

BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: A. de Bary. — G. Kraus.

Inhalt. Orig.: J. Rostafiński und M. Woronin, Ueber Botrydium granulatum. — Anzeige.

Ueber Botrydium granulatum.

Von
J. Rostafiński und M. Woronin.

Hierzu Tafel VII—XI*).

Vorwort.

Die nachstehende Untersuchung wurde von dem Unterzeichneten und dem Grafen H. zu Solms-Laubach im Frühjahr 1874 in Strassburg in Angriff genommen. Die ungeschlechtliche Vermehrung des Botrydium in fast allen ihren Variationen war das Resultat, zu welchen wir am Ende dieses Jahres gelangten. Gleichzeitig und ganz unabhängig von uns kam Woronin auf Grund selbständiger in Finnland ausgeführter Untersuchungen zu fast identischen Resultaten, welche er im Januar 1875 in den Schriften der Petersburger naturforschenden Gesellschaft dem wissenschaftlichen Publicum mittheilte.

Wir hatten die Absicht gehabt, die Arbeit gemeinschaftlich weiter zu führen, Graf Solms zog sich aber zurück und so kam es, dass die weiteren Untersuchungen einerseits von mir in Strassburg, andererseits von Woronin in Petersburg im Laufe der folgenden Jahre gefördert worden sind.

Eine vorläufige Mittheilung über den Zusammenhang von *Botrydium* und *Protococcus botryoides* so wie über die Stellung dieser Alge im Systeme gab ich gelegentlich in einem Aufsätze über *Haematococcus* und einen ausführlicheren Bericht darüber legte ich im Frühjahr 1876 der Krakauer Akademie der Wissenschaften vor.

Die folgende Mittheilung ist eine gemeinschaftliche Arbeit, sie enthält die Resultate dreijähriger gegenseitig geprüfter Beobachtungen. Der Text ist von mir redigirt, die prächtigen hier gegebenen Zeichnungen die ausschliessliche Arbeit Woronin's.

Cherbourg, im Januar 1877.

J. R.

* Die Tafeln zu dieser Arbeit verdankt die Bot. Zeitung der Munificenz der Verfasser. Die Red.

I. Geschichtliches.

Die erste literarische Notiz, betreffend *Botrydium*, findet sich am Ende des XVII. Jahrhunderts bei Ray*), welcher es als: »Lichenoides fungiforme, capitulis vel vesiculis sphaericis aequo humore repletis« beschreibt. Ihm folgt einige 50 Jahre später Dillen**), welcher seiner: »*Tremella palustris, vesiculis sphaericis fungiformibus*« einen thal- lus communis zumuthet. Fast in derselben Zeit wird es von Linné in der Flora Suecica***) unter der Phrase: »*Ulva sphaerica aggregata*« erwähnt und bald darauf in den Species†) als *Ulva granulata* gestempelt. Linné hat aber im Systema Naturae††) unter dem letzteren Namen ein ganz anderes Wesen, das heutige *Nostoc granulatum* notirt. Dieses war ein wichtiger Grund, welcher Retzius†††) bewog, unsere Pflanze in *Ulva radicata* umzutaufen.

Sie wird in der darauf folgenden Zeit von Weiss*†) *Tremella globosa*, von Weber*††)

*) J. Ray, Synopsis methodica stirpium Britannicarum. Londin. 1690. III. p. 70 und 41.

**) J. Dillen, Historia muscorum, in qua circiter sexcentae species veteres et novae ad sua genera relatae describuntur, et iconibus genuinis illustrantur: cum appendice et indice synonymorum. Oxonii 1741. p. 55. nr. 17. Tab. X. Fig. 17.

***) C. Linné, Flora suecica, exhibens plantas per regnum Sueciae crescentes, systematice cum differentiis specierum, synonymis autorum, nominibus incolarum, solo locorum, usu pharmacopoeorum. Stockholmiae 1745. p. 1016.

†) C. Linné, Species plantarum. Holmiae 1753. vol. II. p. 1633. nr. 10.

††) C. Linné, Systema naturae. 13 p. 817 (nach Retzius).

†††) A. J. Retzius, Konigl. Vetenskaps academiens Handlingar for ar 1769 p. 251.

*†) F. G. Weiss, Plantae cryptogamicae Florae Göttingensis. Göttingae 1770. p. 28.

*††) G. H. Weber (F. H. Wiggers), Primitiae Florae Holsaticae. Kiliae 1780. p. 94.

Linckia granulata, von Hudson*) *Tremella granulata* genannt. Sie wird überhaupt in vielen Localfloraen aufgezählt. Von diesen verdient diejenige von Schreber**) erwähnt zu werden, welcher die unrichtige Angabe Dillen's, den muthmasslichen Thallus betreffend, corrigirte und nachwies, dass die Pflanze eine einfache Blase sei. Die von Müller***) und Smith†) gelieferten Zeichnungen und Beschreibungen liefern nichts erwähnenswerthes.

Es war zuerst Roth††), welcher unsere Kenntnisse wesentlich gefördert hat. Er gab zuerst an, dass die *Botrydium*-Pflanze mit zahlreichen hyalinen, dünnen Verzweigungen in den Schlamm eindringt. Er sah den Scheitel der reifen Blase collabiren, während sich die Samen (welche er mit Chlorophyllkörnern verwechselt) am Boden derselben ansammeln und manche andere schätzenswerthe Details. Seine Beobachtungen sind nicht fehlerfrei, aber alle von ihm begangenen Fehler sind durch die Zeit, in welcher er schrieb, vollständig entschuldigt.

Auf Grund dieser Beobachtungen Roth's zählte Agardh†††) das *Botrydium* seiner Gattung *Vaucheria* zu. Im Jahre 1815 wird *Vaucheria radicata* Ag. von Wallroth*†) in Thüringen gefunden und als etwas ganz neues unter dem Namen *Botrydium argillaceum* beschrieben. Drei Jahre später hat sie Desvoux*††) seinerseits auch zu einer neuen Gattung *Hydrogastrium* erhoben. Bald

*) W. Hudson, Flora anglica: exhibens plantas per regnum Britanniae sponte crescentes, distributas secundum systema sexuale etc. Editio II. Londini 1778. p. 566.

**) J. Ch. D. Schreber, Spicilegium Florae Lipsicae. Lipsiae 1771. p. 141.

***) Flora Danica etc. t. 705 (vom Jahre 1777).

†) J. E. Smith, English Botany, or coloured figures of british plants with their essential characters, synonymes and places of growth. t. 324 (vom Jahre 1794).

††) A. W. Roth, Tentamen Florae Germanicae. Lipsiae 1800. vol. III. p. 552.

— Neue Beiträge zur Botanik. Erster Theil. Frankfurt a. M. 1802. p. 312.

— Catalecta botanica. Lipsiae 1806. vol. III. p. 347.

†††) C. A. Agardh, Dispositio algarum Sueciae. Lundae 1810. p. 22.

*†) C. F. W. Wallroth, Annus botanicus, sive Supplementum tertium ad C. Sprengelii Floram Halensem. Halae 1815. p. 153.

*††) N. A. Desvoux, Observations sur les plantes des environs d'Angers pour servir de supplément à la Flore de Maine et Loire et de suite à l'Histoire naturelle et critique des plantes de France. Angers et Paris 1818. p. 18 et 19.

darauf wies ihr Sprengel*) in seiner Gattung *Coccochloris* mit heterogenen Algen und einem Pilze einen wenig passenden Platz an. Mit diesen zahlreichen Taufen wurde für die Wissenschaft nichts gewonnen.

Botrydium wird nochmals 1831 von Desmazières**) in *Rhizococcum crepitans* umgetauft, diesmal aber auf Grund sehr sorgfältiger Untersuchungen und, für die Zeit gewiss auffallender Culturversuche. Er beschreibt und zeichnet die Zoosporangien ganz correct. Auspräparirte Pflanzen wurden von ihm in mit Wasser gefüllte Uhrgläser gesetzt und er brachte mehr als einen Tag an dem Mikroskope zu, um die Bildung der Samen zu beobachten. Es wollte ihm aber nie glücken. Am Tage sah er keine Veränderungen eintreten, während in dem auf die Nacht folgenden Morgen die Blasen stets entleert und das Wasser stets mit ruhenden Samen gefüllt gefunden wurde. Er lässt sich nicht mehr, wie Roth, irre machen und unterscheidet diese Samen von den Chlorophyllkörnern der Pflanze ganz ausdrücklich. Diese Samen (zu Ruhe gekommene Zoosporen), auf feuchte Erde gebracht, lieferten ihm eine junge Brut, welche er ganz correct zeichnet und beschreibt; sie wuchsen zuletzt zu eben solchen Blasen heran, wie diejenigen waren, aus welchen sie herstammten. Die bis dahin gemachten Namen gefallen ihm nicht, er macht einen neuen, den Bau bezeichnenden, nämlich *Rhizococcum* und die Art will er *crepitans* nennen, weil die Pflanzen unter dem Fusstritte ein Geräusch geben. Schon Lyngbye***) machte für seine *Vaucheria gran.* eine ähnliche Beobachtung.

Drei Jahre später wird ein *Rh. Vieviexii* von den Brüdern Crouan†) beschrieben. Sie sagen von dieser Art unter anderem folgendes: »Les organes propagateurs sont des grains sphériques réunis en filaments, mais différant de ceux des Nostocs par leur diamètre égal et la disposition des filets qui ne forment pas de courbes comme dans ceux-ci«, woraus ersichtlich, dass sie die Wurzelzellen des *Botrydium* vor sich hatten.

*) C. Sprengel, Systema vegetabilium C. Linnæi. Ed. XVI. vol. IV. Goettingae 1827. p. 372.

**) J. B. H. Desmazières, Mémoire sur l'Ulva granulata de Linné. Annales des sciences naturelles, Botanique. Tm. XXII. Paris 1831. p. 193. Pl. 7.

***) H. Ch. Lyngbye, Tentamen Hydrophytologiae Danicae. Hafniae 1819. p. 78.

†) Description d'une nouvelle espèce de Rhizococcum par M. M. Crouan frères. Annales des sciences naturelles, Botanique. Seconde Serie, Tom III. Paris 1835. p. 99.

1842 tritt zum ersten Male Kützing*) auf mit der Beschreibung einer neuen Art, des *B. Wallrothii*. Es scheint, dass er unter diesem Namen die Hyposporangien unseres *Botrydium* verstand; die hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmale werden aber nicht angegeben und als Samen werden ebensowohl zu Ruhe gekommene Schwärmer, wie Chlorophyll und die die Wand bedeckenden Kalkkörner angesehen; diese letzteren als Brutkörper sui generis!

