

Ueber
die geschlechtslose Vermehrung
des Farn-Prothallium

namentlich

durch Gemmen resp. Conidien

von

Dr. C. Cramer,

Professor am Schweiz. Polytechnikum und an der Zürcher Universität.

Es ist eine längst bekannte und oft beschriebene Thatsache, dass der Vorkeim der Farne durch Isolirung der am Scheitel gebildeten Normal-Aeste sowohl, als namentlich auch durch Ablösung rand- oder flächen-ständiger adventiver Aussprossungen sich vermehren kann:

Ungefähr da, wo das beblätterte Pflänzchen angelegt wird, sagt Wigand*), entspringen junge Vorkeime von derselben Gestalt wie die Hauptvorkeime im jungen Zustand, mit dem verschmälerten Ende am Lager festsitzend, später sich loslösend und wie ein selbstständiger Vorkeim verhaltend. — Nach Hofmeister**) zeigen die abortirenden Prothallien von *Nothochlaena*, *Allosurus*, *Gymnogramme calomelanos* häufig Sprossungen und zwar wachsen in der Regel mehrere einzelne Zellen des Saumes zu im allgemeinen gestreckt-spateligen Adventivsprossen aus. Sehr schlank gebaute Adventivspresse mit nur einzelliger Basis trennen sich häufig schon früh vom Prothallium, welches sie erzeugt, durch Absterben und Auflösung der verbindenden Zellen. Sie stellen dann selbständige, sehr schmale Prothallien dar, die häufig sehr zahlreiche Antheridien tragen. — Nach einem spätern, einlässlicheren Bericht von Wigand***) erzeugen wachsende Prothallien an verschiedenen Stellen des Randes, namentlich am vordern Einschnitt Lappen von der gewöhnlichen Gestalt des Vorkeimes z. B. *Cibotium Schiedei*. Junge, spatelförmige Vorkeime entspringen aus einzelnen Punkten der Fläche und dienen, sich loslösend, der Vermehrung. Oft bilden sich ganze Büschel solcher Sprosse und bei *Cibotium Schiedei* sah Wigand Exemplare, wo die ganze Oberfläche mit schmalen Läppchen bedeckt war. Meistens findet die Sprossung oberseits, doch auch unten statt. Besonders geneigt zur Sprossung ist *Acrostichum crinitum*, auch *Aspidium trifoliatum*, *Pteris serrulata* u. s. w. Mit der Sprossung ist die Theilung verwandt: der Vorkeim der Farne theilt sich nämlich oft (z. B. *Alsophila villosa*, *Blechnum spec.*) freiwillig am vordern Ende in 2 Lappen, von denen sich jeder als selbstständiger Vorkeim verhält und mitunter wieder theilt, so dass aus einem Exemplar 2, 4, 6 etc. herzförmige, nur mit der Basis zusammenhängende, jeder mit Triebfähigkeit versehene Lappen entstehen. — Nach Herrn Stange †), Obergärtner in Hamburg bringen, zu alte Prothallien, deren mittlere Theile sich nicht mehr in voller Lebenskraft befinden,

*) Bot. Zeitung 1849. pag. 113.

**) Vergleichende Untersuch. über höh. Kryptog. 1851. p. 84.

***) Bot. Untersuchungen 1854. p. 41.

†) Braun, Polyembryonie p. 143.

häufig durch Aussprossung des Randes neue Prothallien hervor, die nach und nach die Gestalt der Mutterprothallien annehmen und, angemessen behandelt, mit der Zeit neue Pflanzen erzeugen. Auch könne man das Prothallium nach Ablösung des ersten Pflanzenkeimes in mehrere Stücke zerschneiden, die sich wieder zu fruchtbaren Prothallien ausbilden. Im ersten Jahre steril bleibende Prothallien von *Chrysodium crinitum* Mett. treiben eine grosse Menge dicht an einander gereihter Sprosse aus den Seitenrändern hervor, die im zweiten Jahrgang Pflänzchen zur Entwicklung bringen. — Mettenius*) giebt an, dass die Randzellen, und nur diese, der blattartigen Ausbreitungen der im übrigen durch ihre confervenartige Beschaffenheit charakterisirten Vorkeime der Hymenophyllaceen die Fähigkeit besitzen, ausser Haarwurzeln neuen Sprossen den Ursprung zu geben. — Nach Kny**) kommt die Fähigkeit, sich durch Adventivsprosse zu vermehren, in hohem Grade auch den Vorkeimen von *Osmunda regalis* zu. Dieselben erscheinen besonders bei gedrängtem Wachsthum der Vorkeime oft sehr zahlreich neben einander, treten fast nur am Rand auf (ein einziges Mal auch auf der untern Fläche), können sich ablösen und selbstständig fortentwickeln. — Ueber *Aneimia* berichtet Burck***): Manche Vorkeime erreichen keine hohe Stufe der Entwicklung, verharren auf einem jugendlichen Stadium oder entwickeln sich etwas abweichend. Diese sind alle ausschliesslich männlich, ohne Zellpolster, oft mehr gelappt, oder Zellreihen, die sich verzweigen, hervorbringend Nie kommen Aussprossungen aus Flächenzellen; dagegen können erstere sich ablösen. Die grossen, zweigeschlechtigen oder rein weiblichen Vorkeime von *Aneimia* erzeugen keine Auszweigungen, können aber in Folge Absterbens einzelner Zellreihen in mehrere zerfallen. — Der Vorkeim von *Hymenophyllum Tunbridgense*, nach Janczewski und Rostafinski†) nie confervenartig, sondern eine bandförmige oder verzweigte einfache Zellschicht ohne Zellkissen darstellend, vermag aus Randzellen Adventivsprosse zu produziren, deren Zelltheilung sehr unregelmässig ist und die sich ablösen können. — Nach Bauke††) erzeugen die männlichen Prothallien der Cyatheaceen nicht selten aus Rand- und Flächenzellen Adventivsprosse, die sich abzulösen vermögen. — Der Vorkeim von *Gymnogramme leptophylla* bringt nach Goebel†††) ausser schraubelförmig oder dichasial angeordneten Normalästen, die sich später von einander trennen und selbstständig weiter wachsen können, sehr häufig Adventivsprosse hervor, schon zur Zeit wo er erst eine Zellreihe darstellt, zumal aus den untern der

*) Ueber die Hymenophyllaceen. Abhandl. der math. phys. Classe der königl. Sächs. Ges. der Wissenschaften. Band VII, N. II. 1864.

**) Entwicklung des Vorkeimes von *Osmunda reg.*; Jahrbücher für wiss. Bot. 1872, p. 6.

***) Sur le Dével. du Prothall. des *Aneimia*. Arch. Neerland. d. sc. exact. et nat. X 5. 1875.

†) Sur le Proth. de l'*Hymenoph.* Tunbridg. Mém. d. l. soc. nation. d. sc. nat. de Cherbourg, XIX, p. 89. 1875.

††) Jahrbücher X. p. 98—99. 1876.

†††) Bot. Zeitung 1877. N. 42—44.

