



MBL/WHOI



0 0301 0013729 5

58
L 5

UNTERSUCHUNGEN

UEBER DIE

LEBERMOOSE

VON

DR. HUBERT LEITGEB

PROFESSOR DER BOTANIK IN GRAZ.

I. HEFT.

BLASIA PUSILLA.

MIT FÜNF TAFELN.

Berlin-Lichterfelde
Hugo Bermühler Verlag.



UNIVERSITY OF TORONTO

LEBERMOSE

THE UNIVERSITY OF TORONTO

1911

V o r r e d e.

Mit dem vorliegenden Hefte beginne ich die Veröffentlichung einer Reihe von Detailuntersuchungen über die Lebermoose. Es ist ausschliesslich der Gattung *Blasia* gewidmet, einer Gattung, welche in vielfacher Beziehung so durchaus eigenthümlich dasteht, dass eine Einzelbehandlung derselben geradezu nothwendig erscheint. In einem zweiten Hefte werden dann die beblätterten Lebermoose ihre Besprechung finden, in einem dritten (und event. vierten) will ich die thallosen Formen behandeln, und in einem Schlusshefte soll dann eine vergleichende Bearbeitung der gesammten Gruppe versucht werden. Da die Untersuchungen schon dermalen ziemlich weit vorgeschritten sind, hoffe ich das Ganze binnen zwei Jahren zum Abschluss zu bringen.

Graz im Januar 1874.

Leitgeb.

18254

UNIVERSITY OF TORONTO

THE UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY
130 St. George Street
Toronto, Ontario M5S 1A5
Canada

1975

Blasia pusilla.

Tafel I. — V.

Die in dichtem Rasen wachsenden Pflänzchen zeichnen sich durch ihren strahligen Wuchs aus. Er ist bedingt durch die wiederholt gabelige Verzweigung der Sprosse und tritt um so auffallender hervor, je mehr das Längenwachsthum der Sprosse gegen die Zahl der an denselben auftretenden Gabelungen zurücktritt. An solchen Sprossen ist auch der axile dem Stengel entsprechende Theil sehr stark verbreitert und geht ganz allmählig in die seitlich stehenden aus einer Zellschicht gebildeten Blätter über, die denn auch bis auf *Hofmeister*¹⁾ in ihrer wahren Natur verkannt und nur als Abschnitte des flachen Stengels waren bezeichnet worden. Dass diese „Abschnitte“ in der That als Blätter aufgefasst werden müssen, geht nicht allein, wie ich später zeigen werde, aus ihrer Anlage und Entwicklung unzweifelhaft hervor; schon der Anblick der Endknospe, wo dieselben, sich überschlächtig deckend und ihrem Alter entsprechend nach rechts und links regelmässig alternirend, ihre selbstständige Natur auf den ersten Blick erkennen lassen, zwingt zu dieser Deutung, die anderseits auch durch die Betrachtung der schwächtigen in der Cultur gezogenen Triebe, dann der Adventivsprosse und der aus Brutknospen und Sporen sich entwickelnden Pflänzchen gestützt wird, wo überall bei starker Streckung des Stengels ein allmählicher Uebergang desselben in die Blätter nicht vorhanden ist, und diese sich so entschieden als Anhangsgebilde charakterisiren. (Taf. IV Fig. 15.) Was aber diese Blätter von denen aller andern Lebermoose durchaus unterscheidet, ist ihre der Längsachse des Sprosses durchaus parallele Einfügung. Allerdings finden wir auch bei andern Lebermoosen einen zur Stammaxe sehr schiefen Verlauf der Blatinsertionen; in keinem andern Falle aber fallen dieselben in so vollkommenem Maasse mit der Längsrichtung des Stämmchens zusammen. So ist es bei *Fossombronina*, wie auch bei den zweireihig beblätterten Jungermannien. Weiters ist in allen den Fällen diese Stellung erst als Folge des ungleichen Längenwachsthumes der Rücken- und Bauchseite des Stämmchens leicht zu erkennen; denn zunächst dem Achsenscheitel stehen die Flächen der seitenständigen Blätter auf der Substratfläche (mehr weniger) senkrecht; ihre Insertionen

¹⁾ Vergleichende Untersuchungen etc. pag. 25.

sind, der Lage der seitenständigen Segmente entsprechend, quer gestellt. Bei *Blasia* aber sind auch schon die Flächen der jüngsten Blätter der Substratfläche parallel, ihre Insertions-ebene fällt zusammen mit der vollkommen entwickelter Blätter; ihre Lagenveränderung vollzieht sich, wenn man von der Krümmung des Sprossendes absieht, in einer Ebene und findet nur in so weit statt, als die Längsachse des Blattes, die anfangs der Sprossaxe parallel ist, später auf dieser senkrecht steht.

Auf der Bauchseite des Stämmchens findet man die sogenannten Amphigastrien. Sie sind meist nahe den Seiten desselben inserirt und erscheinen daher, wie es auch meistens¹⁾ angegeben wird, in 2 Längsreihen. Diese ihre Stellung ist besonders deutlich an sehr gestreckten Sprossen und im Allgemeinen an männlichen Pflanzen, welche sich immer durch schwächeren Wuchs von den weiblichen und den rein vegetativen Individuen unterscheiden. An kräftig entwickelten Sprossen, wo überhaupt der Gegensatz zwischen Stamm und Blatt minder auffällig hervortritt, wird auch diese typische Stellung der Amphigastria undeutlich, und sie sind einmal fast ganz auf die als Stammabschnitte erscheinenden Blätter hinausgerückt (welche aber an diesen Stellen immer mehrschichtig sind); ein andermal wieder sehr der Sprossachse genähert. Aber auch an solchen Individuen gelingt es in den meisten Fällen, die Lage der Amphigastria mit der der seitenständigen Blätter in so weit in Beziehung zu bringen, als in der Regel einem seitenständigen Blatte auch ein Amphigastrium entspricht. Besonders leicht erkennt man diese Beziehung an schwächtigen in der Cultur gezogenen Trieben, wo dann auch auf längere Strecken hin die Zahl der Amphigastrien mit der der seitenständigen Blätter genau übereinstimmt. Wenn man jedoch die Zählung an demselben Sprosse auf weitere Entfernungen fortsetzt, wie auch, wenn man die Zahl der Beobachtungen durch Untersuchung zahlreicher Sprosse häuft, so findet man häufig genug, dass die Zahl der Amphigastria grösser ist, als die der an demselben Stammstücke befindlichen seitenständigen Blätter. Bei dem Versuche, auch in solchen Fällen die Amphigastria nach ihrer Lage auf die seitenständigen Blätter aufzuthemen, bleiben dann immer welche zurück, die von den Seitenwänden des Stämmchens ab und mehr gegen dessen Mitte liegen und die sich durch viel geringere Grösse (sie bestehen oft nur aus 4—6 Zellen) auszeichnen, deshalb auch selbst bei Untersuchung mit der Lupe leicht übersehen werden, und dies um so leichter, als zunächst der Mittellinie des Stämmchens ein dichter aus Wurzelhaaren gebildeter Filz eine genauere Untersuchung sehr erschwert.

An der Bauchseite des Stämmchens findet man ferner auch jene eigenthümlichen Gebilde, die früher für Antheridien gehalten, später als Brutknospen gedeutet wurden, bis in neuerer Zeit *Janczewski*²⁾ sie als den durch parasitirenden *Nostoc* bedingten pathologischen Zustand

¹⁾ *Nees v. Eschenbeck* (Naturgeschichte der europ. Lebermoose Bd. III. pag. 410) sagt jedoch: »ohne deutliche Ordnung.«

²⁾ Zur parasitischen Lebensweise des *Nostoc lichenoides*. Bot. Zeit. 1872. Nr. 5.

eines Organes erkannte, das in seinem Nostocfreien Zustande bis dahin wahrscheinlich ganz war übersehen worden. Ich werde diese Gebilde fortan als „Blattohren“ bezeichnen. Es ist dieser Ausdruck schon für die an der Ventralseite der seitenständigen Blätter von *Frullania* befindlichen helm- oder kappenförmigen Anhänge im Gebrauche, und es soll die gleiche Bezeichnung auf die ähnliche Beziehung dieser Organe zu den seitenständigen Blättern hindeuten; eine Thatsache, die durch die später zu gebende Entwicklungsgeschichte klar gelegt werden soll.

Im Nostoc-freien Zustande ist ein solches Blattohr mit freiem Auge nicht wahrzunehmen. Unter dem Mikroskope und in Oberflächen-Ansicht erscheint es als ein kugeliges über die Laubfläche hervortretendes Knötchen; im inficirten Zustande wird es bedeutend grösser und erscheint dann dem freien Auge als dunkelgrüner flach gewölbter mit breiter Basis an der Laubfläche haftender Körper.

Diese Blattohren finden sich an der Uebergangsstelle des Stengels in die freien Lappen der seitlichen Blätter und zwar entsprechen meist 2 derselben einem solchen Blatte und in der Vertheilung, dass das Eine näher dem akroskopischen, das Andere näher dem basiskopischen Blattrande zu liegen kommt, so dass also auch sie, ähnlich den Amphigastrien, in 2 Längsreihen geordnet erscheinen.

Es kommt öfters vor, dass nur Eines der beiden einem Seitenblatte entsprechenden Blattohren eine Nostockolonie beherbergt; das andere ist dann so unscheinbar, dass es, wenn es überhaupt vorhanden ist, sehr leicht übersehen wird.

Diese Organe erreichen im normalen nicht inficirten Zustande den Höhepunkt ihrer Entwicklung schon zunächst dem Achsenscheitel, und zu einer Zeit, als das entsprechende Seitenblatt sich erst zu entwickeln beginnt; an älteren Blättern erscheinen sie dann abgestorben und lösen sich in diesem Zustande leicht von dem Laube, dem sie überhaupt nur mit schmaler Basis anhaften, ab, und es ist dann höchst schwierig, in Oberflächenansicht des Stämmchens ihre Insertionsstelle aufzufinden.

Es ist öfters und auch in neuerer Zeit ¹⁾ wieder die Angabe gemacht worden, dass ähnliche Gebilde auch in den Achseln der Amphigastrien vorkommen. Ich habe dies nie beobachtet. Eine Beziehung der Blattohren zu den Amphigastrien besteht nur in so weit, als beide, wie wir gesehen haben, in ihrem Auftreten wenigstens im Allgemeinen, durch die seitenständigen Blätter bestimmt werden. Wohl kann es vorkommen, dass, da an entwickelten Pflanzen Amphigastria wie Blattohren in Bezug auf ihre Stellung gegenüber den seitenständigen Blättern weder in horizontaler noch vertikaler Richtung an bestimmte Punkte gebunden sind, manchmal ein Blattohr selbst unter ein Amphigastrium zu liegen kommt; immer aber lässt es sich dann als das vom Blattrande abgerückte erkennen; in keinem Falle ist die Anzahl

¹⁾ Vergl. *Janczewsky* l. c.

derselben auf der einen Seite eines bestimmten Stammstückes grösser, als zweimal die Zahl der diesem Stammstücke entsprechenden seitenständigen Blätter¹⁾.

Es scheinen obige Angaben auf einer Täuschung zu beruhen. An der Rückseite der Sprosse entwickeln sich nämlich ausserhalb der Knospenbehälter häufig blattartige den Amphigastrien ähnliche Gebilde (Brutknospen), die aus einer Zelle ihrer dem Tragsprosse zugekehrten Seite einen Spross produciren. In einem gewissen Entwicklungsstadium erscheint der so gebildete junge Spross fast nur auf 1—2 Blattohren reducirt, da die ihnen entsprechenden Seitenblätter noch kaum erkennbar sind. Solche Brutknospen reissen leicht vom Tragsprosse los und können dann wohl für losgerissene Amphigastria gehalten werden.

Wenn nun einerseits an ausgewachsenen Sprosstheilen eine bestimmte Beziehung der verschiedenen Blattgebilde zu einander mit Sicherheit nicht ermittelt werden kann, andererseits aber die Vertheilung derselben im Allgemeinen denn doch gewisse Beziehungen in Bezug auf Zahl und gegenseitige Lage vermuthen lässt, so wird dies letztere zur vollkommenen Gewissheit, wenn man den Sprossspitze untersucht. Ich habe schon oben erwähnt, dass die Längsachse junger zunächst der Vegetationsspitze gelegener Blätter, in Folge der starken Verbreiterung des Scheitels, der Sprossachse parallel ist, dass also ein Querschnitt durch die Vegetationsspitze das Stellungsverhältniss der daselbst befindlichen Organe in Horizontal-Projection darstellt. An solchen Schnitten finden wir denn ausnahmslos, dass immer auch einem seitenständigen Blatte gegenüber ein Amphigastrium gelegen ist, und dass zwischen beiden einander parallelen Blattflächen 2 Blattohren liegen. Diese beiden Blattohren stehen entsprechend der zunächst der Vegetationsspitze genau queren Insertion der Seitenblätter anfangs immer in gleicher Höhe. Weiter nach rechts und links, von dem Scheitelpunkte entfernter, erscheint das Eine nach ausswärts (dem Seitenrande des Sprosses näher) liegende Blattohr tiefer gestellt und es kann geschehen, dass es auf demselben Querschnitte, weil unter der Schnittfläche liegend, nicht mehr vorhanden ist. In Taf. I. Fig. 1 ist ein solcher Querschnitt dargestellt: Am ältesten Seitenblatte S_1 ist nur das dem Sprossspitze näher gelegene höhere Blattohr O_1 vorhanden. Das dazugehörige Amphigastrium U_1 war über seiner Insertion durchschnitten worden, konnte also an diesem Querschnitte nicht fixirt erscheinen. Dasselbe gilt von dem Amphigastrium des Seitenblattes S_2 , an dem aber beide Blattohren sichtbar sind, nur liegt das Eine etwas tiefer. Dem Seitenblatte S_3 liegen die beiden Blattohren O_3 , und diesen das Amphigastrium U_3 an. Dieselbe Lagerung der Blattgebilde sehen wir an den beiden rechts und links von

¹⁾ Es beziehen sich alle diese, die gegenseitigen Beziehungen der Blattgebilde (Seitenblätter, Blattohren, Amphigastria) betreffenden Angaben nur auf stärkere in lebhafter Entwicklung begriffene Sprosse. An noch jungen Adventivsprossen, wie an den aus Brutknospen und Sporen hervorgegangenen, sind die gegenseitigen Beziehungen noch viel unklarer und zwar deshalb, weil der noch nicht erstarkte Spross Amphigastria anfangs gar nicht entwickelt und auch von den beiden einem seitenständigen Blatte entsprechenden Blattohren nur Eines ausgebildet wird. Auf das Wachsthum und den Bau solcher Sprosse werde ich übrigens später ohnedies zurückkommen.

S₃ gelegenen mit dem Zeiger 4 bezeichneten Blattgebilden. (Nach Anlage von S₃ hatte nämlich eine Verzweigung stattgefunden.) Mit diesen Ansichten stimmen auch vertikale Längsschnitte vollkommen überein; immer zeigt es sich, dass Seitenblatt, Blattohren und Unterblatt zusammengehörig sind, und diese Zusammengehörigkeit ist um so ausgesprochener, je jüngere Entwicklungsstadien der Beobachtung unterzogen werden.

Ueber die Art der Zellvermehrung in der Endknospe von *Blasia* sind mir nur die Angaben *Hofmeister's*¹⁾ bekannt: Eine Scheitelzelle theile sich durch wechselnd nach oben und unten geneigte Wände, wodurch also 2 Reihen von Segmenten (eine rücken- und eine bauchständige) gebildet würden. Aus diesen Segmenten nun gehe durch Theilung mittelst vertikaler Längswände die Verbreiterung, durch Auftreten von Horizontalwänden das Dickenwachsthum des Stengels vor sich. *Hofmeister* weist dabei auf die nahe Uebereinstimmung dieses Theilungsvorganges mit dem entsprechenden bei *Anthoceros* und *Pellia* hin.