In der Phycologia generalis beschreibt er die rothen Sporen von *Botrydium* als *Protococcus Cocomma* und die noch grünen als *P. palustris****) und an einem anderen Orte desselben Werkes***) ergänzt er schon früher ausgesprochene Ansichten †). Nach diesen soll sich *P. palustris* zu *Botrydium* umbilden können, aus dem letzteren aber wachsen gelegentlich *Vaucheria Dilwynii* oder Moosprotonema hervor. In derselben Schrift wird noch ein *B. ovale* auf Grund des *Gastridium ovale* Lyngbye's gemacht. Der letztere Autor hat aber unter diesem Namen gewiss nur einen Jugendzustand von *Himantalia lorea* beschrieben.

In dem ersten Bande der Tabulae phycologicae wird ein *P. botryoides* ††) gezeichnet. Er soll noch röther sein wie *P. cocomma* und aus ihm soll sich hauptsächlich *Botrydium* entwickeln. Der sechste Band derselben Publication enthält noch ein angeblich neues *Botrydium*, nämlich *B. pyriforme* †††), obgleich schon im Jahre 1800 Roth von seiner *Ulva granulata* sagte: »licet rarius figura irregularis, cylindrica vel turbinata«.

Thatsächlich hat also Kützing den Zusammenhang von drei *Protococcus*-Arten mit sei-

*) F. T. Kützing, Ueber ein neues *Botrydium*: Novorum actorum academiae caesareae Leopoldino-Carolinae naturae curiosorum voluminis undevicesimi pars posterior. Vratislaviae et Bonnae 1852. p. 383. Tab. 69.

**) F. T. Kützing, Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. Leipzig 1843. p. 168. nr. 9. Tab. 7. Fig. 1.

***) l. c. p. 304.

†) F. T. Kützing, Die Umwandlung niederer Algenformen in höhere sowie auch in Gattungen ganz verschiedener Familien und Classen höherer Cryptogamen mit zelligem Bau: Naturkundige Verhandlungen van de Hollandsche Maatschappij der Wetensch. te Haarlem II Verz., I Deel. 1841.

††) F. T. Kützing, Tabulae phycologicae. Vol. I. Nordhausen 1845. p. 2.

†††) F. T. Kützing, Tabulae phycologicae. Vol. VI. Nordhausen 1856. p. 19.

nen *Botrydium*-Arten angegeben. Er hat aber gleichzeitig die Umwandlung der letzteren in *Vaucheria*-Arten und Moosprotonemata behauptet und in Folge dessen sind seine Ansichten mit vollem Rechte in Misscredit gefallen.

In der Verjüngung A. Braun's finden wir auch über unsere Alge eine Reihe*) kleiner guter Angaben, die Hyposporangien betreffend; ausserdem auch die Vermuthung, dass *Botrydium* mit *Valonia* verwandt sein möchte.

Nach Roth und Desmazières ist es wiederum Cienkowski, welchem wir einen Hauptplatz in unserer Geschichte einräumen müssen. Seine Beobachtungen betreffen die Sporen von *Botrydium* und ihre weiteren Schicksale**).

Er beschreibt ganz genau die Gestalt, die Farbe und den Bau der Sporen, welche Jahre lang ihre Keimfähigkeit behalten. Wir finden weiter die Keimung der Sporen, die zwei Cilien tragenden Schwärmer, deren Keimung und weiteres Verhalten geschildert. Die jungen vegetativen Pflanzen, ihre Theilung, die Bildung der Sporen, kurz alles wird mehr oder weniger detaillirt fehlerfrei in der oben citirten Abhandlung Cienkowski's beschrieben.

Unter anderem erwähnt aber der Verf., dass der Inhalt junger vegetativer Pflanzen bisweilen in ganz kleine stabförmige Schwärmsporen zerfalle, deren Keimung ihm unbekannt geblieben ist. Diese Thatsache und die Fig. 8, welche sie illustriert, hat wohl schon Manchen irregeführt, in der Annahme, es handele sich hier um Antheridien. Die Sache verhält sich aber anders, man hat hier vielmehr mit einem parasitischen Chytridium zu thun, dessen Geschichte selbstverständlich hier nicht am Platze sein würde.

Für das, was Reinsch***) als Entwicklungsgeschichte von *Botrydium* bezeichnet, haben wir keinen Platz. Noch weniger für die seltsame Erzählung Itzigsohn's, wonach *Botrydium* eine Flechte sein soll †), was er

*) A. Braun, l. c. p. 136: 206; 236; 292.

**) Algologische Studien von L. Cienkowski. Bot. Ztg. 13. Jahrg. (1855). p. 780. Taf. XI. B.

***) P. Reinsch, Die Algenflora des mittleren Theiles von Franken. Nürnberg. 1867.

†) *Botrydium argillaceum* Wallr. ob Alge oder Flechte? von Dr. Hermann J. in Quartschen. Flora. XXVI. Jahrgang. Regensburg 1868. p. 129.

auch weiterhin behauptet, trotzdem er sich überzeugt habe, die von ihm untersuchte Pflanze sei nicht *Botrydium*, sondern *Thalloidima vesiculare* *).

In einer Abhandlung Lawson's ***) finden wir eine correcte Recapitulation früherer Beobachtungen und die wohl neue Thatsache, dass das *Botrydium* unfähig sei, sich unter Wasser zu entwickeln.

Die letzte unseren Gegenstand betreffende literarische Production ist von einem Laien ***) mitgetheilt, welcher jeder Untersuchungsmethode entbehrt. Wir sind umso mehr davon befreit, seine Fabeln zu wiederholen, als sie eine ganz correcte Kritik von Archer †) hervorgerufen haben. Schon Berkeley ††) hat sich über die Beobachtungen Cienkowski's folgendermaassen ausgedrückt: »The plant figured by Cienkowski, in Bot. Ztg. 1855, Tab. XI. as *Protococcus botryoides*, is probably a *Botrydium*, and if so, that genus produces large resting-spores and minute swarming-spores. It is said to grow with *Botrydium* (*Hydrogastrum granulatum*), and is certainly no *Protococcus*.«

Archer entwickelt diese Ansicht noch weiter; er sagt wörtlich †††): »Cienkowski's figure of his plant shows »resting-spores« and »swarm-spores«. His fig. 8 rather shows something, very like spermatozoids; quere then, may his »resting-spores« be really fertilised spores, true oospores? That author does not so interpret the matter. He only refers to »swarm-spores« and »resting-spores«, and does not infer any analogy with *Vaucheria*. If fig. 8 show really spermatozoids, they escape by the bursting of the parent cell (which would then be an »antheridium«) at the summit, not by traveling round to meet the resting-spores in a common cavity; for they are separate cells (possible »oogonia«). The paper you sent, I should think, must be interesting, and though possibly a priori open to some question,

* Nachträgliche Bemerkung zu *Botrydium argillaceum* Wallr. von Dr. Hermann J., l. c. p. 133.

** G. Lawson, On the structure and development of *Botrydium granulatum*. Transactions of the botanical Society of Edinburgh. Vol. VI. p. 424.

*** *Botrydium granulatum* (Desv.). By E. Parfitt. Siehe: Grevillea, a monthly record of cryptogamic Botany and its literature. Edited by C. Cooke. Vol. I. London 1872—1873. p. 103.

†) Notes on the above communication. By W. Archer. Ebenda, p. 105.

††) Introduction to Cryptogamic Botany. By Rev. M. J. Berkeley. London p. 157.

†††) Archer, l. c. p. 107.

ought to serve to draw attention to a little-understood plant.«

II. Entwicklungsgeschichte.

An den Rändern von Teichen mit schlammigem Boden oder in lehmigen Gräben findet man bisweilen bald einzeln stehende, bald gesellig zu dichten Gruppen gedrängte, lebhaft grüne Blasen vor (Fig. 1). Sie sind 1—2 Mill. breit, sitzen dem Boden fest an, und stellen den Entwicklungszustand unserer Pflanze, welcher unter dem Namen *Botrydium* allgemein bekannt ist, dar. Wir wollen ihn deswegen zum Ausgangspunkte unserer Betrachtungen nehmen. Untersucht man die Art und Weise, wie eine solche Blase an den Boden befestigt ist, so überzeugt man sich durch sorgfältige Präparation, dass ihr unterer, nach der Erde zu gewendeter Theil sich allmählich verschmälert, in das Substrat eindringt, um sich hier mehr oder weniger reichlich zu verzweigen. Die oberirdische Blase und ihre unterirdischen Verzweigungen bilden eine einzige Zelle (Fig. 2—5). Die Blase besitzt einen protoplasmatischen, chlorophyllhaltigen Wandbeleg, im Uebrigen wird sie von Zellsaft erfüllt, welcher auch die farblosen unterirdischen Verzweigungen ausfüllt. Diese letzteren sind mehr oder weniger reichlich verzweigt; ihre Verzweigungen sind unregelmässig dichotomisch, successive dünner werdend; die letzten sehr fein. Wir werden sie kurzweg Wurzel nennen. Je grösser die Blase, desto länger die Wurzel, desto reichlicher das Verzweigungssystem.

Bringt man eine auspräparirte Pflanze in einen Wassertropfen, so bildet sich ihr Inhalt, in später Tages- oder zur Nachtzeit, in zahlreiche Schwärm-sporen um. Man beobachtet dabei eine Reihe von Erscheinungen, welche in den Fig. 8—15 dargestellt sind. Zuerst nimmt man in dem chlorophyllhaltigen Wandbelege die Bildung zahlreicher Vacuolen wahr. Ihre Zahl wächst successive und ihre Grösse nimmt gleichzeitig damit zu, so dass endlich die chlorophyllhaltige Schicht in ein vielmaschiges Netz umgewandelt wird (Fig. 9—11)*). Die Wand der Blase quillt dabei gallertartig auf, entweder im ganzen Umfange oder aber eine kleine kreisrunde Stelle am Scheitel der Blase unverändert lassend. Die Quellung der Wand übt einen starken Druck auf den Zellsaft und unter seinem Einfluss wird die Wand an beliebiger Stelle auch am

*) Ähnliches wurde von Pringsheim für *Hydrodictyon* und von Famintzin für *Valonia* angegeben.

Scheitel durchbrochen, und die während der Zeit durch Theilung des chlorophyllhaltigen Wandbelegs gebildeten Schwärmer treten nach aussen hervor (Fig. 12-13). Wird die Blase von Wasser nur benetzt — was in der Natur nicht selten eintritt —, so kommt es vor, dass die Zoosporen gar nicht ausschwärmen, sie kommen vielmehr im Innern der Blase, deren Wand napfförmig collabirt, zur Ruhe. Solche zur Ruhe gekommene Zoosporen werden von den früheren Beobachtern häufig unter dem Namen »Keimzellen« oder »Gonidien« erwähnt.

Die Zoosporen (Fig. 14) sind langesogen eiförmig, 5—8 μ . breit und bis 20 μ . lang, mit zwei bis vier Chlorophyllkörnern versehen; am farblosen, kaum zugespitzten Ende tragen sie eine einzige lange Cilie.