Spore zunächst liegenden Zellen; aber auch später, wenn er zum Flächengebilde herangewachsen ist und zwar in diesem Fall sowohl am Rand, als auf der Fläche, besonders der untern. Die flächenständigen Adventivsprosse verwandeln sich in der Folge in rundliche Knöllchen, die mit schmaler Basis dem Prothallium aufsitzen, auf ihrer Oberfläche zahlreiche Antheridien hervorbringen oder einem zweilappigen secundären Vorkeim die Entstehung geben, zwischen dessen Lappen darauf ein sogenannter Fruchtspross mit Arche- gonien, umgeben von Antheridien, aufritt, wie er, jedoch in Einzahl, auch auf dem direct aus der Spore hervorgehenden Vorkeim (unten, hinter der Bucht zwischen zwei Lappen) sich zu bilden pflegt. — In seinen Beiträgen zur Keimungsgeschichte der Schizaeaceen erklärt Bauke*): Während bei den Polypodiaceen und Cyatheaceen an den normal herzförmigen Prothallien Adventivsprosse für gewöhnlich fehlen, treten solche dagegen an den Gewebepolstern älterer Vorkeime von Aneimia und Mohria fast regelmässig auf und zwar bei Aneimia, wie es scheint, immer nur an der Unterseite, bei Mohria dagegen auch auf der Oberseite. Dieselben nehmen von einer oder mehreren Zellen ihren Ursprung. — An dem Prothallium der Marattiaceen sind nach Jonkmann**) Adventivsprosse ebenfalls häufig, verleihen ersterem ein sehr unregelmässiges Aussehen und lösen sich oft ab, um sich selbstständig fortzuentwickeln. — Nach De Bary***) können kleine männliche, besonders aber Vorkeime mit abortirter (apogamer) Sprossung, jedenfalls auch (apogam) sprossende, adventive oder accessorische Auszweigungen verschiedener Ordnung hervorbringen, die sich in Folge Absterbens der verbindenden Zellen zu isoliren im Stande sind. Die meisten dieser secundären Prothallien sind den accessorischen Auszweigungen gleich, welche an regulären monoecischen oder männlichen Farnprothallien häufig vorkommen und mehrfach beschrieben wurden. Wie bei diesen entstehen sie sehr oft durch Auswachsen einzelner Zellen des Randes oder auch der Fläche zu einer fadenförmigen Zellenreihe, welche sich dann zum flachen Körper weiter bildet, oder aber sie gehen aus dem Auswachsen eines grössern vielzelligen Randabschnittes hervor und sitzen dann dem Mutterprothallium mit breiter Basis an. Die Form, welche diese Körper annehmen, ist ungemein mannigfaltig In Folge Verwitterung reissen die Zweige verschiedener Generationen vielfach auseinander. — Die Bildung adventiver Aussprossungen an Farnprothallien ist endlich in neuester Zeit auch von Herrn Dr. Dodel-Port beobachtet und im Cosmos†) beschrieben worden. Er hält dieselbe für eine bei Inundation regelmässig eintretende Erscheinung und erblickt darin einen Atavismus, der auf die Phylognese der Farne Licht zu werfen geeignet sei.

Ist sonach, wie schon Eingangs hervorgehoben wurde, durch zahlreiche Beobachtungen festgestellt, dass das Farnprothallium sich durch Loslösung von Normal- und besonders Abnormal-

*) Jahrbücher XI. p. 635 und 641. 1878.

**) Botan. Zeitung 1878, N. 9, 10.

***) Ueber apogame Farne, Bot. Zeitung 1878. pag. 449.

†) IV. Jahrgang, Heft I.

Aesten leicht zu vermehren vermag, so besitzen wir dagegen über das Vorkommen eigentlicher, geschlechtsloser Propagationsorgane am Vorkeime oder der Geschlechtsgeneration der Farne nur äusserst wenige und meist sehr dürftige Angaben:

Auf alten fehlgeschlagenen Prothallien von *Gymnogramme chrysophylla* bilden sich nach Hofmeister*) im Winter häufig nahe am hintern Ende ein oder mehrere eiförmige Knötchen von Zellgewebe, kleine Knollen, aus engen Zellen zusammengesetzt, welche dicht mit Stärkemehl und Oeltröpfchen erfüllt und nach Hofmeisters Abbildung dem Vorkeim mit breiter Basis aufgewachsen sind. Sind vielleicht diese sonderbaren Organe Brutknospen, bestimmt, das Prothallium fortzupflanzen? fügt Hofmeister hinzu. — Ein ähnliches, kleinzelliges, stärkeerfülltes Knöllchen hat Bauke**) auf der Unterseite eines sehr alten Vorkeimes von *Pteris aquilina* an dem vordern Abhang des Archegoniumpolsters angetroffen und abgebildet. — Von den merkwürdigen, dem Prothallium von *Gymnogramme leptophylla* mit schmaler Basis aufsitzenden, unter Umständen der Vermehrung des Vorkeimes dienenden Knöllchen, welche Goebel***) eingehend beschrieben hat, ist bereits die Rede gewesen. Hier sei bloss hinzugefügt, dass Goebel an *Gymnogramme chrysophylla* ähnliche Knöllchen nicht aufzufinden vermochte. — Wesentlich andere Bildungen hat Mettenius†) bei Hymenophyllaceen beobachtet. Bei Besprechung der blattartigen Ausbreitungen, die an dem confervenartigen Vorkeim von *Trichomanes incisum* oft vorkommen, sagt er: Das Wachstum der erstern scheint in der Regel begrenzt zu sein und zwar in vielen Fällen in Folge eigenthümlicher Sprossungen der endständigen Zellen. Diese Sprossungen nehmen zu drei oder vier an den freien Wandungen der einzelnen Zellen am Ende der Vorkeime ihren Ursprung, haben eine lockere Anordnung (l. c. Taf. V. 7. 8. 9) oder sie treten in grösserer Zahl und dicht zusammengedrängt auf und verdecken das Ende des Vorkeimes vollständig. Dieselben entwickeln sich zu übereinstimmend gestalteten, gestreckt flaschenförmigen Zellen, von annähernd gleicher Länge und nehmen frühzeitig eine braune Farbe an; ihr Ende erscheint gewöhnlich abgestutzt oder wird in seltenen Fällen von einer kleinern oder grössern (kugeligen) Zelle eingenommen (l. c. Taf. V. 8. 9.), so dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass diese Sprossungen an ihrem Ende Zellen bilden und nach der Abschnürung und Abstossung dieser Zellen unverändert persistiren. Im Uebrigen werden diese Gebilde auf dem Scheitel der spatelförmigen Vorkeime seltener, als bei den lanzettlichen angetroffen und unter diesen wieder am häufigsten bei denjenigen, deren Ende zerschlitzt ist. Die nämlichen Gebilde, heisst es in einer Anmerkung, wurden auch an den Flächenvorkeimen von *Hymenophyllum pulchellum* und den confervenartigen von *Trichomanes Krausii* beobachtet. An den ersten treten sie in sehr

*) Vergl. Unters. 1851, pag. 84.

**) Jahrbücher X, pag. 97. 1876.

***) Bot. Zeitung 1877. No. 42—44.

†) l. c. p. 493.

grosser Anzahl und dichtzusammengedrängt, an den letztern zu 3—4 an den einzelnen Zellen in lockerer Anordnung auf. — Janczewski und Rostafinski*), die bei Untersuchung des Vorkeimes von Hymenoph. Tunbridgense nichts Aehnliches haben finden können, bezweifeln aus diesem Grunde und weil die von Mettenius beschriebenen flaschenförmigen Zellen sich frühzeitig bräunen, die den letztern (in Wirklichkeit den am Ende derselben entstehenden kugeligen Zellen) zugeschriebene Rolle. — Da weder die Ablösung dieser kugeligen Zellen direct nachgewiesen, noch ihr ferneres Verhalten, ihre Keimung etc. beobachtet worden war, sprach in der That nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit für ihre Deutung als geschlechtslose Propagationsorgane. Dass jedoch Mettenius bei der letztern Annahme sich kaum geirrt haben dürfte, werden die nachfolgenden Mittheilungen zeigen.

Eigene Untersuchungen.

