

Untersuchungen über *Thorea ramosissima* Bory.

Von W. Schmidle, Mannheim.

(Mit Tafel I—III.)

Die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen bezwecken vorzüglich, der Unsicherheit der Stellung von *Thorea* im Algensysteme ein Ende zu bereiten. Wie sehr dieselbe schon in den verschiedenen Abtheilungen herumgewandert ist, hat Schmitz¹⁾ in ausführlicherer und erschöpfenderer Weise geschildert, als mir es möglich wäre. Er selbst stellte sie zu den Phacophyceen, kam aber später²⁾ von dieser Ansicht zurück und hielt es am besten, für sie eine besondere kleine, zwischen die Florideen und Phacophyceen zu stellende Abtheilung zu errichten. Im Gegensatze zu ihm hatte Moebius³⁾ sie zu den Florideen gerechnet. Er stützte sich dabei nicht nur auf die von ihm constatirte monopodiale Verzweigungsweise unserer Alge, sondern auch auf die Farbe der lebendigen Pflanze, die Beschaffenheit des Zellinhaltes und der Zellmembran und endlich auf die zwischen den einzelnen Fadenzellen vorhandene Plasmaverbindung. Diese letztere stellte jedoch Schmitz⁴⁾ in Abrede, ebenso hatte er eine andere Auffassung vom Zellinhalte, dem Aussehen des Farbstoffes gelegt er keinen systematischen Werth bei, und statt der monopodialen Verzweigungsweise will er ausschliesslich eine bei den Florideen nirgends zu constatirende sympodiale beobachtet haben.

Ich richtete deshalb meine Aufmerksamkeit einmal vorzüglich auf den letztgenannten Differenzpunkt, untersuchte ferner den wasser-

¹⁾ Schmitz: Die systematische Stellung der Gattung *Thorea*. Berichte d. D. bot. Gesellschaft 1892, pag. 115—141.

²⁾ Schmitz: Kleinere Beiträge zur Kenntniss der Florideen V. *Nuova Notarisia* 1894, pag. 705. Darin sind auch die neuerdings erschienenen Arbeiten über *Thorea*, die jedoch nur ihre Verbreitung betreffen, citirt.

³⁾ Moebius: Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Thorea*. Berichte d. D. bot. Gesellschaft 1891, pag. 333—343 und:

Moebius: Bemerkungen über die systematische Stellung von *Thorea* Bory. Berichte d. D. bot. Gesellschaft 1892, pag. 266—270.

⁴⁾ Schmitz 1892 l. c. pag. 136.

löslichen Farbstoff auf seine Zugehörigkeit zu den Florideen- oder Phaeophyceenfarbstoffen⁵⁾, und durch die Untersuchung des bis jetzt noch vollständig unbekanntes Haftorganes⁶⁾ gelangte ich zur Beobachtung der interessanten Entwicklungsgeschichte unserer Alge. Alle diese Untersuchungen wiesen mit Sicherheit darauf hin, dass *Thorea* unter die Florideen und zwar in die Nähe von *Batrachospermum* zu stellen ist.

Material stand mir anfänglich in reichlichem Maasse zur Verfügung. F. Förster, der schon im Jahre 1891 *Thorea* in einigen Exemplaren an einem Schiffsbocke im Rhein bei Mannheim und bald darauf im Neckar bei Ladenburg entdeckt hatte,⁷⁾ fand dieselbe im Mai 1892 in reichlicher Menge im Neckar bei der Feudenheimer Fährte. Sie ist daselbst ausschliesslich an Geröllstücken rothen Sandsteins an stark fliessenden Stellen tief am Grunde des Bettes angewachsen, so dass sie nur bei niederem Wasserstande sichtbar und gut erreichbar ist. F. Förster hatte damals schon einige der unten beschriebenen Reactionen am Farbstoffe vorgenommen (siehe Anhang), auch hatten wir zusammen einige Absorptionsstreifen des Spectrums gesehen, doch war der Apparat zu schlecht, um etwas Genaueres über ihre Lage im Spectrum aussagen zu können. Im Winter 1892—93 trat Hochwasser ein, unsere Alge verschwand von da ab und es war trotz des ausserordentlich niedrigen Wasserstandes im Sommer 1893 an den vorher so reich besetzten Stellen auch keine Spur mehr von ihr zu sehen. Dasselbe geschah 1894. Erst im August dieses Jahres (1895) erblickte ich sie genau an den alten Standorten wieder in ebenso reichlichen Mengen. Dieses plötzliche massenhafte Auftreten und plötzliche Verschwinden für längere Zeit lässt wohl schon darauf schliessen, dass unsere Alge während der Zwischenzeit in irgend einer unscheinbaren Gestalt am Fundorte vegetirte. Es geschieht dieses in der von mir seitdem gefundenen *Chantransia*- und *Prothallium*form.

Die Pflanze bildet im lebenden Zustande lange, fluthende, angewachsene Büschel, dessen einzelne dicht behaarte Sprosse oder Stämmchen durch die Gewalt des Stromes in meist schlängelnder Bewegung sich befinden. In ihrem Verlaufe sind sie reichlich verzweigt, so dass die Büschel im Wasser oft eine Breite von 2—3 cm erreichen bei einer Länge bis zu einem Meter. In ihrem untersten Theile bestehen sie jedoch nur aus einer geringen Zahl (1—5) einzelner Stämmchen, die kurz vor der Anwachsstelle auf dem Steine vollständig unbehaart werden und dort miteinander scheinbar verschmelzen, so dass sie

⁵⁾ Eine solche Untersuchung hat nach Schmitz 1892 l. c. pag. 125 Anm. noch nicht stattgefunden.

⁶⁾ Moebius 1891 l. c. pag. 341.

⁷⁾ Askenasy und Förster: Beiträge z. bad. Algenflora, Mittheilungen des bad. bot. Vereins 1892.

alle von einem Punkt des Steines auszugehen scheinen. Untersucht man diese Stelle genauer, so findet man, dass sie dort eine oft einen Millimeter hohe und 2—3 mm im Durchmesser grosse Scheibe bilden, die dem Steine enge aufliegt. Selbst Büschel, welche unten nur aus einem einzigen Stämmchen bestehen, tragen eine solche Scheibe, welcher ich den Namen Haftscheibe oder Fuss beilege. Von ihr sprossen fortwährend die einzelnen Stämmchen aus, denn man trifft oft, von derselben Scheibe ausgehend, neben den grössten Sprossen alle möglichen Uebergänge bis zu solchen, die kaum mit dem Auge wahrnehmbar sind. Ihre constant zunehmende Grösse bei älteren Exemplaren beweist ferner, dass die Scheibe in die Breite zu wachsen fähig ist.⁸⁾ Durch einen gelinden Zug löst sie sich meist leicht vom Steine los und zeigt unten eine glatte, meist ebene, schwärzliche Oberfläche. Bringt man sie in Salzsäure, welche mit Alkohol gemischt ist, so tritt starkes Aufbrausen ein und etwa unten noch anhaftende Sandkörnchen fallen rasch ab, ein Zeichen, dass die Scheibe stark mit kohlensaurem Kalk versetzt und durch denselben gleichsam an den Stein angemauert ist. Ich benutzte deshalb Salzsäure, oder auch, um den Zellinhalt zugleich zu fixiren, meistens Flemming'sche Lösung, um die Scheibe sorgfältig vom anhaftenden Gesteine zu lösen.

Die Länge der Büschel ist sehr variabel. An günstigen Stellen sind sie meterlang, an anderen kaum ein paar Centimeter. Schlägt man solche lang hinfluthende Büschel zurück, so findet man häufig die überflutheten Steine mit einem braunen bis stahlblauen Ueberzuge bedeckt, in welchem sich blaue, bräunliche oder selbst schwärzliche, oft harte, oft weiche Polsterchen und Pünktchen befinden⁹⁾ und darunter junge *Thorea*-exemplare in jeder Entwicklungsstufe mit Sprossen von oft kaum sichtbarer Länge, noch gänzlich unverzweigt, doch auch jetzt schon von einer deutlich erkennbaren, wenn auch kleinen Haftscheibe ausgehend. Diese Ueberzüge mit ihren Polsterchen etc. bildeten das hauptsächlichste Material zu den im Folgenden mitgetheilten entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen.

⁸⁾ Doch ist dieses Wachstum kein unbegrenztes. Denn mit ihrer Verbreiterung wird die Anzahl der abgehenden Sprosse eine grössere und dadurch auch der Zug des strömenden Wassers, so dass sie zuletzt vom Steine abgelöst wird. Ferner hat sich gezeigt, dass von einer gewissen Zeit an am Rande dieser Haftscheibe die *Cystocarpia* entstehen, wodurch die Verbreiterung abgeschlossen zu sein scheint.

⁹⁾ Diese Pünktchen und Polsterchen gehören, wie es sich gezeigt hat, vielfach in den Entwicklungskreis der *Thorea*, meistens aber sind sie von *Schizothrix* (*Inactis*) *pulvinata* (Ktzig.) Gomont gebildet, seltener von einer mir unbekanntem *Lyngbya*-Art (in die Nähe von *Lyngb. nigra* gehörend) oder von einer neuen, später zu beschreibenden *Trentepohlia*, die hier Sporangien bildet und in die Nähe von *Tr. Willeana* Hansg. zu stellen ist.

Wie die Länge, so ist auch die Dicke der Stämmchen sehr variabel und zweifellos mit dem Alter zunehmend. Junge Exemplare haben oft bloß eine mittlere Dicke von 400μ (ohne Assimilationshaare), alte jedoch eine solche von etwas über einen Millimeter. Auch nimmt sie bei jedem Spross von unten nach oben stetig ab. Bei kräftig vegetirenden habe ich unten oft $1\frac{1}{2}$ mm im Durchmesser gemessen, an den Zweigspitzen jedoch oft kaum 200μ (immer ohne Assimilationshaare).

Auch der Einfluss des Lichtes ist deutlich erkennbar. Exemplare, welche, von grösseren Büscheln bedeckt, im Dunkeln zu vegetiren gezwungen sind, sind immer sehr dünn und langgestreckt, d. h. im Allgemeinen sehr wenig verzweigt.¹⁰⁾

Noch auffälliger ist der Einfluss des Lichtes auf die Farbe der lebenden Büschel. Ueppiger wachsende Exemplare an tiefen dunkeln Stellen des Flusses sind, in einiger Entfernung gesehen, vollständig schwarz, die einzelnen Sprosse erscheinen bei näherer Betrachtung schwarzbräunlich. An helleren Stellen werden solche Exemplare bräunlich bis hellbraun. Stark beleuchtete werden vollständig olivgrün. Besonders in der Cultur¹¹⁾ lässt sich der Einfluss des Lichtes schön constatiren. Selbst fast schwarzgefärbte Büschel in Gläsern oder weissen Porzellanschaalen dem Lichte ausgesetzt, wurden in kurzer Zeit olivgrün, ein Farbenwechsel, der viel langsamer eintritt, wenn zur Cultur dunkle oder braune Thongefässe verwendet werden.

Beim Absterben verändert sich die Farbe in Roth und ist endlich der rothe Farbstoff durch das Wasser extrahirt, so erscheinen die Fäden lebhaft chlorophyllgrün oder gelblichgrün. Es kommt eben dann der Chlorophyllfarbstoff zum Vorschein, der bekanntlich durch Alkohol aus der frisch getödteten Pflanze extrahirt werden kann. Formol, in ca. 4% Lösung angewendet, extrahirt einen hellbraunen bis dunkelbraunen Farbstoff etwa von derselben Nuance, wie ihn auch die lebende Pflanze zeigt. Die eingelegten Fäden erscheinen zuletzt olivgrün.

Der vom Wasser ausgezogene Farbstoff¹²⁾ ist im durchfallenden Licht schön blauviolett, im auffallenden ziegelroth. Er ist unlöslich in Alkohol, Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff und Xylol. Dem Lichte und der Luft ausgesetzt, hält er sich nicht, doch dauert es

¹⁰⁾ Vergl. dazu das pag. 22 in der Anmerkung Gesagte.

¹¹⁾ Thorea lässt sich in kalkhaltigem Wasser bei öfterem Wasserwechsel unschwer cultiviren. Mein Freund F. Förster hatte ein Exemplar fast ein Jahr lang in Cultur, welches centimeterlange frische Sprossen getrieben hatte.

¹²⁾ Derselbe wurde dadurch erhalten, dass man lebende Thoreabüschel in Wasser einlegte, das Gefäss verschloss und im Dunkeln aufbewahrte. Schon nach wenigen Tagen zeigte die klar filtrirte Lösung die genannten Farben.

Monate lang, bis eine Entfärbung eintritt. Verkorkt und im Dunkeln aufbewahrt zeigte jedoch eine von mir seit einem Vierteljahre aufbewahrte Probe noch eine schöne, wenn auch etwas veränderte Färbung.

Gegen Wärme ist er sehr empfindlich. Bei einer Temperatur von 50—60° verliert er seine Fluorescenz und bekommt eine röthlichblaue Farbe. Bei Siedehitze tritt Entfärbung ein. Dabei konnte ich bei länger aufbewahrtem Materiale Folgendes constatiren: Die Lösung kochte unter heftigem Aufschäumen, welches, wenn auch in geringerem Grade, anhielt, bis sie verdampft war. Es blieb ein röthlichblauer Rückstand zurück. Und zugleich hatten sich im Schaume ebensolche Flocken gebildet, die sich nachher in keiner Säure oder in concentrirter Kalilauge lösten. Nur veränderten sie, wie auch der Rückstand, ihre Farbe. In concentrirter Salz- oder Schwefelsäure wurden sie schön blau, in Salpetersäure hellroth und in Kalilauge schmutzig-violett. Einige Mal war auch die gekochte Lösung röthlichblau. Filtrirt jedoch wurde sie ebenfalls farblos und der auf dem Filter zurückbleibende Rückstand verhielt sich wieder wie die coagulirten Flocken.