Einmal ausgeschwärmt, bewegen sie sich nur kurze Zeit, kommen bald zur Ruhe, verlieren dabei die Cilie, umgeben sich mit einer Membran, nehmen Kugelgestalt an, werden bald grösser, und auf feuchte Erde gebracht, fangen sie bald an zu keimen.

Zu diesem Zweck treiben sie an der der Erde zugekehrten Seite einen kurzen hyalinen, in den Boden eindringenden Fortsatz, während das entgegengesetzte Ende sich cylinderförmig in die Luft erhebt und der alleinige Träger des Chlorophylls verbleibt. Diese Keimungsproducte stellen den *Protococcus botryoides* der Algologen dar und sind als vegetative Pflänzchen des *Botrydium* anzusehen. Ihr weiteres Schicksal werden wir später besprechen.

Wir kehren nochmals zu den oben beschriebenen grossen Zoosporangien zurück, welche wir von nun als gewöhnliche bezeichnen werden, und welche noch anderer Umbildungsfähig sind. Setzt man sie nämlich der Trockenheit oder, um einen baldigen Effekt zu erzwingen, einer Insolation aus, so fängt ihre Blase an zu schrumpfen, entfärbt sich mit der Zeit und wird bald leer. Ihre Membran ist auf der Oberfläche mit feinen Kalkkörnern bedeckt, trocken, brüchig, hyalin; der ganze protoplasmatische Inhalt der Blase ist jetzt in die unterirdischen Verzweigungen der Wurzel eingewandert (Fig. 6—7; 15—17). Hier zerfällt er in eine Anzahl von Zellen. Sie füllen den Wurzelzopf vollständig aus, was beweist, dass der Raum der Wurzel in einem ganz constanten Verhältnisse zu der Grösse der oberirdischen Blase eines jeden Zoosporangium verbleibt. Sie sind unter sich fast gleich, nur in dem dickeren Halstheile kommen sie zu

zwei bis drei neben einander zu liegen, im Uebrigen stellen sie continuirliche, einfache perlschnurartige Reihen dar. Jede von diesen Wurzelzellen ist von besonderer Membran umgeben, welche in keiner Beziehung zu der Wand des Wurzelzweiges, in welchen sie zu liegen kommt, steht. Das ganze gewöhnliche Zoosporangium ist jetzt wie früher ein einziger, von keiner Scheidewand getheilter Sack.

Die Wurzelzellen sind einer dreifachen Entwicklung fähig.

Präparirt man sie aus der Erde und bringt sie (mit dem Wurzelzweig) in einen Tropfen Wasser, so quillt ihre Membran bedeutend gallertartig auf, durchbricht die Wand der Wurzel, zerquillt ganz und wird zu einem unterirdischen Zoosporangium (Fig. 18). Die Bildung der Zoosporen geschieht hier unabhängig von der Beleuchtung zu jeder Tages- und Nachtstunde. Die Schwärmer sind den uns schon bekannten ganz identisch (Fig. 19) und verhalten sich bei der Keimung ebenfalls gleich diesen (Fig. 20).

Nimmt man eine Reihe von diesen, in einen Wurzelzweig eingeschlossenen Wurzelzellen und legt sie auf feuchte Erde, so treiben sie einen hyalinen Fortsatz, welcher in die Erde eindringt, während das entgegengesetzte Ende in die Luft emporgehoben wird, und so wird jede Wurzelzelle zu einer vegetativen Pflanze.

Präparirt man aber die Wurzelzellen nicht aus und hält die Cultur gleichmässig feucht, so bekommt man mit der Zeit andere Umbildungsproducte. Die Wurzelzellen fangen jetzt in der Erde an zu keimen. Sie schwellen bläsig an und treiben einen hyalinen Wurzelfortsatz, dessen Wand unterhalb der Blase sehr stark auf der inneren Seite verdickt wird. Diese Wandverdickung schreitet fast bis zum Verschluss des Lumens fort (Fig. 25). Durch intercalares Wachsthum des Wurzeltheiles werden die Blasen nach oben so weit gehoben, dass ihr Scheitel über der Erdoberfläche hervortritt. Diese Umbildungsproducte der Wurzelzellen nennen wir Hypnosporangien.

Sie stellen das *B. Wallbrothii* dar und unterscheiden sich mit grösster Leichtigkeit von den gewöhnlichen Zoosporangien. Ihre oberirdische Blase ist genau kugelig (Fig. 25, 26), kaum 0,5 M. im Durchmesser breit, dunkel, fast schwarz-olivengrün gefärbt, nach unten zu gar nicht verschmälert. Die Wurzel ist auf einer langen Strecke unterhalb der Blase stets unverzweigt und wie gesagt, mit einer fast zur Verschlussung des Lumens gehenden

Verdickung versehen, im Uebrigen wenig verzweigt. Die secundären Verzweigungen sind zartwandig. Trocken aufbewahrt, behalten die Hypnosporangien ihre Keimfähigkeit durch das ganze Jahr, in welchem sie entstanden sind und bilden, in Wasser gebracht, Schwärmsporen unabhängig von Tag- und Nachtstunde. Die Membran ihrer Wand quillt dabei (Fig. 27, 28) stark, unter auffallender Schichtenbildung. In den wasserreichen Schichten sammeln sich bisweilen sogar kleine Wassermengen auf. Die Schwärmsporen sind, wie in den früheren Fällen, mit einer Cilie versehen, keimen in der beschriebenen Weise und bilden sich in vegetative Pflanzen um.

Mögen die Zoosporen von gewöhnlichen Zoosporangien, von den Wurzelzellen oder den Hypnosporangien abstammen, sie verhalten sich bei der Keimung stets gleich (Fig. 20) und die Keimungsproducte liefern immer die vegetativen Pflänzchen des *Botrydium*. Wir haben schon erwähnt, dass diese Keimung sich durch Bildung eines farblosen, in die Erde eindringenden Fortsatzes kundgibt. Diese kleine Wurzel nimmt mit dem Alter der Pflanze zu, bleibt aber — so lange die Pflanze im vegetativen Zustande verharrt — stets unverzweigt, dünnwandig und der Hauptsache nach mit Zellsaft erfüllt. Ihr oberirdischer chlorophyllführender Theil verlängert sich, bleibt bald cylindrisch, bald an der Spitze kolbenförmig angeschwollen oder gar verzweigt (Fig. 29–44). In der Natur erscheinen die Pflänzchen wie ein feiner lichtgrüner Anflug, ein einzelnes ist kaum dem blossen Auge sichtbar. Diese Pflanzen vermehren sich durch Zelltheilung folgendermaassen (Fig. 37–44). An beliebiger Stelle des oberirdischen Theiles bildet sich eine Ausstülpung, in welcher sich eine Portion des Plasmas und des Chlorophylls ansammelt. Die Ausstülpung wird immer grösser und wenn sie die Grösse des Muttersprosses erreicht hat, treibt sie ihrerseits einen farblosen, hyalinen Fortsatz, welcher als Wurzel in den Boden eindringt. Währenddem verlängert sich die Ausstülpung immer fort, grenzt sich durch eine Zwischenwand von dem Mutterspross ab, und endlich trennen sich die beiden Zellen von einander, um eine selbständige Existenz zu führen. Haben sich gleichzeitig mehrere Ausstülpungen gebildet, so entstehen auch dem entsprechend mehrere Tochter-Individuen*). Man kann diese Zelltheilung an einem

*) Vergl. A. Famintzin, Ueber *Valonia utricularis*. Bot. Ztg. 1860. Nr. 18. p. 341.

und demselben Individuum unter dem Mikroskope nicht verfolgen. Hat man nämlich ein junges Pflänzchen in einen Wassertropfen gebracht, so wird es zu einem vegetativen Zoosporangium. Sein protoplasmatischer Inhalt zieht sich bald von der Wand zurück (Fig. 34–36), um sich am Abend oder in der Nacht in zahlreiche cylindrische Schwärmer umzubilden.

Diese nur eine Cilie tragenden Schwärmer keimen auf die oben beschriebene Weise, wenn sie auf ein feuchtes Substrat gebracht worden sind. Auf gewöhnlicher Gartenerde oder auf Sand gedeihen sie schlecht und bilden keine gewöhnlichen Zoosporangien. Sie bilden diese letzteren und entwickeln sich überhaupt kräftiger auf Schlamm- und Lehmboden. Im Wasser keimen sie nie. Die zu Ruhe gekommenen Schwärmer umgeben sich vielmehr — in diesem Medium — mit einer doppelten Membran (Fig. 45) und verbleiben in diesem Zustande Monate lang ohne weitere Veränderungen durchzumachen. Bringt man solche Ruhezustände auf Lehmboden, so nimmt ihr Inhalt sammt der inneren Wandschicht successive an Grösse zu, durchbohrt die äussere Wand oder sprengt sie (Fig. 46, 47) und fängt an, sich in eine vegetative, oft gleich reich verzweigte Pflanze (Fig. 48) umzubilden.

Waren die Zoosporen sparsam auf dem Lehmboden zerstreut und hält man die Cultur in ganz gleichmässiger Feuchtigkeit, so bilden sich die vegetativen Pflanzen mit der Zeit in gewöhnliche Zoosporangien um. Ihre Blase nimmt dabei gewaltig an Grösse zu, ihre bis dahin einfache Wurzel verzweigt sich reichlich (Fig. 65), bis das Ganze die definitive Grösse erreicht hat. Die kleinen theilungsfähigen Pflanzen können sich bisweilen auch direct in Hypnosporangien umwandeln (Fig. 49).

Die vegetativen Pflanzen von *Botrydium granulatum* können sich also durch Zelltheilung vermehren, direct Zoosporen bilden, zu gewöhnlichen Zoosporangien, mit allen deren Consequenzen wie Wurzelzellen etc. werden oder gar sich direct zu Hypnosporangien umwandeln — sie können aber auch auf eine andere Weise ihr Leben fristen.

Setzt man sie nämlich der Insolation oder Trockenheit aus — und zwar ebenso gut die kleinsten, wie auch solche, deren oberirdischer Theil reich verzweigt ist —, so nimmt man folgende Reihe von Erscheinungen wahr. Die Wand schrumpft mehr oder weniger stark und der protoplasmatische chlorophyllhaltige

Inhalt zerfällt durch Vollzellbildung in eine Anzahl von Zellen (Fig. 50—52). Ihre Zahl hängt von der Grösse der Mutterpflanze ab. Ein Zwerglein liefert eine, ein Riese eine ganze Menge von Zellen. Jede ist von einer zarten Membran umgeben, ihr Inhalt ist homogen, anfänglich grün, mit der Zeit und bei andauernder Trockenheit oder Sonnenschein ins Rothe übergehend (Fig. 51—55). Das sind die Sporen von *Botrydium*, welche als *Protococcus Coccoma palustris* und *botryoides* beschrieben worden sind. Sie sind meist kugelig, können aber, wo sie in sehr grossen Mutter-Individuen entstehen, durch gegenseitigen Druck unregelmässig eckige Gestalt annehmen.