Das Material, an welchem ich meine Beobachtungen machte, stammte von der dicht mit Wurzeln überzogenen Stengeloberfläche einer tropischen Farnpflanze des Zürcher botanischen Gartens. Ich hatte nämlich vor ein oder zwei Jahren für die mikroskopischen Uebungen Farn-Vorkeime eingesammelt, dann, zum Zweck gelegentlich ein geeignetes Object einzuschliessen, den auf todten Wurzelstücken sitzenden Rest in einer Glasschale mit etwas Wasser, über die eine zweite gestülpt wurde, auf die Seite gestellt. Mein ursprüngliches Vorhaben blieb unausgeführt, dagegen wurde hie und da (sehr selten), um den schwachen Transspirationsverlust zu decken, etwas Wasser in die Schale nachgegossen. Als ich dann endlich meine Vorkeime wieder einmal näher ansah, fielen mir auf den ersten Blick zarte fädliche Flocken auf, welche gleich Schimmelpilzen die schwarzbraunen Wurzeln stellenweise überzogen, jedoch nicht farblos, sondern schön grün gefärbt waren und an den Enden einzelner Fäden, zumal bei Betrachtung mit der Lupe, oft kleine Knötchen oder Querbälkchen erkennen liessen. Taf. I. Fig. 1. Diese Flocken erwiesen sich bei näherer Untersuchung sofort als confervenartige Farnvorkeime mit Sexualorganen und reichlicher Gemmen- resp. Conidien-Bildung und mussten sich nachträglich entwickelt haben, denn das ursprünglich eingesammelte Material bestand aus lauter regulären Flächenvorkeimen, wie solche auch jetzt noch vorkommen. Taf. I. Fig. 1.

Die Räschen dieser protonematischen Vorkeime sind $\frac{1}{2}$ —1 Centimeter hoch, die sie zusammensetzenden Fäden von Anfang bis zu Ende blosse Zellreihen; nie sah ich dieselben irgendwo Flächenvorkeime erzeugen. Die einzelnen Fäden breiten sich theils mehr horizontal auf der Unterlage aus (Herpoblasten), theils wachsen sie nach oben (Orthoblasten**). Die einen und andern verzweigen sich reichlich, übrigens ziemlich unregel-

*) Mém. d. l. soc. nation. d. sc. nat. de Cherbourg. XIX. 1875.

***) Ueber die Ausdrücke Herpoblasten und Orthoblasten siehe Cramer, Hochdifferenzirte ein- und wenigzellige Pflanzen. Vierteljahrsschrift der Z. naturf. Ges. XXIII. 1878.

mässig. In der Regel giebt das nämliche Glied nur einem Zweig die Entstehung. Dieser entspringt an Herpoblasten gewöhnlich in der Mitte des Gliedes und bildet mit der Hauptachse einen rechten Winkel, während Orthoblasten, meist vom Grund an nur am obern Ende ihrer Glieder Aeste hervorbringen. Diese letztern bilden mit der Verlängerung der Hauptachse einen spitzen Winkel, drängen dieselbe übrigens später oft seitwärts, so dass das Zweigsystem einen dichotomischen Character erhält. Taf. I. 2. Taf. II. 1. 23. Nahe der Basis von Orthoblasten entspringende Zweige gehen hie und da ebenfalls unter rechtem Winkel von ihrer Hauptachse ab. Taf. III. 1. a a. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass solche Zweige unter günstigen Umständen in Herpoblasten übergehen; in der Regel verwandeln sich die Aeste von Orthoblasten jedoch in secundäre Orthoblasten oder Conidienträger. Die Herpoblasten bringen sicher sowohl neue Herpoblasten als Orthoblasten hervor, Taf. III. 1., können aber auch direct in Orthoblasten übergehen, indem sich ihr Ende nach oben wendet, z. B. Taf. I. 3 links. Die Entwicklung sämtlicher Achsen wird durch apicales Flächenwachsthum einer Scheitelzelle und acropetal fortschreitende Querwandbildung eingeleitet, durch nachträgliche Streckung und schwaches transversales Wachsthum des Gliedes vollendet. Intercalare Zelltheilung kommt nicht oder jedenfalls nur äusserst selten vor. Das Scheitelwachsthum ist im Allgemeinen von unbegrenzter Dauer; Sprosse jedoch, welche Gemmen hervorbringen, büssen dadurch die Fähigkeit, ferner in die Länge zu wachsen, ein für alle mal ein.

Aufrechte und kriechende Achsen vermögen Wurzelhaare hervorzubringen. Diese, stets einzellig und frühzeitig mit gebräunter Wand versehen, entspringen an den verschiedensten Stellen von Gliederzellen, ausnahmsweise selbst Scheitelzellen kriechender und aufrechter Achsen. Während sie an Herpoblasten immer zu treffen sind, fehlen sie dagegen bisweilen selbst grössern Systemen von Orthoblasten gänzlich. Vergl. besonders Taf. I. 3 und Taf. III. 1 w mit Taf. I. 2.

Antheridien waren an diesen Vorkeimen keine Seltenheit; ich fand welche in allen Stadien der Entwicklung sowohl an kriechenden als aufrechten Fäden, beobachtete auch den Austritt der Spermatozoiden. Die Antheridien bestehen im ausgebildeten Zustande aus einer einschichtigen Hülle und einer mit Mutterzellen von Spermatozoiden dicht angefüllten Centralzelle und sind der Tragzelle, die meist eine Gliedeszelle ist, ausnahmsweise auch eine Scheitelzelle sein kann, in der Regel direct, sehr selten unter Vermittlung eines einzelligen Stieles seitlich und zwar gewöhnlich in der Mitte eingefügt.

Archegonien habe ich nur zweimal beobachtet und zwar an Herpoblasten protone-matischer Prothallien, die, obwohl viel robuster, namentlich auch weit reicher verzweigt als alle andern, männlichen, durchaus keine Antheridien trugen, dagegen auch, gleich den männlichen, die unten zu beschreibenden Gemmen hervorgebracht haben mussten. Die Sexualorgane scheinen mithin streng dioecisch und die weiblichen Vorkeime, wie es übrigens schon für eine Reihe anderer Farne angegeben worden ist, für die Equiseten und besonders heterosporischen Gefässkryptogamen etc. allgemein gilt, ja schon bei gewissen Algen der

Fall ist, kräftiger entwickelt zu sein als die männlichen. Beide weiblichen Vorkeime trugen je einen Embryo mit linealem Wedel. Vom einen dieser Vorkeime ist der grössere und wichtigste Theil in Fig. 1. Taf. III. abgebildet worden. Bei A entspringt von einer Gliederzelle eines Herpoblasten ein seitlicher Auswuchs, der wie Fig. 2 derselben Tafel, das stärker vergrösserte Bild dieser Stelle, noch überzeugender zeigt, zwei einander fast diametral gegenüberstehende Archegonien hervorgebracht hat. Dieselben sind unbefruchtet geblieben, scheinen sich nicht einmal geöffnet zu haben*); ihre Halstheile, zumal der Canal, aber auch die Centralzelle zeigen die bekannte Bräunung abortirter Archegonien; die Zellen, welche die Grenze zwischen den beiden Archegonien bilden, enthalten stärkemehlreiche Chlorophyllbläschen. In C fand sich auf einzelligem Stiel ein ovaler gebräunter Zellkörper von undeutlichem Bau, sehr wahrscheinlich die abortirte Anlage eines Archegonium, jedenfalls keine Brutknospe oder dergleichen. Von dem mehr nach hinten liegenden, in der Zeichnung dunkel gehaltenen Herpoblasten in der Mitte der Zeichnung (Fig. 1) aber entspringt ein allem Anschein nach geschlechtlich erzeugter Embryo. Derselbe besitzt erst einen einzigen circa 2 Centimeter langen, schmal-zungenförmigen, von einem Gefässbündel durchzogenen Wedel mit weiter oben einschichtigen Rändern. Eine Wurzel ist nicht sichtbar; dagegen entspringen an verschiedenen Stellen, zumal an der von 4 unverkennbaren, vertrockneten und gebräunten Archegoniumhälsen überragten, dunkelbraunen, zwicbelförmigen Basis zahlreiche lange einzellige Wurzelhaare mit gebräunten Membranen (Haarwurzeln-Mett.). Der andere weniger werthvolle weibliche Vorkeim wurde geopfert, um das Gefässbündel im Innern des Wedels seines Embryo durch Zerdrücken deutlich sichtbar zu machen, was denn auch vollständig gelang.