Ganz ähnliche Erscheinungen fanden Rosanoff¹³⁾ und Schütt¹⁴⁾ für das Phycoerythrin. Nach denselben verliert es schon bei 30—45° seine Fluorescenz und wird bei 60° farblos; von einer Coagulation des Farbstoffes, den ich übrigens auch nur an alter Lösung beobachtete, berichten sie nichts. Ganz übereinstimmend jedoch ist das Verhalten gegen Luft und Licht und die genannten Flüssigkeiten.¹⁵⁾

Dasselbe gilt auch für die Reactionen auf Alkohol.¹⁶⁾ Giesst man concentrirten Alkohol zu unserer Lösung in geringer Menge, so zeigt sich keine Veränderung, ausser dass die Lösung etwas heller wird, wie dieses schon Rosanoff¹⁷⁾ beschreibt. Bei weiterem Zusatz trübt sie sich kaum merklich. Lässt man dann die Mischung einige Stunden stehen, so bilden sich von oben beginnend zarte, rosenrothe Flocken, die nach ihrem Niedersinken eine klare, blassrothe Flüssigkeit mit orangegelber Fluorescenz zurücklassen. Weiterer Zusatz ruft weiteren Niederschlag hervor, und zuletzt ist die übrigbleibende Flüssigkeit vollkommen klar und ungefärbt.

¹³⁾ Rosanoff: Observations sur les fonctions et les propriétés des pigments de diverses Algues. Mem. de la Soc. imp. des Scienc. nat. de Cherbourg 1867.

¹⁴⁾ Schütt: Weitere Beiträge zur Kenntniss des Phycoerythrins. Berichte d. D. bot. Gesellschaft 1888, p. 305 bis 323.

¹⁵⁾ Schütt l. c. pag. 308 und 309.

¹⁶⁾ Schütt l. c. pag. 309 u. ff.

¹⁷⁾ Rosanoff l. c. pag.

Die Flocken selbst lösen sich im Wasser. Die filtrirte Lösung ist in der Farbe sehr geschwächt, blassrosa und zeigt eine schwache, orange-gelbe Fluorescenz. Reaction und Lösung stimmen genau mit der Schütt'schen überein; und ich glaube deshalb, wie Schütt es gethan, auch diese Lösung mit β -Phycoerythrin im Folgenden bezeichnen zu können.

Von Säuren liess ich concentrirte Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure, Milchsäure und 5% Carbolsäure einwirken, ohne bei kurz andauernder Einwirkung einen auffälligen Unterschied constatiren zu können. Die Lösung verliert jedesmal ihre Fluorescenz, wird blaviolett und erhält bei weiterem Zusatz einen immer bläulichen Ton. Ein Niederschlag bildet sich scheinbar nicht, denn die Lösung verliert nicht ihre Klarheit. Bleibt jedoch eine mit Salzsäure stark versetzte Lösung längere Zeit stehen, so wird sie vollständig farblos, und es erscheint am Grunde ein hellblauer Niederschlag. Aehnliches fand auch Schütt,¹⁸⁾ nur hatte bei ihm die Flüssigkeit eine dunkelblau-rothe Färbung erhalten. Der Unterschied rührt jedenfalls daher, dass bei Schütt der Salzsäurezusatz nicht zur vollständigen Entfärbung hinreichte, denn er selbst giebt an, dass bei Zusatz von genügend viel Säure die Flüssigkeit farblos wird. Die scheinbare blaue Farbe der frischen Mischung rührt nach Schütt von dem fein vertheilten und in der Lösung suspendirten Niederschlag her, was mit meinen Beobachtungen vollständig übereinstimmt. Da also auch hier wieder die Reaction und das Aussehen der erhaltenen Lösung und, wie wir sehen werden, ihr qualitatives Spectrum mit der Schütt'schen übereinstimmt, so glaube ich auch hier, analog den durch Säure veränderten Farbstoff als γ -Phycoerythrin ansprechen zu können.

Von den Alkali en übt nach Schütt¹⁹⁾ Ammoniak eine verschiedene Wirkung aus als Kalilauge oder Natronlauge. Dieses Verhalten tritt auch bei unserem Farbstoff in gleicher Weise klar zu Tage. Bei Zusatz von einigen Tropfen Ammoniak wird hier wie dort die Lösung schön roth mit schwacher orange-gelber Fluorescenz. Am Boden setzen sich sehr schwach gefärbte röthliche Flocken ab. Je mehr Ammoniak nun zugesetzt wird, um so farbloser wird die Lösung, und zuletzt ist der ganze Farbstoff in Gestalt von weisslichen Flocken gefällt. Durch Säurezusatz entsteht nicht mehr die ursprüngliche fluorescirende Flüssigkeit, sondern eine solche, welche dem oben beschriebenen β -Phycoerythrin vollkommen gleicht.

Gegen Kalilauge dagegen ist die Lösung sehr empfindlich. Schon einige Tropfen bewirken eine fast vollständige Entfärbung,

¹⁸⁾ Schütt l. c. pag. 314.

¹⁹⁾ Schütt l. c. pag. 318 u. ff.

ein schwaches, unbestimmtes Roth erscheint; ein weiterer Zusatz vernichtet die Farbe vollkommen. Es bilden sich dann bald bei ruhigem Stehen blossolivengrünliche, zarte Flocken, und auch die darüberstehende Lösung zeigt diesen Ton, wenn auch in geringerem Maasse. Zusatz von einer Säure stellt auch hier die Färbung wieder her, und zwar ist auch hier der entstehende Farbton der der β -Phycoerythrinlösung — doch nur bei nicht zu langer Einwirkung der Kalilauge —, später tritt keine Rothfärbung mehr ein.

Hier nun stimmt die Reaction darin nicht mit der von Schütt beschriebenen überein, dass dort Lösung und Niederschlag vollkommen farblos waren. Um so merkwürdiger ist es daher, dass Naegeli und Schwendener²⁰⁾ bei Einwirkung von Kalilauge auf Florideenfarbstoff genau unsere blossolivengrüne Farbe erhalten hatten.

Ganz in gleicher Weise wie die Kalilauge (nur sind Niederschlag und Lösung vollkommen farblos) wirkt eine Barythydratlösung sowohl auf unseren Farbstoff wie auf den von ausgesprochenen Florideen,²¹⁾ und ebenso übereinstimmend ist das Verhalten der Salze. Nach längerem Stehen erhielt ich durch Zusatz von überschüssigem Chlornatrium einen kaum nennenswerthen blaurothen Niederschlag, die Lösung selbst behielt Farbe und Fluorescenz. Stärker wirkt Chlorbarium. Doch auch hier wird nur ein Theil des Farbstoffes in lockeren blauvioletten Massen niedergeschlagen, die darüberstehende Flüssigkeit jedoch gleicht, wie auch Schütt²²⁾ es fand, der oben beschriebenen β -Phycoerythrin-Lösung.

Leider war es mir nicht möglich, unseren Farbstoff und dessen Modificationen quantitativ spectroscopisch zu untersuchen, da ich ein brauchbares Spectroscop nicht erlangen konnte. Ich musste mich mit der qualitativen Untersuchung begnügen.²³⁾ Dass ich einen für diese Untersuchung brauchbaren, wenn auch einfachen Spectralapparat mit Scala von Desaga in Heidelberg erhielt, verdanke ich vorzüglich den liebenswürdigen Bemühungen von Herrn Professor Dr. Askenasy, welchem ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Bei der Aichung der Scala und der Untersuchung der Lösung selbst hat er mich ferner aufs eingehendste unterstützt, so dass viele der angeführten Beobachtungen eben so sehr von ihm als von mir herrühren.

²⁰⁾ Nach Schütt l. c. pag. 318.

²¹⁾ Schütt l. c. pag. 320.

²²⁾ Schütt l. c. pag. 321.

²³⁾ Eine solche Untersuchung erscheint mir hier jedoch genügend, da es sich in erster Linie um die Diagnosticirung unseres Farbstoffes handelt und nicht um dessen physiologische Bedeutung. Vergl. Reinke: Photometrische Untersuchungen; pag. 167.

Bei einer Schichtendicke von 54 mm der klar filtrirten Lösung war nur rothes Licht zwischen den Fraunhofer'schen Linien B und C bemerkbar. Von $\lambda = 630 \mu\mu$ an war das Spectrum dunkel. Bei einer 25 mm dicken Schichte kamen deutlich 3 Absorptionsbänder zum Vorschein, ein schmales im Roth vom $\lambda = 634-607 \mu\mu$ mit verwaschenen Rändern, ein breites im Gelbgrün von $\lambda = 582-540 \mu\mu$, und ein mittleres im Blau von $\lambda = 506-496 \mu\mu$. Die rechte Seite des letzten Bandes war sehr verwaschen und das rechte Ende des Spectrums wieder hell. Die trennende Lichtzone zwischen den beiden letzten Bändern war noch kaum bemerkbar, diejenige zwischen dem ersten und zweiten Bande jedoch ausgesprochen. Tab. III Fig. 1 a. Diese tritt also vor jener auf. Es wurde nun die Lösung etwa zur Hälfte mit Wasser verdünnt, das Spectrum wieder untersucht und so fortgefahren, bis zuletzt nur noch das breiteste mittlere Band als schwacher Schatten sichtbar war. Tab. III Fig. b, c, d, e stellen die Spectren der aufeinanderfolgenden Verdünnungen dar. Die Verticallinien geben die Wellenlinien in hunderttausendstel Millimeter, der obere Rand jeder Horizontalkolumne entspricht der Lichtstärke 0, der untere der Lichtstärke 1. Die Spectren sind also genau nach der von Schütt²⁴⁾ angegebenen Methode gezeichnet und können deshalb direct mit den seinen verglichen werden. Bei der zweiten Verdünnung war das Band im Roth nur noch als schwacher Schatten bei $\lambda = 627 \mu\mu$ bemerkbar, bei der dritten dasjenige im Blau, die Stelle des Schattens lag bei $\lambda = 506 \mu\mu$. Das Band im Roth fehlte ganz. Bei noch einer weiteren Verdünnung war nur noch das mittlere stärkste Band sichtbar und auch dieses auf eine schwache Schattenlinie bei $\lambda = 560 \mu\mu$ herabgesunken.

Von unserem β -Phycoerythrin erhielt ich zwei sehr schwache Bänder bei der Schichtendicke von 54 mm, denn die Lösung war nach dem Filtriren nur noch sehr schwach blassrosa gefärbt. Es waren dieses die Bänder im Gelbgrün und Blau genau wieder an den oben bezeichneten Stellen. Wie bei Schütt²⁵⁾ fehlte also auch hier das Band im Roth. Ob das zweite Band im Grün bei $\lambda = 670 \mu\mu$, welches Schütt für diese Modification und den ursprünglichen Ceramium-Farbstoff angiebt, hier überhaupt auch fehlte, kann aus unserer Beobachtung noch nicht gefolgert werden, da auch bei Schütt dieses Band in den Spectren von geringer Schichtendicke nicht vorhanden war. Mir scheint sein Vorkommen jedoch nicht gerade wahrscheinlich, da es auch bei unserer ursprünglichen Lösung nicht vorhanden ist.

²⁴⁾ Schütt. Ueber das Phycoerythrin. Berichte d. D. bot. Gesellschaft pag. 42, Tab. III, Fig. 1.

²⁵⁾ Schütt l. c. pag. 311, Tab. XV, Fig. 1.

Einer genaueren Prüfung konnte ich unser γ -Phycoerythrin unterwerfen. Tab. III Fig. 1f ist sein charakteristisches Spectrum bei 25 mm Schichtendicke gezeichnet. Man sieht sogleich, wie vollkommen es demjenigen entspricht, welches Schütt von seinem γ -Phycoerythrin entworfen hat.²⁶⁾ Hier wie dort ist es gegen dasjenige der ursprünglichen Lösung vollkommen verändert. Das Band im Roth fehlt, die beiden übrigen Bänder sind verbreitert und die Endabsorption im Blau hat zugenommen.

Vergleichen wir endlich das Spectrum unserer ursprünglichen Lösung mit den bis jetzt bekannten Spectren von Pflanzenfarbstoffen, so können nur das Chlorophyll- und das Phycoerythrinspectrum zum Vergleiche herangezogen werden, denn nur diese enthalten Absorptionsbänder.²⁷⁾ Nun fehlt aber unserem Spectrum das charakteristische Band I des Chlorophylls, an seiner Stelle ist wie bei den meisten Phycoerythrinspectren gerade der Ort der grössten Lichtintensität. Mit dem letzteren hat es ferner gemeinsam die stetig abnehmende Absorption am blauen Ende, welche beim Chlorophyll hier ansteigt, und die charakteristischen Bänder III und IVb, welche bei allen bekannten Modificationen des Phycoerythrins erhalten bleiben.

Zwei Unterschiede sind freilich vorhanden, einmal das Fehlen des zweiten Bandes im Grün, des Bandes IVa im Chlorophyllspectrum, und zweitens die etwas verschiedene Lage des Absorptionsbandes im Roth, verglichen mit der von Pringsheim²⁸⁾ und Schütt²⁹⁾ für das Phycoerythrin angegebenen. Diese fanden nämlich hier das Band mit dem Chlorophyllbande II gleichliegend (bei $\lambda = 610 \mu\mu$), während bei uns dasselbe auf $\lambda = 627 \mu\mu$ bei stärkster Verdünnung zu liegen kommt.

Der erste Unterschied ist in diagnostischer Hinsicht gänzlich ohne Bedeutung. Denn wie Schütt³⁰⁾ nachgewiesen fehlt bei der bekannten Floridee: *Dumontia filiformis* im qualitativen Spectrum ebenfalls dieses Band. Dafür ist das Band III bedeutend verbreitert, so dass es scheint, als ob Band III und IVa verschmolzen wären. Beides tritt nun bei unserem Spectrum in genau so klarer Weise zu Tage, und so ist diese scheinbare Differenz eher als weiterer Grund dafür aufzufassen, dass unser Farbstoff zum Florideenroth zu rechnen ist. Jedenfalls zeigt er wieder, wie es aus den photo-

²⁶⁾ Schütt Tab. XV, Fig. 2.

²⁷⁾ Das Spectrum des Phycophaein und Phycopyrin siehe bei Schütt: Ber. d. D. bot. Gesellschaft 1887 und 1890.

²⁸⁾ Pringsheim: Ueber natürliche Chlorophyllmodificationen. Monatschrift der Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1875; pag. 749.

²⁹⁾ Schütt. Ueber das Phycoerythrin l. c. pag. 43.

³⁰⁾ Schütt l. c. pag. 45.

metrischen Messungen Reinke's hervorgeht, dass die Trennung der beiden Bänder in das Gebiet der subjectiven Erscheinungen gehört.

Schwerer erklärbar scheint mir der zweite Unterschied, da nach Schütt's Angaben³¹⁾ das Chlorophyllband II im Spectrum von *Ceramium rubrum* ein Band erster Ordnung darstellt mit einem freilich sehr schwachen Maximum zwischen $\lambda = 620 \mu$ und 603. Eine genaue quantitative Untersuchung unseres Farbstoffes ist hier wohl zur vollständigen Klarlegung noch nothwendig. Ich habe mich zwar über die Lage dieses Bandes wiederholt vergewissert und alle meine Beobachtungen, wie auch diejenigen von Herrn Prof. Askenasy, die ich einzeln durchrechnete, ergaben dieselbe Lage. Ein Irrthum in der Lage erscheint mir daher ausgeschlossen, wenn er nicht durch die mangelhafte Construction des Apparates hervorgerufen sein sollte.