Die horizontale Verbreiterung des Blasiastengels, wie wir selbe an von der Spitze entfernteren Partien beobachten, setzt sich bis in die Spitze desselben fort. Dort erscheint der vordere Rand ziemlich quer abgestutzt; der Scheitel in einer seichten Einbuchtung gelegen, und dabei in Folge der starken Aufwölbung der Rückenseite an die Bauchseite gerückt. Er ist immer von zahlreichen jungen Blattgebilden und Keulenhaaren umgeben. Alle diese Umstände erschweren gar sehr die Beobachtung, und nur, wenn es gelingt, die Scheitelregion frei herauszupräpariren, kann man sich über die Zelltheilungen einigermaßen Aufklärung verschaffen. In Bezug auf dieselben können nun vor allem zwei Thatsachen constatirt werden:

1) Eine Scheitelzelle, welche sich durch schiefe, nach rechts und links geneigte, sich aneinander ansetzende Wände theilen würde, ist nicht vorhanden. Die im Scheitelpunkte liegenden Zellen zeigen nämlich sowol von der Rücken- als der Bauchseite des Stengels aus gesehen, parallele Längswände. (Vergl. Taf. I, Fig. 4, 6, 7, 11.)

2) Die diese Zellen grundwärts begrenzenden Wände, die auf Rücken- und Bauchansichten quer gestellt erscheinen, sind schief, gegen die Längsachse des Stämmchens geneigt, und schneiden sich in derselben unter nahezu rechten Winkeln. Auf vertikalen Längsschnitten nämlich haben die Zellen annähernd die Form von Kreisquadranten, wobei das Bogenstück dem Durchschnitt der freien Aussenwand entspricht. (Taf. I, Fig. 8 B, 10 B, 10 C.)

Aus diesen Thatsachen folgt notwendiger Weise, dass in den Zellen der Scheitelregion 3 Arten von Theilwänden unterschieden werden müssen: schiefe, abwechselnd nach der Rücken- und Bauchseite geneigte und solche, die der Laubfläche rechtwinklig aufgesetzt, zugleich der Sprossachse parallel sind.

Diese Orientirung der Wände stimmt vollkommen mit der überein, wie sie von *Kny*²⁾ für *Riccia* angegeben wurde, und es läge wohl nahe, dem zufolge auch dasselbe

¹⁾ Vergl. Untersuch. pg. 26.

²⁾ Ueber Bau und Entwicklung der Riccien in *Pringsheim's* Jahrbüchern f. wiss. Bot. Bd. V.
Leitgeb, Lebermoose.

Wachstumsgesetz zu vermuthen, das von *Kny*¹⁾ als das der Scheitelkante bezeichnet wurde.

Gegen diese Annahme sprechen aber gewichtige Gründe. Vorerst muss hervorgehoben werden, dass die Zahl der den Vegetationsscheitel bildenden Zellen, soweit sie nicht schon als Blattanlagen erkannt werden, immer eine geringe ist. Häufig sind nur zwei solcher Zellen vorhanden. Ist dies der Fall, so verrathen sie immer dadurch ihre gemeinsame Entstehung aus einer Zelle, dass sie (den Scheitel in Rücken- oder Bauchansicht betrachtet) grundwärts durch eine einzige Zelle oder wenigstens durch ein Zellenpaar begrenzt werden, das seine gemeinsame Abstammung aus einer Zelle unzweifelhaft erkennen lässt. (Vergl. die Figuren der Taf. I.) Oefters findet man 4 oder mehr Zellen, aber auch sie lassen ihre Abstammung von nur 2 Zellen unzweifelhaft erkennen. (Taf. I, Fig. 6 A, 6 B.) Nun ist es allerdings nicht möglich, auch für diese beiden Zellen mit voller Sicherheit die gemeinsame Abstammung aus einer Zelle nachzuweisen und man wäre versucht, das Vorhandensein zweier Scheitelzellen anzunehmen. Wenn man aber bedenkt, dass dieses Nichterkennen ihrer Zusammengehörigkeit auch Folge der durch das rasche Wachstum notwendiger Weise bedingten Verschiebungen und Verzerrungen sein kann, die ja auch in den Vegetationsspitzen anderer Pflanzen, die unzweifelhaft mit nur einer Scheitelzelle wachsen, vorkommen, und bewirken, dass nur die der Scheitelzelle unmittelbar anliegenden Segmente erkannt werden (z. B. *Aneura multifida* und *A. pinnatifida*, *Radula*), so wird man diesen Umstand nicht als bestimmend für die Deutung der Wachstumsvorgänge im Achsenscheitel ansehen können. Wären in der That 2 Scheitelzellen vorhanden, so müsste bei dem Umstande, als aus rein mechanischen Gründen Verschiebungen an der Berührungsfläche derselben und der aus ihr hervorgegangenen Zellengenerationen nur in unbedeutendem Maasse stattfinden könnten²⁾, auf Flächenansichten die der Berührungsfläche entsprechende Trennungslinie von den Scheitelzellen aus grundwärts in das Gewebe verfolgt werden können. Auch der Querschnitt durch die Vegetationsspitze müsste diese Trennungslinie erkennen lassen. Weder das Eine noch das Andere ist aber der Fall. Vielmehr tritt an Spitzenansichten fast ausnahmslos und auch dann, wenn die entsprechenden Flächenansichten eine Scheitelzelle nicht erkennen lassen, eine einzige Zelle vor den übrigen dadurch hervor, dass ihre Seitenwände gegen einander concav sind. (Taf. I, Fig. 4, 5, 7.)

Gegen die Annahme des Vorhandenseins mehrerer Scheitelzellen sprechen aber auch theoretische Gründe:

Wir gehen dabei von der durch alle Beobachtungen gestützten Thatsache aus, dass die Zellen im Achsenscheitel in einfacher Schicht neben einander liegen, dass also, falls überhaupt mehrere Scheitelzellen vorhanden wären, diese nur neben einander, d. h. in einer der

1) Sitzungsberichte d. Gesellschaft naturforsch. Freunde vom 16. Januar 1872.

2) Oder vielmehr: nur unter dieser Voraussetzung des gleichmässigen Wachsthumes rechts und links der Mediane können überhaupt 2 Scheitelzellen erhalten bleiben.

Laubfläche parallelen Schicht geordnet gedacht werden könnten. Wir nehmen ferner an, dass die Richtung des intensivsten Längenwachsthumms wenigstens durch einige Zeit, während welcher Theilungen in der Scheitelregion stattfinden, dieselbe bleibe, sich also für dieses Zeitintervall graphisch durch eine gerade Linie darstellen lasse; dass somit das Auftreten 2 neuer Wachstumsrichtungen (wie ich für jetzt die Verzweigung des Stämmchens bezeichnen will) immer erst nach einem solchen Zeitintervall eintrete; eine Annahme, für die ja die Thatsache spricht, dass das zwischen zwei auf einander folgenden Auszweigungen gelegene Stammstück beiderseits immer mehrere Seitenblätter zeigt, deren Anlage im Achsenscheitel offenbar in die Zeit fällt, die zwischen den ersten Anlagen zweier auf einander folgenden Gabelungen verstrichen ist. Es ist ferner unzweifelhaft, und jede Beobachtung bestätigt dies, dass in den Zellen des Achsenscheitels die beiden Theilungsweisen (die durch schiefe abwechselnd nach der Rücken- und nach der Bauchseite geneigte Wände, und die durch vertikale Längswände) ziemlich regelmässig mit einander abwechseln, dass also, mag man den Spross in Rücken- oder in Bauchansicht betrachten, in jeder im Scheitel gelegenen Zelle auf die Bildung eines rücken- (oder bauch-)ständigen Segmentes auch die Bildung eines seitenständigen, oder um es anders auszudrücken, auch die Theilung der Randzelle in 2 neben einander liegende Zellen, folgt. Daraus ergibt sich, dass eine Vermehrung der den Scheitel bildenden Zellen und somit eine Verbreiterung desselben sehr rasch eintreten müsste, wenn aus demselben nicht in demselben Maasse, als die Zunahme der Zellenzahl stattfindet, rechts und links Zellen ausgeschieden und zur Bildung der Blattanlagen verwendet würden. Dies hat aber — und jede Construction zeigt es sofort — zur notwendigen Folge, dass im Scheitel endlich nur mehr Nachkommen einer einzigen Zelle vorhanden sind, dass sich derselbe also aus einer Zelle verjüngt, oder mit andern Worten, mit einer Scheitelzelle wächst. Dieses endliche Herrschendwerden einer einzigen Zelle, dieses Herausarbeiten einer Scheitelzelle muss an mit Spitzenwachsthum versehenen Organen (Zellflächen und Zellkörpern) immer dann eintreten, wenn sich die im Scheitel gelegenen Zellen in gesetzmässiger Weise durch Längswände (parallel oder schief gegen die Längsachse des Organes) theilen und nicht ihre Anordnung entweder beiderseits einer durch die Wachsthummsachse gelegten Ebene (bei in einer Schicht liegenden Zellen), oder rings um die Wachsthummsachse selbst das Herrschendbleiben zweier oder mehrerer Scheitelzellen ermöglicht. Ist ersteres der Fall, geht eine durch die Wachsthummsachse des Organes gelegte Ebene durch die Berührungswände zweier am Scheitel desselben gelegenen Zellen, so sind mancherlei Modificationen der Längstheilung denkbar, welche ein Herrschendbleiben dieser beiden Zellen als Scheitelzellen des Organes ermöglichen. An Blättern von Lebermoosen finden wir diesen Vorgang wenigstens in deren Jugendstadien häufig eingehalten (die später zu beschreibende Entwicklung der Amphigastria von Blasia als Beispiel). Ebenso können fortwährend mehrere in bestimmter Zahl auftretende Scheitelzellen thätig bleiben, wenn sie in Horizontalprojection des Scheitels gewissermassen um einen Punkt gruppiert sind, der zugleich den Endpunkt der Wachsthummsachse darstellt. Das Wesentliche dieser beiden immerhin möglichen Wachsthumms-

weisen besteht darin, dass in den Scheitelzellen (2 oder mehreren) die durch Längswände abgeschnittenen (seitenständigen) Segmente immer nur an ihren der Wachstumsachse abgewendeten Seiten gebildet werden, jene daher nach jeder Verjüngung ihre gegenseitige Lage unverändert beibehalten.

Ich habe hier diese theoretischen Erörterungen angefügt, weniger desshalb, um aus ihnen für *Blasia* das Vorhandensein einer Scheitelzelle abzuleiten, als vielmehr, um zu zeigen, dass in vielen Fällen gewisse, nach bestimmten Gesetzen sich wiederholende Theilungsvorgänge im Scheitel eines mit Spitzenwachsthum versehenen Organes das Vorhandensein einer ganz bestimmten Anzahl von Scheitelzellen (1, 2 oder mehrerer) notwendiger Weise bedingen. Es ist für diese ihre Bedeutung vollkommen gleichgültig, ob sie in Längs- oder Queransichten durch ihre Grösse und Form sich von den umliegenden Zellen unterscheiden, oder nicht. Sie werden um so deutlicher hervortreten, ein je rascheres Wachsthum in ihnen im Vergleiche mit dem in den anliegenden Zellen stattfindet. Denn folgen in ihnen die Zelltheilungen (die Bildung neuer Segmente) sehr rasch nach einander, so werden immer mehrere junge Segmente, die also in ihrer Form und Lage noch geringe Veränderungen erlitten haben, zugleich beobachtet werden können und es wird aus deren Gruppierung auf ihre Entstehungsweise geschlossen werden können. Ganz dasselbe wird der Fall sein, wenn zwar die Segmentirungen der Scheitelzelle langsam auf einander folgen, zugleich aber auch die Segmente ein langsames Wachsthum zeigen. Wenn jedoch von der Anlage eines Segmentes bis zur Bildung des nächsten längere Zeit vergeht, während welcher jenes im Wachsthum rasch fortschreitet, so werden wir neben der Scheitelzelle höchstens ein junges Segment beobachten; die Begrenzung der übrigen wird, abgesehen von der mehr oder minder starken Wölbung der Scheitelfläche, schon in Folge der durch das rasche Wachsthum notwendiger Weise eintretenden Verschiebungen nicht mehr zu erkennen sein und es wird uns so der wichtigste Anhaltspunkt zur Erkennung der Scheitelzelle und Erschliessung der in ihr stattfindenden Theilungsvorgänge entzogen sein. Kommt nun dazu noch der Umstand, dass die Segmente in ihren ersten Theilungen die Segmentirung der Scheitelzelle wiederholen, so fehlt auch das in der abweichenden Form gelegene Unterscheidungsmerkmal; das Vorhandensein einer Scheitelzelle wird erst durch Combinirung vieler Ansichten erschlossen werden können.

Es ist also völlig unstatthaft, einzig aus dem Grunde, weil eine oder mehrere Scheitelzellen als solche nicht erkennbar sind, auch schon ein Fehlen derselben vorauszusetzen.

Es wurde oben erwähnt, dass auch in jenen Fällen, wo an Längsansichten das Vorhandensein einer Scheitelzelle nicht constatirt werden kann und im Achsenscheitel scheinbar mehrere gleichwerthige Zellen neben einander liegen, in Spitzenansicht jedoch in der Regel eine Zelle dadurch hervortritt, dass ihre Seitenwände gegen einander concav gekrümmt sind. Als besonders lehrreich mag hier auf Taf. I Fig. 4 hingewiesen werden. In der Rücken- und Bauchansicht (B und C) scheinen gleichwerthige Zellen neben einander zu liegen, während die Spitzenansicht (A) deutlich die Scheitelzelle (mit den letzten in ihr vor sich ge-

gangenen Theilungen) erkennen lässt. Eben so treten in Taf. I Fig. 5, 7 B, 8 A die Scheitelzellen auf den ersten Blick hervor.

Wenn nun einerseits diese Spitzenansichten unzweifelhaft auf das Vorhandensein einer Scheitelzelle hinweisen und weiters deren Existenz, wie die theoretischen Erörterungen ergeben, schon durch die Art der Zelltheilungen im Scheitel (bedingt ist¹⁾), so kann unter Berücksichtigung der letzteren der Theilungsvorgang in der Scheitelzelle nur in folgender Weise stattfinden, dass sie sich theilt durch schiefe abwechselnd nach der Rücken- und der Bauchfläche geneigte und sich grundwärts an einander ansetzende Wände und dass dieser Theilungsmodus von Zeit zu Zeit unterbrochen wird durch das Auftreten von Längswänden, die auf der Laubfläche senkrecht stehen, unter sich und mit der Sprossachse parallel sind, und abwechselnd nach rechts und links aus der Scheitelzelle seitenständige Segmente herauschneiden. Letztere werden in der Regel nie unmittelbar nach einander gebildet, sondern es fällt zwischen ihre Entstehung die Anlage eines rücken- und eines bauchständigen Segmentes. Wäre ersteres der Fall, so müsste man auf Rücken- und Bauchansichten, öfters die Theilung der Scheitelzelle in 3 nebeneinanderliegende Zellen beobachten, d. h. man müsste sehen, dass über einer Querwand (Durchschnitt der akroskopen Hauptwand eines rücken- oder bauchständigen Segmentes) 2 unter sich parallele Längswände aufstehen. Ich habe dies mit voller Sicherheit nicht beobachtet, doch liesse der in Taf. I Fig. 7 A dargestellte Fall eine solche Deutung allerdings zu, und es wäre möglich, dass gerade bei der Anlage einer Auszweigung, welche immer durch eine Verbreiterung des Scheitels zuerst in die Erscheinung tritt, dieser Theilungsmodus häufiger auftrete. Jedenfalls ist dies nicht normal und es spricht diese Thatsache auch gegen die Annahme einer spiraligen Aufeinanderfolge der Theilungswände. Gegen das unmittelbare Nacheinanderauftreten zweier seitenständiger Segmente spricht ferner die gegenseitige Lage der Seitenblätter am entwickelten Sprosse. Da nämlich, wie später gezeigt werden soll, aus jedem seitenständigen Segmente sich ein Seitenblatt entwickelt, so müssten in dem Falle, als zwei aufeinanderfolgende seitenständige Segmente in gleicher Höhe (über demselben rücken- und bauchständigen Segmente) angelegt würden, auch die entwickelten Blätter — unter der gewiss berechtigten Voraussetzung des gleich starken Längenwachsthumes der rechten und linken Sprosshälfte — gegenständig angeordnet sein, was in der Regel nicht der Fall ist²⁾.