Die schon mehrfach erwähnten Gemmen unseres Farnvorkeimes bilden sich, wie bereits angedeutet worden, vorzugsweise an den Enden der Orthoblasten Taf. I. Fig. 2. Sie haben im entwickelten Zustand die Gestalt eines Closterium, bestehen aber schon vor der Ablösung aus einer Mehrzahl, mindestens 6—8, in einer Reihe hintereinander liegenden Zellen, die reich an stärkehaltigen Chlorophyllbläschen sind, wesshalb diese Gemmen auch durch ihre intensiv grüne Farbe auffallen. Sie sind ferner dem Scheitel ihres 1—2, selten mehrzelligen Stieles nicht etwa mit dem einen Ende, sondern quer eingefügt. Die durch ihre braune Farbe ausgezeichnete Insertionsstelle liegt in der Regel ungefähr in der Mitte des convexen Rückens, nie auf der Bauchseite. Nie trifft eine Scheidewand mit der Insertionsstelle zusammen. Sie werden angelegt dadurch dass die Endzelle eines Orthoblasten späterer Generation sich mit grün gefärbtem Plasma dicht anfüllt und mehr und mehr anschwillt Taf. I. 4. Anfangs kugelförmig, nehmen sie frühzeitig die Gestalt eines querliegenden Ellipsoides an. Hierbei überwiegt offenbar zuerst das Wachstum auf der einen Seite; denn nur so erklärt sich, dass die Insertionsstelle nach einiger Zeit dem einen Pol näher gerückt erscheint, sowie dass die bald darauf senkrecht zur Richtung der grössten Wachstumsintensität sich bildende Halbirungswand neben der Insertionsstelle der Gemme vorbeigeht Taf. I. 5 b. Taf. II. 2 α β , 3 α . Taf. I. 6. Bisweilen bleibt die geför-

*) An dem seither eingeschlossenen Präparat erscheint das eine geöffnet.

derte Hälfte noch eine Zeit lang deutlich im Vorsprung Taf. I, 10; meist jedoch gleicht sich die Differenz bald aus, indem die anfangs zurückgebliebene Hälfte sich nachträglich relativ stärker ausdehnt: die Gemme wird, von der Einfügungsstelle aus gerechnet, vollständig oder annähernd symmetrisch. Von da an wächst sie, nach zwei entgegengesetzten Seiten sich streckend, auf das doppelte bis dreifache ihrer ursprünglichen Länge heran, sich, horizontal, wie sie meist liegt, vielleicht in Folge positiven Heliotropismus schwach sichelförmig nach oben krümmend und durch wiederholte Quertheilung ihrer Hälften zur 6—8gliedrigen Zellreihe werdend. Endlich fällt sie ab, um unter günstigen Verhältnissen ihre selbstständige Entwicklung zu beginnen. Die Ablösung der Gemmen wird constant vorbereitet durch eine wohl auf einem Humificationsprocess beruhende Bräunung der Berührungsstellen von Gemme und Tragzelle. Noch lange nach der Isolirung erkennt man daher die ehemalige Befestigungsstelle der Gemme an einem kleinen, seitlichen, braunen Fleck (i. i. auf den verschiedenen Figuren) und ebenso sind alle an dem Vorkeim zurück bleibenden Stiele an einem braunen Fleck (n. n. auf den Abbildungen) noch viel sicherer zu erkennen, als an ihrer zwar auch charakteristischen, abgestutzten Endfläche und dem spärlichen Inhalt. Vergl. besonders Taf. I, Fig. 3, 7—11. Taf. II, 2—5, 7. Taf. III, 3. Solche Stiele abgefallener Gemmen mit allen wünschbaren Kennzeichen fanden sich auch an verschiedenen Parteen des Taf. III, 1 abgebildeten weiblichen Vorkeimes (siehe z. B. n der genannten Figur), Beweis für die Zusammengehörigkeit dieses weiblichen Vorkeimes und der gleichfalls Gemmen produzierenden männlichen (vgl. Taf. I, 3) etc. Es ist schon weiter oben hervorgehoben worden, dass alle Vorkeimachsen, welche Gemmen produziert haben, aufhören sich ferner zu verlängern. Dafür scheinen ihre obersten Glieder die Fähigkeit zu erhalten seitlich auszusprossen, Taf. I, 2 B, 4, 5. Taf. II, 3 a b, um im Verlauf der weitem Entwicklung, wie es den Anschein hat, am Ende der Aussprossung ebenfalls Gemmen und aus den zunächst unterhalb dieser befindlichen Gliedern ähnliche Seitensprosse entstehen zu lassen, Taf. II, 2 rechts oben. Ich bin nicht ganz sicher, halte es aber für nicht unwahrscheinlich, dass diese in der vegetativen Region jedenfalls monopodial angelegten Vorkeime (siehe insbesondere die Herpoblasten und ihre Zweige) in den höhern, reproductiven Regionen hiebei manchmal sympodial werden; die Fig. 1, 2 auch 3 Taf. II, ferner Taf. I, 11, obere Hälfte, sind dieser Auffassung günstig, wenn auch keineswegs ganz entscheidend, das wäre nur die directe Beobachtung des Vorganges an einem unter dem Mikroskop cultivirten Vorkeim. — Die isolirten Gemmen können noch längere Zeit in der ursprünglichen Richtung weiter wachsen, ohne sich zu verzweigen, Taf. II, 4, wo die eine Hälfte bedeutend hinter der andern zurückgeblieben ist, oder sie verzweigen sich frühzeitig, Taf. I, 9 auch 8, wo der auf der drittobersten Zelle stehende Ast sofort zwei Wurzelhaaranlagen hervorgebracht hat. In beiden Fällen, aber auch bevor das eine oder andere geschehen ist, können sie ferner direct Wurzelhaaren die Entstehung geben, meist durch seitliches Auswachsen von Gliederzellen, selten durch ausserordentliche Verlängerung einer Endzelle, Taf. I, 9. Taf. II, 4. 5. 7. — Sehr oft beobachtet man auf

diesen Gemmen Antheridien von dem früher beschriebenen Bau, Taf. I, 8. 9. Taf. II, 4. 5. 7. — Andere dagegen produziren sekundäre Gemmen, zunächst je eine an jedem Ende, Taf. I, 10, wo die eine sekundäre Gemme bereits abgefallen ist und eine braune Narbe hinterlassen hat; dann durch Aussprossen des der Tragzelle nächsten Gliedes etc. eine zweite, Taf. II, 6, wo die erste sekundäre Gemme des obern Endes sich abgelöst hat und ihr Stiel durch den eine zweite erzeugenden Ast seitwärts gedrängt erscheint, unten aber die erste noch klein, einzellig, die zweite nicht einmal angelegt ist, ferner Taf. I, 12, wo rechter Hand nur noch eine Narbe, links dagegen zwei mehrzellige sekundäre Gemmen zu sehen sind. Wie die primären Gemmen auf den Orthoblasten, so zeigen die sekundären an den primären die Lage schaukelnder Antheren. Bei der Bildung der Gemmen findet mithin constant eine Aenderung der Achsenrichtung statt: die Längsachse der Gemme steht senkrecht auf der Längsachse des Tragorganes. Es erinnert dies an das Verhalten von *Stigeoclonium* und *Oedogonium* bei der Zoogonidienbildung. — Obwohl ich sekundäre Gemmen nur an isolirten primären gefunden habe, halte ich es doch nicht für unmöglich, dass ihre Bildung schon zur Zeit, wo letztere noch auf ihren Stielen sitzen, stattfinden könnte oder auch dann, wenn sie zwar abgefallen aber im Astwerk des confervenartigen Vorkeimes hängen geblieben sind. Ich glaube dies weniger wegen der gekreuzten Stellung der primären und sekundären Gemmen, als wegen der oft relativ sehr bedeutenden Grösse der sekundären Gemmen und weil ich an solchen in Vermehrung begriffenen Gemmen nie weder Wurzelhaare noch Antheridien angetroffen habe.