Jedenfalls ist jedoch die Differenz nicht derart, dass durch sie die Zugehörigkeit des Thoreafarbstoffes zu dem der Florideen ausgeschlossen wäre. Denn es muss betont werden, dass gerade im Roth die Lage der Absorptionsbänder beim Phycoerythrin recht variabel zu sein scheint. Askenasy,³²⁾ Rosanoff und Reinke geben gar keine Absorption im Roth an. Erst Pringsheim³³⁾ fand zuerst deren zwei, welche ihrer Lage nach mit Chlorophyllband I und II zusammenfielen. Der Intensität nach waren sie III und IV gegenüber sehr geschwächt und zwar Band II noch mehr als I. Schütt³⁴⁾ dagegen

³¹⁾ Schütt l. c. pag. 45 Tab. III Fig. 3.

³²⁾ Askenasy: Beiträge zur Kenntniss des Chlorophylls und einige dasselbe begleitende Farbstoffe. Bot. Zeitung 1867, pag. 233.

Das Fehlen der Absorptionsbänder im Roth hatte wahrscheinlich darin seinen Grund, dass die genannten Beobachter nicht den ursprünglichen Farbstoff, sondern eine Modification derselben beobachtet haben. Wahrscheinlich war es das haltbarere und fast bei jeder Reaction zur Erscheinung kommende β -Phycoerythrin, welches auch das von ihnen angegebene Spectrum hat. Wird die Lösung durch Zerreiben und Aufweichen getrockneter Herbarpflanzen gewonnen, so ist dies ziemlich sicher. Doch auch eine aus frisch gesammelten Pflanzen gewonnene Lösung verändert sich in dieser Richtung. So zeigte eine ca. 5 Wochen alte, sorgsam aufbewahrte Thoreafarbstofflösung nicht mehr das Band im Roth, obwohl sie es anfänglich hatte. Nur Band III und IVb waren vorhanden und zwar war Band III nach rechts hin viel stärker verbreitert, als dies ursprünglich der Fall war. Einmal glaubte ich bei sorgsam gewählter Concentration das Band IVa durch eine etwas stärkere Verdunkelung am rechten Ende der Verbreiterung unterscheiden zu können. Bei Verdünnung erlosch zuerst Band III, während Band IVb als breiter Streifen noch erhalten blieb. Das rechte Ende des Spectrums war hell. Dies Spectrum gleicht am meisten dem von β -Phycoerythrin, mit welchem die Lösung auch die röthliche Farbe und orangegelbe Fluorescenz gemeinsam hatte. Eine Behandlung dieses Farbstoffes mit Säure ergab nun rothe statt wie vorher blaue Niederschläge.

³³⁾ Pringsheim l. c. pag. 752.

³⁴⁾ Schütt l. c. pag. 44 u. ff.

fand bei *Ceramium rubrum* nur ein einziges mit II zusammenfallendes, bei *Dumontia filiformis* jedoch wieder zwei Bänder. Von diesen fiel jetzt nur eines mit II zusammen, das andere hatte eine neue Lage bei λ 650, grenzte also zwar sehr nahe an I der Chlorophylllösung, doch blieb deutlich rechts. Und umgekehrt, als Pringsheim es gefunden, war nun Band II das stärkere.

Bei dieser Variabilität, die im rothen Theile des qualitativen Florideenspectrums zu herrschen scheint, können wir also aus der etwas veränderten Lage unseres Bandes keinen Schluss gegen die Zugehörigkeit unseres Farbstoffes zum Florideenroth ziehen, es stimmt sonst das ganze Spectrum auffällig überein. Es wäre z. B. möglich, dass unser Band ebenso eine kleine Verschiebung gegen Band II vorstellt, wie Schütt eine solche gegen I gefunden hat. Wahrscheinlicher scheint es mir jedoch, dass eine genaue quantitative Untersuchung unseres Bandes direkt seine Uebereinstimmung mit Band II zur Evidenz bringen wird. Denn Band II ist zwar ein solches erster Ordnung, doch von so geringem Maximum, dass seine relative Dunkelheit im qualitativen Spectrum vorzüglich auf subjective Contrastwirkung zurückzuführen ist.³⁵⁾ Der Maximalbereich dieses Bandes erstreckt sich nun nach der Zeichnung Schütt's l. c. Tab. III Fig. 4 bei *Dumontia filiformis*, gerade derjenigen Floridee, deren Spectrum im Uebrigen mit dem unsrigen vollständig übereinstimmt, von $\lambda = 629 \mu\mu$ bis $\lambda = 612 \mu\mu$; unser Maximum bei $\lambda = 627 \mu\mu$ fällt also noch in diesen Bereich hinein, und es ist nun nicht ausgeschlossen, dass irgend welche subjectiven Wirkungen das Maximum im qualitativen Spectrum bei uns an's linke Ende zu $\lambda = 627 \mu\mu$, wie bei Schütt an's rechte zu $\lambda = 610 \mu\mu$ verschoben haben.

Fassen wir zum Schlusse die Resultate nochmals kurz zusammen. Wir sehen, dass unser Thoreafarbstoff wie das Phycoerythrin löslich ist in kaltem Wasser, unlöslich in Alkohol, Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, fällbar durch Alkohol, das Fällungsprodukt dem von β -Phycoerythrin völlig gleichend, ebenso fällbar durch Säuren mit einem völlig übereinstimmenden Fällungsprodukte, mit denselben Reactionen von Ammoniak, Kalilauge, Kochsalz und Chlorbaryum, mit einem Spectrum, welches dem von *Dumontia filiformis* bis auf eine geringe Abweichung völlig gleicht, und wir müssen so wohl zum Schlusse kommen, dass der Thoreafarbstoff dem Phycoerythrin zugerechnet werden muss.

Bevor ich zur Darstellung der Entwicklung unserer Alge übergehe, möchte ich über den Aufbau des Sprosses noch das Wichtigste anführen, welches mir zum Verständniss desselben nöthig erscheint.

³⁵⁾ Schütt l. c. pag. 45.

Wesentlich Neues ist natürlich nach den eingehenden Untersuchungen von Schmitz³⁶⁾ und Moebius³⁷⁾ nicht zu erwarten.

Der cylindrische Spross besteht bekanntlich aus Mark- und Vegetationsfäden; die ersteren, durch Collode zusammengehalten, bilden das Gewebe des Stammes, die letzteren, unter sich frei und meist unverzweigt, die dichte und allseits senkrecht abstehende Behaarung.

Durchweg sind die scheinbar gleichmässig vertheilten Haare büschelweise, doch in geringer Zahl an der Basis mit einander verwachsen. Ihre rechteckigen Zellen sind 4—7 μ breit, gegen die Spitze des Fadens zu verschmälert, und dort 5—6 mal länger als breit. Gegen die Basis zu werden sie allmählich kürzer und breiter, und an der Basis selbst, wo das Haarbüschel mit den Markfäden in Verbindung steht, befinden sich einige Zellen (selten nur eine einzige), die durch ihre Dicke und Kürze auffällig ausgezeichnet sind, die Basalzellen. Mehrere Haare haben diese Basalzellen oft gemeinsam, aus ihnen sieht man junge wenigzellige Haare auswärts sprossen, von ihnen entspringen auch die kurzen, an der Spitze oft verzweigten Fäden, die am Ende die birnförmigen Monosporen tragen, sonst aber den Haaren ziemlich gleichen; von ihnen gehen endlich auch die unten beschriebenen Querfäden wieder in den Stamm.

Die Zellen sind alle reich an Farbstoff; man erkennt unschwer einen in der Zellmitte gelegenen Zellkern; mit Delafield'schem Haematoxylin wird er gefärbt, und schon ungefärbt ist er als heller Fleck erkennbar. Die Chromatophoren sind wandständig, plattenförmig mit mehr oder weniger abgerundeten Ecken. Im Zelllumen zerstreut, namentlich um den Zellkern gehäuft, sieht man in der lebenden ungefärbten Zelle kleine Körnchen, die ich am ehesten für Stärkekörner halten möchte. Doch färben sie sich nicht. Bei Jodzusatze wird, wie schon Moebius und Schmitz angeben, das ganze Zellinnere rothbraun gefärbt und gerinnt in rundlichen gestaltlosen Massen.

Die Membran ist dick, mit Delafield'schem Haematoxylin färbbar, freilich erst nach 24stündiger Einwirkung und vorheriger Behandlung mit Chromessigsäure, welches die hinderliche Collode auflöst. Unfärbbar scheint sie mit Magdalaroth und schwach mit Methylenblau. Jod und Schwefelsäure ergeben eine deutliche Cellulosereaction namentlich in den äussersten und innersten Membranschichten. Schwach wirkt Chlorzinkjod. Haematoxylin und Magdalaroth machen endlich auch die Verbindungskanäle zwischen den einzelnen Zellen sichtbar. Mir schien es oft, als ob eine ausgesprochene

³⁶⁾ Schmitz l. c.

³⁷⁾ Moebius l. c.

Durchbrechung stattfindende; doch konnte ich dieses selbst mit den stärksten Systemen nicht ausser allen Zweifel setzen. Denn viele Präparate sprachen ebenso dagegen. (Vergl. Anhang I.)

Ganz anders sind die Markfäden. In der Jugend³⁸⁾ kurzzeitig, verlängern sie fortwährend ihre Zellen, so dass diese zuletzt nicht mehr auf einmal übersehbar sind. Ebenso wachsen sie etwas in die Dicke und können, zuerst (d. h. an der Fadenspitze) nur 5–8 μ breit, eine Breite von 12 μ erreichen. Sie erscheinen beinahe farblos, denn die wandständigen Chromatophoren fehlen oft fast gänzlich. Am Ende sind die alten Zellen oft deutlich eingeschnürt. Ein Zellkern ist nur schwer nachzuweisen. Die Membran ist dünner, doch wohl entwickelt; sie zeigt ebenso die Cellulose-*reaction*, ist ebenso mit Haematoxylin nach langer Einwirkung färbbar, doch scheinen in den Querwänden die Verbindungskanäle gänzlich zu fehlen (siehe jedoch Anhang I.)

Ihre Wachstumsrichtung ist sehr verschieden. Bald durchsetzen sie das Stämmchen der Quere nach (Querfäden nach Moebius), bald verlaufen sie schief aufwärts oder sind dem Seitenrand vollständig parallel (Längsfäden bei Moebius), bald sind sie mehr oder weniger gerade, bald vielfach verworren und gekrümmt.

Das von ihnen gebildete Gewebe besteht, wie man an feinen Längsschnitten deutlich unterscheiden kann, aus zwei verschiedenen Theilen, den beiden Randzonen und der centralen Mittelzone.³⁹⁾

³⁸⁾ Z. B. in den Zweigspitzen bei den längsverlaufenden Fäden (s. u.) oder bei jungen den Basalzellen der Haarbüschel eben entsprossenen Querfäden. Moebius l. c. 1891 pag. 340 behauptet, dass bei den nach innen gerichteten Querfäden keine Querwandbildung stattfindende. Ich kann dies nicht in allen Fällen bestätigen, sondern fand an jungen, den Basalzellen entsprossenden Fäden dann und wann sogar ziemlich kurze und viele Zellen.

³⁹⁾ Nur an feinen Längsschnitten durch Paraffin- oder Celloidineinbettung hergestellt, ist dieses klar zu sehen. Bei zerquetschten Stämmchen sind die Fäden meist scheinbar regellos verworren, und namentlich die Längsfäden nicht mehr zu bemerken. Druckpräparate sind jedoch dann vorzuziehen, wenn es sich um den Zusammenhang der einzelnen Fäden handelt, da diese vielfach gewunden, in den Längsschnitten meist zu kurz zerschnitten sind.

Die Randzonen lassen sich leicht von der Mittelzone trennen, da die Zwischenschicht sehr locker ist. Man braucht nämlich nur einen ziemlich dicken Längsschnitt unter Deckglas senkrecht zu zerquetschen, fast immer theilt er sich bei nicht zu starkem Druck der Länge nach in die beiden Rand- und in die Mittelzone. Jede Randzone kann nun ebenso weiter der Länge nach gespalten werden, wie dieses aus ihrem Baue wohl zu verstehen ist. Man erhält dadurch zuletzt kleine Theilchen, die nur aus einigen in ihrer Lage unveränderten Längsfäden mit ihren Haarbüscheln und deren Querfäden bestehen.

Es ist hier wohl noch zu bemerken, dass man unsere Mark- und Randzone nicht verwechseln darf mit dem von Schmitz l. c. *Notarisia* pag. 711 angeführten Marke und der Rinde (peripherische Schicht). Die letztere besteht aus den dicht gedrängten Haarbüscheln, während unsere Mark- und Randzone Theile des Innengewebes (des Markes nach Schmitz) darstellen.

Tab. III Fig. 2. Die ersteren sind gebildet aus ziemlich geraden, parallel verlaufenden Längsfäden, die von ebensolchen Querfäden durchwoben sind, Fig. 2b, die zweite aus einem verworrenen, deutlich dichterem Knäuel kreuz und quer verlaufender Fäden, die meist noch vielfach gewunden und gekrümmt sind, Fig. 2d. Getrennt sind sie meistens durch eine schmale, sehr lockere Zwischenschicht, Fig. 2c, die einmal aus einzelnen schief verlaufenden Fäden⁴⁰⁾ besteht, dann aber zumeist aus den Querfäden der Randzone, die meistens über dieselbe hinaus bis in den Markknäuel sich fortsetzen, dort verschwinden, oder denselben durchdringend in der jenseitigen Randzone wieder als Quer- oder Längsfäden erscheinen und meistens dort in Haarbüschel enden.