Diese Sporen, seien sie noch grün oder schon roth geworden, verwandeln sich im Wasser in Zoosporangien. Ihr protoplasmatischer Inhalt gibt zahlreichen Schwärmern den Ursprung in der Art und Weise, wie es schon viel Mal beschrieben worden ist (Fig. 56—59). Sind die Sporen noch grün, so haben die daraus entstandenen Schwärmer eine ausgesprochen spindelförmige Gestalt (Fig. 53). Am Scheitel des kürzeren Kegels ihres Körpers befinden sich zwei Cilien. Sie bestehen aus Protoplasma, welches schwach gefärbt ist, mit Ausnahme einer linsenförmigen Stelle, die sich von der Cilien tragenden Spitze des Schwärmers auf einer Seite ein Stück weit erstreckt und farblos bleibt. Diese Schwärmer copuliren mit einander zu zweien, bisweilen sogar zu mehreren. Sie berühren sich mit dem Cilien tragenden Ende und nach längerem Herumzittern, an der Spitze festhaltend, kippen sie seitlich um, so dass ihre beiden farblosen Stellen zur Berührung kommen. In diesem Augenblicke findet die Verschmelzung der copulirenden Schwärmsporen statt; sie können sich nicht mehr von einander trennen. Gleich nach der Verschmelzung haben sie herzförmige Gestalt. Die Spitze ist von zwei oder mehreren Paaren von Cilien gekrönt und in der Mitte bemerkt man eine farblose Vacuole. Endlich wird die so entstandene Isospore kugelig und die Vacuole kommt in die Mitte derselben zu liegen.

Isolirt man die Zoosporien vor der Copulation, so zerfliessen sie schliesslich, ohne keimfähige Producte zu liefern. Solche Experimente wurden wiederholt von Prof. Janczewski und stets mit demselben Erfolge ausgeführt.

Die ebenfalls geschlechtlichen Zoosporien, welche aus den schon roth gewordenen Sporen

entstehen, haben eine von den grösseren auffallend verschiedene Gestalt (Fig. 60), indem ihr hinteres Ende abgerundet ist. Im Uebrigen haben sie gleiche Structur und verhalten sich, was die Copulation anbetrifft, gleich den grünen.

Die rothen Sporen behalten ihre Keimfähigkeit Jahre lang, nach zwei Jahren Ruhe aber werden die Bewegungen ihrer Zoosporien beim Austreten aus der Mutterzelle träg und, was wichtiger, sie liefern uns eine parthenogenetische Erscheinung eigenthümlicher Art, denn sie kommen zu Ruhe ohne Copulation. Die rothen Sporen verändern sich, wenn sie nur feucht gehalten werden, auch nach Wochen nicht weiter, während die grünen unter diesen Umständen — wie das schon Cienkowski angegeben hat — direct zu vegetativen Pflanzen auskeimen können (Fig. 66). Ob diese Keimlinge gewöhnliche oder sexuelle Zoosporien liefern, wurde versäumt zu untersuchen.

Wenden wir uns jetzt zu der Isospore (Fig. 61). Sie ist zuerst kugelig und sogleich keimfähig. Bei der Keimung wandert die centrale Vacuole nach dem dem Substrate zugekehrten Ende (Fig. 64), während das grün gefärbte Protoplasma sich in der oberen Partie ansammelt, in der unteren nur eine ganz dünne Schicht bildend. Aber auch diese letztere bricht zuletzt an der Basis und wandert nach dem Scheitel zu, während das farblose Ende sich verjüngt, um in den Boden einzudringen. Nach ein paar Wochen fortgesetzter Cultur hat man wiederum theilungs- und zoosporienbildungsfähige vegetative Pflanzen.

Die Isosporien bieten auch Ruhezustände dar, und zwar unter eigenthümlicher Formveränderung der ursprünglich kugeligen Zelle. Diese wird bald nach der Copulation abgeplattet mit unregelmässigen seitlichen Umrissen. Die letzteren werden aber am folgenden Tage genau hexagonal (Fig. 62). Die Membran der Isospore wird derber und bekommt ebensowohl auf den beiden Tafelflächen wie auch an dem Seitenrande einige buckelartige Verdickungsverzierungen. Es sei ausdrücklich gehoben, dass dabei keine zweite Membran um die Isospore gebildet wird. Man überzeugt sich davon am leichtesten bei der Keimung dieser sternförmigen Isosporien. Auf feuchte Erde gebracht, werden sie bald kugelig und verhalten sich weiter wie die normalen Isosporien. An ganz jungen Keimlingen (Fig. 63) sieht man noch Spuren der Verdickungsstellen

ihrer Wand, aber auch diese verschwinden mit dem weiteren Wachstum, welches zu demselben Resultate führt wie die Keimung der kugeligen Isosporen, nämlich zur Bildung einer vegetativen Pflanze.

Es scheint, dass die sternförmigen Isosporen meist dann zu Stande kommen, wenn die Muttersporen unter einer tiefen Schicht Wasser zur Bildung der geschlechtlichen Zoosporen gelangen. Die Isosporen, sowohl die kugeligen wie die hexagonalen, werden mit der Zeit roth, aber nur die letzteren liefern wirkliche Ruhezustände und können überwintern.

III. Generationswechsel; das Leben in der Natur; kleine Statistik; *Botrydium* und andere Chlorosporeen; Parthenogenesis; Abhängigkeit der Zoosporenbildung von der Beleuchtung.

Fasst man die ganze, man kann sagen chaotische Productivität des *Botrydium* ins Auge und sucht darin das Wesentliche von dem Secundären zu trennen, so ist man dem Ziele viel näher, als man es glauben könnte. Um das, was in den Kreis eines Generationswechsels gehört, von dem Uebrigen zu scheiden, gibt es einen ganz einfachen Weg. Man gehe stets von dem Eie aus und sehe, welche Veränderungen und Umbildungen die daraus entstehende Pflanze ganz nothwendig durchzumachen habe, um wieder zur Eiproduction zu gelangen*).

Bringt man diese Vorschrift hier in Anwendung, so haben wir das befruchtete Ei — die Isospore —, sie keimt und liefert die vegetative Pflanze, diese braucht weder sich zu theilen, noch geschlechtslose Schwärmer zu liefern, noch in ein gewöhnliches Sporangium sich umzubilden, sie kann direct Sporen liefern. Diese schliessen die erste sporophore Generation. Die zweite oophore wird bei der Keimung dieser Sporen geliefert in Form geschlechtlicher Schwärmer, welche zur Bildung der Isospore — der Grenze zweier Generationen — direct führen. Alles Uebrige sind Anpassungs-Erscheinungen.

Die Vermehrung durch Zelltheilung und die Bildung von Schwärmern in vegetativen Pflanzen sind Anpassungen erster Ordnung, sie bilden einen integrierenden Theil der ersten ungeschlechtlichen Generation. Die Umwand-

*) Vergl. J. Rostafiński, Ueber Generationswechsel und Metamorphose im Pflanzenreiche. Krakauer Akademie. Sitzungsber. T. III. p. 4. 1876.

lung der vegetativen Pflanze in ein gewöhnliches Zoosporangium ist eine secundäre Erscheinung. Ihr lassen sich als tertiäre die Einwanderungen des Plasmas in die Wurzel der gewöhnlichen Zoosporangien mit allen ihren Derivaten, wie Wurzelzellen und ihre Umbildungen in Hypnosporangien, unterordnen.

In der Natur bilden sich die im Frühjahr entstandenen vegetativen Pflanzen fast alle gleich in gewöhnliche Zoosporangien um und sorgen so zuerst für eine bedeutende Vermehrung der Individuen und ihre Verbreitung auf einem ganz grossen Areal. Diejenigen Zoosporen, welche ins Wasser kommen, sind nicht verloren, sie bekommen eine doppelte Membran und verharren in diesem Ruhezustande bis zu dem Augenblicke, wo sie mechanisch auf feuchten Boden gebracht werden.

Greift eine periodische Trockenheit in das Leben der gewöhnlichen Zoosporangien ein, so wandert ihr Plasma in die Wurzel. Ist die Erde noch lange Zeit ein wenig feucht, so wachsen die Wurzelzellen zu Hypnosporangien aus, kommen dicht über die Erdoberfläche und warten einen Regen ab, um Milliarden von Zoosporen zu liefern. Ist dagegen die Erdkruste schnell eingetrocknet, so bleiben die Wurzelzellen unverändert, bis sie eine Wasserbenetzung zur Bildung von Zoosporen ermuntert. Diese letzteren können durch den Hals der Wurzel nach aussen gelangen.

Ganze Reihen von Wurzelzellen können offenbar nur zufällig auf die Erdoberfläche zu liegen kommen und können je nach dem Feuchtigkeitszustande des Bodens und der Luft bald direct auskeimen, bald zu Zoosporangien werden.

Dies Spiel wiederholt sich, wie gesagt, meist im Frühjahr; die heissen Monate begünstigen die Bildung der Sporen, denn während dieser Zeit ist die Trockenheit viel häufiger, die Hitze viel grösser und eine halbstündige starke Insolation reicht aus, um ihre Bildung hervorzurufen. (Schluss folgt.)

Anzeige.

Bücherauction.

Die bedeutende botanische Bibliothek des Hrn. Prof. Hofmeister in Tübingen wird am 28. November und folgende Tage öffentlich versteigert.

Kataloge derselben sind gegen Einsendung einer 10 Pf.-Marke (für Postporto) gratis zu beziehen von

List & Francke, Buchhändler in Leipzig.

BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: A. de Bary. — G. Kraus.

Inhalt. Orig.: J. Rostafiński und M. Woronin, Ueber *Botrydium granulatum* (Schluss). — Dr. Karl Goebel, Entwicklungsgeschichte des Prothalliums von *Gymnogramme leptophylla* Desv. — Personalmeldung. — Neue Litteratur.

Ueber *Botrydium granulatum*.

Von
J. Rostafiński und M. Woronin.

(Schluss.)

Im Sommer findet man aber meist nur die vegetativen Pflanzen, bald in Zelltheilung, bald in Sporenbildung begriffen. Sie können, wie gesagt, auch die mit einer Cilie versehenen Schwärmer liefern, ohne in gewöhnliche Zoosporangien umgewandelt zu werden.

Diese letzteren sind im Sommer seltener und um sie während dieser Zeit in einer Cultur zu erhalten, muss man selbige in ganz constanter Feuchtigkeit halten, sie vor Allem vor der Insolation schützen.

Will man die Productivität des *Botrydium* einer Zahlenrevision unterwerfen, so findet man folgendes:

Die Bildung der gewöhnlichen Zoosporen kann auf vierfachem Wege zustandekommen.