Eine schwer zu beantwortende Frage, die hier eingeschaltet werden mag, ist die nach der Abstammung der oben beschriebenen Vorkeime. Ich habe bereits bemerkt, dass ursprünglich nur Flächenvorkeime da waren, die protonematischen sich also später gebildet haben mussten. Es lag natürlich am nächsten zu vermuthen, diese seien aus adventiven Aussprossungen jener hervorgegangen, da, wie aus der Einleitung zu ersehen, Aehnliches schon so oft beobachtet worden ist. Ich fand denn auch neben Flächenvorkeimen, welche keine Spur accessorischer Zweige zeigten, genug solche, die, ohne dass die Lebensbedingungen für dieselben andere gewesen wären als für jene, ohne dass sie namentlich je ausschliesslich oder überhaupt anhaltend unter Wasser vegetirt hätten, auf's unregelmässigste gelappt erschienen, indem sie sowohl aus Flächenzellen als und viel häufiger an den Rändern zum Theil recht ansehnliche und wiederholt verzweigte Adventivsprosse hervorgebracht hatten.*) Diese besaßen aber durchaus nicht jenen auffallend confervoiden

*) Wie bereits angeführt worden, hält Hr. Dr. Dodel-Port die Bildung adventiver Sprosse für eine bei Ueberschwemmung der Vorkeime regelmässig eintretende Erscheinung. Ich zweifle nicht daran, dass Inundation in dieser Richtung von Einfluss sein kann, wissen wir doch durch Schimper und Hofmeister längst, dass der Vorkeim der Sphagnaceen bei Aussaat der Sporen auf Wasser confervenartige, auf feuchter Torferde aber laubartige Entwicklung annimmt und haben bereits verschiedene frühere Beobachter hervorgehoben, dass unter Wasser wachsende Farnprothallien schwächer sind. Nach mehreren Angaben aus den letzten Jahren wird die Entwicklung des Farnvorkeimes aber auch von der Beleuchtung und,

Habitus, selbst wenn sie, was hie und da vorkam, auf längere Strecken aus einer einfachen Zellreihe bestanden, gingen häufig da und dort wieder in Zellschichten über, trugen zwar nicht selten Antheridien, niemals aber Gemmen oder auch nur Spuren von Gemmenbildung. — Dagegen fand ich einmal an einem Vorkeim der ersten Art, der sich durch Normalastbildung in zwei Schenkel gespalten hatte, Taf. II, 8, mit Wurzelhaaren, Antheridien und (vorn) Archegonien besetzt war und zierlich gefranste Ränder besass, eine vierzellige Gemme in Verbindung mit einer einzelligen Randpapille. Vergl. Taf. II, 9 Scheitelregion der rechten Hälfte dieses Vorkeimes, schwach vergrössert und Taf. II, Fig. 10, das durch eine punktirte Linie abgegrenzte Stück der vorigen Figur stärker vergrössert. An der Berührungsstelle von Gemme und Träger ist ein brauner Fleck sichtbar. Da indessen die schiefe Lage dieser Gemme zu der sie stützenden Zelle keineswegs als normal bezeichnet werden kann, nach der absichtlichen Entfernung der Gemme weiterhin die am Vorkeim zurück bleibende Papille nicht nur keinen braunen Fleck, sondern auch kein abgestutztes, vielmehr ein schön abgerundetes Ende zeigte, endlich trotz wiederholtem Bemühen weder an diesem noch andern ähnlichen Vorkeimen analoge Vorkommnisse von Gemmen oder auch nur Vorsprünge, die sich als ehemalige Tragzellen abgefallener Gemmen hätten deuten lassen, aufgefunden werden konnten, halte ich für wahrscheinlicher es sei die betreffende Gemme rein zufällig mit ihrer Narbe auf das Ende jener Papille zu liegen gekommen und daselbst liegen geblieben. — Es ist aber noch ein Drittes möglich: Unsere confervenartigen Vorkeime brauchen ja weder mit den einen noch mit den andern der ursprünglichen Flächenvorkeime in Beziehung zu stehen, sondern können auch selbstständige Bildungen sein. Jedem Leser ist nun ohne Zweifel schon lange die grosse Aehnlichkeit meiner Vorkeime mit den von Mettenius und Andern beschriebenen Vorkeimen der Hymenophyllaceen aufgefallen. Zwar habe ich an dem ziemlich reichen Material, das mir zu Gebote stand, keine flächenförmigen Ausbreitungen wahrgenommen; allein nach Mettenius überschreitet der Vorkeim der Hymenophyllaceen, wenn er an seinen Fäden Sexualorgane ausbildet — und das thaten ja die meinigen — nicht die Stufe, die der Vorkeim der Bryaceen gewöhnlich und der der Sphagnaceen dann, wenn die Sporen unter Wasser keimen, erreichen in dem Stadium, in welchem an den Enden oder Zweigen ihrer Fäden der beblätterte Stamm entsteht. Meine Vermuthung gewinnt noch an Wahrscheinlichkeit,

sofern diese von der Dichtigkeit der Sporenaussaat beeinflusst werden kann, auch von der letztern bedingt (Schelting Jonkmann) und meine Beobachtungen, sowie die Thatsache, dass der Hymenophyllaceenvorkeim unter allen Umständen mehr oder weniger confervenartig ist, machen wahrscheinlich, dass zur adventiven Aussprossung und fadenartigen Ausbildung des Vorkeimes vor allem auch eine gewisse Disposition erforderlich ist. — Weniger deshalb, als weil auch bei höhern Gewächsen mit der submersen Entwicklung häufig reichlichere Verzweigung und fadenförmige Ausbildung Hand in Hand geht (Wurzeln höherer Pflanzen, Blätter von *Utricularia*, *Ranunculus*arten, *Cabomba* etc.), wie umgekehrt Algen und fadenförmige Entwicklung keineswegs unzertrennliche Begriffe sind, halte ich ferner die Deutung der adventiven Aussprossung am Farnvorkeime als Atavismus nicht für hinreichend begründet.

