen.

Die biologische Bedeutung der im Obigen besprochenen Gebilde ist eine völlig räthselhafte; weder kann an eine mechanische Festigung des Blattparenchyms, noch an eine Herabsetzung der Transpiration gedacht werden, zumal ihre Ausbildung bei den einzelnen Arten eine verschiedene ist.

Bonn, Botan. Institut.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. *Angiopteris longifolia*. Schwammparenchymzelle im Flächenschnitt mit den stäbchenförmigen Verdickungen der Wand. 290/1.
 „ 2. Desgl. a—h verschiedene Formen der Verdickungen. 735/1.
 „ 3. Desgl. Schwammparenchymzelle, macerirt mit Salpetersäure und chloresaurem Kalium. Weglösung der Stäbchen und der Auskleidung der Intercellulargänge. 290/1.
 „ 4. Desgl. Ueberzug der Stäbchen und Auskleidung, nach Behandlung mit Jodlösung und verdünnter Schwefelsäure. 590/1.
 „ 5. *Marattia cicutaefolia*. Flächenschnitt durch das Schwammparenchym eines jungen Blattes, ohne Verdickungen der Wände. 240/1.
 „ 6. Desgl. Anlegung der Verdickungen in Form rundlicher Höckerchen, Flächenansicht. 475/1.
 „ 7. Desgl. Ein Intercellularraum mit weiter entwickelten Verdickungen. 475/1.
 „ 8. Desgl. Noch späteres Stadium. 290/1.

1) De Bary, Ueber die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Ztg. 1871, p. 11 ff.

2) G. Klebs, Ueber Bewegung und Schleimbildung bei den Desmidiaceen. Biolog. Centralbl. 1885. p. 364.

- Fig. 9—12. Desgl. Intercellularräume aus dem ausgewachsenen Blatt mit Stäbchen und Fäden, welche sich zu zarten Balkensystemen mit einander verbinden. 590/1.
- „ 13. Desgl. Optischer Flächenschnitt durch einen flachen Intercellularraum eines ausgewachsenen Blattes, mit zahlreichen freien und verbundenen Fäden. 475/1.
- „ 14. *Marattia Kaulfussi*. Schwammparenchym mit kleinen rundlichen Höckerchen aus einem ausgewachsenen Blatt. 590/1.

14. Johannes Behrens: Beitrag zur Kenntniss der Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus*.

Eingegangen am 15. März 1886.

Die Sexualität der Algen wurde bekanntlich in den 50er Jahren von Thuret¹⁾ zuerst bei *Fucus*arten entdeckt. Trotzdem also die sexuellen Verhältnisse hier am längsten von allen Algengattungen bekannt sind, trotz der genauen Beobachtungen Thuret's ist doch vielleicht bei keiner der näher untersuchten Algenfamilien der Befruchtungsvorgang so unklar, wie bei den Fucaceen. Thuret nimmt eine Befruchtung durch Diffusion an; dagegen giebt Pringsheim²⁾ an, dass die Spermatozoiden und zwar in Vielzahl in das Ei eindringen. Die folgenden Untersuchungen, deren voller Abschluss leider durch die Ungunst der diesjährigen Witterung vereitelt wurde, wurden in der Absicht unternommen, diese Frage der endgültigen Lösung näher zu führen.