Gehen wir nun zum Verlaufe der einzelnen Fäden selbst über. Fast unmöglich ist es, denjenigen der Knäuelfäden der Mittelzone festzustellen, und es scheint mir nur dieses, wie aus dem Gesagten hervorgeht, sicher zu sein, dass sie als veränderte Längs- und Querfäden der Randzone aufzufassen sind, welche hier wahrscheinlich vielfach ineinander übergehen. Relativ leicht jedoch gelingt es bei den Querfäden. Sie entstehen theils aus den Seitenästen der Längsfäden, theils aus den umgebogenen Enden derselben, theils sprossen sie aus den Basalzellen der Haarbüschel hervor in das schon gebildete Gewebe. Weitaus am häufigsten ist die letzte Entstehungsweise, selten die beiden anderen. Der Verlauf selbst ist meist ein sehr kurzer und leicht zu verfolgender, soweit sie nicht im Markknäuel verschwinden. Sie durchsetzen quer oder schief aufwärts gerichtet das Stämmchen, und geben am jenseitigen Rande, ohne sich meistens verzweigt zu haben, regelmässig einem neuen Büschel den Ursprung. Dadurch dann, dass dieses ebenfalls wieder neue Querfäden aussendet, die sich in das schon vorhandene Gewebe einschieben, kommt vorzüglich das Dickenwachsthum des Sprosses zu Stande.⁴¹⁾

Viel complicirter ist der Verlauf der Längsfäden. Ihr Ursprung und ihr Ende bleibt grösstentheils in Sprosspräparaten unbestimmt, denn sie münden vielfach vom Markknäuel aus und ein, oder treten schon als Längsfäden in das Präparat ein und am anderen Ende wieder aus. Doch lässt sich von einem kleinen Theile constatiren,

⁴⁰⁾ Diese schief verlaufenden Fäden bestehen z. Th. aus solchen, die von der Markzone ausgehen und in der Randzone zu Längsfäden werden, z. Th. aus Längsfäden der Randzone, welche sich einwärts neigend im Markknäuel verschwinden, oder denselben durchsetzen und jenseits wieder als Längs- oder Querfäden erscheinen. Auch diese endigen meistens in Haarbüschel.

⁴¹⁾ Diese Art des Wachsthums ist vorzüglich von Schmitz l. c. geschildert, und als die einzig mögliche hingestellt. Ich glaube, dessen Irrthum rührt daher, dass er hauptsächlich an zerquetschten Stämmchen seine Untersuchungen vornahm, wo die Längsfäden, wie schon gesagt, kaum noch zu bemerken sind.

dass auch sie, gerade wie die Quersäden, den Haarbüschel entspringen (wenn auch viel seltener), oder nach Moebius⁴²⁾ von Quersäden aussprossen oder selbst aus solchen entstehen. Diese sind dann zumeist von ihrer Ursprungszelle aus schief aufwärts gerichtet, durchsetzen das Stämmchen und werden erst in der entgegengesetzten Zone zu Längsfäden.

In ihrem Verlaufe verzweigen sie sich. Die Verzweigung ist monopodial. Nur selten sind die Zweige lang und stellen dann wieder Quer- oder Längsfäden dar oder sprossen in die Seitenzweige als neue Längsfäden hinein. Meist sind sie kurz, unverzweigt und regelmässig auswärts gerichtet. Sie tragen dann an ihren Enden immer Haarbüschel, und zwar so, dass zwischen den Basalzellen derselben und der Verzweigungsstelle nur ein sehr kurzer Raum besteht. Oft fehlt er vollständig und die Haarbüschel sitzen dann direkt dem Faden auf.

Bekannt ist, dass Schmitz⁴³⁾ diese Art der Verzweigung, die Moebius⁴⁴⁾ zuerst geschildert, vollständig in Abrede stellt. Ich konnte jedoch namentlich im untersten Theile des Stämmchens genugsam Haarbüschel seitlich aus den Längsfäden hervorsprossen sehen und zwar in allen Entwicklungsstadien. Auf Tab. I Fig. 1—4 sind solche dargestellt, genau gezeichnet nach vorsichtig herauspräparirten Fäden zerquetschter Stämmchen. Fig. 1 stellt den einzelligen Zustand eines Büschels dar, seitlich aus einem Längsfaden hervorsprossend; in Fig. 3 sind erst die charakteristischen Basalzellen ausgebildet, die Continuität des Protoplasmas im Markfaden bezeugt bei diesem jugendlichen Zustand wohl noch sicher die seitliche Sprossung.⁴⁵⁾ Fig. 2 ist ein Längsfaden mit zwei noch sehr jungen Büscheln. Das eine trägt bereits einen Sporenfaden mit einer Spore, während die Assimilationshaare noch vollständig fehlen. In Fig. 4 ist ein entwickeltes, endständiges Büschel dargestellt, dessen absprossender kurzelliger Markfaden zwei nach auswärts gerichtete Sprosszellen junger Haarbüschel trägt.

⁴²⁾ Moebius l. c. 1891 pag. 340.

⁴³⁾ Schmitz l. c. 1892 u. 1894.

⁴⁴⁾ Moebius l. c. 1891 u. 1892.

⁴⁵⁾ Dass man jedoch sehr vorsichtig bei solchen Schlüssen sein muss, sagt schon Schmitz in *Notarisia* pag. 712 Anm. Fig. 2 Tab. II ist vielleicht ein Beispiel, wie leicht „ältere Stadien sympodialer Verzweigungssysteme das Aussehen monopodialer darbieten können.“ Sie stellt das scheinbare Ende eines Längsfadens aus einem Längsschnitte dar, dessen Zellen auffälliger Weise verkürzt und verdickt sind. Die scheinbare Endzelle trägt am unteren Ende einen scheinbaren Seitenzweig, die eigentliche Fortsetzung des Fadens, der sich nach abwärts wendet und weiter unten in ein Haarbüschel ausgeht. Wächst nun die scheinbare Endzelle in der Richtung des ursprünglichen Fadens weiter (wie es sehr den Anschein hat), so erscheint die seitlich abwärts gerichtete Fortsetzung als monopodialer Seitenzweig.

Dass die Längsfäden monopodialer Verzweigung fähig sind, wird sich übrigens, wie schon Moebius ⁴⁶⁾ vermuthete, aus ihrer Entstehungsweise ergeben. Sie sind nämlich, wenigstens diejenigen der untersten Partien des Sprosses, nur verwandelte Chantransien, und dass diese sich monopodial verzweigen, ist bekannt. Ich glaube übrigens auch die Ansicht Moebius' ⁴⁷⁾ über das Verhalten dieser Fäden in den Zweigspitzen bestätigen zu können, denn in einem Falle bemerkte ich in dem feinen Längsschnitt einer Zweigspitze einen Längsfaden, dessen Verzweigung derjenigen von Fig. 8 Tab. III bei Moebius sehr ähnelte.

Es erübrigt noch zu bemerken, dass auch die Längsfäden, wie die Querschnitte an ihrer Spitze in ein Haarbüschel ausgehen ⁴⁸⁾ und dass auf ihnen vorzüglich das Längenwachsthum des Sprosses beruht, indem sie einmal am Scheitel weiterwachsen, und dann in den unteren Partien ihre Zellen bedeutend verlängern.

Diese geschilderten Verhältnisse erfahren nun einerseits in den Zweigenden erwachsener Sprosse und andererseits an der Basis erwachsener, d. h. in den ältesten Theilen, eine deutlich wahrnehmbare Veränderung. An ersteren nimmt nämlich, wie Schmitz ⁴⁹⁾ schon für die Sprossenden gefunden, die Zahl der Längsfäden in relativ viel stärkerem Maasse ab, als die Dicke des Stämmchens, wenn ich auch wie Schmitz ein vollständiges Verschwinden nicht konstatiren konnte. Damit ist natürlich auch eine Abnahme der Randzonen, die hier meistens nur aus einem einzigen Längsfaden bestehen, verbunden und umgekehrt eine relative Zunahme der Markzone, welche ich zudem einmal mitten von einem Längsfaden durchzogen sah.

Gerade umgekehrt ist es an der Basis der Stämmchen, jedoch nur in den Partien, die unmittelbar der Haftscheibe folgen. Es fehlt hier die Markzone vollständig, und der ganze Stamm ist aus einem überall gleichmässigen Geflechte von dicken Längs- und Querschnitten gebildet, die meistens etwas mehr gewunden sind als sonst, und direkt in dieser Gestalt aus der Haftscheibe hervorkommen. Zugleich sind die Haarbüschel am Rande merkwürdiger Weise sehr wenig entwickelt. Sie bestehen meist nur aus sehr kurzen und wenigen Haaren, vielfach sogar nur aus sporentragenden. Die Stämmchen haben hier von oben betrachtet (unzer schnitten) deshalb ein sehr abweichendes Aussehen. Aus der kurzen Haarbekleidung treten die wohlentwickelten Basalzellen scheinbar als eine neue Sporenart sehr auffällig hervor. Mit zunehmender

⁴⁶⁾ Moebius l. c. 1891 pag. 341.

⁴⁷⁾ Moebius l. c. 1891 pag. 340.

⁴⁸⁾ Moebius l. c. 1892 pag. 269.

⁴⁹⁾ Schmitz: Notariria 1894 pag. 711.

Haarbekleidung erscheint nun auch bald im Innern die Markzone, zuerst nur als schmaler Streifen, welcher jedoch rasch die normale Breite erreicht.

Dieses Verhalten scheint mir zum Verständniss des ganzen Sprossbaues von Wichtigkeit. Es beweist nämlich, dass ein Sprosstheil bei seiner Anlage bedeutend weniger Längsfäden besass als nun im ausgewachsenen Zustand. Von diesen letzteren kann also nur ein sehr geringer Theil aus solchen bestehen, die schon bei seiner ersten Anlage vorhanden waren, die übrigen müssen erst nachträglich eingeschoben sein. Das kann nur geschehen entweder durch Verzweigung der ursprünglichen Längsfäden, oder durch Abzweigung oder Umwandlung von Quersfäden, oder endlich durch Sprossung aus den Basalzellen der Haare im unteren Theil des Stämmchens. Da die Quersfäden nun selbst weitaus in grösster Zahl auf die letztgenannte Art entstehen, so beschränken sich für das Folgende die Möglichkeiten wohl grösstentheils auf den ersten und letzten Fall.*)

Was nun die erste Möglichkeit betrifft, so reicht sie nicht aus, das Mehr der Längsfäden zu erklären. Denn dieselben verzweigen sich viel zu selten und wenn es geschieht, so trägt der grösste Theil der Seitenzweige endständige Haarbüschel, ein weiterer Theil wird Quersfäden und ein weiterer tritt als Längsfäden in die Sprosszweige ein. Und dazu kommt dann noch, dass bei jeder Sprossverzweigung selbst ein Theil der ursprünglichen Längsfäden verloren geht; denn man hat häufig Gelegenheit, zu sehen, wie diese direkt als Längsfäden in die Sprosszweige übertreten.

Wir müssen also folgern, dass ein guter Theil der Längsfäden in unserer Büschelpartie nicht im direkten Zusammenhange mit denjenigen steht, die ursprünglich der Haftscheibe entsprossen, sondern weiter unten im Sprosse selbst aus den Basalzellen entstanden ist. Und diese Zahl muss wachsen, je mehr wir uns der Spitze nähern.

Die Möglichkeit, dass ein ursprünglicher der Haftscheibe entsprossener Längsfaden den ganzen, meterlangen, vielverzweigten Spross bis zur Spitze durchzieht, ist verschwindend klein.

Es ist nun ferner nicht möglich, zwischen den verschiedenen Längsfäden eines Stämmchens einen Unterschied zu finden, welcher

*) Anmerkung. Die Möglichkeit, dass Längsfäden nachträglich dadurch eingeschoben werden, dass aus der Haftscheibe neue in den Stamm hinein sprossen und in demselben bis zu unserer Partie weiterwachsen, kommt nicht vor. Denn man müsste sonst — namentlich in den unteren Sprosstheilen — die freien Enden solcher Fäden auffinden, was niemand beobachtet hat. Alle Fäden endigen vielmehr vielleicht mit Ausnahme am Sprossscheitel immer in Haarbüscheln.

auf ihre verschiedene Entstehungsweise hindeutete. Wir müssen also folgern, dass die neuentstandenen, aus den Basalzellen hervorgesprossenen Längsfäden den ursprünglichen, aus der Haftscheibe stammenden vollständig gleichwerthig sind. Sie können also ebenso wie die letzteren das Weiterwachsen an der Sprossspitze veranlassen.⁵⁰⁾

Dadurch kommt aber den Haarbüscheln, aus welchen sie entsprossen sind, eine erhöhte Bedeutung zu. Sie erscheinen gleichsam als selbständige Vegetationspunkte, von denen aus die Pflanze sich immer wieder erneut, gleichsam als selbständige Pflänzchen, die den Markfäden entsprossen, selbst wieder solche treiben können. Der ganze Spross erscheint als ein System von Einzelpflänzchen, die gleichsam Ausläufer treiben und durch dieselben auf eine gesetzmässige Art miteinander verflochten sind, vielleicht vergleichbar mit einem Moospolster, dessen einzelne Stämmchen aus den freilich später verschwindenden Protonemafäden entsprossen sind, und die selbst wieder solche treiben können.

Diese Ansicht, dass den Haarbüscheln eine gewisse Selbständigkeit zukommt, erhält nach meiner Meinung dadurch eine Bestätigung, dass dieselben, wenn sie vom Hauptstamme sich loslösen und frei in's Wasser gelangen, nicht zu Grunde gehen. Ihre Zellen erleiden nur eine kleine Veränderung und statt der absterbenden Markfäden sprossen aus den Basalzellen andere hervor, die nun chlorophyllgrün, viel kurzelliger und dicker sind, auf dem Boden hinkriechen und mit einem Wort den Charakter des im Späteren beschriebenen Prothalliums tragen. In Fig. 7, Tab. II ist ein solches Büschel abgebildet, das gerade solche Fäden zu treiben im Begriffe ist. Ja selbst grössere Haarstücke wachsen auf diese Weise weiter; Fig. 4, Tab. II zeigt ein solches, das ein schon ziemlich ausgebreitetes Prothallium getrieben hat. Auch die Monosporenbildung hört nicht auf wie Fig. 18 Tab. I zeigt.⁵¹⁾

Ich komme nun zur Beschreibung der Haftscheibe und damit zur Entwicklung unserer Alge. Schon eine oberflächliche Betrachtung zeigt eine merkwürdige Erscheinung. Statt der sonst überall senkrecht abstehenden Assimilationshaare sehen wir hier deutliche

⁵⁰⁾ Es ist hier wohl am Platze, darauf hinzuweisen, dass auch der Unterschied zwischen Quer- und Längsfäden kein wesentlicher ist. Denn nicht nur, dass beide ineinander übergehen und dass aus den einen die anderen abzweigen, können beide auch denselben Ursprung haben, nämlich die Basalzellen der Haarbüschel, und tragen beide an ihren Enden wieder solche.