wenn man erwägt, dass es ebenfalls Hymenophyllaceenvorkeime gewesen sind, für welche Mettenius das Vorkommen besonderer geschlechtsloser Propagationsorgane wahrscheinlich gemacht hat. Die Farn, auf welchen ich das Material zu meinen Untersuchungen eingesammelt hatte, waren keine Hymenophyllaceen. Die Hymenophyllaceen, die im Zürcher botanischen Garten cultivirt werden, stehen in einem abgeschlossenen Raume und haben bis dahin nicht fructifizirt; dagegen hat der Zürcher botanische Garten in den letzten Jahren immer so viele Orchideen etc. direct aus den Tropen importirt, dass ich in der Annahme: es dürften meinem Untersuchungsmaterial Hymenophyllaceen-Sporen beigemischt gewesen sein, kein allzugrosses Wagniss erblicken kann. Dass ich keine Sporen mehr aufzufinden vermochte, spricht nicht gegen meine Annahme, da zwischen dem Zeitpunkt ihres Auskeimens und demjenigen der Untersuchung 1—2 Jahre verstrichen sein können. Vielleicht gelingt es mir aus dem übrig gebliebenen Vorkeim-Material als Hymenophyllaceen erkennbare beblätterte Stengel zu erziehen; ich werde es versuchen. Auf der andern Seite wäre es aber wohl auch der Mühe werth, das Herbariummaterial, welches seiner Zeit von Mettenius benutzt worden ist, der nochmaligen Durchsicht zu unterwerfen; denn, obwohl darüber kein Zweifel walten kann, dass meine Vorkeime zu *Trichomanes incisum* nicht gehören können — die Vorkeime dieses Farn bilden ja auch flächenförmige Ausbreitungen und an diesen, nicht an den confervoiden Fäden büschelförmig zusammengedrückte Conidienträger*) — so darf man doch, unter der Voraussetzung dass meine Vorkeime immerhin irgend einer Hymenophyllacee entstammen, annehmen, die kugelligen Zellen, welche Mettenius am Ende dieser gehäuften flaschenförmigen Träger gesehen, seien nicht ausgebildete Propagationsorgane gewesen, sondern blosse Jugendzustände closteriumförmiger mehrzelliger Gemmen und solche bei erneuter Untersuchung noch zu finden. Eintretenden Falles wäre dann ein werthvoller Beweis für meine Vermuthung betreffend die Herkunft obiger confervenartigen Farnvorkeime gewonnen. Da es denkbar ist, dass die Hymenophyllaceensporen sich hie und da nur in zwei statt drei, (resp. 3 + 1 centrale) Zellen theilen und nach bloss zwei statt drei Seiten auswachsen, in welchem Fall dann jüngere Keimungsstadien von Sporen mit meinen Gemmen grosse Aehnlichkeit haben müssten (dass von den drei zum Auskeimen bestimmten Tochterzellen der Hymenophyllaceensporen 1—2 in der Entwicklung zurückbleiben können, ist bekannt) so wäre bei allfälligen neuen Nachforschungen auf das Fehlen oder Vorkommen des bekannten braunen Fleckens besonders zu achten, da derselbe ohne Zweifel an ausgereiften Gemmen von *Trichomanes incisum* ebenfalls vorkäme**), bloss an Keimungsstadien von Sporen dagegen fehlen würde.

Sei dem, wie ihm wolle, das ist durch vorstehende Untersuchung als zweifellos festgestellt, dass es ausser Farnvorkeimen, die sich durch Zerfallen in die einzelnen Normal-

*) Das Nämliche gilt von *Hymenophyllum pulchellum*, und auch *Trichomanes Krausii*, wo die Conidienträger am fadenf. Vorkeim auftreten, zeigt Verschiedenheiten.

***) Die flaschenförmigen Stielzellen bräunen sich nach Mettenius frühzeitig.

äste, oder durch Ablösung rand- und flächenständiger Adventivprosse, welche letztere ausnahmsweise zu stärkeführenden Knöllchen werden (Gymnogramme leptophylla), vermehren, auch solche giebt, die neben regulären Sexualorganen zum Zweck der Erzeugung der embryonalen oder sporogonischen Generation, wie Braun resp. Celakovsky die beblätterte sporenbildende Farngeneration nennen, noch förmliche, geschlechtslose Vermehrungsorgane, Gemmen, wie ich sie bisanhin gewöhnlich genannt habe, hervorbringen und dadurch in ausgiebigster Weise sich zu vervielfältigen vermögen.

Mettenius hat die geschlechtslosen Propagationsorgane seines *Trichomanes incisum* etc. den Brutzellen gewisser Lebermoose an die Seite gestellt*). Man könnte auch von einer Analogie reden, wenn jene Zellen, wie ich vermüthe, gleich den von mir beschriebenen vor der Ablösung mehrzellig werden sollten. Es existiren ferner Anhaltspunkte zu einer Vergleichung meiner Gemmen mit den caulobürtigen Brutknospen der Marchantien (Mehrzelligkeit, zweiseitig-transversales Auswachsen, seitliche Einfügung), sowie mit den Brutknollen am Vorkeim der Laubmoose u. s. w. Die Anknüpfungspunkte sind aber, wie ich glaube, in ganz anderer Richtung zu suchen: Betrachten wir nicht, wie ich es bisher gethan, die sich ablösende spindelförmige und mehrzellige Gemme, sondern schon ihren einzelligen Anfang als geschlechtsloses Vermehrungsorgan des Vorkeimes, als Conidium — Dieser Auffassung steht nicht nur nichts im Wege: die befruchtete Eizelle der Moose, der Gefässkryptogamen und Phanerogamen löst sich von der proembryonalen oder oogonischen Generation ja auch nicht ab; sondern jenes einzellige Stadium der Gemme erweist sich durch sein senkrecht zur ursprünglichen Längsrichtung erfolgendes Wachstum in überzeugendster Weise so recht eigentlich als der Anfang zu etwas Neuem, als wahre Keimzelle — so erscheint dann die Closterium ähnliche, mehrzellige Gemme als neue geschlechtslos entstandene Vorkeimgeneration und zwar als eine nicht durch blosse Zertheilung, sondern eben aus einem förmlichen, geschlechtslos entstandenen Vermehrungsorgan, dem Conidium hervorgegangene neue Generation, die Bildung secundärer Gemmen aber an primären, die noch keine Sexualorgane hervorgebracht haben, ein Prozess, der sich wohl unter aus früher Gesagtem leicht ersichtlichen Umständen an den secundären Gemmen zu wiederholen vermag, als Bildung successiver neutraler Generationen**). Es mag wohl sein, dass auch die secundäre Gemmen erzeugenden primären unter günstigen Umständen, wenn sie nämlich nachträglich doch noch auf die feuchte Unterlage gerathen, Sexualorgane hervorbringen, ja wenn sie

*) l. c. pag. 500.

***) Niemand wird nur einen Augenblick anstehen mit Wurzelhaaren und Antheridien versehene Gemmen, wie sie die Fig. 8, 9 Taf. I und Fig. 4, 5, 7 Taf. II zur Anschauung bringen, als männliche Vorkeimgenerationen anzuerkennen; warum sollten Gemmen von der Art der in Fig. 7, 10, 12 Taf. I und 6 Taf. II abgebildeten nicht mit ebensoviel Recht als neutrale Vorkeimgenerationen gelten?

sofort in diese Verhältnisse gelangt wären, dies auch sofort gethan hätten, ohne sich zuerst durch secundäre Gemmen zu vermehren. Dies drückt aber nach meinem Dafürhalten die Bedeutung der geschilderten Vorgänge nicht herab; denn der Schritt von Farnvorkeimen, wie ich sie kennen gelehrt habe, bis zu solchen, die sich vielleicht constant kürzere oder längere Zeit mittelst Conidien vermehren, resp. vermehrten, ohne gleichzeitig Sexualorgane zur Entwicklung zu bringen, bis dann zuletzt eine Generation auftritt, resp. auftrat, die auch Sexualorgane, meinetwegen sogar nur Sexualorgane entwickelt (entwickelte), ist offenbar ein sehr mässiger, jedenfalls viel kleiner als die Kluft zwischen Vorkeimen der letztern Art und den bisher bekannten Farnvorkeimen.