Die Scheitelzelle von *Blasia* können wir also als eine solche mit vierseitiger Segmentirung bezeichnen. In Spitzenansicht gesehen hat sie die Form eines in die Länge gezogenen Rechteckes, dessen längere Seiten senkrecht auf die Laubfläche gestellt sind (Vgl.

¹⁾ Ich werde übrigens später, bei Schilderung der Brutknospenentwicklung noch weitere Belege für das Vorhandensein von nur einer Scheitelzelle beibringen.

²⁾ Ich habe allerdings einige Sprosse gefunden, wo in der That die Seitenblätter ziemlich genau opponirt standen. Dies höchst seltene Stellungsverhältniss kann jedoch auch durch öfteres Verkürztbleiben von Stammtheilen (als Folge unbedeutenden Längenwachsthums eines rücken- und eines bauchständigen Segmentes) erklärt werden.

schem. Fig. 30 in Taf. V). Sie wird begrenzt durch 5 Flächen: eine schwach convexe Aussenfläche $abcd$, zwei unter sich parallele Seitenflächen ace und bdf , die bei normaler Sprosslage nach rechts und links gelegten sind, während die beiden andern Seitenflächen $abef$ und $cdef$, die nach innen convergiren und sich an einander ansetzen, die Scheitelzelle nach der Rücken- und Bauchseite abschliessen. Entsprechend diesen Wänden ist die Scheitelzelle also stets von 4 Segmenten umgeben; 2 seitenständigen, einem rücken- und einem bauchständigen. Jedesmal nach Bildung eines rücken- und eines bauchständigen Segmentes wird ein seitenständiges abgeschnitten und zwar so, dass, wenn dasselbe das eine Mal rechts von der Scheitelzelle gelegen war, es das nächste Mal links von derselben auftritt, u. s. f. Um auch hier einen speciellen Fall vor Augen zu haben, betrachten wir die schematische Figur: In der Scheitelzelle $abcdef$ haben sich durch die beiden schiefen Wände $ghek$ (parallel $abef$) und $lmno$ (parallel $cdef$) ein bauch- und ein rückenständiges Segment gebildet. Nun folgte die Wand pqr (parallel ace), wodurch das seitenständige links von der Scheitelzelle gelegene Segment $gplqnr$ gebildet wurde. In der weiteren Folge der Theilungen bildet sich nun wieder ein rücken- und ein bauchständiges Segment, worauf ein seitenständiges folgt, das aber nun rechts von der Scheitelzelle gelegen sein würde¹⁾.

Bei Betrachtung der Theilungen in den Segmenten müssen wir die seitenständigen einerseits von den rücken- und bauchständigen andererseits auseinander halten. Ein seitenständiges Segment gleicht in Form und Lage ungefähr einem Segmente, wie es aus einer zweischneidigen Scheitelzelle (*Metzgeria*, *Aneura*, *Fossombronia*) abgeschnitten wird. Auch in Bezug auf seine Theilungsweise wiederholt sich gewissermassen der Typus, wie wir ihn bei *Aneura*²⁾ und *Fossombronia* finden, in so weit nämlich, als sich auch hier die ersten Theilungen durch Wände vollziehen, die nach der Rücken- und Bauchseite geneigt und sich an einander ansetzend, das Segment in eine Reihe nach dem Grunde hin sich zickzackförmig in einandergreifender Zellen zerlegen. Es wiederholt sich also auch hier der Theilungsmodus einer zweischneidigen Scheitelzelle in vertikaler Richtung; es wiederholt sich aber andererseits auch der Theilungsmodus der Sprossscheitelzelle in so weit, als er zur Bildung rücken- und bauchständiger Segmente führt. Das aus der Scheitelzelle abgeschnittene seitenständige Segment stimmt also mit derselben nicht allein in Gestalt und Lage, sondern auch in der Theilungsweise (natürlich

¹⁾ Es ist bisher meines Wissens nur ein Fall einer vierseitigen Segmentirung der Scheitelzelle bekannt geworden. *Pfeffer* (Entwicklung des Keimes von *Selaginella* in *Hanstein's* botan. Abhandlungen Bd. I, Heft 4, pag. 45) wies nach, dass bei der Gattung *Selaginella* an der embryonalen Achse die Dichotomirung dadurch eingeleitet wird, dass die früher 2schneidige Scheitelzelle in eine 4seitige übergeführt wird, in der die successiven Wände decussirt auftreten, so, dass auf 2 nach rechts und links geneigte und sich schneidende, zwei nach oben und unten geneigte und sich ebenfalls aneinander ansetzende Wände folgen. Die Scheitelzelle hat also auch hier die Form eines Keiles, dessen Schneide aber nicht so wie bei *Blasia* (wo die Seitenwände unter sich parallel auftreten) fortwährend in gleicher Lage bleibt, sondern jedesmal nach dem Auftreten zweier einander gegenüberliegender Wände um 90 Grad verlegt erscheint.

²⁾ *Kny* in *Pringsheim's* Jahrbüchern Bd. IV, pag. 85.

nur in Bezug auf die ersten Theilungen) überein, und darin liegt der Grund, warum die Scheitelzelle als solche so schwer erkannt werden kann, warum man so häufig zwei, öfters noch mehrere Scheitelzellen (sich in Form und Theilungsweise gleich verhaltender Zellen) zu sehen meint¹⁾.

Die seitenständigen Segmente produciren die verschiedenen Blattgebilde: sowol die früher als »Abschnitte des flachen Stengels« bezeichneten und, wie schon früher bemerkt, erst von *Hofmeister* als Blätter gedeuteten Gebilde, als auch den grössten Theil der Unterblätter (*Amphigastria*). Aus ihnen gehen ferner jene merkwürdigen Organe hervor, die ich schon oben als »Blattohren« bezeichnet habe. Sie entstehen aus ganz bestimmten Tochterzellen des Segmentes. Ihre Stellung ist daher anfangs eine durchaus gesetzmässige; dass sie an älteren Sprosstheilen so häufig ordnungslos gestellt erscheinen und eine gegenseitige Beziehung oft gar nicht erkennen lassen, hat in später eintretenden durch ungleiches Wachstum verschiedener Gewebepartien bedingten Verschiebungen seinen Grund.

Die erste Theilungswand des Segmentes ist nach der Bauchseite geneigt, schneidet also eine bauchständige Zelle ab, aus welcher sich ein Unterblatt (*Amphigastrium*) entwickelt. An diese Wand setzt sich eine nach der Rückenseite des Sprosses geneigte Wand an, durch welche eine Zelle abgeschnitten wird, welche bei der Blattbildung keine weitere Verwendung findet, sondern zur Verbreiterung des Stengels beiträgt²⁾, und wohl auch mit den aus ihr

¹⁾ Aehnlich der Scheitelzelle ist das Segment durch 5 Flächen begrenzt. Die bei normaler Sprosslage nach rechts und links liegenden Seitenflächen können entsprechend der Bezeichnung, wie sie bei den aus zwei- und dreischneidigen Scheitelzellen hervorgehenden Segmenten im Gebrauche ist, als »Hauptwände« des Segmentes bezeichnet werden. Die bauch- und rückenwärts liegenden Seitenflächen bilden dann die bauch-sichtige und die rücksichtige Seitenwand. Nach aussen ist das Segment durch die freie Aussenwand abgeschlossen.

Eben so übereinstimmend können wir dann als Achse des Segmentes die Gerade bezeichnen, welche von der Mitte der durch den Zusammenstoss der beiden Seitenwände des Segmentes gebildeten Kante senkrecht auf die Aussenfläche gezogen wird. (Vergl. meine »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane« I, pag. 7).

An jedem Segmente unterscheiden wir bezüglich seiner räumlichen Ausdehnung die Höhe, die durch den Abstand der beiden Hauptwände gemessen wird; die Breite, bestimmt durch die Ausdehnung in einer den Hauptwänden parallelen und auf der Segmentachse senkrechten Richtung; und die Tiefe (Länge) d. i. die radiale Erstreckung des Segmentes, die durch die Länge der Segmentachse gemessen werden kann.

In diesem Sinne können die durch das Wachstum bedingten Dimensionsveränderungen in Höhen-, Breiten- und Tiefen- (Längen- oder Radial-) Wachstum zerlegt werden.

Diese aus dem Segmente selbst abgeleitete Bezeichnung beseitigt viele Undeutlichkeiten, welche entstehen, wenn dessen Dimensionsveränderungen auf das Organ bezogen werden. Die so häufig vorkommende Veränderung der Neigungswinkel der Segmente gegen die Längsachse des Organes lässt zum Beispiele das Höhenwachstum (also dieselbe Dimensionsveränderung derselben) das eine Mal als Breitenwachstum (*Metzeria*), das andere Mal als Längenwachstum (*Fissidens*) erscheinen.

²⁾ Der Fall, dass nicht das ganze Segment (seiner ganzen Breite nach) zur freien Blattfläche auswächst, steht durchaus nicht vereinzelt da. Ich werde an einem andern Orte zeigen, dass ganz etwas ähnliches bei

hervorgehenden Aussenzellen an der Bildung der an der Rückenseite des Sprosses so häufigen einzelligen keulenförmigen Haarpapillen Antheil nimmt.

Die dritte Theilungswand des Segmentes ist wieder nach der Bauchseite geneigt und bildet die Zelle, aus der sich die Blattohren¹⁾ entwickeln. Aus der vierten Zelle (zur Zeit ihrer Bildung gewissermassen die Scheitelzelle des Segmentes darstellend) geht die eigentliche Blattfläche (das Seitenblatt) hervor. Sie ist schon zur Zeit ihrer Bildung senkrecht auf die Hauptwände des Segmentes verbreitert und wächst auch in dieser Richtung zur freien Blattfläche aus. Diese Art der Entwicklung der freien Blattfläche aus dem Segmente in einer senkrecht auf die Hauptwände des Segmentes gestellten Ebene unterscheidet die Blattbildung von *Blasia* von allen bis nun bekannten Blattentwicklungen, da in allen übrigen Fällen die Blattfläche in der Ebene der Hauptwände hervorwächst. Sie erinnert aber anderseits an das Wachsthum der Segmente thallöser Lebermoose, wo die Verbreiterung des Thalloms ebenfalls einer durch Querwände (*Metzgeria*) oder durch schiefe Theilungen (*Aneura pinguis*, *Pellia calycina*) aus der Mitte der Segmentaussenfläche herausgeschnittenen Zelle übertragen bleibt. In dieser Zelle treten dann ebenfalls nur mehr den Hauptwänden parallele Theilungen auf und es wird so die einschichtige Laubfläche gebildet. Bei *Metzgeria* und *Aneura* aber erscheint das Einzelwachsthum dieses Segmenttheiles dem Gesamtwachsthum des Sprosses untergeordnet. Dadurch, dass jedes Segment seiner ganzen Höhe nach gleichstarkes Radialwachsthum zeigt, das radiale Wachsthum der Hauptwände des Segmentes mit dem Wachsthum seines Randes gleichen Schritt hält, verschmelzen die auswachsenden Ränder hintereinanderliegender Segmente zu einer gemeinsamen Laubfläche. Bei *Blasia* aber ist das Radialwachsthum des Segmentes in der Mitte seiner Höhe am grössten; an dieser Stelle tritt daher auch in der Aussenfläche ein gesteigertes Flächenwachsthum ein; aus der gemeinsamen Laubfläche schiebt sich daher ein Laublappen mit selbstständigem Wachsthum — das Seitenblatt — hervor.

Die einzelnen Blattgebilde entwickeln sich in der Reihenfolge, in welcher ihre Mutterzellen gebildet werden. Das Amphigastrium tritt zuerst hervor. Es zeigt schon eine freie Blattfläche und seine schildförmige Gestalt zu einer Zeit, wo die übrigen aus demselben Segmente hervorgehenden Blattbildungen noch kaum erkennbar sind. Ebenso ist das Blattohr schon fast ausgewachsen, wenn das Seitenblatt noch kaum zu bemerken ist.

Fossombronina stattfindet. Auch in den aus dreischneidigen Scheitelzellen hervorgehenden seitenständigen und blattbildenden Segmenten vieler Jungermanniaarten (*Jungerm. bicuspidata*) finden wir dieselbe Erscheinung wieder.

¹⁾ Bei sehr schwächtigen Sprossen, wie sie immer im Beginne der Sprossbildung (aus Sporen, Brutknospen oder bei adventiver Entstehung) in die Erscheinung treten, wird jedem seitenständigen Blatte entsprechend, nur ein Blattohr gebildet (Taf. III, Fig. 15). Sonst sind immer deren zwei vorhanden, deren Anlage dadurch eingeleitet wird, dass die dieselben producirende Zelle bald nach ihrer Bildung durch eine den Hauptwänden des Segmentes parallele Wand (die also auch den Seitenflächen der Sprossscheitelzelle parallel ist) in zwei neben einander liegende Zellen zerfällt.

Die Zusammengehörigkeit dieser Blattgebilde, ihr gemeinsamer Ursprung aus einem seitenständigen Segmente fällt auf jeder Spitzenansicht des Achsenscheitels sofort in die Augen. Zunächst der Scheitelzelle sieht man bei geeigneter Einstellung noch vollkommen scharf den Umriss des sie erzeugenden Segmentes. Aber auch entfernter von derselben, und dort, wo die Lage des Segmentes noch wenig verändert ist (dasselbe noch wenig aus seiner zur Längsachse des Sprosses parallelen Lage herausgetreten ist) erkennt man aus der Gruppierung der Blattgebilde ihre Zusammengehörigkeit (Taf. I Fig. 1, 2, 3). Diese wird auch an verticalen Längsschnitten, die zunächst der Sprossachse die seitenständigen Segmente parallel ihren Hauptwänden treffen, klar hervortreten, und es werden diese Schnitte besonders geeignet sein, den Verlauf der ersten in den Segmenten auftretenden Theilungen und somit auch die dadurch gegebene genetische Folge der Blattgebilde klar zu legen (Taf. I Fig. 10 A, 12, 13).

Fig. 10 stellt uns eine Vegetationsspitze in verschiedenen Ansichten dar. D zeigt uns den Umriss der Scheitelzelle v und der beiden rechts und links anliegenden Segmente in Bauchansicht; m ist der Durchschnitt der bauchsichtigen Seitenwand der Scheitelzelle, das durch sie abgeschnittene unter der Scheitelzelle v gelegene Segment das jüngst gebildete. B ist die Seitenansicht auf das jüngere seitenständige (in D links gelegene) Segment. Es sind in demselben schon 2 schiefe Wände (1 und 2) aufgetreten. Die erste (1) ist nach der Bauchseite geneigt; die durch sie abgeschnittene Zelle zeigt an der Spitze eine papillöse Hervorwölbung — den Beginn des Amphigastriums. Die durch die zweite, nach der Sprossrückenseite geneigte Wand (2) abgeschnittene Zelle ist, wie oben erwähnt, bei der Blattbildung nicht betheilig. Ihre freie Aussenwand liegt vollkommen in der Segmentaussenfläche. C zeigt bei derselben Lage des Praeparates eine etwas tiefere Einstellung, bei der die Scheitelzelle v und die beiden jüngst gebildeten rücken- und bauchständigen Segmente im optischen Durchschnitt erscheinen (man vergl. D). A ist die Seitenansicht des in D rechts gelegenen älteren seitenständigen Segmentes: das Amphigastrium U ist schon nahezu vollkommen entwickelt; das Blattohr O ebenfalls fast ausgewachsen, das Seitenblatt S aber noch unscheinbar. Diese Figur ist weiters noch in so ferne lehrreich, als sie uns zeigt, welcher bedeutender Unterschied bezüglich der Entwicklungsstadien zweier seitenständiger Segmente herrscht, die als solche unmittelbar auf einander folgen; eine Thatsache, die einmal für das rasche Wachstum der Segmente gegenüber dem der Scheitelzelle (das in den spärlichen Theilungen derselben seinen Ausdruck findet) spricht, andererseits aber auch dadurch ihre theilweise Erklärung findet, dass ja zwischen die Anlage der beiden seitenständigen Segmente die Bildung eines rücken- und bauchständigen Segmentes fällt.