- 1) aus der vegetativen Pflanze;
- 2) aus dem gewöhnlichen Zoosporangium;
- 3) aus der Wurzelzelle;
- 4) aus dem Hypnosporangium.

Als weitere Vermehrungsmomente sind noch zu nennen:

- 5) Zelltheilung,
- 6) Bildung der Sporen,
- 7) Bildung der Isosporen.

Botrydium besitzt auch fünffache Ruhezustände:

- 1) der in Wasser gelangten asexuellen Zoosporen — Monate lang,
- 2) der Wurzelzellen — das Jahr durch, in welchem sie entstanden sind,

3) der Hypnosporangien — das Jahr durch, in welchem sie entstanden sind,

4) der Sporen — Jahre lang,

5) der Isosporen — wenigstens über das Jahr, in welchem sie entstanden sind.

Vergleicht man die Entwicklung von *Botrydium* mit der anderer Chlorosporeen — und zwar hier wie dort nur in der Grenze derjenigen Glieder, welche den Generationswechsel aufbauen —, so fällt eine Verschiedenheit sogleich auf. *Botrydium* liefert uns einen solchen Generationswechsel, bei welchem die Existenz der vegetativen Pflanze in die postembryonale Periode des Lebens, wie bei den Farnen, fällt. Alle anderen Chlorosporeen verhalten sich aber anders, nämlich wie ein Moos; die vegetative Pflanze entsteht aus der Spore und nicht aus dem Eie.

Es ist aber nicht die mannichfaltige Existenz, welche das *Botrydium* zu führen vermag, welche stets das Interesse erwecken wird, es ist vielmehr noch sein eigenthümliches sexuales Verhältniss.

Die Geschlechtszellen zeigen keine sexuellen Differenzen, das ist heutzutage eine ausgemachte Sache. Ihre Mutterzellen können aber in ihrer Jugend direct keimen; sie bilden dann ohne Weiteres vegetative Pflanzen und stören so den Kreis des Generationswechsels. Im späten Alter sind sie solcher Umbildung unfähig. Ihre Theilungsproducte verhalten sich entgegengesetzt. Stammen sie von jungen Mutterzellen, so copuliren sie prompt, und ohne Copulation gehen sie zu Grunde; mit dem zunehmenden Alter der Spore werden sie mehr träge in diesen Functionen, die Copulation dauert länger, und es tritt endlich

das Alter der Spore ein, wo die Sexualzellen, ohne zu copuliren, direct keimen. In diesem Falle wird also der Kreis des Generationswechsels wiederum gebrochen, diesmal aber am anderen Ende.

Wir haben hier eine Erscheinung der Parthenogenesis sehr eigenthümlicher Natur. Ist es eine Parthenogenesis? Man könnte dem entgegenhalten, das sei nicht der Fall, denn alle Zoosporen keimen, also ebenso die weiblichen wie die vermuthlichen männlichen. Darauf lässt sich bemerken, dass die Bildung der letzteren — unter solchen Umständen — unterbleibe. Wir wollen uns in diese Spitzfindigkeiten nicht weiter einlassen. Die Abstractionen wechseln mit den Menschen, die positiven Thatsachen verbleiben.

Wir haben schon im Laufe unserer Erzählung erwähnt, dass die Bildung der Zoosporen bald von der Dunkelheit begünstigt wird (vegetative Pflanzen, gewöhnliche Zoosporangien), bald ganz unabhängig von der Beleuchtung ebenso an Nacht- wie an Tagesstunden (Wurzelzellen, Hypnosporangien, Sporen) stattfindet. Es ist überhaupt eine Reihe derartiger Erscheinungen aus der Algenwelt bekannt und wir glauben, es ist zuerst einem von uns*) gelungen, einen Hauptgrund dieses Phänomens anzugeben.

Zur Bildung der Zoosporen müssen nämlich alle in den Chlorophyllkörnern angesammelten Assimilationsproducte aufgelöst und in dem Protoplasma der Zelle gleichmässig vertheilt werden. Bei der Assimilation aber, welche im innigsten Zusammenhange mit der Beleuchtung verbleibt, wird natürlich ein entgegengesetzter Process eingeleitet. Ist also eine Zelle noch der Assimilation fähig, ist sie so zu sagen noch im vegetativen Zustande, so kann sie zur Schwärmsporenbildung erst in den Nachtstunden gelangen. Befindet sich dagegen ein Organ im Ruhezustande, sind alle Zellstoffe gleichmässig im Plasma vertheilt, so bildet es Zoosporen nach der Wasserbenetzung ganz unabhängig von dem Lichte an Tag- oder Nachtstunden.

Diese Erklärungsweise findet ihre Bestätigung in den Beobachtungen F. R. Kjellman's**), nach welchen die Tange in Spitz-

*) J. Rostafiński, Quelques mots sur l'*Haematococcus lacustris* et sur les bases d'une classification naturelle des Algues chlorosporées.

**) F. R. Kjellman, Végétation hivernale des Algues à Mosselbay (Spitzberg), d'après les observations

bergen nur während der Winter-(Nachts-)monate die Zoosporen produciren. Während der ununterbrochenen Beleuchtung der Sommermonate assimiliren die Algen fortwährend und können so zu sagen zur Schwärmsporenbildung gar nicht gelangen. Sie bilden dieselben erst mit dem Eintreten der andauernden Dunkelheit. Es ist dabei zu bemerken, dass darunter viele Arten erwähnt werden, welche an den europäischen Küsten in dieser Hinsicht sich ganz anders — was die Jahreszeiten anbetrifft — verhalten.

Systematik.

Was die Verwandtschaft des *Botrydium* anbetrifft, so wurde sie schon wo anders*) begründet und genügend besprochen. Wir wiederholen hier, dass wir die *Botrydiaceen* als eine den *Pandorineen* (*Pandorina*, *Gonium*, *Stephanosphaera*, *Chlamydomonas*) und *Hydrodictyeen* (*Hydrodictyon*) gleichwerthige, mit diesen eine Gruppe der *Isosporeen* bildende Familie ansehen.

Die alte Angabe Montagne's**), wonach *Caulerpa Webbiana* M. auch rothe Sporen im Innern ihrer Blätter bilden sollte, verdiente noch einer besonderen Aufmerksamkeit. Bei der Prüfung der Originalen Exemplare hat sich aber herausgestellt, dass die vermuthlichen Ruhesporen der *Caulerpa* nichts weniger als Ruhesporen sind, vielmehr zersetzten und braun gewordenen Chlorophyllkörnern ihren Ursprung verdanken.

Cohors Chlorosporeae Thur. Ordo Isosporeae Rfski.

Tribus *Botrydiaceae*.

Isosporen bei der Keimung eine vegetative Pflanze liefernd. Der Inhalt dieser sich in eine unbestimmte Zahl von ruhenden Sporen umbildend. Sporenhalt bei der Keimung sich in eine Anzahl geschlechtlicher, copulirender und Isosporen bildender Schwärmer umwandelnd.

faites pendant l'expédition polaire suédoise en 1872—1873. Siehe: Compt. rend. hebdomadaire de l'Académie des Sciences de Paris. Tome LXXX (1875). Nr. 8. p. 474.

*) J. Rostafiński, *Haematococcus*, l. c.

**) C. Montagne, De l'organisation et du mode de reproduction des Caulerpées, et en particulier du *Caulerpa Webbiana*, espèce nouvelle des îles Canaries. Annales des sciences naturelles. Seconde Série. T. IX (1838). p. 129.

Botrydium (Wallr.) l. m.

Vegetative Pflanzen einzellig, sich durch Zelltheilung und Zoosporenbildung vermehrend. Asexuelle Zoosporen mit einer, geschlechtliche mit zwei Cilien versehen. Isosporen bald kugelig und gleich keimfähig, bald tafelförmig abgeplattet und hexagonal mit einigen buckelartigen Verdickungen versehen.

B. granulatum (L.) Grev. l. m. *).

Vegetative Pflanzen langgezogen mit einem hyalinen Ende in den Boden eindringend, mit dem entgegengesetzten chlorophyllhaltigen aufgeblasenen oder bisweilen verzweigten in die Luft ragend. Ihr Inhalt bei der Trockenheit sich in eine Anzahl von roth werdenden Sporen umwandelnd. Diese ihrerseits die geschlechtlichen copulirenden und mit zwei Cilien versehenen sexuellen Schwärmer liefernd. Vegetative Pflanzen auch durch Zelltheilung und Bildung asexueller, mit einer Cilie versehener Schwärmer sich vermehrend. Diese nur auf feuchter Erde keimend, im Wasser sich mit einer doppelten Membran umgebend und ruhend. Vegetative Pflanzen durch Volumenzunahme der oberirdischen Blase und gleichzeitige reichliche

Verzweigung der unterirdischen Wurzel sich in ein fast kugeliges nach unten zu verschmälertes lichtgrünes gewöhnliches Zoosporangium umbildend. Ihr Inhalt, unter Wasser, sich in eine Unzahl einciliger Schwärmer verjüngend, bei andauernder Trockenheit dagegen in die unterirdischen Wurzelverzweigungen wandernd und dort in eine Anzahl mit besonderen Membranen umgebener Wurzelzellen zerfallend. Diese sich entweder in unterirdische Zoosporangien oder direct in vegetative Pflanzen oder aber in bewurzelte Hypnosporangien umwandelnd. Hypnosporangien schwarz olivengrün, kugelig; der Halstheil ihrer Wurzel mit fast zum Verschluss des Lumen verdickter Wand, auf einer langen Strecke einfach, secundäre Verzweigungen sparsam, dünnwandig.

Tafelerklärung.

Taf. VII. Fig. 1—13 gewöhnliche Zoosporangien.

Fig. 1. Gewöhnliche Zoosporangien natürl. Grösse.

Fig. 2—5. Dieselben auspräparirt und mit einer starken Loupe betrachtet.

Fig. 6—7. Gew. Zoosp., deren Inhalt in die unterirdische Wurzel eingewandert ist, auspräparirt und mit einer starken Loupe betrachtet.

Fig. 8, 11—13 (30 mal vergrössert). Umwandlung ihres Inhalts in Schwärmsporen. Fig. 8 um 5 Uhr Abends; 11 um 9—9¹/₄; 12 um 9¹/₂; 13 um 10 Uhr Abends. 3

Fig. 9 (90 mal vergr.). Scheiteltheil der Fig. 8.

Fig. 10 (90). Mitteltheil der Fig. 8.

Fig. 14 (520). Zoosporen.

Taf. VIII. Fig. 15—24. Wurzelzellen.

Fig. 15 und 17 (30). Die Einwanderung des Plasmas in die Wurzel schon vollendet.

Fig. 16 (90). Die Einwanderung des Plasmas in die Wurzel noch nicht vollendet.

Fig. 18 (160). Auspräparirte und in Wasser gesetzte Wurzelzellen, im Begriffe Zoosporen zu bilden. 4

Fig. 19 (520). Zoosporen.