⁵¹⁾ Es ist deshalb die Erscheinung, welche man häufig zu beobachten Gelegenheit hat, dass Thoreastämmchen bei ungünstigen Vegetationsverhältnissen ihre Haare zum grossen Theil verlieren, wohl als ein Mittel zu denken, durch welches die Pflanze die ungünstigen Vegetationsbedingungen zu überwinden sucht.

Chantransiafäden aus der Haftscheibe hervortreten und zwar solche, die wir unbedenklich zu *Chantransia pygmaea* Kützg. Tab. phycol. V, Tab. 45 zählen würden, wenn nicht ihr Zusammenhang mit *Thorea* augenscheinlich wäre, Tab. II Fig. 1. Zwar ist schon die Aehnlichkeit der Assimilationshaare mit Chantransien eine grosse, doch sind letztere deutlich verschieden durch die geringere Breite, die fortwährend zunehmende Zelllänge und abnehmende Zellbreite gegen die Spitze zu, durch die dicken, kurzen Basalzellen und die spärliche Verzweigung; diese Unterschiede fallen weg. Die Zellfäden erreichen nun eine Dicke von 8—12 μ , die Zellen sind in demselben Faden fast überall von gleicher Länge (1 $\frac{1}{2}$ bis 5 mal länger als breit), die Verzweigung ist reichlich, der Faden ist überall gleich dick, die Zweige von derselben Dicke oder im ganzen Verlaufe gleichmässig dünner. Meist sind sie sporenlos, doch habe ich auch Exemplare mit solchen gesehen, Tab. I Fig. 9 u. 10. Nur der Zellinhalt und die Membran sind dieselben geblieben, die Körnchen jedoch sind verschwunden, die Chromatophoren vielleicht etwas grösser, die scheinbare Zellverbindung aber durch die Querwand ist ebenfalls vorhanden.

Feine Längsschnitte (Tab. III Fig. 3) durch die Haftscheibe zeigen uns Folgendes: Wir sehen, dass dieselbe aus einem gleichmässigen Gewebe von Markfäden besteht, die ganz das charakteristische Aussehen derjenigen des Sprosses besitzen. Meist streben sie auch nach oben, doch sind sie vielfach gewunden, oft schief und quer verlaufend, die anders gestaltete Markzone fehlt jedoch vollständig. Nach oben wird das Geflecht deutlich lockerer und geht hier theils direkt in unsere Chantransien über, theils setzt es sich völlig unverändert in die Stämmchenbasis fort.

Auch nach unten hin lockert es sich ebenfalls häufig, namentlich bei jungen Exemplaren; Hohlräume entstehen, oft direkt unterhalb der Stämmchenbasis, so dass in dasselbe scheinbar sehr wenige Fäden einzugehen scheinen. Diese Hohlräume sind mit kohlen-saurem Kalke angefüllt, Massen von Bacillariaceen liegen zwischen dem Geflechte und dicke Fäden von *Cladophora fracta* mit ihren Rhizoiden kriechen zwischen demselben umher.⁵²⁾

Dazwischen bemerkt man am Grunde des Schnittes jedoch andere horizontal kriechende Fäden, meist nur in einer Lage, oft mehrere übereinander, aus welchen die Markfäden entspringen, und

⁵²⁾ Ich habe merkwürdiger Weise keinen Fuss auffinden können, welcher nicht von dieser Alge mehr oder weniger durchsetzt war.

Diese fremden Beimischungen im Geflechte erschweren die Beobachtung bedeutend. Sie machen einmal die Präparate sehr undurchsichtig, so dass es feiner Schnitte belästigt, andererseits geben sie zur Täuschung Anlass und machen anfangs eine besondere Untersuchung nöthig, was zur *Thorea* gehört, was nicht.

vielfach auch direkt die besprochenen Chantransien, Tab. III Fig. 3a. Sie gehören also sicher zu Thorea. Doch sind sie von ganz verschiedenem Aussehen als die Markfäden und bilden ein ausgedehntes, doch meist lockeres, dicht dem Steine anliegendes Geflecht, das ich das Prothallium der Thorea nennen will, Tab. III Fig. 5 u. a. Um dasselbe zu erhalten, muss man die Haftscheibe sorgfältig mit den anhängenden Steinpartien in ein Gemisch von Salzsäure und Alkohol bringen, oder besser in Flemming'sche Lösung, die man häufig wechselt, und die zugleich fixirt. Vortheilhaft ist es, die Haftscheibe, wenn es auf den Zellinhalt nicht ankommt, vor dem Schneiden noch mit Flusssäure zu behandeln, welche etwa versteckte Quarzkörnchen löst und durch Entfernung der Bacillarienschalen das unterste Gewebe klarer macht.

Die Zellen des Prothalliums sind cylindrisch, selten rund, meist gerade, selten gebogen, durchschnittlich so breit wie die Basalzellen der Haare ($12-20 \mu$) und $1\frac{1}{2}$ bis 7 mal so lang. Dann und wann trifft man im Verlauf des Fadens bedeutend verbreiterte Zellen. Alle enthalten einen Zellkern. Die Zellhaut ist verhältnissmässig dünn, zeigt Cellulosereaction und ist scheinbar ohne Verbindungskanäle in den dünnen Zwischenwänden. Die Oberfläche des Plasmas ist bedeckt mit vielen, sehr kleinen, plattenförmigen Chromatophoren, die zwar sehr dilut gefärbt sind, aber doch den Faden viel gefärbter machen als die Markfäden es sind, und von derselben Nuance wie die Haare. In die Vertiefungen des Substrates senden die Zellen Ausweitungen ein. Rhizoide, die etwa in den Stein eindringen, sind keine vorhanden. Die Funktion der Anheftung übernimmt, wie schon erwähnt, der ausgeschiedene kohlensaure Kalk.

Ich habe nun die Entwicklung des Prothalliums von der Spore bis zur Bildung der bekannten Thoreasprosse ziemlich genau verfolgen können.

Die an den Haarbüscheln des Stämmchens entstandene und ausgeschlüpfte Monospore rundet sich zunächst ab, Tab. I Fig. 13, und beginnt sehr bald zu keimen. Sie treibt nach einer Seite hin einen Keimschlauch⁵³⁾, der nach und nach das gesammte Protoplasma in sich aufnimmt, so dass die Spore selbst als leerer Ballon dem Keimschlauche hinten anhängt. Tab. I Fig. 14—17. Der ursprüngliche Zellkern jedoch scheint in der Spore zurückzubleiben, wenigstens sah ich denselben einmal mit einem kleinen Reste der Chromatophoren noch in dem leeren Ballon, während die Ausstülpung sich

⁵³⁾ Nur einmal sah ich eine Spore, welche, wie eine Vaucheriaspore in entgegengesetzter Richtung zwei Schläuche getrieben hatte. Einmal sah ich auch hinter einem schon dreizelligen Keimschlauch die Spore noch mit lebendem Protoplasma angefüllt.

schon durch eine Zellwand abgetrennt hatte und mit einem neuen Kerne versehen war. Tab. I Fig. 16. Die so entstandene Zelle ist gewöhnlich anfangs 10μ breit und verbreitert sich bis 15μ , die Länge beträgt $30-42 \mu$, oft ist sie cylindrisch mit abgerundeten Enden, oft bisquitförmig. Das Protoplasma ähnelt vollständig dem der Zelle eines Assimilationshaares.

Diese Zelle theilt sich nun bald der Quere nach und durch successive Theilungen wächst sie zu einem wenigzelligen, unverzweigten Faden aus, welcher auf dem Substrate hinkriecht, und der sich von einem Assimilationshaar nur durch die etwas grössere Dicke, die vielfach abgerundeten und bisquitförmigen, oft plötzlich ausgeweiteten und überall ziemlich gleichlangen Zellen unterscheidet. Die leere Spore hängt ihm vielfach noch hinten an, meist jedoch nur noch Rudimente derselben. Tab. I Fig. 12.

Dieser Faden treibt nun ebenso gestaltete Seitenzweige; der erste Zweig entsteht, wie mir scheint, fast immer am oberen Ende der zuerst entstandenen Zelle, die übrigen unregelmässig. Die Zweige senden neue Zweige aus, und so entsteht ein oft dichtes, oft sehr lockeres Geflecht, welches zuerst einschichtig und später meist mehrschichtig ist, das oben bezeichnete Prothallium. Die Anfänge desselben bis zu den ersten Verzweigungen erhielt ich durch Kultur, ausgebreitetere Zustände fand ich in meinem Materiale.

Dieses Prothallium sendet nun zuerst kurze, aufwärts gerichtete Fäden, die zwar auch chantransiaartiger Natur, doch von den oben beschriebenen deutlich verschieden sind. Sie sind anfänglich meist unverzweigt, später erhalten sie oft kurze Aestchen, ihre Zellen sind meistens so dick wie die des Prothalliums ($12-18 \mu$), meist nur so breit als lang oder nur $1\frac{1}{2}$ mal länger (gewöhnlich haben auch die Prothalliumszellen in diesem Zustand nur diese Länge); in den jüngeren Stadien (an kleinen Fäden) sind sie an den Enden vielfach eingeschnürt, im Alter oft cylindrisch. So sind sie von den beschriebenen Chantransien auf den ersten Blick verschieden. Tab. I Fig. 19 u. 20.

Ich traf diese Fäden zuerst meist in geringer Zahl in den ausgebildeten Haftscheiben sowohl am Rande derselben in noch lebendem Zustande, als auch abgestorben in der Mitte, wo sie (stets direkt vom Prothallium ausgehend) das gewundene Geflecht der Markfäden in gerader Linie durchbrechen, und dadurch und durch ihre Dicke sehr hervorstechen. Dies Vorkommen zeigte mir, dass sie direkt zum Aufbau des Sprosses nichts beitragen, dass sie also eher zum Prothallium zu rechnen sind, und vielleicht als „aufsteigende Prothalliumfäden“ angesehen werden können. Doch einmal sah ich, wie aus dem obersten Theile eines solchen ein gewöhnlicher Chantransiafaden als Seitenast sich abzweigte, und bald bemerkte ich zwischen beiden alle Uebergänge.

Denn die weiterhin sich erhebenden Fäden sind zwar noch kurzzeitig, doch nicht mehr eingeschnürt, verzweigter und verdünnen sich stetig. Auch die Zellen werden bei den späteren Fäden länger und man trifft oft Fäden, die unten breit und kurzzeitig sind, nach oben doch verjüngte und verlängerte Zellen tragen und sich dort verzweigen. Tab. I Fig. 11 und Tab. II Fig. 6 stellen solche Uebergänge dar. Zuletzt entsprossen die charakteristischen Chantransien. Diese bilden braune aufgewachsene Polsterchen, oft nur stecknadelkopfgross (mit Uebergangsfäden), oft rein ausgebildet 2—5 mm im Durchmesser. Nach allen Seiten strahlen wie bei *Ch. chalybaea* var. *radians* die Fäden aus und tragen vielfach Sporen an ihren Enden. Zerzupft man das Polsterchen oder legt man feine Längsschnitte hindurch, so sieht man am Grunde (oft in starker Entwicklung) das bekannte charakteristische Prothallium wieder, aus welchem die Chantransien hervorgehen. Deren unterster Theil ist oft schon dilut gefärbt mit sehr gestreckten Zellen, die uns an das charakteristische Aussehen der Markfäden erinnern. Tab. II Fig. 3. Und sehen wir genauer zu, so finden wir in der That meist schon von diesen einige ausgebildet, oft vom Prothallium ausgehend, meist als seitliche Abzweigungen der Chantransien. Tab. II Fig. 8. Auch einige aufsteigende Prothalliumsfäden fehlen nicht.

Das Entstehen der Haftscheibe ist nun unschwer zu verfolgen. Die in dem schon dichten Chantransienbüschel neu aufspriessenden Fäden und Seitenzweige werden farbloser, strecken, krümmen und verknäueln sich, erhalten ganz das Aussehen unserer Markfäden, und bilden so das beschriebene Gewebe des Fusses, welches Alles umspinnt, was von Fremdkörpern (Bacillarien, Cladophoren) im ursprünglich lockeren Büschel lag. Die Haftscheibe ist damit gebildet.⁵⁴⁾

Aus dieser sprossen nun die Stämmchen. Ueber ihre Entstehungsweise kann ich nur Folgendes anführen. Schon aus dem Umstande, dass sich ihr Gewebe völlig unverändert in das der Haftscheibe fortsetzt, kann auch auf dieselbe Entstehungsweise geschlossen werden. Wir sehen denn auch in der That, dass von denjenigen Chantransien, welche aus der Haftscheibe hervorragen, einige büschel-

⁵⁴⁾ Die Ursache dieser Veränderung der Chantransialfäden ist vielleicht vorzüglich im Berührungseize der gegenseitig sich berührenden Zellen im untersten Theile des dichten Büschels zu suchen, vielleicht im Mangel an Licht, vielleicht in Beidem. Soweit die Fäden das Gewebe überragen, sind sie, wie gesagt, wieder Chantransien.

Dass das Gewebe umgekehrt wieder ebenso auf die ursprünglichen Chantransien einwirkt, ist natürlich. Wir sehen deshalb auch an diesen oft in ihrem unteren Theile dieselben Veränderungen eintreten; oft jedoch durchsetzen sie als unveränderte Chantransien das Gewebe, je nachdem ihre Zellen auf den Reiz noch reagiren konnten oder nicht, oder je nach der Stärke des Reizes, der sie traf, d. h. der Dichte des durchwachsenen Gewebes.

weise nach derselben Richtung stärker wachsen. Ihre unteren Zellen erfahren nun genau dieselben Veränderungen, wie früher unten am Prothallium. Und so erhebt sich der junge Spross über die Haftscheibe, von den Chantransien anfangs allseits umgeben und überragt. Oft waren es nur wenige Fäden, die den ursprünglichen Büschel bildeten, und oft dazu noch solche, die unten in der Haftscheibe kaum verflochten waren. Die so entstandenen Sprosse sitzen dann scheinbar auf Hohlräumen der Haftscheibe auf, oder auf Haftscheiben, die überhaupt ein sehr lockeres Gewebe haben. An solchen Sprossen ist dann besonders die reichliche Verzweigung der wenigen Bildungsfäden leicht sichtbar, die im untersten Theile der Sprossbasis eintrat und zur Bildung des Sprosses führte.⁵⁵⁾

Es sind also bei *Thorea* drei Entwicklungsstadien vorhanden, das Prothallium, das Chantransienstadium und das der ausgebildeten *Thorea*. Der Zusammenhang aller drei ist unschwer zu konstatiren, denn an vielen vornehmlich jungen und sorgfältig mit den Haftscheiben abgelösten Exemplaren sind sie dann und wann direkt in Verbindung zu sehen. Am Rande trifft man allein das kriechende Prothallium, durch deren seitliches Wachstum die Scheibe sich vergrössert. Aus derselben erheben sich weiter einwärts zuerst die aufsteigenden Prothalliumfäden, weiter einwärts die Chantransien mit dem Geflechte der Markfäden, welches zuerst dünn nach der Mitte zu immer dicker wird und dort die *Thoreasprosse* entsendet.