Fig. 12 stellt uns (ähnlich der Fig. 10A) ebenfalls die Seitenansicht eines seitenständigen aber etwas weniger weit entwickelten Segmentes dar. Alle Blattgebilde erscheinen in ihrer Entwicklung etwas weniger weit vorgeschritten; namentlich das Blattohr O ist noch unscheinbar, seine Fläche noch wenig gekrümmt, und der später sich bildende Hohlraum (so häufig der Wohnort von Nostocolonien) noch kaum angedeutet. Mit diesen Jugendstadien stimmen auch die ent-

sprechenden Ansichten älterer Segmente vollkommen überein, wenn auch selbstverständlich der Verlauf der ersten Theilungswände des Segmentes nicht mehr erkannt werden kann (T. II F.1, 2).

Ich habe bis nun die einfachste bei sehr schwächtigen Sprossen vorkommende Entwicklungsart eines seitenständigen Segmentes besprochen. Bei stärkeren in lebhafter Vegetation begriffenen wird die Sache dadurch etwas complicirter, dass sich die Mutterzelle des Blattohres bald nach ihrer Anlage durch eine den Hauptwänden des Segmentes parallele Längswand in zwei neben einander liegende Zellen theilt und dass dann jede dieser Zellen ein Blattohr producirt (Taf. I Fig. 8A). Diese Theilungswand entspricht in ihrer Lage und in ihrem Verlaufe jenen in der Scheitelzelle auftretenden Theilungen, welche zur Bildung eines seitenständigen Segmentes führen. Dies hat zur Folge, dass auf Längsansichten von der Bauchseite aus der Verlauf der Theilungswände in einem seitenständigen Segmente vollkommen mit dem in der Scheitelzelle übereinstimmt (Taf. I Fig. 4B). Aber auch in Rückenansicht ist diese Uebereinstimmung vorhanden, und zwar aus dem Grunde, weil die erste Theilungswand in der zum Seitenblatte auswachsenden Zelle ebenfalls die Halbiring derselben in 2 neben einander liegende Zellen hewirkt (Taf. I Fig. 4C, 6A, 8A, 14).

So wiederholt das seitenständige Segment also vollkommen die Theilungsweise der Scheitelzelle; in beiden ist die Gruppierung der Zellen dieselbe, und doch ist, wie die weitere Entwicklung zeigt, ihr morphologischer Werth ein ganz verschiedener. Nehmen wir aber den Fall an, es würden sich die Zellen, in welche ein seitenständiges Segment zerfällt, nicht so selbstständig und verschiedenartig entwickeln, sondern durch ein gleiches und gemeinsames Wachsthumsgesetz unter sich und ebenso mit den benachbarten Segmenten verbunden sein, so würden die Segmente zu einer gleichförmigen Laubfläche verschmelzen und es würde ein so wichtiger Anhaltspunkt zur Bestimmung ihres morphologischen Werthes gegenüber der Scheitelzelle fehlen; es würde sich diese dann nicht mehr erkennen lassen und ihr Vorhandensein nur theoretisch erschlossen werden können.

Ich gehe nun zur Darstellung der Entwicklung der Blattgebilde über.

Das *Amphigastrium* (Unterblatt) erhebt sich über die Scheitelfläche zuerst als papillöse Auftreibung, welche an ihrer der Segmentmedianen zugekehrten Seite einen höckerartigen Vorsprung hervortreten lässt. (Taf. I Fig. 10B, Taf. II Fig. 10.) Nun gliedern Querwände den freien Theil der Blattpapille in 3 hinter (unter) einanderliegende Zellen. Auf die erste Querwand, die den über die Scheiteloberfläche hervorragenden Theil von dem innern, im Gewebe liegenden trennt und die sich einerseits an die freie Aussenwand, anderseits an die erste Theilungswand des Segmentes ansetzt (Wand a in Taf. I Fig. 8C, 12), folgt eine zweite ihr nahezu parallele aber ganz ausserhalb der Scheiteloberfläche liegende Wand, während die dritte den höckerartigen Vorsprung abtrennt. Die so gebildeten Zellen entwickeln sich nun in ganz verschiedener Weise: Während nämlich die oberste an der Spitze der Blattpapille liegende Zelle sich zu einem keulenförmigen Haare ausbildet (Taf. I Fig. 8C, 12, 18, 19, Zelle c), wächst die mittlere sehr stark in die Breite und bildet später die eigentliche Blattfläche; aus der

unter ihr liegenden theilweise in das Gewebe des Stengels eingesenkten geht der Stiel des schildförmigen Blattes hervor. Das Breitenwachsthum der mittleren Zelle geschieht anfangs fast ausschliesslich durch Wachsthum ihrer äusseren der Segmentmediane abgekehrten Fläche, was zur Folge hat, dass das Keulenhaar von der Spitze des Blattes weg an die dem Stämmchen zugekehrte Blattseite zu liegen kommt (Taf. I Fig. 16—19), wohin aus demselben Grunde auch die Insertion der Stielzelle (des Blattstieles) gerückt wird.

Diesem Wachsthumsvorgange entsprechend zeigen daher auch schon halberwachsene Unterblätter schildstielige Anheftung, die Insertion des Stieles liegt vom Blattrande ab gegen die Mitte der Blattfläche, und wenig davon entfernt nach der Blattspitze hin findet man das Keulenhaar (Taf. I Fig. 10A, 12, Taf. II Fig. 1, 2, Taf. III Fig. 14).

Die erste Theilung der zur freien Fläche des Unterblattes auswachsenden Zelle verläuft von der Insertion des Keulenhaares zur Insertion der Stielzelle (Taf. I Fig. 19). Die 2 so gebildeten Längshälften werden nun durch Querswände abermals halbt (Taf. I Fig. 18). Das junge Blatt besteht nun aus 4 quadrantisch gelegenen Zellen. In dem oberen Paare treten nun mehrmals hinter einander Quertheilungen ein, die so gebildeten Zellen theilen sich durch Längswände. In dem unteren Paare bilden sich schon nach einmaliger Quertheilung in sämtlichen (4) Zellen Längswände. Die weiteren Zellentheilungen erfolgen nun fast ausschliesslich in den Randzellen¹⁾, während in den Flächenzellen Wachsthum und Theilung nur in unbedeutendem Maasse stattfindet. Dadurch, dass in der oberen Blatthälfte die Quertheilungen, in der untern die Längstheilungen überwiegen, in jener also das Längenwachsthum, in dieser das Breitenwachsthum stärker ist, erhält schon das halberwachsene Blatt einen mehr oder minder ausgesprochenen dreieckigen Umriss, der meistens auch an ganz ausgewachsenen Blättern noch hervortritt.

Die Stielzelle bleibt anfangs ungeheilt. Später wächst sie etwas in die Breite und zerfällt durch Längswände in mehrere Zellen, von denen einige öfters zu Haarpapillen auswachsen (Taf. II Fig. 2). Wenn man die dem Stämmchen dicht anliegenden Blättchen losreisst, so beobachtet man an der Blattoberseite (der dem Stämmchen zugewendeten Blattseite) deutlich die Rudimente der zerrissenen Stielzellen (Taf. III Fig. 14).

Das Blattohr entwickelt sich aus der durch die dritte nach der Bauchseite geneigte Theilungswand des Segmentes abgeschnittenen Zelle. Ich habe schon oben erwähnt, dass diese Zelle entweder nur einem Blattohr die Entstehung gibt, oder dass sie durch eine den Hauptwänden des Segmentes parallele Längswand in 2 neben einander liegende Zellen getheilt wird, in welchem Falle sich dann beide Blattohren entwickeln²⁾. Im letzteren Falle geschieht

¹⁾ Von denen viele endlich zu Papillen auswachsen, welche öfters noch durch Querswände getheilt werden. Ausgewachsene Unterblätter erscheinen dadurch zierlich gezähnt. (Taf. III Fig. 14.)

²⁾ Es scheint, dass aber auch im Falle der Anlage zweier Blattohrmutterzellen öfters die Entwicklung des einen Blattohres unterbleiben kann.

die Ausbildung beider in vollkommen gleicher Weise und unterscheidet sich in Nichts von der bei der Ausbildung eines einzigen Blattohres stattfindenden. Ich werde daher nur den letzteren Fall, als den einfacheren, berücksichtigen.

Das junge Blattohr stellt von der Fläche gesehen einen eiförmigen Körper dar, dessen schmäleres Ende nach der Spitze, dessen breiteres nach dem Grunde des ihm dicht anliegenden Seitenblattes gerichtet ist (Taf. I Fig. 3)¹⁾. Von der Seite und im Durchschnitte gesehen erscheint dasselbe sehr stark gegen das junge Seitenblatt concav gekrümmt. Bei medianer Einstellung bemerkt man zwischen beiden Blattgebilden einen Hohlraum, der theils nach aussen geschlossen erscheint (Taf. I Fig. 12), in vielen Fällen aber deutlich nach aussen geöffnet ist. Etwas ältere Stadien zeigen die Spitze des Blattohres zu einer Haarpapille (einem Keulenhaare) vorgezogen, und von dem übrigen Theile durch eine Querwand abgegrenzt, den Hohlraum beträchtlich erweitert und in denselben hineinragend einen zitzenartigen Fortsatz einer dem Grunde des Oberblattes angehörigen Zelle (Taf. I Fig. 13, 10A und Taf. III Fig. 2—12). Der Hohlraum ist an der Stelle, wo die Haarpapille am Blattohre sitzt, nach aussen geöffnet. Das Wachsthum der Blattohrfläche und die dadurch bedingte Ausbildung und Vergrößerung des Hohlraumes ist in den meisten Fällen viel rascher, als das Wachsthum der vom Grunde des Seitenblattes aus in den Hohlraum hineinragenden Papille (in den betreffenden Figuren mit *i* bezeichnet), welche häufig schon vom Anfange an dessen Wandung an keiner Stelle berührt. In anderen Fällen sehen wir das Wachsthum beider Gebilde gleichmässig fortschreiten. Die Innenpapille bleibt längere Zeit der Blattohrfläche dicht angeschmiegt und trennt sich erst später, wenn ihr Wachsthum vollendet ist (das der Blattohrfläche aber noch fort dauert) von dieser ab.

Das Blattohr ist schon an sehr jungen Segmenten, an denen das Wachsthum des Seitenblattes noch lange nicht vollendet ist, vollkommen ausgewachsen. Jeder mediane Längsschnitt zeigt uns vollkommen deutlich die einschichtige Blattfläche, ferner die an der Spitze des Blattohres sitzende Papille (Spitzen- oder Aussenpapille) und die unterhalb ihrer Insertion vorhandene Oeffnung des Hohlraumes nach aussen (Taf. I Fig. 15, Taf. II Fig. 1, 2, 4). Die in denselben hineinragende Papille (Innenpapille) ist von ihrer Tragzelle, die selbst wieder öfters getheilt erscheint, durch eine Querwand abgegrenzt. Diese Papille wie der sie umgebende Hohlraum sind mit Schleim erfüllt; die Zellen des Blattohres enthalten wenige und kleine Chlorophyllkörner.

Die Zelltheilung im Blattohre stimmt im Allgemeinen mit der für die Entwicklung des Unterblattes beschriebenen überein: Auch hier zerlegt eine vertikale Längswand, die von der Insertion der Spitzenpapille ausgeht, die ganze um diese Zeit schon stark gekrümmte Blattohrfläche in 2 Längshälften, die dann durch Querwände getheilt werden (Taf. III Fig. 8B,

¹⁾ Für die Entwicklung der Blattohren vergleiche man auch die später zu gebende Entwicklung der »externen Brutschuppen«.

C, 10). Diese Querwände stehen anfangs senkrecht auf der ersten Längswand; später sind sie unter einem mehr oder minder spitzen Winkel nach dem Grunde hin geneigt (Taf. I Fig. 21). Es kann dies nur darin seinen Grund haben, dass das Blattohr in seiner Mediane stärker in die Länge wächst als an seinen Seiten.

Die grössten Schwierigkeiten bietet die Untersuchung betreffs der Entstehung des Hohlraumes. Es kommen diesbezüglich 2 Möglichkeiten in Betracht: Entweder, der Hohlraum und der Ausführungsgang entstehen in der Weise der Athemhöhlen und Spaltöffnungen durch Spaltung ursprünglich einfacher Membranlamellen, sei es nun, dass zuerst ein Interzellularraum gebildet wird, der sich erst später nach aussen öffnet oder dass die Spaltung aussen beginnend nach innen fortschreitet. Es spricht manches für diese Annahme. Namentlich Ansichten, die ich später bei der Darstellung der Entwicklung externer (ausserhalb des flaschenförmigen Behälters entstehenden) Brutknospen besprechen werde (Taf. III 8A, 9A, 10A, 11A), liessen diese Annahme als wahrscheinlich erscheinen. Wäre dies richtig, so verlöre das Blattohr allerdings viel von seiner Selbstständigkeit, es würde, abgesehen von seiner Spitzenpapille einen integrierenden Theil des Seitenblattes bilden, und das ganze Gebilde wäre dann besser als eine eigenthümliche Form einer Spaltöffnung zu bezeichnen, die jedoch ähnlich den Spaltöffnungen am Laube von *Anthoceros*¹⁾ und andern ähnlichen Bildungen an untergetauchten Blättern mehrerer Wasserpflanzen²⁾ nicht als Athmungsorgane, sondern als schleimabsondernde Organe aufzufassen wären.

Es ist jedoch auch eine andere Entstehungsart des Hohlraumes möglich: Es könnte nämlich derselbe durch eine vom freien Theile des Blattohres ausgehende Ueberwölbung, die durch ein entsprechendes Wachsthum der Aussenfläche der zum Seitenblatte auswachsenden Zelle unterstützt würde, hervorgebracht werden. Es wäre dies ein Wachsthumsvorgang, der sich mit der Bildung des ausgehöhlten Blütenbodens der Rose annähernd vergleichen liesse. Die in den Hohlraum hineinragende, am Grunde des Seitenblattes entspringende Haarpapille wäre dann hervorgegangen aus einem (dem Blattohre zunächst gelegenen) Theile der freien Aussenfläche der zum Seitenblatte auswachsenden Zelle, die einen ganz ähnlichen Wachsthumsvorgang durchgemacht hätte, wie der es ist, den ich früher (pg. 19) für die ersten Entwicklungsstadien eines Amphigastriums beschrieben habe und der in gleicher Weise es bedingt, dass die Haarpapille, welche an demselben anfangs spitzenständig ist, endlich in die Mitte der Blattfläche zu liegen kommt. Für diese Auffassung sprechen vor allem Ansichten, ähnlich der in Taf. 1 Fig. 13 dargestellten, aus der unzweifelhaft hervorgeht, dass das Auswachsen des Seitenblattes nicht in der Richtung der Segmentachse vor sich geht, sondern in der Richtung der nach der Rückenseite geneigten schiefen Theilungswände des Segmentes stattfindet. Es erscheint daher das junge Seitenblatt auch schon zur Zeit seines ersten Sichtbarwerdens

¹⁾ *Janczewski* l. c.

²⁾ *Bot. Zeitung*, 1870, Nr. 52.

über die Laubfläche nach deren Rückenseite hin mehr weniger aufgerichtet, eine Stellung, die es so lange beibehält, bis es bei beginnender Streckung der Sprosstheile von dem vorderen Sprossrande weg nach den Seiten desselben gerückt wird.