Fig. 20 (520). Dieselben 24 Stunden nach dem Ausschwärmen.

Fig. 21 (520). Links dieselben 4 Tage später; rechts dieselben 8 Tage später.

Fig. 22 (160). Fig. 23—24 (90). Auspräparirte und auf den Erdboden gebrachte Wurzelzellen, direct zu vegetativen Pflanzen auskeimend.

Taf. IX. Fig. 25—28. Hypnosporangien.

Fig. 29—36. Vegetative Pflanzen.

Fig. 25. Drei Hypnosporangien auspräparirt und mit einer schwachen Loupe betrachtet.

Fig. 26 (90). Eben in Wasser gebracht.

Fig. 27 (90). Nach 3stündigem Contact mit Wasser.

Fig. 28 (90). Nach 5stündigem Contact mit Wasser.

Fig. 29—33 (160). Vegetative Pflanzen, 16 Tage nach der Aussaat der Isosporen erhalten.

Fig. 34—36 (160). Eine vegetative Pflanze im Wasser; ihr Inhalt bildet sich in Zoosporen um. Fig. 34 um 11 Uhr; Fig. 35 um 2 Uhr Nachm.; Fig. 36 um 4¹/₄ Uhr Nachm.

* 1741. *Tremella palustris, vesiculis sphaericis fungiformibus* Dill. Hist. musc. p. 55 nr. 17. Tab. 10. Fig. 17.

1745. *Ulea sphaerica aggregata* L. fl. suec. p. 1016.

1753. *Ulea granulata* L. sp. pl. p. 1633 nr. 10; cfr. Fl. Dan. t. 705.

1769. *Ulea radicata* Retz. Acad. Handl. p. 251.

1770. *Tremella globosa* Weiss. Plant. crypt. fl. goett. p. 28.

1778. *Tremella granulata* Huds. Fl. angl. ed. II. p. 566.

1780. *Linckia granulata* Web. Fl. hols. p. 94.

1811. *Vaucheria radicata* Ag. Disp. alg. p. 22.

1815. *Botrydium argillaceum* Wallr. Ann. bot. p. 153; cfr. Kütz. Tab. phyc. vol. VI. p. 19. nr. 1753. Tab. 54. Fig. 1 et Nova acta Leop. vol. XIX. Tab. 69. Fig. 6—10.

1818. *Hydrogastrium granulatum* Desv. Observ. p. 19.

1819. *Vaucheria granulata* Lyngb. Tent. p. 78.

1827. *Coccochloris radicata* Spr. Syst. IV. p. 372.

1830. *Botrydium granulatum* Grev. Alg. brit. Tab. 19.

1832. *Rhizococcum crepitans* Desm. Ann. sc. nat. 1 Sér. vol. XXII. p. 217. pl. 7.

1835. *Rhizococcum Levieuxii* Crouan. Ann. sc. nat. 2 Sér. vol. III. p. 99.

1843. *Protococcus Coccoma* Kütz. Phys. gener. Tab. 7. Fig. 1; cfr. Tab. phyc. vol. I. p. 2. nr. 8. Tab. 2.

1845. *Protococcus botryoides* Kütz. Tab. phyc. vol. I. p. 2. nr. 9. Tab. 2.

1847. *Botrydium Wallrothii* Kütz. Nov. act. Leop. vol. XIX. Tab. 69. Fig. 1—5; cfr. Tab. phyc. vol. VI. p. 19. nr. 1754. Tab. 54. Fig. 2.

1849. *Botrydium pyriforme* Kütz. spec. alg.; cfr. Tab. phyc. vol. VI. p. 19. nr. 1755. Tab. 54. Fig. 3.

1868. *Botrydium argillaceum* var. *Wallrothii* Itzigs. Flora p. 133.

Taf. X. Fig. 37—44. Vegetative Pflanzen; Fig. 45—48

Ruhezustände der Zoosporen und ihre Keimung;

Fig. 49 ein junges Hyposporangium.

Fig. 37 (160). 23 Tage alte vegetative Pflanzen.

Fig. 38—41 (160). Verschiedene Zustände der Zelltheilung vegetativer Pflanzen.

Fig. 42—44 (90). Mehr oder weniger stark verzweigte vegetative Pflanzen.

Fig. 45—47 (520). Drei Monate lang im Wasser gehaltene gewöhnliche Zoosporen im Ruhezustande. Fig. 45 noch intact. Fig. 46 und 47 im Begriffe, die äussere Membran abzustreifen.

Fig. 48 (160). Ihr Keimungsproduct 18 Tage später.

Fig. 49 (160). Ein junges Hyposporangium, 38 Tage nach der Aussaat der Isosporen erhalten.

Taf. XI. Sporenbildung, Copulation, Isosporen und ihre Keimung.

Fig. 50—52 (160). Sporen tragende vegetative Pflanzen, 25 Tage alt.

Fig. 53 (520). Copulirende Schwärmsporen, 4 Stunden nach der Aussaat der Sporen erhalten.

Fig. 54—55 (160). Sporen tragende Pflanzen, deren Sporen anfangen roth zu werden; einzelne davon (Fig. 55) haben schon Zoosporen geliefert und sind deswegen leer.

Fig. 56—57 (520); Fig. 58—59 (320). Umbildung der Sporen in sexuelle Schwärmer. Fig. 56 um 12 Uhr; Fig. 57 um 4 Uhr; Fig. 58 um 5 Uhr; Fig. 59 um 6¹/₂ Uhr.

Fig. 60 (520). Sexuelle Schwärmer und ihre Copulation, in verschiedenen Augenblicken fixirt.

Fig. 61 (520). Isosporen, 24 Stunden alt, einzelne fangen an eckig zu werden.

Fig. 62 (520). Sternförmige Isosporen, mehrere Tage alt.

Fig. 63 (520). Keimung der sternförmigen Isosporen.

Fig. 64 (320). Keimung der runden, 14 Tage alten Isosporen.

Fig. 65. Vegetative, aus den Isosporen erhaltene Pflanzen, deren Würzelchen sich zu verzweigen anfangen. Sie werden zu gewöhnlichen Zoosporangien. Mit einer schwachen Loupe betrachtet.

Fig. 66 (160). Grüne Sporen, auf feuchte Erde gebracht, wachsen direct zu vegetativen Pflanzen aus.

Entwicklungsgeschichte des Prothalliums von *Gymnogramme leptophylla* Desv.

Von

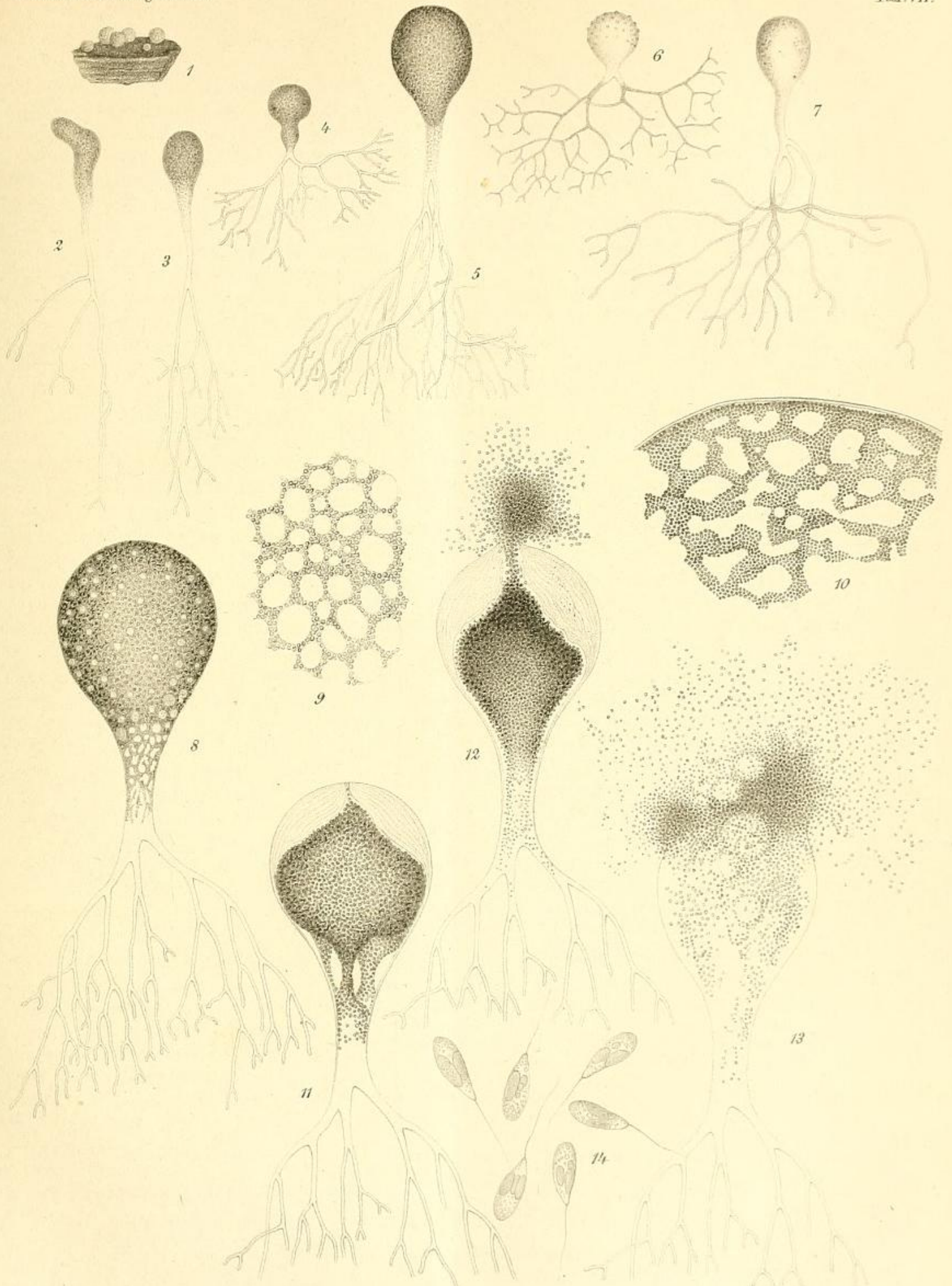
Dr. Karl Goebel.