Der Mangel eines zutreffenden Analogon für die, wie es scheint, bei vielen Thallophyten der sexuellen oder oogonialen Generation vorangehenden Reihen mit der letztern morphologisch übereinstimmender, neutraler Generationen bei Moosen und Gefässkryptogamen ist oft unangenehm empfunden worden. Mir scheint die Hauptbedeutung meiner Beobachtungen liege darin, diese Lücke für die Farn einigermaassen ausgefüllt zu haben und damit eine befriedigendere Lösung der bestehenden Schwierigkeiten zu ermöglichen, als die bisherigen Versuche es waren. Meine Auffassung wird nicht berührt von den Vorstellungen, die man sich machen mag über die phylogenetischen Beziehungen zwischen Farn und Moosen. Wer die Farne von irgend welchen moosartigen Gewächsen ableiten zu müssen glaubt, muss, da die Moose durch die Gattungen Riccia und Oxymitra einerseits, Coleochaete und die Oedogoniaceen anderseits ihre directe Abkunft von Algen aufs Unzweideutigste an den Tag legen, die Farn in letzter Linie auch für stammverwandt mit Algen halten und kann sich nur freuen eine neue Stütze für seine Ansicht gewonnen zu haben. Noch viel weniger wird aber an meinen Reflexionen Anstoss nehmen wer den Anschluss für die Farne weiter unten sucht.

Ich gestehe nun, dass ich mich mit der zur Zeit verbreiteten Vorstellung, es seien die Farne aus Moosen hervorgegangen, nicht zu befreunden vermag, sondern der Ansicht bin, es stellen Farn und Moose zwei, zwar annähernd vom nämlichen Punkt, gewissen algenartigen Pflanzen, ausgegangene, im übrigen jedoch einander coordinirte Entwicklungsreihen dar, von denen die eine, die Moosreihe, eine Fortsetzung nach oben noch nicht erfahren, die andere, die Farnreihe hingegen — kurz und darum nicht ganz zutreffend ausgedrückt — durch das Medium der Heterosporeen und Gymnospermen sich bis auf die Stufe der Angiospermen erhoben hat; es habe ferner die Entwicklung des beblätterten Stengels im Pflanzenreich mindestens zweimal stattgefunden, das eine mal (in der Moosreihe) v o r, das andere mal (in der Farnreihe) n a c h Eintritt der Sexualität, und, während dort fast alle wünschbaren Uebergangsglieder erhalten blieben, seien sie dagegen hier entweder untergegangen oder noch nicht aufgefunden worden — Ansichten, die ich bei einer andern Gelegenheit genauer ausführen und begründen zu können hoffe.

Erklärung der Abbildungen.

w bedeutet auf sämtlichen Tafeln: Wurzelhaar, An: Antheridium, i: gebräunte Insertionsstelle der Gemme und n: nach Ablösung einer Gemme an deren Stiel zurückbleibende braune Narbe.

Taf. I.

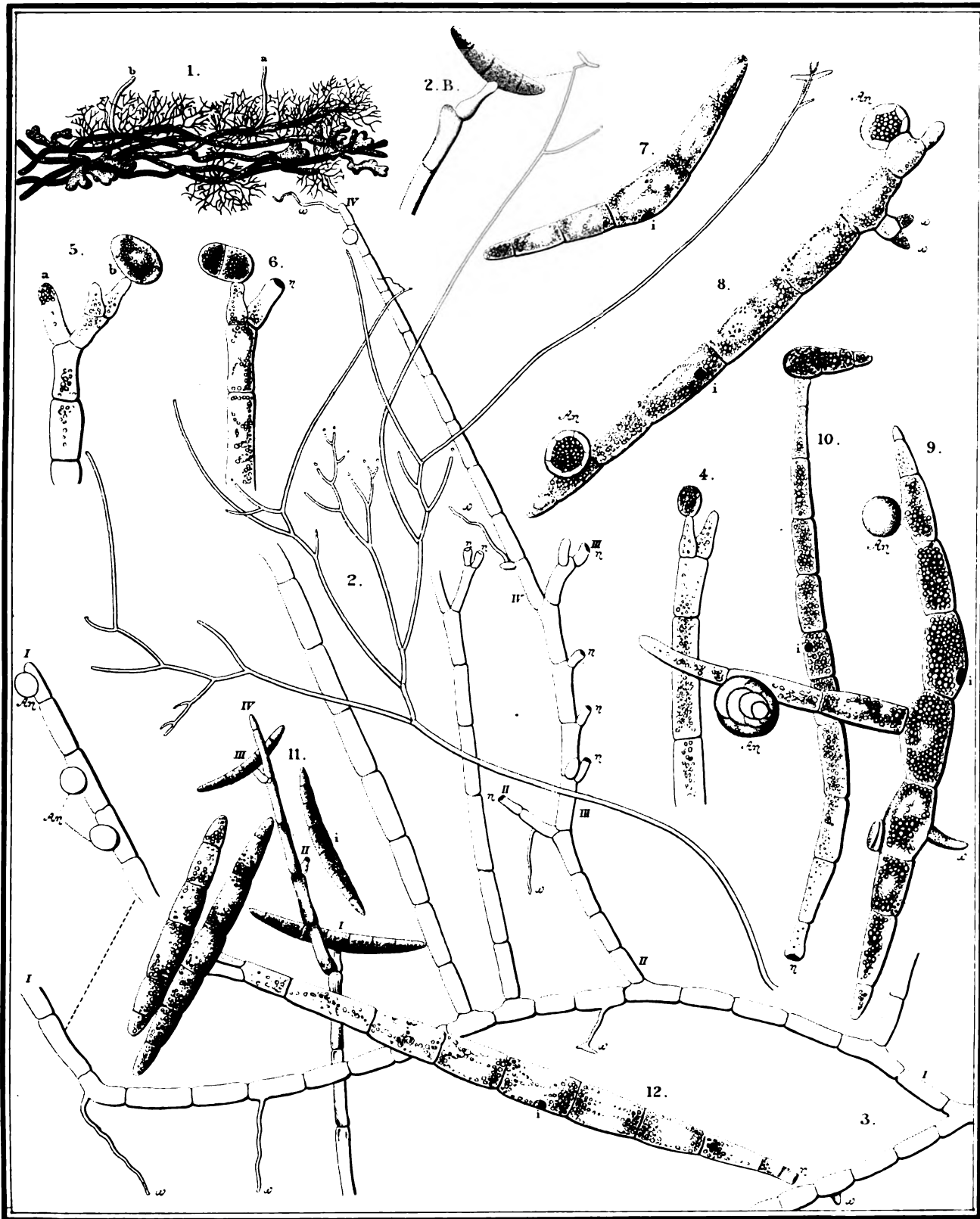
- Fig. 1. $\left(\frac{1}{1}\right)$ Protonematischer Farnvorkeim mit reichlicher Gemmenbildung und 2 Embryonen mit linealem Wedel, neben Flächenvorkeimen, auf toten Wurzeln.
- Fig. 2. $\left(\frac{80}{1}\right)$ System von Orthoblasten mit 2 Gemmen, wovon die eine in Fig. 2 B, die andere in Fig. 3 Taf. III stärker $\left(\frac{80}{1}\right)$ vergrößert zu sehen ist. Die Punkte am Ende vieler Aestchen der Fig. 2 Taf. I geben an, wo früher ebenfalls Gemmen befestigt waren.
- Fig. 3. $\left(\frac{20}{1}\right)$ Protonematischer Vorkeim, I, I Herpoblast, dessen Ende, sich aufwärtswendend, zum Antheridien tragenden Orthoblast wird, mit wenigstens 4 aus der Mitte seiner Glieder entspringenden seitlichen Orthoblasten, von denen II—IV, Gemmenstiele und 1 Antheridium tragend, sich sympodial entwickelt zu haben scheint.
- Fig. 4. $\left(\frac{175}{1}\right)$ Conidienbildung.
- Fig. 5. $\left(\frac{178}{1}\right)$ Keimung der Conidie.
- Fig. 6. $\left(\frac{176}{1}\right)$ Conidium zur 2zelligen Gemme geworden.
- Fig. 7. $\left(\frac{175}{1}\right)$ Abgefallene 6zellige Gemme.
- Fig. 8. 9. $\left(\frac{173}{1}\right)$ Keimende Gemmen, beide verzweigt, mit Wurzelhaaren und Antheridien, kleine männliche Vorkeimgenerationen darstellend.
- Fig. 10. 12. $\left(\frac{173}{1}\right)$ Secundäre Gemmen produzierende Gemmen, ohne Wurzelhaare und Antheridien, Reihen neutraler Vorkeimgenerationen darstellend.
- Fig. 11. $\left(\frac{38}{1}\right)$ In der obern Hälfte sympodialer Orthoblast mit 3 Gemmen, wovon eine abgefallene anfangs der untern, grössten anklebte.