In Taf. I Fig. 12 ist der Hohlraum schon angedeutet und auch diese Ansicht spricht mehr für die letztere der beiden möglichen Entstehungsweisen. Dasselbe ist bei Fig. 13 der Fall; in den sich bildenden Hohlraum beginnt schon die Papille hineinzuwachsen. Hier und noch mehr in Fig. 10A eilt die Ausbildung des Hohlraumes der Entwicklung der Innenpapille weit voraus. In anderen Fällen aber sehen wir, dass die Papille bis zur Erlangung ihrer endlichen Gestalt dicht dem Blattohre anliegt und dass sich erst später der Hohlraum bildet. Dies alles zeigt, dass die Innenpapille wie das Blattohr eine ziemlich selbstständige von einander unabhängige Entwicklung haben. Wenn wir weiter bedenken, dass diese beiden Gebilde zweifellos verschiedenen Segmenttheilen, die sich in so ungleicher Weise entwickeln, angehören, so glaube ich, ist es gerechtfertigter, anzunehmen, dass der Hohlraum nicht nach Art eines Intercellularraumes sondern in der oben erwähnten Weise entsteht, so nämlich, dass das Blattohr vermöge seines viel früher beginnenden und viel rascheren Wachsthumes Theile der Seitenblattmutterzelle überwächst, mit diesen aber durch längere oder kürzere Zeit im innigen Contacte bleibt.

Für diese Ansicht sprechen aber auch noch andere Gründe: An ausgewachsenen aber Nostocfreien Blattohren liegt der Ausführungsgang des Hohlraumes unmittelbar unter der Spitzenpapille und stellt einen sehr engen und schmalen Kanal dar. In Jugendstadien bildet er eine breite, dem Breitendurchmesser des Blattohres entsprechende Spalte. Bei Betrachtung des Blattohres in Spitzenansicht (Taf. II Fig. 4A) und noch mehr in Seitenansicht (Fig. C) sieht man aber, dass die ganze vordere (Spitzen-) Hälfte desselben frei ist, dass die Verwachsung mit dem anliegenden Gewebe erst in der Region, wo die Innenpapille entspringt, stattfindet. Dies zeigt uns, dass das Blattohr in der Jugend zum grossen Theile frei ist und dass es erst später mit dem benachbarten Gewebe verwächst (oder in innigen Contact tritt). Dies zeigt die Beobachtung. Es ergibt sich dies aber auch aus anderen Erwägungen: Das Blattohr ist zu einer Zeit schon vollkommen entwickelt, wo das Seitenblatt noch im regsten Wachstume begriffen ist (Taf. I Fig. 15). Namentlich wird die Insertion des letzteren, entsprechend der Stengelstreckung noch ungemein stark verlängert. Wären die Zellen des Blattohres ringsum mit den Zellen des Seitenblattes verwachsen, so wäre in der That nicht abzusehen, warum das erstere in seiner Gestalt so ganz unverändert bleiben, warum es sich an der Streckung nicht betheiligen sollte. Jenes ist aber möglich, wenn die Insertion desselben ein geringes Flächenstück einnimmt, wenn wir also das Blattohr ungefähr in ähnlicher Weise auf einem (hier allerdings sehr kurzen) Stiele inserirt annehmen, wie die schildstieligen Unterblätter¹⁾.

¹⁾ Für die Selbstständigkeit des Blattohres spricht aber vor allem eine erst während der Redaction dieser Abhandlung gemachte Beobachtung: Die ersten Blattohren an den aus Sporen sich entwickelnden Pflanz-

Wenn in einem Blattohre sich kein *Nostoc* ansiedelt, so verändert es seine oben beschriebene Gestalt, die es schon zunächst der Vegetationsspitze zeigt, in keiner Weise. Wir finden daher häufig genug an von der Vegetationsspitze weit entfernten Stellen, wo das Gewebe schon längst zu wachsen aufgehört hat, Blattohren in normaler Form und Grösse, aber wie es scheint nicht mehr functionsfähig und im Absterben begriffen, oder schon abgestorben (Taf. I Fig. 20).

Eine ganz eigenthümliche Ausbildung erlangen sie aber dann, wenn sie durch *Nostoc* inficirt werden:

Nostoc ist ein fast unzertrennlicher Begleiter von *Blasia*. Man findet im Freien wohl kaum ein Pflänzchen, an dem er nicht an irgend einer Stelle in lebhafter Vegetation begriffen, aufzufinden wäre. Namentlich um den Scheitel herum zwischen den dicht stehenden Blattgebilden findet man häufig grosse Mengen vielfach verschlungener Fäden. Auch in der an der Rückenseite dicht hinter dem Scheitel sich findenden muldenförmigen Vertiefung, die von den vertikal aufstehenden Seitenblättern nach vorne begrenzt wird, und durch eine Rückneigung derselben selbst theilweise bedeckt werden kann, finden sich immer zwischen den zahlreichen Haarpapillen (und Brutschuppen) auch *Nostockolonien*; ja selbst im Brutknospenbehälter sind sie, wie schon *Hofmeister* angibt, anzutreffen. Es ist so selbstverständlich, dass sie auch in der Nähe der Blattohren häufig vorkommen, ebenso, dass sie sich in dem Hohlraume, der auch zur Zeit der vollen Entwicklung des Blattohres mindestens unter dessen Spitzenpapille (öfters aber durch eine breitere Querspalte) nach aussen geöffnet ist, ansiedeln, wobei zugleich der denselben erfüllende Schleim ein treffliches Substrat abgibt. Ich habe viele Male *Nostocfäden* beobachtet, die zur Hälfte schon in den Hohlraum eingedrungen waren, während der andere Theil noch ausserhalb befindlich war. Ebenso findet man häufig Stadien, wo ein eingedrungener *Nostocfaden* in ein- oder zweimaliger Windung um die Basis der Innenpapille herum gelagert ist. Diese Lage ist zweifellos desshalb so häufig, weil an dieser Stelle der Hohlraum in halberwachsenen Blattohren am weitesten ist, da die Innenpapille an ihrem Grunde am schmälsten ist, während sie mit ihrem kopfigen Ende der Blattohrfläche entweder sehr genähert ist, oder sie sogar berührt (Taf. II Fig. 4).

In diesem Stadium der Insertion liegen die Randzellen des Blattohres, abgesehen von der unter der Spitzenpapille bleibenden Oeffnung, noch ringsum der Tragzelle der Innenpapille dicht an, wie es ja auch an *Nostocfreien* Blattohren der Fall ist. Mit der Vergrösserung der *Nostockolonie* nimmt in demselben Maasse auch das Blattohr an Volum zu, und erreicht häufig den vierfachen Durchmesser. Zunächst dem Scheitel behält es dabei seine ursprüngliche

chen sind sehr einfach gebaut, und oft nur auf eine papillös über die Laubfläche hervorragende grosse Zelle, welche an der Spitze die keulenförmige Papille trägt, reducirt (Taf. V Fig. 28). In anderen Fällen ist diese Zelle gegen die Laubfläche concav. Nicht selten ist auch der in Taf. V Fig. 29 dargestellte Fall, wo das Blattohr in Bezug auf seine Form und seine Zellengruppirung deutlich erkennbar ist, dem Seitenblatte jedoch nicht seine Fläche, sondern seinen Rand zukehrt.

Form und stellt uns einen kugeligen Körper dar, der nur mit schmaler Basis dem Traggewebe aufsitzt. Weiter von der Spitze entfernt, wird seine Wölbung immer flacher, dabei seine Basis immer breiter; an Stellen, wo die Sprossstreckung endlich vollendet ist, erscheint er nur mehr wenig über die Laubfläche erhaben und fast immer in der Richtung der Sprossachse verlängert. Häufig bemerkt man auch in diesem Stadium noch die Spitzenpapille; sie liegt, entsprechend der Lagenveränderung, welche die Seitenblätter bei der Sprossstreckung durchgemacht haben, nicht mehr an dem dem Sprossscheitel zugekehrten Rande sondern seitlich. In diesem Stadium ist auch von der normal dicht unter der Insertionsstelle der Spitzenpapille befindlichen Oeffnung Nichts mehr wahrzunehmen, jene steht vielmehr auf der Blattohrfläche selbst (Taf. II Fig. 3). Es kann dies nur Folge davon sein, dass die der Insertionsstelle zunächst gelegenen Randzellen (Taf. II Fig. 4A) weiter gewachsen sind, und indem sie endlich auf die Laubfläche trafen, den Ausführungsgang verschlossen.

Wenn man durch solche bedeutend vergrößerte und inficirte Blattohren Durchschnitte anfertigt, so sieht man den Ursprung der Innenpapille ungefähr in der Mitte gelegen (Taf. II Fig. 3). Gegen die Laubfläche ist der Hohlraum durch eine Schicht flacher tafelförmiger Zellen begrenzt. Da die Ränder des Blattohres vor der Infection an die Tragzelle der Innenpapille angrenzten, so kann diese Zellschicht entweder durch Breitenwachsthum der Tragzelle, oder durch entsprechende Wachsthumsvorgänge der ihr anliegenden Randzellen des Blattohres entstanden sein. Ich habe mich durch vergleichende Beobachtungen überzeugt, dass das letztere der Fall ist, dass also diese Schichte aus den Randzellen des Blattohres hervorgegangen ist. Der Hohlraum des inficirten Blattohres ist also ringsum von einer dem Blattohre angehörenden (respective aus dessen Randzellen entstandenen) Zellschicht umschlossen.

Es gelingt sehr leicht, unter dem Praeparirmikroskope die Nostockugel durch Zerreißung des Blattohres frei zu praepariren. Verfährt man dabei mit einiger Vorsicht, so beobachtet man, dass die Nostockugel, die an ihrer der Sprossfläche zugekehrten Seite stark abgeflacht ist, in der Mitte dieser fixirt ist. Wenn man sie nun losreisst und die abgeflachte Seite untersucht, so bemerkt man in der Mitte derselben (der früheren Haftungsstelle) eine trichterförmige Vertiefung. Zerdrückt man nun die Kugel vorsichtig, so bemerkt man zwischen den auseinander weichenden Nostockfäden (und isolirten Zellen) weite, vielfach verzweigte, ziemlich dickwandige Schläuche (Taf. II Fig. 5), die mit wasserhellem Inhalt erfüllt sind. Ihr gemeinsamer Ursprungsort liegt in der Nähe jener trichterförmigen Vertiefung. Es ist nicht der geringste Zweifel, dass sie durch Verzweigung der Innenpapille (über ihrer Tragzelle) entstanden sind¹⁾. Dadurch findet auch die obenerwähnte Anheftung der Nostockugel an das unterliegende Gewebe ihre Erklärung.

¹⁾ Es wurde dies auch schon von *Janczewski* (l. c.) erkannt. *Corda*, der diese Schläuche ebenfalls sah und abbildete (*Sturm*, Flora Deutschlands) hielt sie für die Wurzelhaare der sich entwickelnden Brutknospe, dem aber schon von *Bischof* (*N. A. A. C. L.* vol. XVII. 2, pag. 927) widersprochen wurde. Auch *Gottsche*

Da das Auswachsen der Innenpapille in die eben erwähnten Schläuche (die in ihrer Gesamtheit eine einzige vielfach verzweigte Zelle darstellen) nur an solchen Blattohren beobachtet wird, welche mit Nostoc erfüllt sind, dieselben in Nostocfreien Blattohren nie beobachtet werden, so muss angenommen werden, dass ihr Auftreten mit der Nostoc-Ansiedlung in Beziehung steht, ja geradezu von dieser abhängig ist.

Diese die Nostockugel durchsetzenden Schläuche vermitteln zweifellos ein innigeres Wechselverhältniss zwischen den beiden Organismen und haben für beide vielleicht dieselbe Bedeutung, wie die farblosen kugeligen Zellen in den entophyten Nostockolonien von *Anthoceros*¹⁾. Ob, wie *Janczewski* meint, ausschliesslich nur Nostoc aus diesem Zusammenleben Nutzen zieht, ob nicht vielleicht *Anthoceros* wie *Blasia* die Nostocgallerte bei Trockenheit und Dürre gewissermassen als Wasserreservoir benützen, mag dahingestellt bleiben; gewiss ist, dass die Nostoc-Ansiedlungen der Trappflanze in keiner Weise schädlich werden.

Die vielfachen Beziehungen des Nostoc zu verschiedenen Pflanzen machen diese Gattung jedenfalls zu einer physiologisch wie morphologisch im höchsten Grade interessanten. Wählt er sich in dem einen Falle abgestorbene und durchlöcherzte Zellen zum Wohnplatze, wie typisch bei *Sphagnum* und vielen Lebermoosen, so siedelt er sich in dem andern Falle in Intercellularräumen an, ohne mit der Nährpflanze in irgend welche weitere Verbindung zu treten. So ist es in den Wurzeln von *Cycas*, und nach *Schenk*²⁾ in denen von *Gunnera*, ebenso bei *Anthoceros*. Dem Vorkommen bei *Blasia* jedenfalls am nächsten stehend, ist das bei *Azolla*³⁾, wo er sich in den höhlenartigen Vertiefungen der Blattfläche findet, und seine Gallerte von den Haaren, welche aus der die Höhlung auskleidenden Epidermis entspringen, durchsetzt wird. Aber bei *Blasia* ist die Verbindung der durch die Verzweigung der Innenpapille entstandenen Schläuche mit der Nostockugel noch eine weit innigere und erinnert geradezu an den Aufbau des Flechtenthallus.

Der die Blattohren (eventuell das einzige Blattohr) producirenden Zelle nach der Sprossrückenseite angrenzend liegt die Mutterzelle des Seitenblattes. Sie erscheint in Spitzenansicht schon bald nach ihrer Anlage senkrecht auf die Hauptwände des Segmentes verbreitert, und wächst auch später in derselben Richtung zur freien Blattfläche aus (Taf. I Fig. 6, 7). Wenn man daher Vegetationsspitzen in Rücken- oder Bauchansicht betrachtet, bei welcher Lage die Hauptwände der seitenständigen Segmente im Durchschnitt erscheinen, so kehren die jungen Seitenblätter dem Beschauer ihre Flächen zu. Doch liegen die Blattflächen nicht genau horizontal, sondern sind etwas nach der Spross-

(Uebersicht der Leistungen in der Hepaticologie. Beilage zur botan. Zeitg. 1858, pg. 45) erkannte diese Schläuche als Verzweigungen einer Zelle, und beobachtete, dass »diese merkwürdigen Gebilde von der Wand ausgehen, und mit ihrem verästelten blinden Kopfe in den Zell- (Brutkörner-) haufen hineinragen«.

¹⁾ *Janczewski* l. c.

²⁾ Bot. Zeit. 1872 pg. 750.

³⁾ *Strasburger*. Ueber *Azolla* pg. 40.

rückenseite hin aufgerichtet; eine Lage, die nicht etwa Folge späterer Krümmungen ist, sondern, wie früher erwähnt, schon an den jüngsten Blattanlagen sichtbar ist, und in der ursprünglichen Wachstumsrichtung ihren Grund hat (Taf. I Fig. 10A, 12, 13). Aehnlich dem Blattohre und dem Unterblatte wird auch das Seitenblatt zuerst in zwei Längshälften zerlegt. Im weiteren Wachstum der freien Blattfläche ist in Bezug auf die Zellentheilungen eine bestimmte Gesetzmässigkeit nicht mehr wahrzunehmen, und ich verweise statt jeder Beschreibung, um ein diesbezügliches specielles Beispiel anzuführen, auf die Figuren 14 und 15 der Tafel I.