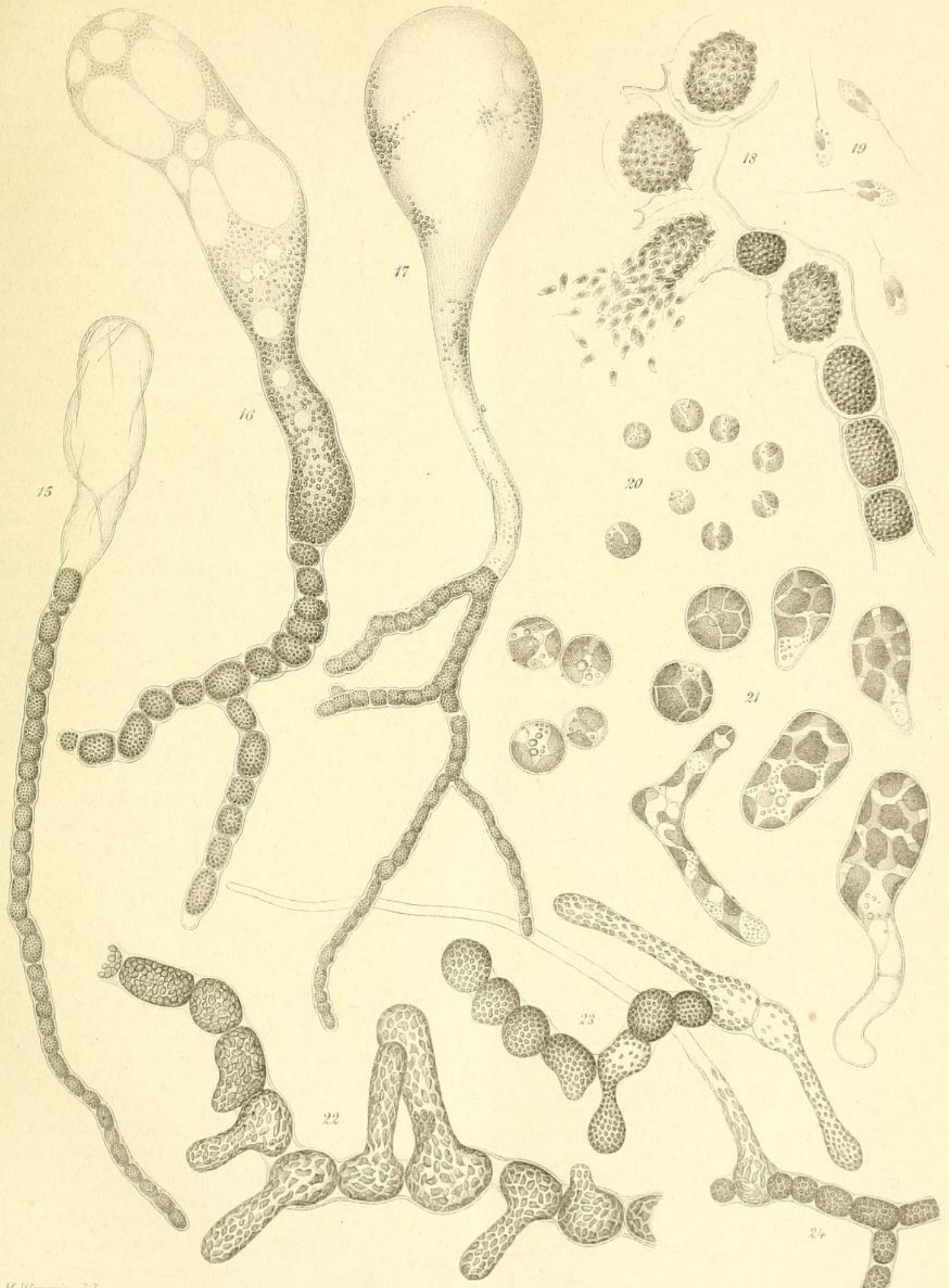
Hierzu Tafel XII.

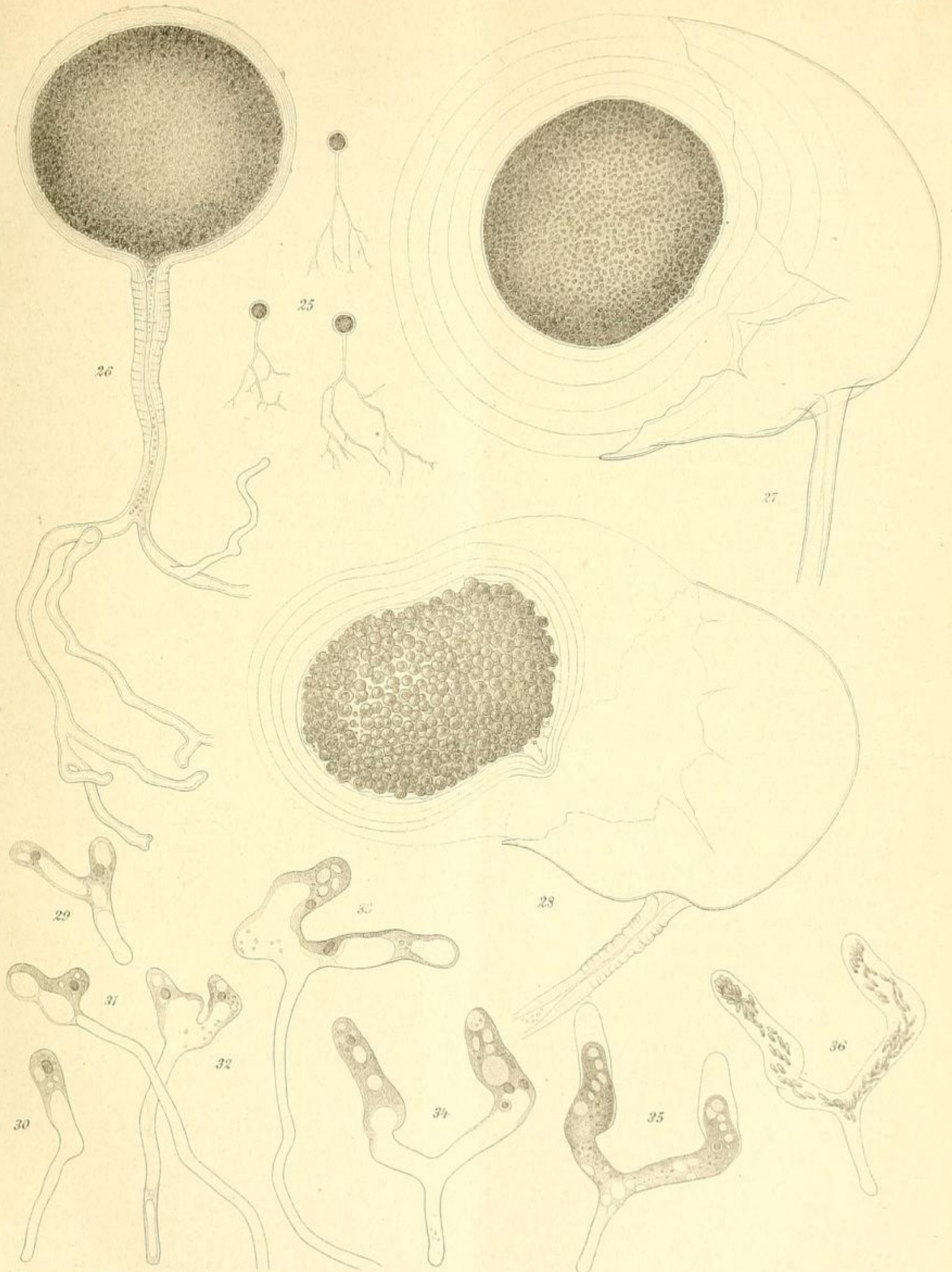
Die Entwicklungsgeschichte der Farnprothallien ist in neuerer Zeit Gegenstand mehrfacher Untersuchungen gewesen. Es sind vor Allem die Arbeiten Kny's, denen wir eine nähere Kenntniss der Prothallienentwicklung einer grösseren Anzahl von Farnen, die den Familien der *Polypodiaceen*, *Osmundaceen* und *Parkeriaceen* angehören, verdanken (Kny, Monatsberichte der Akademie d. W. in Berlin 1869; Pringsheim's Jahrb. Bd. VIII;

Nova acta Leop.-Carol. Akad. Bd. XXXVII Nr. 4). Am längsten und genauesten bekannt sind die betreffenden Verhältnisse bei den *Polypodiaceen*prothallien, und man kann dieselben als typisch betrachten für die der anderen Familien, die in der That auch, nach dem bisher Bekannten, keine weitgehenden Abweichungen von dem *Polypodiaceentypus* zeigen. Der letztere kommt auf sehr einfache Weise zu Stande. Bei der Keimung tritt das Endospor aus dem gesprengten Exospor heraus, und entwickelt sich zunächst zu einer einfachen Zellreihe, die unter Quertheilungen der Endzelle und der ihr benachbarten Gliederzellen wächst. Ein zweites Stadium ist das, dass sich die Endzelle und die bezeichneten Gliederzellen durch Längswände theilen. Nach Kny wird nun entweder eine der beiden Tochterzellen der Endzelle sofort zur Scheitelzelle, oder constituirt sich eine solche erst nach einigen regellosen Theilungen. Das Scheitelzellwachsthum ist aber ein begrenztes, und geht bald in das gewöhnliche Randzellenwachsthum über. Hat das junge Prothallium durch dasselbe die Form einer spatel- oder zungenförmigen Zellfläche erreicht, so tritt es in sein drittes Stadium, es nimmt die bekannte tief ausgebuchtete Gestalt an, indem zu beiden Seiten des Scheitels die Randzellen ein intensiveres Wachsthum zeigen, als die der Mitte, wodurch der Scheitel schliesslich in die Einbuchtung zwischen zwei Prothalliumslappen zu liegen kommt. Hinter dieser Einbuchtungsstelle wird das Prothallium mehrschichtig, es bildet sich ein Zellpolster, auf dem die Archegonien entstehen. Ein solches Zellpolster geht den Prothallien der *Hymenophylleen* ab (Mettenius, Abh. der sächs. Ges. der Wiss. 1865; Janczewski et Rostafiński, Note sur le prothalle de l'*Hymenophyllum tunbridgense*, Bot. Ztg. 1875. p. 389). Die Archegonien stehen hier am Rande des einschichtigen Prothalliums, dessen Zellen sich auch durch ihre dichten, getüpfelten Membranen auszeichnen. Die Gestalt der Wurzelhaare dagegen und ihre ausschliesslich auf den Rand des Prothalliums beschränkte Insertion kann keinen wesentlichen Unterschied von den *Polypodiaceen* bilden, da bei diesen Aehnliches vorkommt. So werden z. B. am jungen Prothallium anfangs nur an dem Rande Wurzeln gebildet, erst später auch auf der Fläche. Durch die Gestalt ihrer Antheridien aber schliessen sich die Prothallien der *Hymenophylleen* an die der *Osmun-*