Es muss jedoch auch betont werden, dass man neben diesem Zusammenvorkommen die beiden ersten auch vereinzelt antrifft. Kriechende Prothalliumfäden überziehen die Steine als stahlblauer oder bräunlicher Anflug oft auf grössere Strecken, die Chantransien und das aufsteigende Prothallium bildet braune oder schwärzlichblaue aufgewachsene Polsterchen, wie sie in meinem Materiale, wenn auch nur selten, zu finden waren. Und es scheint mir gewiss, dass unsere Alge lange Zeit hindurch in diesen Zuständen leben und sich vermehren kann. Bei den Chantransien sind die Sporen schon beschrieben, und die Beschreibung der Vermehrungsorgane des Prothalliums folgt unten. Im Jahre 1893 waren ferner die Lokalitäten, die das Jahr vorher und jetzt mit *Thorea* reichlich bestanden waren, mit Chantransienpolster bedeckt. Ich schenkte ihnen freilich damals wenig Beachtung, bin aber jetzt vielleicht berechtigt, sie mit *Thorea* in Verbindung zu bringen. Dann aber sind diese Zustände nicht mehr als vorübergehende Entwicklungsstadien anzusehen, sondern als länger dauernde Vegetationsformen.

⁵⁵⁾ Leider gelang mir nicht, die Entstehung der ersten Haarbüschel im jungen Spross zu verfolgen. An ausgewachsenen jedoch erkennt man hier besonders deutlich, dass sie seitlich von den Markfäden, die aus dem Fusse kommen, abzweigen. Entstandene Büschel habe ich hier dagegen keine beobachten können.

Die Aehnlichkeit der Entwicklung von *Thorea* mit derjenigen von *Batrachospermum* liegt auf der Hand. Trotzdem war ich, als mir endlich Sirodot's⁵⁶⁾ Arbeiten zugänglich wurden — ich hatte das Meiste von *Thorea* schon lange festgestellt —, nicht wenig überrascht, selbst in Einzelheiten fast volle Congruenz constatiren zu müssen. Ich erwähne in dieser Hinsicht nur die Sporenkeimung, die Ausbildung des Prothalliums mit kriechenden und aufsteigenden Fäden, die Variabilität desselben hier wie dort und die Chantransiaformen. Die Beschreibung des Prothalls von *Batrachospermum pyramidatum* Sirodot⁵⁷⁾ passt Wort für Wort für unsere Haftscheibe mit ihren Chantransiafäden. Der Umstand, dass Sirodot dieses Gebilde zum Prothallium rechnet, ist deshalb nicht erheblich, weil er selbst an verschiedenen Orten bemerkt, dass es unsicher sei, ob es als Chantransia oder als Prothallium anzusehen sei. Die Abbildungen Sirodot's des Prothalliums von *Batrachospermum radians* Tab. 22 Fig. 12, von *B. helminthosum* Sir. Tab. 28 Fig. 8 und *B. elegans* Sir. Tab. 44 Fig. 5 stimmen genau mit vielen Zuständen des meinigen. Auf Pl. 38 Fig. 1 ist auch sein macroscopisches Aussehen im kriechenden Zustande gezeichnet. Dieselbe Tafel zeigt in Fig. 3 eine Chantransia mit einem Stücke ihres Prothalls wie auch ich es fand. Die Zeichnungen der Keimung auf Tab. 44 Fig. 1 und 6 oder bei Solms-Laubach⁵⁸⁾ gelten auch hier u. s. w.⁵⁹⁾

Es ist wohl natürlich, dass bei solchen Uebereinstimmungen der Gedanke nahe liegt, es möchte *Thorea* nur eine weitere, selten eintretende Vegetationsform von *Batrachospermum* sein. Die Möglichkeit ist nicht abzuleugnen, doch liegen auch Differenzpunkte vor. Ich erwähne hier einmal die Zellgestalt des liegenden Prothalliums. Wenn nämlich dieses auch in den ersten Entwicklungsstadien Zellen hat, die denjenigen bei den erwähnten *Batrachospermen* vollständig gleichen, so gilt dieses doch nicht immer von demjenigen der Haftscheibe. Meist sind sie hier (Ausnahmen kommen jedoch genug vor) cylindrisch und viel länger, als Sirodot sie bei irgend einer Art gefunden. Sporulen ferner habe ich nie auf dem Prothall gesehen. Doch auch Sirodot beschreibt ihr Vorkommen nur bei wenigen Arten.⁶⁰⁾ Beachtenswerth ist ferner, dass bei *Thorea* die drei Vege-

⁵⁶⁾ Sirodot: Les *Batrachospermes*. Organisation, fonctions etc.; Paris 1884.

⁵⁷⁾ Sirodot l. c. pag. 110.

⁵⁸⁾ Solms-Laubach: Bot. Zeitung 1867; Tab. IV Fig. 21.

⁵⁹⁾ Es ist wohl nöthig, hier zu betonen, dass niemals, weder von mir noch von F. Förster, an den Fundstellen von *Thorea* *Batrachospermum*-Arten, die sonst in's Auge fallen, beobachtet wurden.

⁶⁰⁾ Bei *Batr. pyramidatum* Sir., dessen Prothall mit dem *Thorea*-Fuss die grösste Aehnlichkeit hat, fand Sirodot Sporen auf dem Prothall, die den Monosporen der *Thorea* merkwürdig ähneln und noch dazu wie bei diesen auf kurzen ganz ähnlich aussehenden Fäden stehen.

tationsformen viel enger miteinander verknüpft sind, als dieses bei *Batrachospermum* der Fall zu sein scheint. Dasselbe Prothall trägt hier *Chantransia* und *Thorea*, was dort nur selten vorkommt. Der wesentlichste Unterschied liegt jedoch darin, dass dort die *Batrachospermum*-Form, hier das Prothallium schon die *Cystocarpien* trägt, die freilich denjenigen von *Batr.* wieder sehr ähnlich sind, wenn sie sich auch wesentlich unterscheiden.

Wenn wir andererseits die aus dem Baue des *Thoreasprosses* gewonnene Vorstellung zu Hilfe nehmen, dass dieselbe als ein Konglomerat einzelner Pflänzchen, der Haarbüschel, aufzufassen sei, so ist diese Vorstellung jetzt wohl dahin zu erweitern, dass diese Haarbüschel reducirte *Chantransien* darstellen. Der ganze Spross erscheint dann als Konglomerat veränderter *Chantransien*, die *Thorea* als eine Vegetationsform dieser Pflanze und von dem ursprünglichen *Chantransiapolster* nicht wesentlich verschieden. Dann ist immerhin die Erwartung berechtigt, dass aus dem ursprünglichen *Chantransiapolster* bei geänderten Bedingungen statt der *Thorea* ein *Batrachospermum* hervorgehen kann, zumal der Bau der Zellen von dem des *Thoreahaares* nicht wesentlich verschieden ist. Ich hoffe, dass Versuche mir dieses noch bestätigen.

Jedenfalls sind beide sehr nahe verwandt trotz des scheinbar verschiedenen Baues.

Ich komme nun zur geschlechtlichen Fortpflanzung. Leider ist mein Material nicht derartig, um über alle Punkte derselben in's Klare gekommen zu sein. Die erste Anlage und die Entwicklung des *Cystocarpes*, die für das Verständniss seines Baues von grosser Wichtigkeit sind, habe ich in ihm noch nicht gefunden; *Antheridien* habe ich auch noch keine gesehen. Denn man ist bis jetzt bei der Erlangung fructificirender Exemplare nur auf den Zufall angewiesen, da das fertile Prothallium keine macroscopischen Merkmale zeigt. So habe ich trotz der grossen Zahl durchschnittener Haftscheiben nur sehr wenige noch mit den von mir so gedeuteten Organen gesehen. Ich glaube trotzdem in der Deutung dieser Organe nicht fehl zu gehen.

Die von mir als *Cystocarpien* angesehenen Gebilde scheinen ausnahmslos an den Enden der kriechenden Prothalliumfäden sich zu bilden und ihr horizontales Wachsthum abzuschliessen. Man findet sie deshalb vorzüglich am Rande der Haftscheiben, woselbst aufsteigende Prothalliumfäden fehlen, doch glaube ich sie auch an solchen Prothallien gesehen zu haben, die überhaupt noch keinen Fuss, auch nicht einmal die aufsteigenden Prothalliumfäden gebildet

hatten. Zur Bildung scheinen nur die Endzellen und deren Nachbarzellen beizutragen. Dieselben sind kurz und scheinen grosse Zellen seitlich abzusprossen, die durch Theilung weiter sich vermehren. Tab. I Fig. 21 u. 22; vergl. Figurenerklärung.

So sieht man zuletzt das Fadenende mit einem Haufen unregelmässig gelagerter oder nur undeutlich radial gestellter Zellen umgeben. Tab. I Fig. 23—31; vergl. Figurenerklärung. Im Centrum desselben sind sie relativ gross und von unregelmässiger Gestalt. Ihre Zellhaut ist dünn, der Zellinhalt ist schwach gefärbt, stahlblau oder bräunlich und wie mir scheint, durchweg homogen; mit Haematoxylin sind sie kaum färbbar. Eine Centralzelle konnte ich bei gut durchschnittenen Haufen einigemal bemerken, die entweder durch ihre Grösse oder etwas stärkere Färbbarkeit hervorrägt, Fig. 29. Ihre Gestalt ist rundlich, desgleichen auch vielfach die der zunächstliegenden Zellen, doch sind diese auch häufig flaschenförmig (der Hals ist einwärts gewendet) oder länglich, oder derart, dass sie gegen die Peripherie zu verbreitert und dort deutlich eingebogen sind (also herzförmig) Fig. 24, 25 u. 29. Weiterhin werden sie kleiner, meist ziemlich plötzlich. Von diesen kleineren Zellen gehen dann vereinzelt Zellfäden aus, die aus ebensolchen kleinen runden oder länglichrunden Zellen sich rosenkranzartig zusammensetzen und oft wieder reichlich verästelt sind. Tab. I Fig. 26—29, 31. An den Spitzen dieser Fäden sind die Zellen wieder merklich grösser. Im Gegensatz zu denjenigen des Haufens werden die Fadenzellen überaus stark mit Haematoxylin gefärbt, viel stärker als sonst ein Theil der Thorea. Den bekannten Fruchtfäden von *Batrachospermum*, wie sie von Sirodot, Solms-Laubach und Thuret gezeichnet sind, gleichen unsere Fäden zum Verwechseln und ich glaube auch berechtigt zu sein, sie für Fruchtfäden zu halten. Wir hätten es dann mit einem Cystocarp zu thun, welches aus einem zum Prothallium endständigen Kern besteht (dem beschriebenen Haufen grosser Zellen), aus welchem die zerstreuten Fruchstäbchen strahlig frei herausragen.

Die Vermuthung, dass das geschilderte Organ ein Cystocarp darstellt, wird wesentlich dadurch bestätigt, dass es mir gelungen ist, das Trichogyn zu finden. Dasselbe besteht aus einem sehr langen, dünnen, einzelligen Haar, das völlig farblos ist und mit nur schwach färbbarem Protoplasma angefüllt. An der Spitze ist es abgerundet und ich sah hier einmal seitlich eine kleine runde, mit Haematoxylin stärker gefärbte Anschwellung, wie sie bekanntermaassen erscheint, wenn das Trichogyn mit dem Antheridium verschmilzt. Tab. I Fig. 30. Dieses Trichogyn verschwindet regelmässig in dem geschilderten Kerne, Tab. I Fig. 23—26, und an zwei guten im Centrum zerschnittenen Exemplaren konnte ich constatiren, dass sie mit der mittelsten Zelle in Verbindung steht. Tab. I Fig. 24. Bemerkens-

werth ist wohl, dass ausnahmslos an solchen Kernen die Fruchtfäden noch fehlten.

Mir scheint, dass diese Beobachtungen uns berechtigen, die geschilderten Organe für Cystocarpien zu halten, ohne ihre Entwicklung und Befruchtung noch genau zu kennen.

Ich muss hier noch eine Erscheinung erwähnen, die ich an Prothalliumfäden sah, und die kaum anders wenn nicht als Tetrasporenbildung zu erklären ist.

An kurzelligen Prothalliumfäden, Tab. I Fig. 5, die noch keine Haftscheibe getrieben, und in einem Falle an solchen mit nur aufsteigenden Prothalliumfäden, Tab. I Fig. 11, bemerkte ich häufig runde Zellen, deren Inhalt in eine Menge kleiner, stahlblauer, schwachgefärbter Körperchen zerfiel, die nach Auflösung der Zellhaut herausfielen. Tab. I Fig. 6. Und da dieses gewöhnlich an vielen Zellen zugleich geschah, so entstanden meistens grosse Haufen solcher bloss 2—4 μ grosser runder Zellchen. Sie wuchsen rasch heran (Tab. I Fig. 7a u. b.) und erreichten die Grösse abgerundeter in's Wasser gefallener Sporen. Einmal sah ich, wie eine solche Zelle ihre Haut abwarf, um wahrscheinlich zu keimen, Tab. I Fig. 8.

Zum Schlusse ist es mir noch eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Askenasy in Heidelberg, Herrn Dr. Max Lange in Baden sowie Herrn Pfeiffer von Wellheim in Wien für ihre lebenswürdige Unterstützung meinen besten Dank zu sagen.

Herr Pfeiffer von Wellheim und Herr F. Förster hatten ausserdem die Güte, mir die Resultate ihrer Thoreauntersuchungen zur Verfügung zu stellen. Ich gebe dieselben anhangsweise dieser Arbeit bei.

Anhang I.

Ueber die Tinction und den Zellbau unserer Alge schrieb mir Herr Pfeiffer von Wellheim Folgendes:

„Was die Sporen von *Thorea* und ihren Inhalt anbetrifft, so habe ich Folgendes beobachtet:

1. den Kern. Derselbe liegt ziemlich in der Mitte der Spore und wird gut sichtbar bei Hämalaun-Tinction, sowie bei Echtgrün-Kernschwarz-Präparaten (mit oder ohne Magdalaroth-Nachfärbung). — Der Kürze halber sage ich immer: „Echtgrün“, „Gallussäure“ oder „Gallëin“, auch dort, wo es vollständig: „Eisenchlorid-Echtgrün“, „Eisenchlorid-Gallussäure“ oder „Eisenchlorid-Gallëin“ heissen sollte.