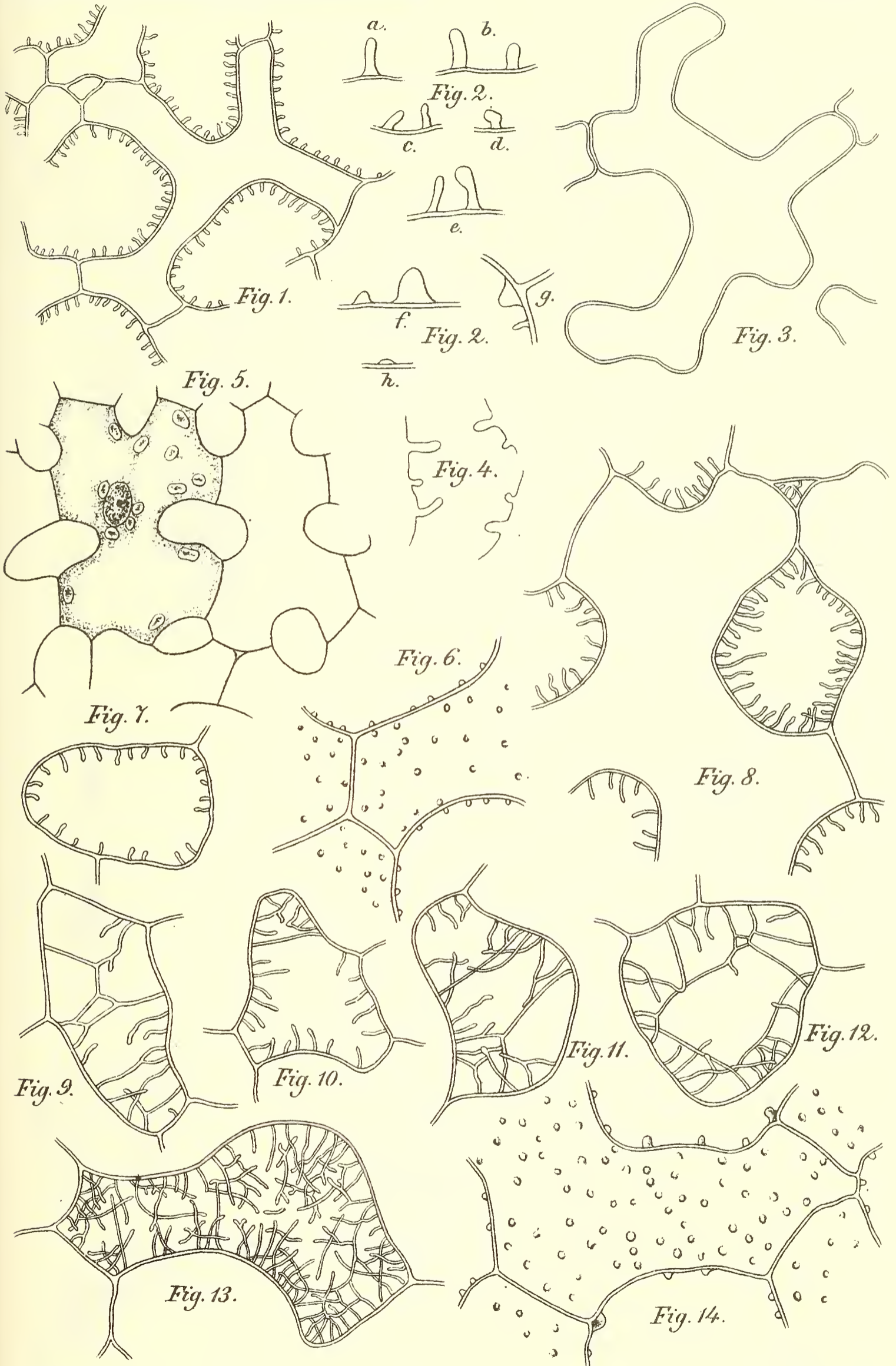
Die Arbeit wurde im botanischen Institut der Kieler Universität auf den Rath und unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. Reinke angefertigt, dem ich hier meinen besten Dank für die mir gewährte Unterstützung darbringen möchte.

I. Zur Entwicklung der Spermatozoiden.

In den Conceptakeln der männlichen Pflanzen entstehen die Antheridien, die Mutterzellen der Spermatozoiden bekanntlich als Endzellen

1) Ann. d. sc. nat. bot. 4. Sér. tom. II. 1855 und Mém. de la société des sc. nat. de Cherbourg 1853 und 1857 t. I und V, wiederholt in Thuret et Bornet, Études algologiques 1878.

2) Ueber Befruchtung und Keimung der Algen. Monatsber. der Kgl. Acad. d. Wiss. Berlin 1855. Sep.-Abdruck p. 12—16.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Schenck Johann Heinrich Rudolf

Artikel/Article: [Ueber die Stäbchen in den Parenchymintercellularen der Marattiaceen 86-92](#)