Die Mutterzelle des Seitenblattes, aus dem Segmente nach einer Folge von schiefen wechselnd nach der Rücken- und Bauchseite des Sprosses geneigten Theilungen herausgeschnitten, kann gewissermassen als die Scheitelzelle des Segmentes betrachtet werden. Zu wiederholten Malen (Taf. I Fig. 13) beobachtete ich, dass sich diese schiefen Theilungen auch noch 1—2 mal in der zur freien Blattfläche auswachsenden Zelle wiederholen. Doch scheint eine Regelmässigkeit in der Aufeinanderfolge und Lage dieser weiteren schiefen Theilungen nicht mehr stattzufinden. Gewiss ist nur so viel, dass die Zelle, welche später als Innenpapille in den Hohlraum des Blattohres hineinragt, durch eine solche schiefe Wand aus der Mutterzelle des Seitenblattes herausgeschnitten wird (Taf. I Fig. 10A, Fig. 13 Wand 5), und dass die Mehrschichtigkeit des Blattgrundes und somit der allmälige Uebergang des Stengelgewebes in die freie Blattoberfläche schon durch diese in den jüngsten Stadien der Blattentwicklung stattfindenden Theilungsvorgänge angelegt wird.

Was nun die Entwicklung der rücken- und bauchständigen Segmente betrifft, so lässt sich durch directe Beobachtung kaum mehr nachweisen, als dass sich aus ihnen keulenförmige Haare in grosser Zahl entwickeln. Diese Haare sind schon zunächst der Vegetationsspitze vollkommen ausgewachsen, und sind an älteren Sprosspartien nur in den seltensten Fällen noch nachzuweisen. Es gilt dies eben sowohl für die der Rücken- als auch die der Bauchseite. In Bezug auf die ersteren ist keine andere Annahme möglich, als dass sie ähnlich vielen andern Trichombildungen zu Grunde gehen. Denn die freie Rückenseite älterer Stammpartien zeigt keine Spur haarähnlicher Bildungen oder solcher, die sich etwa aus jenen entwickelt haben könnten¹⁾. In Bezug auf die an der Bauchseite sich bildenden Keulenhaare wäre allerdings die Annahme möglich, dass sie zu den zahlreichen Rhizoiden auswachsen, die das kriechende Pflänzchen an die Unterlage befestigen. Dieser Annahme widerspricht aber die Wahrnehmung, dass die Wurzelhaare spitzwärts nie bis in die Region vorrücken, wo die Keulenhaare sich befinden, sondern dass zwischen beiden eine Querzone gefunden wird, an der weder Keulenhaare noch Rhizoiden beobachtet werden. Letztere sind, wie ja auch bei den übrigen Lebermoosen, spätere Bildungen einzelner oberflächlicher Zellen. Ein genetischer Zusammenhang zwischen ihnen und den Keulenhaaren der Vegetationsspitze

¹⁾ Ich sehe hier von jenen später zu besprechenden externen Brutschuppen ab, die an manchen Pflänzchen gefunden werden.

existirt nicht¹⁾ Die an der Bauchseite befindlichen Keulenhaare gehen wohl ausschliesslich aus den bauchständigen Segmenten hervor. Es ergibt sich dies schon aus der Erwägung, dass die Aussenwände der seitenständigen Segmente an dieser Seite ja ausschliesslich zur Bildung der Blattoorgane (*Amphigastria* und Blattohren) verwendet werden. In der Vegetationsspitze ist also an diesen Stellen kein Raum für eine Haarbildung vorhanden; diese könnte erst später eintreten, wenn nach begonnener Streckung die Blatttheile auseinander-rücken. An der Rückenseite aber ist ein Theil jedes seitenständigen Segmentes (die durch die zweite schiefe Theilungswand an der Rückenseite des Segmentes abgeschnittene Zelle) in die Blattbildung nicht einbezogen worden, und es ist wahrscheinlich, dass sich auch aus ihm Keulenhaare entwickeln. Ich schliesse dies vor allem daraus, weil die Querzone, in welcher sich an der Rückenseite Keulenhaare entwickeln, bedeutend breiter ist, als die entsprechende an der Bauchseite, und weil die Lagerung der am weitesten nach rechts und links gelegenen Haare gegenüber den seitenständigen Blättern kaum eine andere Deutung zulässt.

Ausser den eben besprochenen Keulenhaaren produciren die bauchständigen Segmente hie und da auch blattartige Bildungen, die den aus den seitenständigen Segmenten sich entwickelnden Unterblättern gleichen. Ich habe schon oben (pg. 6) bemerkt, dass an manchen Sprossen die Zahl der Unterblätter grösser ist, als die der seitenständigen Blätter, während doch, wenn sie nur aus seitenständigen Segmenten hervorgehen würden, offenbar deren Zahl gleich sein müsste. Ich habe ferner erwähnt, dass, wenn man an solchen Sprossen es versucht, die Unterblätter auf die seitenständigen aufzuthelen, die übrigbleibenden sich meist durch ihre geringere Grösse (ihre Fläche besteht oft nur aus wenigen Zellen) auszeichnen und dass sie zunächst der Sprossachse inserirt sind, also aus Gewebepartieen entspringen, die zweifellos bauchständigen Segmenten angehören. Dies Alles lässt wohl kaum eine andere Annahme zu, als die, dass hie und da auch bauchständige Segmente bei der Production blattartiger Bildungen betheiligt sind. Ihre Entwicklung von den ersten Stadien an direct zu verfolgen, gelang mir nicht. Die jüngsten bauchständigen Segmente, die unzweifelhaft als solche erkannt werden konnten, zeigten nämlich immer nur Keulenhaare und Taf. I Fig. 8 ist der einzige mir untergekommene Fall, wo aus einem (allerdings schon älteren) unzweifelhaft bauchständigen Segmente sich ein blattartiges Gebilde (Sch) entwickelt hatte. Es hat dies vor allem wohl darin seinen Grund, dass die Entwicklung dieser Bildungen aus bauchständigen Segmenten überhaupt selten ist, wozu aber möglicher Weise noch der Umstand kommt, dass sie in ihren ersten Stadien den Keulenhaaren gleichen. So ähnlich diese Bildungen den eigentlichen (aus seitenständigen Segmenten sich entwickelnden) Unterblättern sind, so glaube ich doch, dass sie in Bezug auf ihren morphologischen Werth nicht gleichstehen. Jene werden

¹⁾ Dasselbe gilt auch für die an der Bauchseite der Sprosse von *Metzgeria* und vieler anderer blattloser und beblätterter Jungermannien aus ganz bestimmten Zellen des Segmentes sich entwickelnden Keulenhaare.

constant¹⁾ und aus ganz bestimmten Segmenttheilen gebildet; diese sind weder in Zahl noch in Bezug auf den Ort ihrer Entstehung an ein bestimmtes Gesetz gebunden und dürften aus diesem Grunde schon viel eher den Trichomen zuzuzählen sein. Zu dieser Ansicht wird man um so mehr bestimmt, wenn man diese Bildungen mit den ihnen ähnlichen der Sprossrückenseite vergleicht:

An gewissen Sprossen nämlich, namentlich solchen, welche weder Geschlechtsorgane noch die bekannten flaschenförmigen Brutknospenbehälter entwickeln, findet man öfters die Rückenseite unmittelbar hinter dem Vegetationsscheitel muldenartig vertieft. Diese Mulde ist nun stets mit zahlreichen Keulenhaaren, die denen der Bauchseite vollkommen ähnlich sind, besetzt. Ausserdem findet man aber zwischen ihnen zahlreiche blattartige Schüppchen, die mit sehr zartem einzelligen Stiele der Wandung angeheftet sind²⁾. Diese Schüppchen stellen eine eigenthümliche Form von Brutknospen dar, und ich werde später bei Besprechung ihrer Entwicklung Gelegenheit haben, zu zeigen, dass sie unzweifelhaft als Trichome aufgefasst werden müssen.

Es erübrigt uns noch, die Lagenveränderungen zu besprechen, welche die einzelnen Segmenttheile und die aus ihnen entspringenden Gebilde beim Heraustreten des betreffenden Stengeltheiles aus dem Knospenzustande bis zu dessen beendeter Streckung durchzumachen haben. Auch in Bezug auf diese Verhältnisse müssen wir die rücken- und bauchständigen Segmente einerseits und die seitenständigen andererseits gesondert betrachten, ebensowohl deshalb, weil ihre ursprüngliche Lage eine ganz verschiedene ist, als auch, weil ihre Betheiligung beim Aufbaue des Stämmchens sie wesentlich von einander unterscheidet.

Nur bei den rücken- und den bauchständigen Segmenten gelingt es jedoch, die Lagenveränderung durch directe Beobachtung nachzuweisen. Jeder durch die Vegetationsspitze und senkrecht auf die Fläche des horizontal verbreiterten Sprosses geführte Längsschnitt zeigt uns, dass die abwechselnd rücken- und bauchwärts geneigten und unter nahezu rechten Winkeln an einanderstossenden Segmente endlich senkrecht auf die Längsachse des Sprosses zu stehen kommen, also ganz dieselbe Lagenveränderung durchmachen, wie wir sie an jenen Segmenten finden, die aus dreischneidigen Scheitelzellen (Moosstämmchen und Wurzeln der Gefässkryptogamen) oder aus zweischneidigen (Stämmchen von *Fissidens*, *Salvinia* und *Azolla*) abgeschnitten werden.

Die seitenständigen Segmente sind anfangs mit ihren Hauptwänden der Längsachse des

¹⁾ Dies gilt freilich nur für erstärkte, in voller Entwicklung begriffene Triebe. Schwächliche aus Brutknospen oder Sporen hervorgegangene Sprosse bilden anfangs keine Unterblätter. Man beobachtet dieses Fehlen der Unterblätter übrigens auch bei andern dreireihig beblätterten (und mit dreiseitiger Scheitelzelle wachsenden) Lebermoosen, wo die jungen aus Sporen gezogenen Pflänzchen durch mehrere Segmentumläufe keine Unterblätter entwickeln.

²⁾ Uebrigens findet man sie, in diesem Falle freilich in geringerer Zahl, öfters auch rings um einen noch jungen Brutknospenbehälter, oder selbst an männlichen oder weiblichen Pflänzchen.

Sprosses parallel. Später sind sie gegen die Vegetationsspitze concav gekrümmt (Taf. I. Fig. 6), eine Erscheinung, die wir ganz in ähnlicher Weise an den Segmenten von *Metzgeria* beobachten, und hier wie dort selbstverständlich nur eine Folge des stärkeren Längenwachsthumes der basiskopen (dem Scheitelpunkte abgekehrten) Segmenthälften sein kann. An ihrem vorderen freien Rande setzen sie sich in die Blattgebilde fort, und zwar liegen, der oben besprochenen Entstehung entsprechend, in der Fortsetzung des einem solchen Segmente angehörigen Stengelgewebes je ein Seitenblatt und Unterblatt genau über einander, zwischen beiden anfangs in gleicher Höhe die Blattohren. In dem Maase, als sich die Segmente gegen den Scheitelpunkt concav krümmen, werden selbstverständlich auch deren basiskope Theile stärker über die Vegetationsspitze emporgehoben; die jungen Seitenblätter neigen über dem Scheitel zusammen, und das basiskope Blattohr kommt etwas höher zu stehen, als das demselben Segmente angehörige akroskope. Diese Höhendifferenz wird jedoch bald wieder ausgeglichen und macht sich endlich in entgegengesetzter Richtung geltend. Die Seitenblätter werden vom Scheitelpunkte abgeneigt, ihre Längsachsen bilden mit der Sprossachse immer grössere und grössere Winkel und stehen endlich auf derselben senkrecht; — die Blätter stehen am entwickelten Sprosse seitlich und der Länge nach inserirt. Dem entsprechend verändern auch die Blattohren ihre Lage. Das basiskope kommt immer tiefer und tiefer zu stehen und entfernt sich in Folge des durch die Stengelstreckung bedingten starken Breitenwachsthumes des Blattgrundes immer weiter von dem akroskopen. Dieselbe Lagenveränderung macht in gewissem Sinne auch das Unterblatt mit. Seiner Entstehung entsprechend ist es anfangs gegen die demselben Segmente angehörigen Blattgebilde so orientirt, dass seine Mediane in ihrer Verlängerung zwischen den beiden Blattohren hindurchgeht und mit der Mediane des Seitenblattes zusammenfällt (Taf. I Fig. 1 Bl. 3). Würde diese gegenseitige Lage stets dieselbe bleiben, so müsste nach vollendeter Sprosstreckung das Unterblatt in der mittleren Höhe zwischen beiden Blattohren gelegen sein. Dies ist jedoch nur selten der Fall. Häufig finden wir es bis an das obere Blattohr hinaufgerückt, öfters in der Nähe des unteren gestellt, ein anderes Mal näher oder ferner der Stammachse. Es hängt diese Unregelmässigkeit seiner Stellung gewiss mit der Art seiner Insertion zusammen, die, weil stielartig, nur einen ganz geringen Theil jenes Flächenstückes einnimmt, das dem das Unterblatt producirenden Segmenttheile entspricht, und das also, je nachdem es an dieser oder jener Stelle stärkeres oder geringeres Flächenwachsthum zeigt, offenbar auf das Unterblatt lagenverändernd wirken muss.

Die Seitenblätter von *Blasia* zeigen bekanntlich überschlächlige Deckung¹⁾. Diese ihre Lage beobachtet man schon in der Vegetationsspitze, und sie hat ihren Grund in der Art ihrer Entstehung aus den Segmenten. Wie es nämlich die Theilungsweise der Scheitelzelle bedingt; greift die Seitenblattmutterzelle jedes älteren Segmentes nach der Rückenseite hin

¹⁾ Hofmeister, Vgl. Unt. pg. 25.

etwas über die entsprechende Zelle des ihm anliegenden jüngeren Segmentes über, und es ist so selbstverständlich, dass, wenn sich aus beiden die Blätter gebildet haben, das jüngere unter der akroskopischen Hälfte des älteren gelegen sein muss. Es kann diese Lage nach erfolgter Streckung ganz aufgehoben werden und die Blätter decken sich gar nicht; bei gedrungenem Wuchse beobachtet man diese Deckung jedoch wenigstens in so weit auch noch an älteren Stammtheilen, dass ein Theil des höher stehenden Blattes unter den Vorderrand des tiefer stehenden hineinreicht.

Der Grund der überschlächtigen Blattdeckung ist also ein ganz anderer, als bei andern Jungermanniaceen wie *Radula*, *Frullania* etc., wo diese Lage eine secundäre Erscheinung ist, die, von der Art der Segmentirung der Scheitelzelle unabhängig, nur durch das ungleiche Längenwachsthum der Rücken- und Bauchseite bedingt wird.

Das Stämmchen von *Blasia* ist bekanntlich sehr stark horizontal verbreitert, so dass man in den wenigsten Fällen eine scharfe Grenze zwischen ihm und den Seitenblättern wahrnimmt, vielmehr das mehrschichtige Gewebe desselben ganz allmählig in die einschichtige Blattfläche übergeht. Ziemlich sicher wird diese Grenze durch die Lage der Blattohren bezeichnet, die, wie wir wissen, am Grunde der Seitenblätter gebildet werden, so dass wir das innerhalb jener gelegene Gewebe als dem Stengel angehörig bezeichnen können. Beim Aufbaue des Stengels betheiligen sich selbstverständlich ausser den rücken- und bauchständigen Segmenten, aus denen wohl auch das axile Bündel langgestreckter Zellen hervorgeht, auch die inneren Theile der seitenständigen Segmente; wie weit jedoch ihre Betheiligung reicht, lässt sich nicht ermitteln.

Die Zellen des das Stämmchen durchziehenden Stranges zeichnen sich von denen des umliegenden Gewebes durch bedeutendere Länge aus. In ihnen findet man häufig grosse Mengen kohlen-sauren Kalkes, theils in Form unregelmässiger Körner und Klumpen, theils als kleine Krystalle und oft in solchen Massen, dass mehrere an- und hintereinanderliegende Zellen dicht damit erfüllt sind. Die Wände dieser kalkführenden und theilweise auch die der übrigen axilen Zellen zeigen ungemein zarte, quergestellte spaltenförmige Poren.

Verzweigung

Die Sprosse von *Blasia* zeigen in der Regel eine wiederholt gabelige Auszweigung. Wohl findet man hie und da an einem stark gestreckten Sprosse seitlich und von der Spitze entfernt, eine Zweiganlage; doch lässt sich in diesen, wie in allen ähnlichen Fällen durch Uebergänge leicht nachweisen, dass solche Bildungen darin ihren Grund haben, dass der eine Gabelzweig in seiner Entwicklung zurückblieb und von dem andern sich stärker entwickelnden überholt und zur Seite gerückt wurde.