Taf. II.

- Fig. 1. 2. 3. $\left(\frac{176}{1}\right)$ Orthoblasten mit Gemmen in verschiedenen Stadien der Entwicklung.
- Fig. 4. 5. 7. $\left(\frac{176}{1}\right)$ Aus Gemmen entstandene männliche Vorkeime mit Wurzelhaaren.
- Fig. 6. $\left(\frac{175}{1}\right)$ Secundäre Gemmen erzeugende Gemme, ohne Wurzelhaare und Antheridien. Die Insertionsstelle der primären wurde bei Anfertigung der Zeichnung (es war eine der ersten) übersehen.
- Fig. 8. $\left(\frac{8}{1}\right)$ Dichotomisch verzweigter Flächenvorkeim mit Wurzelhaaren, Antheridien und (vorn) Archegonien.
- Fig. 9. $\left(\frac{1}{1}\right)$ Gefranster Vorderrand der rechten Hälfte dieses Vorkeimes.
- Fig. 10. $\left(\frac{175}{1}\right)$ Das durch eine punktirte Linie abgegrenzte Stück der vorigen Zeichnung stärker vergrößert. Eine 4zellige Gemme klebt sehr wahrscheinlich bloss zufällig mit ihrer Insertionsstelle am Ende einer Randpapille.

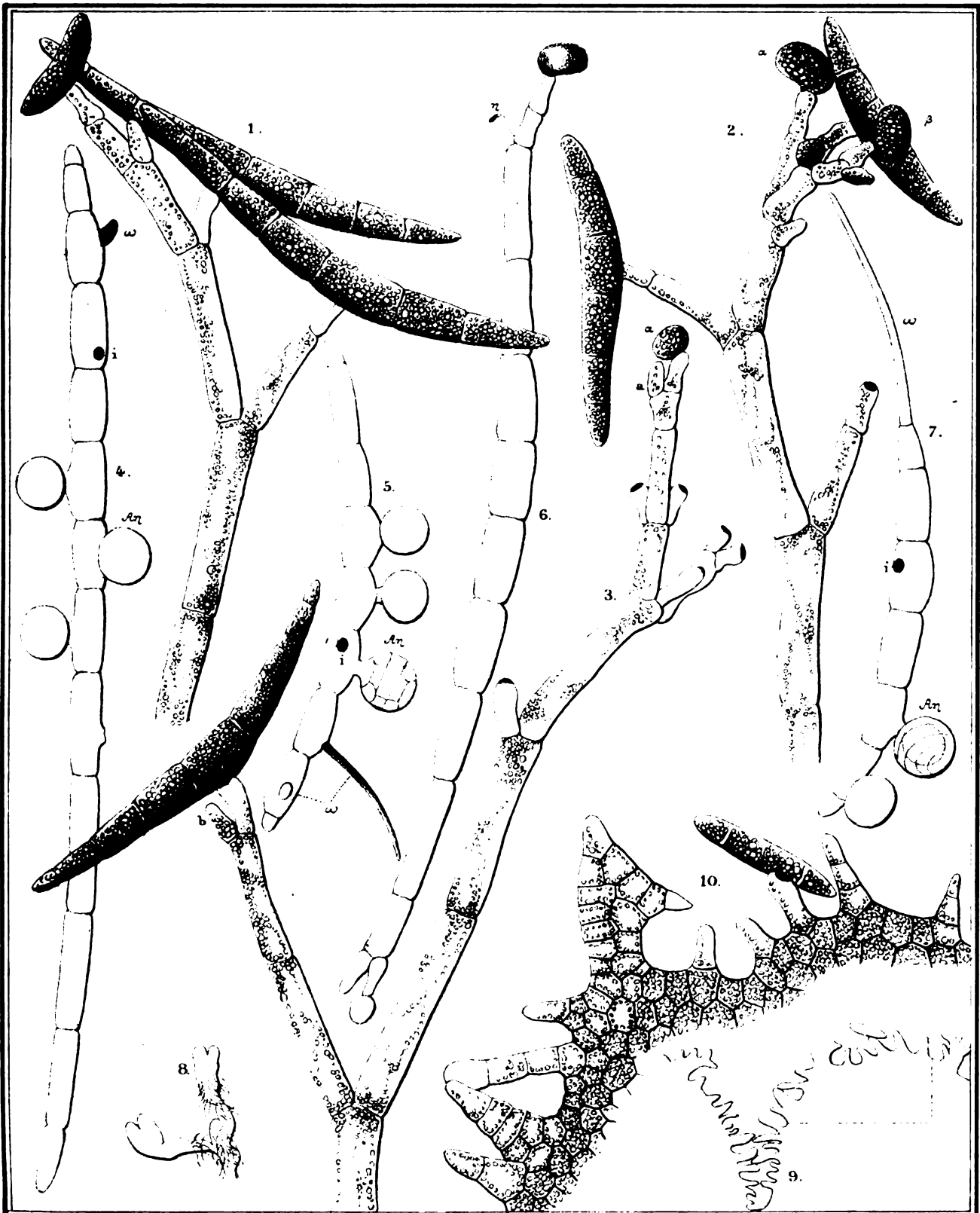
Taf. III.

- Fig. 1. $\left(\frac{80}{1}\right)$ Stück eines protonematischen weiblichen Vorkeimes; in A 2 unbefruchtete Archegonien, in B ein kleiner seitlicher Zellkörper von undeutlichem anatomischem Bau, wahrscheinlich eine abortirte Archegoniumanlage, in C Basis des einen der 2 Embryone von Fig. 1 Taf. I., bulbös angeschwollen, von 4 vertrockneten Archegoniumhälsen überragt, ohne Wurzel, dagegen mit zahlreichen gebräunten Wurzelhaaren.
- Fig. 3. $\left(\frac{300}{1}\right)$ Die beiden Archegonien von Fig. 1 A. stärker vergrößert.
- Fig. 3. $\left(\frac{80}{1}\right)$ Der zwischen Fig. 7 und 8 der Taf. I endigende Ast der Fig. 2 Taf. I stärker vergrößert.



ad. nat del C Cramer

Lith. Wustar. Farnagel. v. 17. Winterthur



ad nat. delin. C. Cramer.

Lith. Wurster, Randegger & C^o Winterthur.



ad nat. delin. C. Cramer.

Lith. Wurster, Randegger & C^{ie} Winterthur