- Borbás, V., Beiträge zur systematischen Kenntniss der gelbblüthigen *Dianthus*-Arten und einiger ihrer nächsten Verwandten. — Aus »Abhandl. des bot. Vereins der Provinz Brandenburg« XIX. Bd. 29 S. 80.
- Borbás, V., Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közlelésbi ismeretéhez (Symbolae ad floram aestivam insularum Arbe et Veglia). — 72 S. 80.
- Monatsschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in Preussen von L. Wittmack. 1877. August. — F. Goeschke, Dendrologische Notizen (*Cobutea Halepica* Lam. — *Crataegus nigra* W. et K. — *Liriodendron tulipifera* L. var. *contortum* Hort.). — C. Bolle, Gedächtnissrede auf Prof. A. Braun (Forts.). — Sadebeck, Ueber die Cultur und die Wachstumsbedingungen der Farnkräuter.
- Sept. — Dr. C. Bolle, Gedächtnissrede auf Prof. A. Braun (Schluss). — Verzeichniss der Veröffentlichungen A. Braun's in den Schriften des Vereins. — Dr. Sadebeck, Ueber die Cultur und die Wachstumsbedingungen der Farnkräuter (Schluss). — W. Lauche und L. Wittmack, *Gymnogramme Heyderi* Lauche (mit Abb.).
- Penzig, O., Untersuchungen über *Drosophyllum lusitanicum* Lk. Inauguraldiss. — Breslau 1877. 46 S. 80.
- Koch, L., Ueber die Entwicklung des Samens von *Monotropa Hypopitys* L. — Aus »Verhdl. des naturh.-med. Vereins zu Heidelberg«. II. Bd. 1. Heft. 7 S. 80.
- Fliche et Grandeau, Recherches chimiques sur la composition des feuilles du Pin noir d'Autriche. — Aus »Ann. de Chim. et Phys.«. 5^e sér. t. XI. 1877. 21 S. 80.
- Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen von Fr. Nobbe. 1877. Bd. XXI. Nr. 1. — Bot. Inh.: E. Schulze und J. Barbieri, Ueber den Gehalt der Kartoffelknollen an Eiweissstoffen und an Amidon.
- Linnaea, herausgegeben von A. Garcke. XLI. Bd. III. Heft. (N. F. Bd. VII. Heft 3.) Berlin 1877. — O. Boeckeler, Die *Cyperaceen* des königl. Herbariums zu Berlin.
- Heft 4. — O. Boeckeler, Die *Cyperaceen* des königl. Herbariums zu Berlin (Schluss). — E. Göze, Die Pflanzenwelt Portugals.
- Conwentz, H., Oelhafens Elenchus plantarum circa Danziscum nascentium. Aus »Schriften der naturf. Ges. in Danzig«. IV. Bd. 2. Heft. 1877. — 33 S. 80.
- The Monthly Microscopical Journal. 1877. September. — G. Gulliver, List of plants which afford Raphides, Sphaeraphides, long crystal Prisms, and short prismatic Crystals.
- Flora 1877. Nr. 23. — W. Nylander, De gonidiis et eorum formis diversis animadversiones. — A. Mink, Zur Flechtenparasitenfrage (Schluss).
- Hedwigia 1877. Nr. 8. — Sorokin, Ueber *Synchytrium punctum* n. sp.
- Nr. 9. — J. Schröter, *Peronospora obducens* n. sp.
- Oesterreichische botanische Zeitschrift. 1877. Nr. 9. — Frey, *Bellevalia Hackelii*. — Stein, *Saxifraga Forsteri*. — Hauck, Adriatische Algen. — Kerner, Vegetations-Verhältnisse. — Voss, Mykologisches. — Menyharth, *Melilotus*arten. — Schunk, Botanische Notizen. — Böhm, Ueber Stärkebildung. — Antoine, Aus Schomburgk's Bericht. — Ders., Pf. auf der Weltausstellung.
- Annales des sciences naturelles. VI. Sér. Botanique. T. IV. Nr. 2. — Sorokine, Note sur les végétaux parasites des Anguilles (suite). — Ders., Quelques mots sur l'*Ascomyces polysporus*. — Naudin et Radlkofer, Recherches au sujet des influences que les changements de climat exercent sur les plantes. — Vesque, Sur l'absorption de l'eau par les racines dans ses rapports avec la transpiration.
- Comptes rendus 1877. T. LXXXV. Nr. 10 (3. September). — G. de Saporta, Sur la découverte d'une plante terrestre dans la partie moyenne du terrain silurien. — Nr. 11 (10. September). — A. Trécul, Reflexion sur la formation de l'amidon et de la cellulose.
- Poulsen, V. A., Pulpaens udvikling hos *Citrus* (Die Entwicklung der Pulpa bei *Citrus*). — Aus »Botaniska Notiser utgifne af Nordstedt«. 1877. Nr. 4. — 7 S. 80.
- Botaniska Notiser. 1877. Nr. 4. — Poulsen, Pulpaens udvikling hos *Citrus*. — Zetterstedt, *Carex Schreberi* och *Polystichum Oreopteris funna* på Wisingsö. — Literatur-översigt.
- Recueil des Memoires et des travaux publiés par la Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg. Nr. II-III. 1875-76. Luxembourg 1877. — 119 S. 80. Enth.: Aschman, Rapport sur l'herborisation de la Société royale de botanique de Belgique, qui eut lieu dans la Flandre néerlandaise le 29 août 1874 et jours suivants. — Koltz, Le jardin botanique de Luxembourg. — Aschman, Les plantes insectivores. — Koltz, Plantes phanérogames découvertes dans le Grand-Duché de Luxembourg depuis la publication de la Flore luxembourgeoise de Tinant. — Aschman, Communication faite à la Société botanique en séance du 19 mai 1877 sur une herborisation aux environs de Wilwerwiltz. — Rosbach, Ein Ausflug nach der Nussbaumer Haardt. — Koltz, Guide du botaniste dans ses recherches de plantes rares ou peu répandues du Grand-Duché de Luxembourg. — H. Dendrophyle, Die drei Eichen im Flaachebour bei Rümelingen. — Koltz, *Exoascus pruni* (de By.). Champignon auquel on attribue la déformation des prunelles. — Noms vulgaires des plantes, recueillis depuis la publication du Prodrome de la Flore du Grand-Duché de Luxembourg. — Arbres remarquables par leurs dimensions.
24. Bericht des Naturhist. Vereins in Augsburg, 1877. 80. — M. Britzelmayr und Rehm, Beiträge zur Augsburger Pilzflora. 44 S. — M. Britzelmayr, Nachträge zur Lichenenflora von Augsburg. 6 S.
- Flora 1877. Nr. 24. — A. Wigand, Zur Verständigung über das Hornprosenchym.
- Nr. 25. — H. de Vries, Ueber longitudinale Epinastie. — F. Arnold, Die Laubmoose des fränkischen Jura (Forts.).
- Nr. 26. — H. Christ, Im Jahr 1876 beobachtete Rosenformen. — F. de Thümen, Fungi Austro-Africani. — F. Arnold, Die Laubmoose des fränkischen Jura (Forts.).
- Brefeld, Dr. O., Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. III. Basidiomyceten. Leipzig 1877. — 226 S. 4^o mit 11 Tafeln.
- Edgeworth, M. P., Pollen. London 1877. — 92 S. 8^o mit 24 Tafeln.

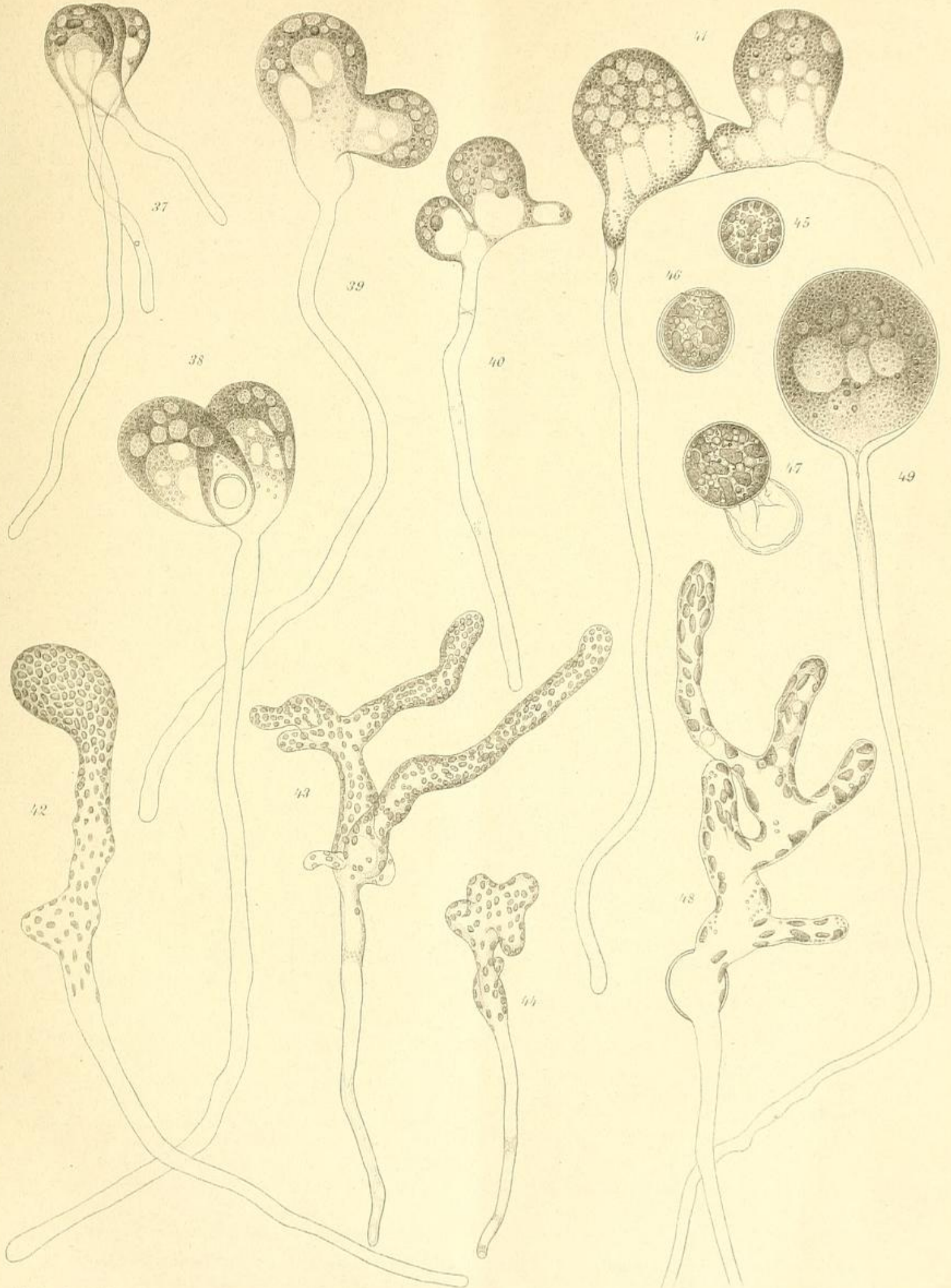






M. Woronin del.

Central Tryckeriet, Stockholm.





M. Woronin del.

Central Trykerei, St. Petersburg