Auch in der Knospe erscheinen die Gabelzweige fast immer gleich stark entwickelt. Sieht man von den Blattbildungen ab, so hat der Vegetationsrand dieselbe Gestalt, wie etwa bei beginnenden Gabelungen von *Metzgeria*, *Pellia* etc. An Stelle des dort auftretenden Mittellappens liegt hier ein Seitenblatt, an dessen Bauchseite und genau quergestellt findet man die beiden

Blattohren, und zwischen ihnen aber etwas tiefer das Unterblatt. Beiderseits dieses anfangs genau in der Sprossachse liegenden Seitenblattes erscheinen die beiden Vegetationspunkte mit ihren Blattgebilden, die an beiden Sprossanlagen ziemlich gleiche Entwicklungsstadien zeigen, so dass daraus ein Schluss auf ein ungleiches Alter derselben wohl nicht gemacht werden kann. Dies Alles liesse es gerechtfertigt erscheinen, die Verzweigung von *Blasia* als ächte Dichotomie aufzufassen, wenn wir den Ausdruck im Sinne, wie *Sachs*¹⁾ denselben gebraucht, anwenden wollen.

Bevor ich näher auf die Untersuchungen eingehe, die dahin zielten, die Sprossanlagen bis zu ihrem einzelligen Zustande zurückzuverfolgen und mit den Theilungsvorgängen im Scheitel des Muttersprosses in Beziehung zu bringen, sollen vorerst die Möglichkeiten, nach welchen die Auszweigung vor sich gehen könnte, hier discutirt werden:

Wenn (wie ich hoffe, es überzeugend dargelegt zu haben) die Sprosse von *Blasia* mit einer Scheitelzelle wachsen, so sind selbstverständlich nur die zwei Fälle denkbar, dass die Verzweigung entweder schon in der Scheitelzelle oder erst in den aus ihr hervorgehenden Segmenten angelegt wird. Im ersteren Falle könnte eine Längstheilung der Scheitelzelle, welche sonst die Entstehung einer neuen Scheitelzelle höherer Ordnung und eines seitenständigen Segmentes bezweckt, die Bildung zweier gleichwerthigen Scheitelzellen hervorrufen und wir hätten dann einen Fall ächter Dichotomie, ähnlich dem, wie er für *Dictyota* schon lange bekannt ist. Der Annahme einer derartigen Halbiring der Scheitelzelle ständen nicht jene Bedenken entgegen, die dort sich geltend machen, wo wie bei zwei- und dreiseitigen Scheitelzellen die Halbiringwand zugleich auch einen (den hinteren) Kantenwinkel halbiren müsste, was bei Zelltheilungen meines Wissens nirgends beobachtet wurde und wahrscheinlich aus dem Grunde nicht vorkommt, weil eine Spaltung des Plasmakörpers in dieser Richtung am schwierigsten vor sich gehen würde. Die Halbiringwand würde in ihrer Lage vollkommen einer Seitenwand entsprechen und es würde sich dieser Theilungsvorgang, von dem wie er bei Bildung eines seitenständigen Segmentes stattfindet, nur dadurch unterscheiden, dass dort die Tochterzellen unter sich verschieden, hier aber gleich und gleichwerthig wären. Unter der Voraussetzung nun, dass sich in den beiden neuen Scheitelzellen die Theilungsweise der ursprünglichen Scheitelzelle wiederholen würde und dass (wofür die Beobachtung spricht) die Intensität des Wachsthumes an beiden Vegetationspunkten gleich stark wäre, müssten selbstverständlich die ersten aus den Scheitelzellen abgeschnittenen und einander zugekehrten seitenständigen Segmente ziemlich gleiche Entwicklungsstadien zeigen, und es müssten dem entsprechend auch zwischen den beiden Vegetationspunkten und in der Sprossachse zusammenstossend, zwei seitenständige Blätter von ziemlich gleichem Entwicklungsstadium zu finden sein. Dies ist aber nicht der Fall und es liegt vielmehr, wie ich schon oben erwähnte, genau in der Sprossachse ein einziges Seitenblatt (mit den dazu gehörigen

¹⁾ Lehrbuch der Botanik III. Aufl. pg. 161.

beiden Blattohren und dem Unterblatte), das in Bezug auf seine Entwicklung den übrigen zwischen den beiden Vegetationspunkten gelegenen Seitenblättern weit voraus ist.

Es ist allerdings noch eine andere Form der Verzweigung, die aus der Scheitelzelle selbst ihren Ursprung nehmen würde, denkbar. Wir können uns nämlich vorstellen, dass in der Scheitelzelle 2 einander parallele Längswände auftreten, und dass von den drei Zellen, welche dadurch gebildet würden, die mittlere, die also gewissermassen als der Abschluss der Sprossachse anzusehen wäre, sich in der Weise eines seitenständigen Segmentes weiter entwickeln und die oben erwähnten genau in der Sprossachse gelegenen Blattgebilde (Seitenblatt, Blattohren und Unterblatt) bilden würde, während die 2 rechts und links gelegenen Zellen als neue Scheitelzellen funktionieren könnten. Ein solcher Auszweigungsmodus würde aber kaum als eigener Typus aufzufassen sein und vielleicht besser als eine Auszweigung aus einem seitenständigen Segmente betrachtet werden können. Denn wir wären nach Allem, was wir über vegetative Zellenbildung wissen, kaum berechtigt, anzunehmen, dass sich der Plasmakörper der Scheitelzelle simultan in 3 Partien spalten könnte, müssten vielmehr annehmen, dass auch hier zuerst eine Zweitheilung einträte, und dass dann später erst eine abermalige Spaltung einer der Schwesterzellen vor sich gehen würde. In diesem Falle aber können wir eben eine der beiden Schwesterzellen als die die Sprossachse fortsetzende Scheitelzelle, die andere als seitenständiges Segment auffassen, in dem sich in ähnlicher Weise, wie etwa bei *Metzgeria* und *Fossombronia* eine neue Scheitelzelle entwickelt hätte. Für die Annahme, die Auszweigung geschehe aus einem seitenständigen Segmente spräche weiters noch der Umstand, dass das anfangs genau in der Sprossachse und zwischen den beiden Scheitelpunkten gelegene Blatt später bei Verlängerung der beiden Auszweigungen aus dem Gabelungswinkel herausgerückt und an einem der beiden Zweige mehr weniger emporgerückt erscheint, und dort ganz dieselbe Stellung einnimmt, wie ein anderes seitenständiges Blatt, ein Umstand, der vielleicht dafür sprechen würde, dass das ihm den Ursprung gebende Segment als nicht neutral zwischen beiden Sprossscheitelzellen gelegen, sondern vielmehr schon als einer derselben angehörig betrachtet werden müsste. Es erleidet dabei ganz dieselbe Lagenveränderung, wie der Mittellappen bei beginnender Auszweigung der Sprosse von *Metzgeria*, der ebenfalls nicht zu gleichen Theilen in die einschichtige Laubfläche der beiden Gabelzweige übergeht, sondern sich grösstentheils bei dem Aufbaue des Einen betheilt. Aehnlich ist es bei *Fossombronia*, wo der Auszweigungstypus derselbe ist, wie bei *Metzgeria*: Nach Bildung der neuen Scheitelzelle liegen zwischen den beiden Scheitelzellen 2 Segmente, deren eines dem Mutter-sprosse, das andere aber schon dem Zweige angehört. Aus beiden entwickeln sich Blätter. Sie sind anfangs ziemlich gleich gross; später aber überholt immer das Eine, dem Haupt-sprosse angehörige das Andere, welches ein Blatt des Seitensprosses ist, ziemlich bedeutend in der Entwicklung und steht dann genau in der Sprossachse. Noch später, nach erfolgter Streckung des Sprosses sehen wir die beiden Blätter von einander getrennt, aus dem Gabelungswinkel herausgerückt und jederseits an dem entsprechenden Sprosse emporgehoben.

Die Aehnlichkeit dieser Erscheinung legte mir im Vorhinein die Vermuthung nahe, dass auch bei *Blasia* die Auszweigung aus einem seitenständigen Segmente und im Allgemeinen nach demselben Typus erfolge, wie bei *Metzgeria* und *Fossombronia*.

Die diesbezüglichen Untersuchungen hatten leider nicht den gewünschten Erfolg. Es gelang mir nicht, mit Sicherheit die Art der Auszweigung zu erforschen. Die Schwierigkeiten, welche einerseits die Praeparation andererseits die complicirte Theilungsweise der Scheitelzelle und deren Aehnlichkeit mit den ersten Theilungen in den Segmenten der Forschung entgegenstellen, sind nahezu unüberwindlich. Doch widerspricht keines der Jugendstadien, die ich gefunden habe, der oben ausgesprochenen Vermuthung und ich glaube kaum, dass sich mit denselben ein anderer Auszweigungsmodus in Uebereinstimmung bringen liesse.

Es sollen im Folgenden einige der belehrendsten Praeparate ihre Besprechung finden.

Taf. I Fig. 11 stellt die Längsansicht eines Sprossscheitels von der Rückenseite gesehen dar. Die beiden Scheitel v und v_1 sind nach aussen durch die zu Seitenblättern ausgewachsenen Segmente A und B begrenzt und von einander durch das seitenständige Segment C getrennt. Auch in diesem Segmente ist schon Blattbildung eingetreten: die beiden Zellen y und y_1 sind papillös hervorragend, entsprechen den beiden Hälften des Seitenblattes und es zeigt auch schon der Verlauf der Wände ihre Zusammengehörigkeit, d. h. ihren gemeinsamen Ursprung aus einer Zelle. Die Seitenansicht zeigte deutlich, dass diesem Seitenblatte entsprechend, auch schon die Blattohren und das Unterblatt angelegt waren. Fig. 12 stellt die Ansicht des Praeparates von der Seite des Scheitels v aus gesehen dar, der optische Durchschnitt geht durch den Lappen y des Seitenblattes, hinter dem das Blattohr (O) und das Unterblatt (U) deutlich hervortritt. Mit diesen Längsansichten stimmt die Spitzenansicht eines anderen Sprossscheitels, der sich ungefähr in demselben Entwicklungsstadium befand und in Fig. 5 derselben Tafel dargestellt ist, vollkommen überein; Zwischen den beiden als solche deutlich erkennbaren Scheitelzellen v und v_1 liegt die Zellengruppe C, die ihrer Lage nach vollkommen einem seitenständigen zur Scheitelzelle v_1 gehörigen Segmente entspricht und sich als solches auch bei Betrachtung des Scheitels in Längsansicht unzweifelhaft kundgab. Wenden wir das oben gegebene Theilungsschema der Scheitelzelle auf dieses Praeparat an, so wurden aus der Scheitelzelle v_1 nach Bildung des seitenständigen Segmentes C ein rücken- und ein bauchständiges Segment (R und B) und dann ein nach aussen liegendes seitenständiges Segment (S) abgeschnitten. Die Scheitelzelle v begrenzen rechts und links ihr angehörige seitenständige Segmente; an der Rückenseite sieht man Partien eines rückenständigen Segmentes; das diesem entsprechende bauchständige ist wegen der starken Krümmung der Scheitelfläche nicht mehr sichtbar. Aus dem Verlaufe der Seitenwände der Scheitelzelle v scheint hervorzugehen, dass, da beide über demselben rückenständigen Segmente aufstehen, sie in ihrer Bildung unmittelbar auf einander folgten, während normal, wie oben erwähnt wurde, zwischen ihrem Entstehen die Abscheidung eines rücken- und eines bauchständigen Segmentes gelegen ist. Die ganze nach der eben erörterten Deutung zur Scheitelzelle v gehörige, resp. aus

ihr entstandene Zellengruppe würde dann als hervorgegangen aus einem seitenständigen Segmente zu betrachten sein.

Jüngere Stadien, als die eben besprochenen, habe ich mit voller Sicherheit nicht erkennen können, doch glaube ich, dass die Fig. 6 ein solches darstellt. Dafür spricht, dass die Scheitelregion breiter ist, als es unter normalen Verhältnissen vorkommt, und dass in Spitzenansicht (Fig. 6B) zwischen den gegen einander concaven Seitenwänden, die sonst normal die Scheitelzelle nach rechts und links begrenzen, hier 3 Zellen (v c v_1) gelegen erscheinen. Bei Vergleichung mit anderen Ansichten ist es kaum zweifelhaft, dass die Zellen a und b seitenständigen Segmenten angehören. Die Krümmung ihrer akroskopen Seitenwände spricht weiters dafür, dass v und v_1 Scheitelzellen darstellen; dann liegt zwischen beiden noch eine Zelle c , die abermals einem seitenständigen Segmente und der Zellengruppe C der Fig. 5 entsprechen dürfte. Ist diese Deutung richtig, dann dürfte die Zellengruppe c v_1 b sammt der sie grundwärts begrenzenden Zelle einem seitenständigen Segmente entsprechen, das aus der Scheitelzelle v abgeschnitten wurde, aus der weiters nach erfolgter Bildung je eines rücken- und bauchständigen Segmentes, das seitenständige a entstanden wäre. In dem den Seitenspross producirenden Segmente wären nun, nach Bildung der schiefen rücken- und bauchwärts geneigten Wände unmittelbar nach einander folgend 2 seitenständige entstanden, durch welche die Segmente c und b und die zwischen ihnen liegende Scheitelzelle v_1 abgeschnitten worden wären¹⁾.

Ich bin mir wohl bewusst, dass diese Deutung und Zusammenlegung der Zellcomplexe nicht absolut geboten erscheint, aber ich glaube, dass sie den Theilungsvorgängen im Achsenscheitel am besten entspricht, anderseits aber die Auszweigung mit der bei *Metzgeria*, *Fossombronia* und den mit dreiseitiger Scheitelzelle wachsenden Jungermanieen in Uebereinstimmung bringt²⁾.

Ausser dieser eben besprochenen Endverzweigung findet sich bei *Blasia* auch noch eine adventive. Aehnlich wie bei *Metzgeria* entspringen nämlich an der Bauchseite älterer Sprosstheile, an denen häufig schon die Blätter zu Grunde gegangen sind, zunächst der

¹⁾ Es gilt dies für die Annahme, dass v die Sprossscheitelzelle sei. Betrachtet man v als die Zweigscheitelzelle und v_1 als die den Spross fortsetzende, so wird die Anschauung nicht wesentlich geändert.

²⁾ Es geht diese Erörterung von der Annahme aus, dass im Achsenscheitel von *Blasia* eine Scheitelzelle vorhanden sei. Ich habe schon oben die theoretischen Gründe, welche uns zu einer solchen Annahme zwingen, erörtert und habe gezeigt, dass bei sorgfältiger Untersuchung des Scheitels auch die Beobachtung damit übereinstimmt. Wächst nun aber der Spross mit einer Scheitelzelle, haben also die unmittelbar rechts und links ihr anliegenden Zellen den Charakter von normal Blätter bildenden Segmenten, so hätte es keinen Sinn, die Zellen im Achsenscheitel eines in Gabelung begriffenen Sprosses (Taf. I Fig. 6) als unter sich gleichwerthig anzunehmen. Da statt eines Vegetations Scheitels später deren 2 in die Erscheinung treten, können eben statt einer Scheitelzelle dann nur deren 2 vorhanden sein. Die zwischen ihnen gelegenen Zellen haben den Charakter seitenständiger Segmente und bilden daher auch in der That als solche die verschiedenen Blattgebilde.