2. wandständige, in Mehrzahl vorhandene, unregelmässig geformte, nicht immer scharf gegen das übrige Plasma begrenzte Inhaltkörper, welche besonders deutlich bei Echtgrün-Kernschwarz-Färbung hervortreten. Tab. III Fig. 5 u. 9.

Ob dieselben, wie ich annehme, Chromatophoren sind, deren Tinctionsvermögen entgegen den anderen Chromatophoren einige Abweichung aufweist, lässt sich wohl nur durch Beobachtungen bei der Keimung feststellen.

Gallëinfärbung konnte nicht verwendet werden, weil Gallëinlösung Plasma und Chromatophoren bei *Thorea* ungünstig beeinflusst. Während bei gut gelungener Echtgrün-Kernschwarz- oder bei Gallussäure-Färbung die in den vegetativen Fäden etc. vorhandenen Chromatophoren sich schön tingiren, das Plasma dagegen schwach oder gar nicht Farbe annimmt, färben sich bei Gallëintinction die gequollenen Chromatophoren fast gar nicht, hingegen stark das Plasma. Es entstehen dadurch eigenthümliche Bilder, welche den anderwärts erhaltenen — ich bezeichne dieselben als positive — als negative an die Seite gestellt werden können. Tab. III Fig. 8.

Ich habe vorher eine Echtgrün-Kernschwarz-Magdalarothfärbung erwähnt.

Da meinerseits über diese Methode bisher nichts publicirt wurde, so skizzire ich dieselbe hier kurz:

Die nach gewöhnlicher Art mit alkoholischem Eisenchlorid-Echtgrün gefärbte Alge wurde wieder in destillirtes Wasser gebracht und nach gänzlicher Verdrängung des Alkohols in eine concentrirte Kernschwarzlösung (bezogen von Dr. G. Grübler in Leipzig) gelegt, in welcher dieselbe mindestens eine Stunde lang verblieb. Hierauf folgte gründliches Auswaschen mit destillirtem Wasser, Uebertragen in das 10 % Glyceringemisch, Anwendung des Glycerinverfahrens, wie es in meiner Arbeit: „zur Präparation der Süßwasser-algen“ beschrieben ist, um die Alge in 95 % Alkohol zu bringen und schliesslich das Terpentin-Einschlussverfahren, mit oder ohne Magdalaroth-Nachfärbung.

Nun zur Frage der Plasmaverbindung.

Wenn *Thorea* ohne Vorbehandlung, sei es frisch oder fixirt, in Wasser oder verdünntem Glycerin liegend, untersucht wird, so habe auch ich meist nur dasjenige gesehen, was bereits Professor Schmitz sah.

In besonders günstigen vegetativen Zellen fand ich bisweilen nach starker Hämatoxylinfärbung Bilder, welche annehmen liessen, dass die einander zugewendeten, an der Basis manchmal knöpfchenförmig verdickten Plasmakegelchen, nicht blos an die Querwand herantreten, sondern diese letztere perforiren, da das Plasma des einen Kegels mit dem anderen vereinigt schien und eine Trennungslinie nicht zu sehen war.

Wird gut fixirtes Material mit Echtgrün-Magdalaroth oder nach vorerwähnter Methode mit Echtgrün-Kernschwarz gefärbt, so erhält

man scharfe Färbungen, welche durchwegs solche Bilder zeigten, aus welchen die Durchbrechung der Querwand hervorzugehen schien. (Tab. III Fig. 4a.)

Ungeachtet dieser Bilder erregte aber der Umstand Bedenken, dass die Quetschung solcher vegetativer Fäden oft eine Verschiebung der Plasmaspitzen, aber fast stets nur an der Querwand zur Folge hatte. (Tab. III Fig. 4b.)

Es entstand damit die Frage, ob nicht die beiden Spitzen, ohne die Querwand zu perforiren, lediglich an eine aus eigenthümlicher Substanz bestehende Stelle (Tüpfel) derselben ansetzen, welche sich mit den verwendeten Tinctionsmitteln gerade so, wie das Plasma selbst, färbt, und dadurch dem Auge ein direktes Ineinandergehen vortäuschen.

Um dies zu entscheiden, wurde fixirtes *Thorea*-Material in die käufliche, zur Hälfte mit destillirtem Wasser verdünnte Eau de Javelle-Lösung gebracht. Nachdem dieselbe einige Stunden (die richtige Dauer muss ausprobiert werden) eingewirkt hatte, wurde das in Theilchen zerfallende Material gründlich mit destillirtem Wasser gewaschen, mindestens eine Stunde lang in concentrirter Kernschwarzlösung gefärbt und nach neuerlichem Auswaschen, Eintragen in die 10% Glycerinmischung, Concentrirung derselben, Ueberführen der Alge in Alkohol und Uebertragen nach bekannter Methode in venetianischen Terpentin in letzteren eingeschlossen.

Gut behandeltes Material zeigt (Tab. III Fig. 6 u. 7) die verbindenden Plasmatheile gänzlich gelöst, das eigentliche Zellplasma dagegen, wemgleich stark deformirt, grösstentheils erhalten. Die Zellwände sind gequollen.

In den Querwänden der vegetativen Haare (Fäden), welche diese Verhältnisse am besten erkennen lassen, ist nunmehr genau an der früheren Durchbruchsstelle ein durch Kernschwarz intensiv gefärbtes, scharf begrenztes, gleichfalls gequollenes Scheibchen sichtbar geworden, welches sich im Punkte der Färbung ähnlich zu verhalten scheint, wie der stark gefärbte Verbindungsreif, welcher die Querwände je zweier anstossender Zellen, hauptsächlich der längs- und querverlaufenden Fäden, umgiebt.

Auch in den Querwänden der Zellen der Zweigbüschel, der Sporangien, der längs- und querverlaufenden Fäden sind diese Tüpfel vorhanden. Nur sind dieselben wegen der Kleinheit der Verhältnisse oder wegen des stark gefärbten, vorerwähnten Verbindungsreifes schwerer zu sehen und muss man im Präparate oft länger nach ihnen suchen.

Mit der Sichtbarmachung dieses geschlossenen Tüpfels ist wohl der Nachweis geliefert, dass ein Durchbruch des Plasmas durch die Querwand bei *Thorea* nicht stattfindet.

Ob eine Function und welche der Tüpfel gegenüber dem Zellplasma auszuüben hat, ist damit natürlich nicht dargethan. Mir scheint es jedoch zweifellos zu sein, dass seine Substanz erhöhte Durchlässigkeit für gewisse Stoffe besitzen dürfte, welche der Pflanze zur Lebensthätigkeit nöthig sind, und für diese Stoffe eine direkte Plasmaverbindung ersetzt.“

Anhang II.

Herr F. Förster hatte, wie er mir soeben mittheilte, folgende Reactionen des wasserlöslichen Farbstoffes beobachtet:

„1. Essigsäure vernichtet die Fluorescenz, die Färbung wird rothblau, getrübt, nach kurzem Stehen erfolgt ein blauer Niederschlag. Die filtrirte Lösung ist farblos.

2. Eine Spur Ammoniak färbt den Auszug rosenroth, eine grössere Menge macht ihn farblos. Säurezusatz bewirkt wieder eine röthliche Farbe ohne Fluorescenz.

3. Baryumhydrat in geringer Menge zugesetzt giebt einen flockigen Niederschlag, die Lösung wird rosa mit gelblicher Fluorescenz. Grössere Mengen machen sie farblos, der reichlichere Niederschlag wird im Filter mit Salzsäure benetzt blauroth.

Bei Kalilauge entsteht eine rothe Trübung, dann wird die Lösung braunroth,⁶¹⁾ dann farblos. Wird Essigsäure zugesetzt, so wird die Lösung roth, ihr Filtrat wieder farblos und der Rückstand roth oder braunroth. Wird Salpetersäure zugesetzt, so entsteht eine blaurothe Färbung, das Filtrat ist abermals farblos, der Rückstand roth bis blauroth. Die Färbung rührt also in beiden Fällen allein vom suspendirten Niederschlag her, wie man auch bei längerem Stehenlassen beobachten kann.

Kalkwasser bringt einen sehr schwachen Niederschlag hervor, an welchem weiter nichts beobachtet werden konnte.

Bei Bleiacetat entsteht eine rosenrothe Trübung, filtrirt ist der Rückstand schwach rosenroth gefärbt.

Wärme. Beim Erhitzen bis zum Sieden wird die Lösung bräunlichroth und zuletzt entfärbt. Filtrirt man hernach, so bilden die durch das Filter nicht hindurchgegangenen Bacterien einen rosenrothen Schaum und erweisen sich bei microscopischer Betrachtung deutlich roth gefärbt.⁶²⁾

⁶¹⁾ Bei Anwendung unreiner (durch Korkholz verunreinigter) Kalilauge erhielt auch ich genau dieselbe Reaction.

⁶²⁾ Durch den Nachweis, dass der Schaum aus Bacterien besteht, ist das Verhalten, wie ich es oben schilderte, erklärt; s. oben: Pag. 5.

Alkohol. Bei Zusatz geringer Mengen absol. Alkohols bleibt die Fluorescenz erhalten, bei grösserem verschwindet sie. Die Lösung wird rothblau und trüb. Steigert man den Alkoholzusatz bis er quantitativ der Lösung gleichkommt und filtrirt, so ist das Filtrat farblos. Der Rückstand gleicht dem β -Phycoerythrin nach Schütt.⁶³⁾

Die Lösung wird erhalten, indem *Thorea* in grossen Mengen in ein Gefäss gebracht wird, dessen Wasser nicht erneuert wird. Nach wenigen Tagen beginnt sie zu faulen, welcher Prozess durch Erhöhung der Temperatur beschleunigt wird. Gleichzeitig mit dem Eintritt der Fäulniss, die an dem Erscheinen von Rahmhäuten an der Oberfläche kenntlich ist, nimmt das Wasser im auffallenden Lichte eine prächtig rothe, im durchfallenden eine hämatoxylinblaue Färbung an.“

Figurenerklärung.

Sämmtliche Figuren der Tafeln I und II sind mit dem Abbe'schen Zeichenapparate entworfen und photographisch verkleinert und zwar die von Tab. I mit bei Anwendung des Zeiss'schen Oculars 5 und Objectivs DD, die von Tab. II bei demselben Objectiv und dem Ocular 2.

Die Figuren von Tab. III sind Freihandzeichnungen.

Tab. I.

- Fig. 1. Einzellige Anlage eines Haarbüschels im untersten Theil des Sprosses.
 Fig. 2. Aus einem Markfaden entkeimt bei a die zweizellige Anlage eines solchen, bei b ist ein rudimentäres Büschel desselben Markfadens, welches nur aus einem Sporenhaar (mit der Spore) besteht und bereits einen neuen Markfaden c in den Stamm entsendet.
 Fig. 3. Rudimentäres Haarbüschel aus dem untersten Stammtheil. Bei a sind die Basalzellen, die Continuität des Protoplasmas in der Fadenzelle beweist wohl die seitliche Sprossung.
 Fig. 4. Endständiges Haarbüschel im untersten Stammestheil mit 2 jungen Haaren b und b' und einem entwickelten c. Ein absprossender, noch kurzelliger Markfaden trägt die Anlagen zweier neuen Büschel a und a'.
 Fig. 5. Stück eines Prothalliums, dessen unterste Zelle sich in kleine Zellen getheilt hat (Tetrasporenbildung).
 Fig. 6. Theil eines Hautens solcher, jedoch freigewordener Zellen bei a; bei b dieselben gewachsen.
 Fig. 7. Dieselben Zellen, vollständig erwachsen.
 Fig. 8. Der Inhalt tritt aus einer solchen Zelle heraus.
 Fig. 9 und 10. End- und seitenständige Sporen einer *Chantransia* aus dem Fusse einer *Thorea*.
 Fig. 11. Aufsteigender Prothalliumfaden b im Uebergang zur *Chantransia*, mit dem Prothallium a, dessen Endzellen, wie in Fig. 5 in Zellen zerfallen sind (aus einem Entwicklungszustande).

⁶³⁾ Wie man sieht, stimmen diese Reactionen in der Hauptsache genau mit den meinen.

- Fig. 12. 4 zelliger Keimungszustand einer Monospore (bei a ihre leere Haut).
 Fig. 13. Monospore, die zu keimen beginnt. Die Zellhaut ist von Gallerte umgeben.
 Fig. 14, 15, 16, 17. Aufeinander folgende Keimungszustände einer solchen.
 Fig. 18. Stück eines in's Wasser gefallenem Sporenhaares, welches weiter Sporen bildet.
 Fig. 19. Stück eines Prothalliums mit einem aufsteigenden Prothalliumsfaden b, einem keimenden c und einem Markfaden d. (Aus dem Fusse einer Thorea.)
 Fig. 20. Aufsteigende Prothalliumfäden mit dem Prothallium (aus einem Entwicklungsstande).
 Fig. 21. Ende eines Prothalliumfadens, aus dessen Zellen neue Zellen hervorsprossen, die die Anlage eines Cystocarps bilden.
 Fig. 22. Weiterer Zustand. Die zweite Zelle ist verletzt und leer, trägt mehrere Sprosszellen und scheint (in der Figur nach abwärts) eine neue abzusprossen.
 Fig. 23. Weiterer Entwicklungszustand. Bei a wird eine farblose, langgestreckte Zelle sichtbar, das Trichogyn.
 Fig. 24. Querschnitt durch ein Cystocarp ohne Fruchthaare. Die mittlere Zelle setzt sich in das Trichogyn fort. Ihr Protoplasma ist durch eine zarte Scheidewand (in der Figur nicht deutlich ausgedrückt) abgetrennt.
 Fig. 25. Dasselbe.
 Fig. 26. Oberflächenansicht eines Cystocarps mit Trichogyn. Links aufwärts beginnt ein Fruchttast zu sprossen.
 Fig. 27 und 28. Entwickelte Fruchttäste.
 Fig. 29. Querschnitt durch ein Cystocarp mit grosser Centralzelle. Nach abwärts entwickeln sich 2 Fruchttäste.
 Fig. 30. Ende eines Trichogyns, welches eine seitliche, protoplasmareiche Anschwellung trägt, wie sie sich beim Anlegen des Antheridiums bildet.
 Fig. 31. Ein kleines Cystocarp in Oberflächenansicht mit entwickelten Fruchttästen an dem Ende eines Prothalliumfadens.

Tab. II.

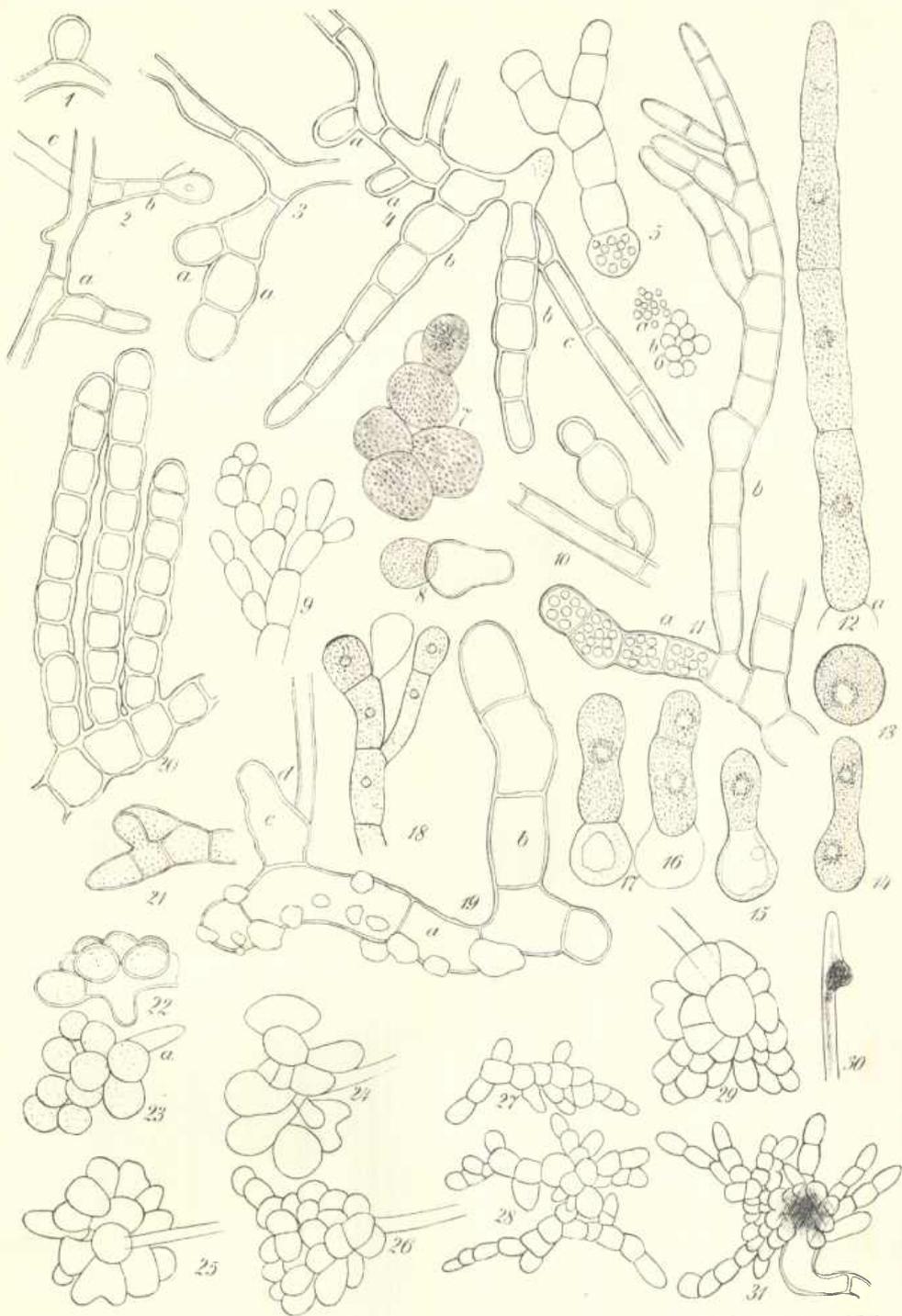
- Fig. 1. Ein Chantransiafaden aus dem Fusse einer Thorea.
 Fig. 2. Ein Markfaden (Längsfaden) aus dem Längsschnitt eines Thoreastammes.
 Fig. 3. Unterer Theil eines Chantransiafadens aus dem Fusse einer Thorea. Die unterste langgestreckte, blasse Zelle verschwindet im Gewebe des Fusses.
 Fig. 4. Ein in's Wasser gefallenes Assimilationshaar, aus welchem seitlich kriechende Prothalliumfäden hervorsprossen sind.
 Fig. 5. Stück eines ausgebildeten kriechenden Prothalliums aus dem Fusse einer Thorea.
 Fig. 6. Bei a ein Prothalliumfaden aus einem Entwicklungsstande, aus welchem zwei reichverzweigte Chantransien aber mit noch kurzen, eingeschnürten Zellen (Uebergang zum aufsteigenden Prothallium) hervorsprossen.
 Fig. 7. Ein ins Wasser gefallenes Haarbüschel, dessen Markfäden b abgestorben sind und aus dessen Basalzellen dafür kriechende Prothalliumfäden a hervorsprossen beginnen.

Fig. 8. Aus dem Prothall c ist eine Chantransia hervorgesprosst, deren zweitunterste Zelle nach abwärts einen Markfaden entsendet. (Aus einem Entwicklungszustande.)

Tab. III.

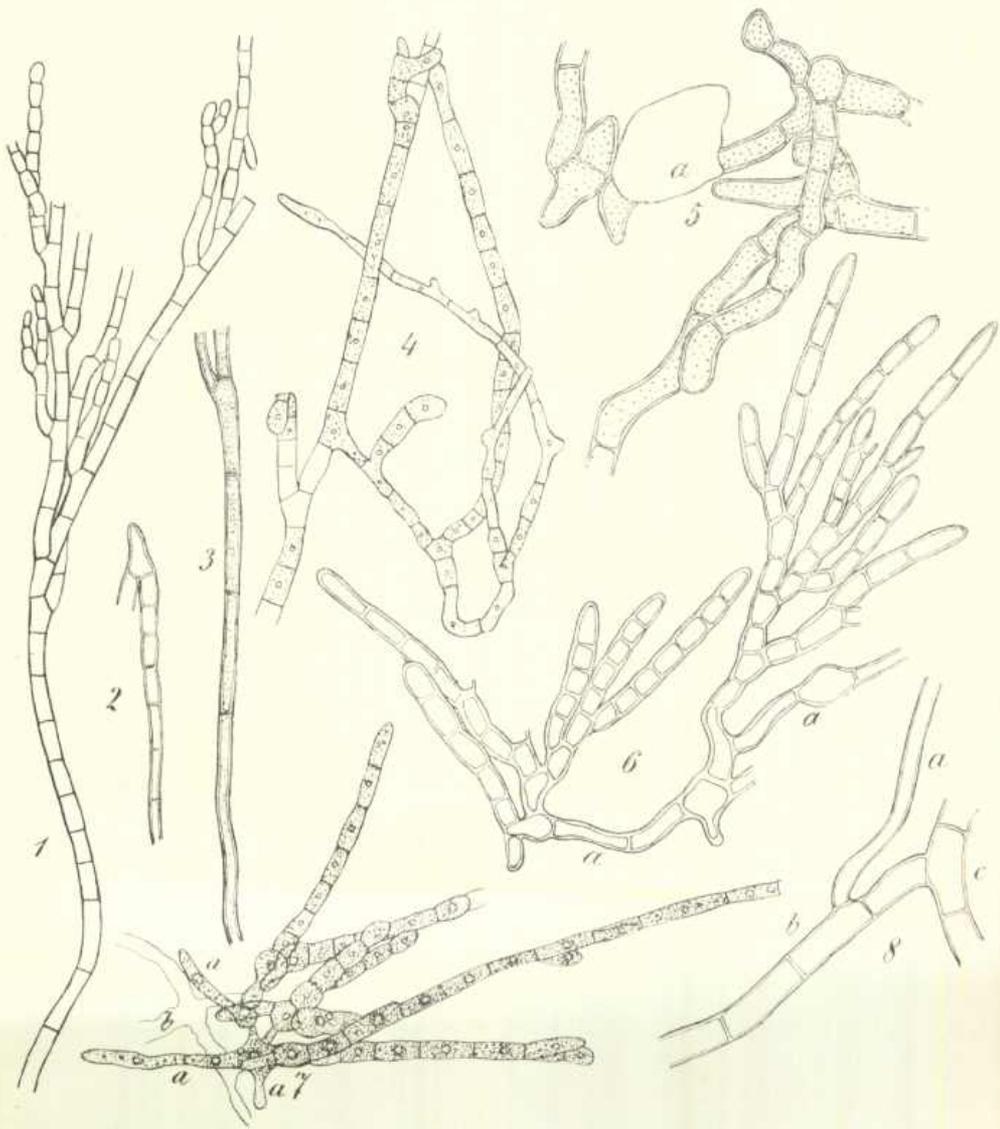
Fig. 4—9 sind von F. Pfeiffer von Wellheim gezeichnet, Fig. 2 und 3 von F. Schmidle.

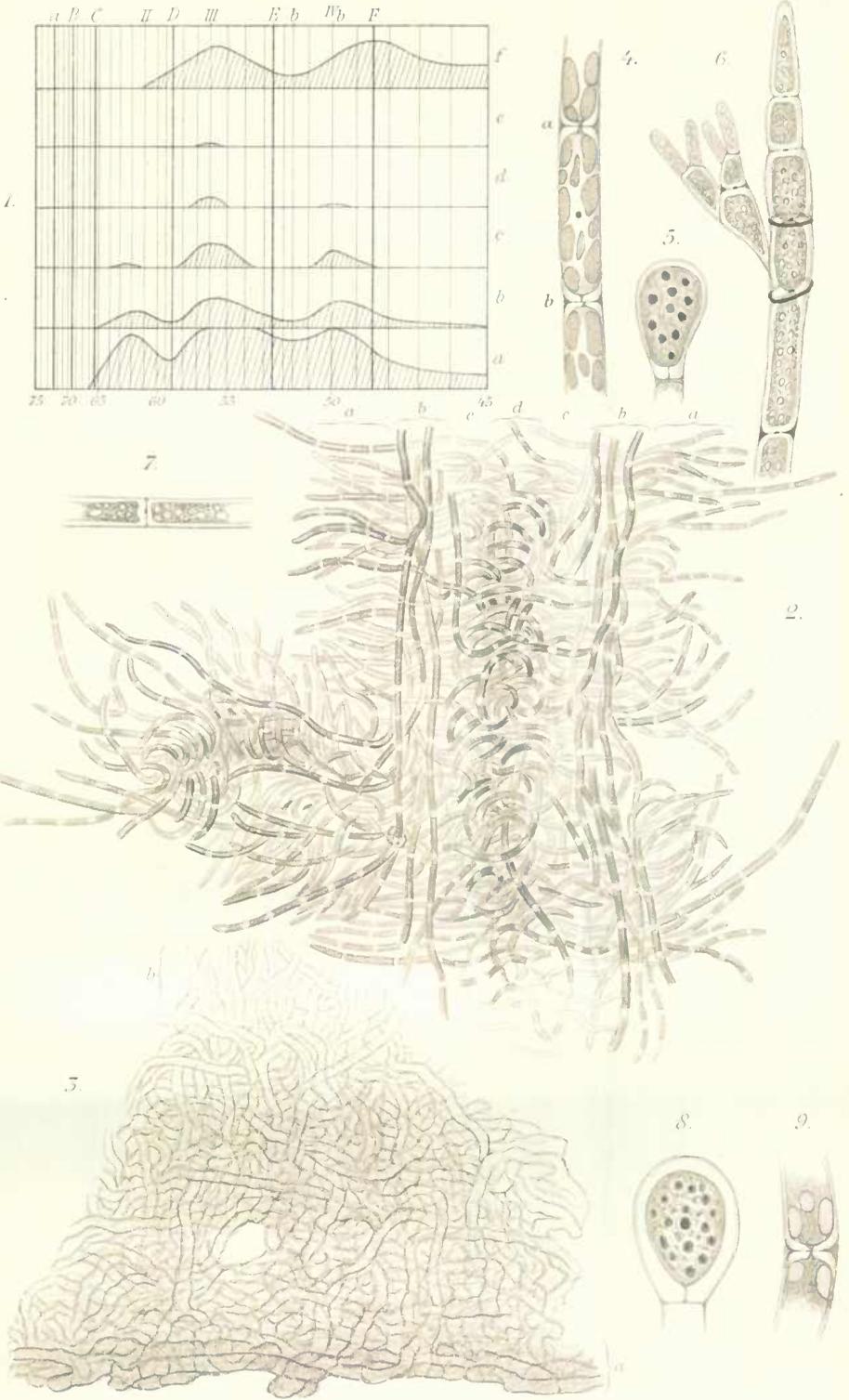
- Fig. 1. a Spectrum des Thoreafarbstoffes, bei einer Schichtendicke von 25 mm; b, c, d, e dasselbe bei einer solchen von 25 mm in aufeinanderfolgenden Verdünnungen der Lösung, f dasjenige der durch Säure veränderten Lösung.
- Fig. 2. Längsschnitt mit einem Seitenästchen; a die Assimilationshaare, b die Randzone, c die Zwischenschicht, d die Markzone.
- Fig. 3. Theil eines Längsschnittes durch einen ausgebildeten Fuss; a das Prothallium; bei b Beginn des Stämmchens.
- Fig. 4. Vegetativer (freier) Faden; Echtgrün - Kernschwarz - Magdalaroth-Präparat ⁸³⁰/₁.
- Fig. 5. Spore; Echtgrün-Kernschwarz-Präparat. ⁸³⁰/₁.
- Fig. 6. Zweigbüschel; Eau de Javelle-Präparat, mit Tüpfeln an den Querwänden. ⁶⁵⁰/₁.
- Fig. 7. Vegetativer (freier) Faden; Eau de Javelle-Präparat mit Kernschwarz gefärbt. ⁵⁰⁰/₁.
- Fig. 8. Gallëin-Präparat, freier Faden ¹³⁴⁰/₁.
- Fig. 9. Echtgrün-Kernschwarz-Präparat; Spore ¹³⁴⁰/₁.



Del. W. Schmidle.

Hedwigia 1896.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hedwigia](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [35_1896](#)

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

Artikel/Article: [Untersuchungen über Thorea ramosissima Bory. 1-33](#)