Mittellinie Zweige. Wie bei den aus Brutknospen oder Sporen sich entwickelnden Sprossen erscheint an ihnen anfangs die Unterblattbildung unterdrückt, und an jedem Seitenblatte steht nur ein Blattohr. Später aber, mit zunehmender Erstarkung der Sprosse, findet man an ihnen alle Blattgebilde und sie unterscheiden sich dann in ihrer Weiterentwicklung in Nichts von dem Muttersprosse. Bei der Seltenheit ihres Vorkommens war es mir nicht möglich, sie bis zu ihrer Anlage zurück zu verfolgen und ich kann nicht einmal mit Bestimmtheit sagen, ob sie oberflächlich entstehen oder aus Innenzellen oder ob etwa, wie es ja auch bei *Metzgeria*¹⁾ vorkommt, beides der Fall ist. An älteren Stadien lässt sich darüber absolut nichts bestimmtes sagen, weil der Grund des Adventivsprosses immer in dem dichten Geflecht von Rhizoiden versteckt ist, die ebenso aus den umliegenden Zellen des Tragsprosses als auch aus der Basis des Adventivsprosses entspringen, und es so unmöglich machen, auf Schnitten den Verlauf der oberflächlichen Zellschichte zu erkennen.

Zu wiederholten Malen beobachtete ich an der Bauchseite des Sprosses und öfters in den Achseln von Unterblättern warzenförmige Zellhöcker, welche aus der oberflächlichen Zellschichte zu entspringen schienen. Viele der Aussenzellen waren zu Rhizoiden ausgewachsen. Aber es war mir nicht möglich an denselben irgend welche Gliederung oder ein bestimmtes Wachstumsgesetz nachzuweisen. Ich weiss daher nicht, ob diese Höcker mit der Bildung der Adventivsprosse in Beziehung stehen. Es wäre möglich, dass sich an ihnen erst die Adventivsprosse bilden, dass sie also — ähnlich den Brutschuppen und Gemmen, oder den an der Spitze der Keimschläuche sich bildenden Zellkörpern — als eine Art Vorkeimbildung aufzufassen wären.

Geschlechtsorgane.

Blasia ist diöcisch. Die männlichen Pflanzen sind viel schwächtiger als die weiblichen und gleichen den in Cultur sich bildenden Trieben durch den viel deutlicheren Gegensatz, der zwischen Seitenblättern und Stengel hervortritt.

Die Antheridien sind bis jetzt meines Wissens nur von *Hooker* und *Gottsche* gesehen worden. Von dem Entdecker der Pflanze *Micheli* bis *Schmidel* waren die flaschenförmigen Brutknospenbehälter für die männlichen Blüten, die in den Blattohren nistenden Nostockolonieen für samenbringend gehalten worden. *Schmidel*²⁾, der die Pflanze übrigens äusserst sorgfältig untersuchte, kehrte die Deutung um und betrachtete die Nostockugeln als die männlichen Organe. Dieselbe Ansicht sprach auch *Bischoff*³⁾ aus und vertheidigte sie gegen andere Schriftsteller, welche in diesen Körpern eine eigenthümliche Form von Brutknospen

¹⁾ Zur Morphologie von *Metzgeria*. Mittheilungen des nat. Ver. f. Steiermark. 1872.

²⁾ Dissertatio de *Blasia* §. XVIII.

³⁾ Ueber die Lebermoose. N. A. A. C. L. vol. XVII. 2 pg. 927.

zu sehen meinten. Zu diesen Forschern gehört auch *Nees v. Esenbeck*¹⁾. Von den Antheridien sagt er (pag. 394) »dass sie sich auf der Bauchfläche der Mittelrippe bilden, meist unter rundlichen am Rande spitz gezähnten Unterblättern ähnlichen Schuppen«. Es ist kaum mit Sicherheit zu sagen, welche Gebilde *Nees v. Esenbeck* als Antheridien deutete, doch glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, dass er in den »Unterblättern ähnlichen Schuppen« jene eigenthümliche Form von Brutknospen (Brutschuppen) vor sich hatte, die sich auf der Oberseite des Stengels und ausserhalb der eigentlichen Brutknospenbehälter bilden. Sie stellen ein einem Unterblatte ähnliches Gebilde dar, aus dessen dem Stengel zugekehrter Fläche dann ein Spross sich entwickelt. An diesem treten vorerst nur die Blattohren, in denen sich alsbald *Nostoc* ansiedelt, hervor, und zwar findet man sie theils einzeln, theils zu mehreren dicht neben einander stehend. Die Beschreibung, die *Nees* von seinen »Antheren« gibt, dass sie frei und oft gesellig (bis zu 3) unter jeder Schuppe stehen, ferner, dass sie von der Grösse der gewöhnlichen »Keimkörnerknötchen« (so bezeichnet *Nees v. E.* die in den Blattohren nistenden *Nostockolonien*) sind, und aus einem unregelmässigen engzelligen zarten Sacke bestehen, der mit feinen Körnern erfüllt ist, wie auch die Bemerkung: »von einem Träger konnte ich keine Spur entdecken, doch sah ich manchmal ein kleines Würzchen an der einen Seite der Anthere« (worunter er wohl die am apicalen Ende des Blattohres befindliche Haarpapille meint) — passen ganz auf diese Gebilde. Freilich widerspricht dem wieder die Angabe, dass »die Antheren auf der Bauchfläche der Mittelrippe sich finden«. Doch dürfte diese Angabe vielleicht so zu erklären sein, dass er die Brutschuppen wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Unterblättern, die ja auch auf der Bauchseite der Mittelrippe stehen, als von dieser Stelle losgerissene Unterblätter ansah.

*Hooker*²⁾ beobachtete zweifellos die eigentlichen Antheridien. Er gibt an, dass sie zu 2 oder 3 auf derselben Frons und eingesenkt in den Nerven vorkommen. Seine Abbildung (Taf. 82 Fig. 3) zeigt ferner vollkommen deutlich, dass er sie auf der Rückenseite beobachtete³⁾, und auch seine Beschreibung entspricht im Allgemeinen den thatsächlichen Verhältnissen. *Gottsche*⁴⁾ beschreibt die Antheridien wohl von allen Forschern am genauesten: »Die Antheren stehen auf der Dorsalfläche des Laubes, und zeichnen sich leicht durch ihre gelbliche Färbung aus; wenn sie unreif sind, erscheinen sie grau. Sie sind wirklich eingebettet im Laube und kommen an unseren Exemplaren zu 5—6 zusammenstehend vor; sie haben einen dicken, 4, 6 Zoll (soll wohl heissen Zellen!) starken Träger, welcher häufig halb so

¹⁾ Naturgeschichte der europ. Lebermoose. III. pg. 397. Man vergleiche auch *Corda Flora Deutschlands*, Taf. XXXVII Fig. 25.

²⁾ *British Jungermanniae*.

³⁾ Die Angabe *Nees v. Esenbeck's*: „Hooker fand die Antheren in die Ventralfläche der Mittelrippe eingesenkt“ ist also, worauf schon *Gottsche* aufmerksam machte, durchaus ungerechtfertigt.

⁴⁾ Ueber *Haplomitrium Hookeri*. N. A. XX. I. pg. 295.

lang als 'die Antheridie ist«. An dieser Beschreibung ist kaum viel zu ändern, und es ist merkwürdig, dass, trotz dieser bestimmten Angaben des so sorgfältigen Forschers und trotz der Abbildung *Hooker's*, man bis in die neueste Zeit immer noch auf die Autorität *Nees v. Esenbeck's* hin, die Antheridien als auf der Bauchseite der Frons und in den Achseln schuppenartiger Blätter stehend, beschrieb¹⁾.

Die Antheridien finden sich immer in Mehrzahl an demselben Pflänzchen. Betrachtet man den unverletzten Spross in Rückenansicht, so beobachtet man hier und da und ziemlich genau in der Sprossmediane liegend, ellipsoidische Auftreibungen des Gewebes. Sie liegen zu 3 und mehr oft dicht hinter einander in einer Reihe, an breiteren Sprosstheilen, namentlich hinter einer Verzweigung, wo auch schon die beiden Nerven, die je zu einem Gabelzweige führen, erkennbar sind, theilweise nebeneinander und sind sämmtlich mit ihrer längeren Achse der Längsachse des Sprosstheiles parallel. Bei genauerer Beobachtung findet man am apicalen Ende jeder solchen ellipsoidischen Auftreibung eine Oeffnung, die in einen jener Auftreibung entsprechenden Hohlraum führt (Taf. II Fig. 6), der entweder ganz oder nur in seinem hinteren Theile von einem ellipsoidischen Körper — dem Antheridium erfüllt ist. Es kommt übrigens wiewohl sehr selten vor, dass das Antheridium den Hohlraum nicht allein vollständig ausfüllt, sondern dadurch, dass die deckende Gewebelamelle nicht ganz nach vorne reicht, mit seinem vorderen Theile frei aus der so erweiterten Mündung hervorragt. Häufiger ist der Fall, dass der Hohlraum nicht unmittelbar nach aussen mündet, sondern nach vorne in einen längeren oder kürzeren Kanal ausgezogen ist, an dessen Ende sich erst die Oeffnung befindet, die dann allerdings ziemlich weit von der dem Hohlraum entsprechenden blasigen Auftreibung entfernt ist. In solchen Fällen hat auch die ganze Oeffnung mehr die Gestalt einer Längsspalte. Es sind dies Alles Erscheinungen, die mit dem Maasse der Streckung des betreffenden Stengeltheiles in Beziehung stehen.

Die Ueberwölbung des Hohlraumes ist, wie ein vertikaler durch die Sprossachse geführter Längsschnitt (Taf. II Fig. 7) zeigt, in der vorderen Hälfte aus einer Zellschicht gebildet, wird jedoch nach rückwärts successive mehrschichtig. Das reife Antheridium hat durchschnittlich einen Längendurchmesser von 0.23 Mm und einen Breitendurchmesser von 0.13 Mm. (Die Samenbläschen 0.003 Mm D.) In diesem Zustande ist die Antheridienwandung oft kaum erkennbar; so sehr sind deren Zellen tangential zusammengedrückt. An jüngeren Antheridien ist sie jedoch vollkommen deutlich, und da beobachtet man, dass das Antheridium mit einem ganz kurzen Stiele im hintersten Theile des Hohlraumes fixirt ist (Taf. II Fig. 8, 9).

Bei der Seltenheit des Vorkommens männlicher Pflanzen²⁾, war es mir nicht möglich,

¹⁾ *Rabenhorst* Kryptogamenflora 1863 pg. 309.

²⁾ Ich habe *Blasia* durch mehrere Jahre und von den verschiedensten Standorten untersucht. Erst im vorigen Jahre fand ich auf der Hochstrasse bei Graz fruktificirende Pflänzchen, und dazwischen emgestreut, aber sehr spärlich männliche Individuen; doch waren Jugendzustände von Antheridien nicht mehr

die Entwicklungsgeschichte der Antheridien sowohl in Bezug auf ihre Entstehung als ihr Wachstum lückenlos zu verfolgen, doch glaube ich, dass das Gesehene genügt, um daraus das entwicklungsgeschichtliche Bild ziemlich genau zusammenstellen zu können.

Die männlichen Pflänzchen unterscheiden sich, wie oben gesagt, schon durch ihren schwächeren Wuchs leicht von weiblichen Individuen. Sie sehen dadurch den in Cultur erzogenen Sprossen ähnlich, ebensowohl darin, dass der Stengel nicht so sehr verbreitert ist, und daher der Gegensatz zwischen diesem und den Blättern viel auffälliger ist, als auch, dass die vertikalen Entfernungen der aufeinander folgenden Seitenblätter viel grösser erscheinen, ihre wechselständige Anordnung daher auch weit schärfer hervortritt. An den meisten von mir untersuchten Pflänzchen waren mehrere Antheridien vorhanden; die weiter grundwärts stehenden schon entleert, das dem Scheitel am nächsten liegende, aber von diesem immerhin noch c. 1 Mm entfernte aber noch nicht geöffnet. Es erfüllte den Hohlraum in der Regel ziemlich vollständig. Wo dies aber nicht der Fall war, da fand sich die Innenwand besetzt mit zahlreichen kopfförmigen Haarpapillen ganz ähnlich denen, wie sie in noch ganz jungen Brutknospenbehältern gefunden werden. Als ich dies einmal beobachtet hatte, überzeugte ich mich, dass diese Papillen überall vorhanden sind. Dort, wo das Antheridium den Hohlraum vollkommen ausfüllt, werden sie durch dieses an die Wand angedrückt und können deshalb leicht übersehen werden; in älteren Stadien, wo das Antheridium schon entleert ist, sind sie zwar als solche nicht mehr wahrnehmbar, wohl aber bemerkt man an der Wandung ihre Rudimente.

Weiter nach der Spitze hin war kein Antheridium mehr wahrzunehmen; an dieser selbst aber fand sich fast ausnahmslos ein Brutknospenbehälter, das eine Mal schon ziemlich weit entwickelt und deutlich den aufgerichteten Halstheil zeigend, das andere Mal kaum erst angelegt. Diesen Stadien entsprechend zeigten sich auch die in demselben befindlichen Brutknospen (Gemmen) in ihrer Entwicklung verschieden weit vorgeschritten. Diese Verhältnisse lassen sich auf vertikalen Längsschnitten durch die Spitze männlicher Pflänzchen leicht constatiren. Unter vielen solchen Praeparaten fand ich nun mehrere, welche an der Spitze ganz normal einen jungen Brutknospenbehälter zeigten. In demselben fanden sich auch in grosser Menge die kopfförmigen Papillen, von denen einige schon in der Umbildung zu Brutknospen (Gemmen) begriffen waren und deutlich die ersten dieser Entwicklung entsprechenden Theilungen zeigten (Taf. V Fig. 6); zugleich aber fand sich im hinteren Ende der Höhlung ein halberwachsenes Antheridium (Taf. II Fig. 9). Ich erhielt, wie schon erwähnt, solche Praeparate zu wiederholten Malen, aber alle Versuche noch jüngere Entwicklungsstadien der Antheridien aufzufinden, waren vergeblich. Dass die eben beschriebenen Jugendstadien der Antheridien die Producte

aufzufinden. In diesem Jahre fand ich Mitte August bei Spital in Kärnten die männlichen Pflanzen zahlreicher; aber leider waren auch sie zum grossen Theile in der Entwicklung schon zu weit vorgeschritten.

normaler Vegetation und nicht abnorme Bildungen sind, darf wohl aus ihrer Gleichheit in mehreren Praeparaten geschlossen werden, und es spricht dafür auch der Umstand, dass die in der Höhlung neben dem Antheridium vorkommenden Papillen, wie schon erwähnt, auch bei vollkommen entwickelten und von der Spitze entfernt stehenden Antheridien, freilich oft kaum mehr erkennbar aufgefunden werden. Ist jene Annahme richtig, dann stimmen die Antheridienbehälter (die Höhlung, in welcher das Antheridium liegt) mit den flaschenförmigen Brutknospenbehältern in ihrer Anlage überein. Beide entstehen durch Ueberwallung des Gewebes¹⁾; ihre Wandung ist durch die Epidermis gebildet, deren Zellen zu Papillen ausgewachsen sind, welche entweder auf dieser Entwicklungsstufe stehen bleiben, oder sich zu Brutknospen oder Antheridien umbilden. Wie Fig. 9 der Taf. II zeigt, ist das Antheridium in seiner Entwicklung den Brutknospen weit voran. Es ist also wahrscheinlich, dass der Beginn seiner Bildung in eine Zeit fällt, wo der Behälter erst angelegt wird, und dass sein rasches Wachstum in dem noch jungen Behälter die Weiterentwicklung der kopfförmigen Papillen zu Brutknospen oder, wo diese schon in Bildung begriffen, ihre Ausbildung stört. Es stimmt dann *Blasia* in Bezug auf die Entstehung und die weitere Ausbildung der Antheridien und ihrer Behälter mit *Pellia* und *Riccia* überein, wo dieselben ja ebenfalls zunächst der Vegetationspitze aus oberflächlich gelegenen Zellen entstehen und erst später durch eine von rückwärts aus fortschreitende Ueberwallung des Gewebes in dasselbe versenkt werden.

Mit dieser Uebereinstimmung in der Anlage der Antheridien- und Brutknospenbehälter dürften aber wohl auch noch andere Thatsachen in Verbindung stehen:

Ich habe nämlich schon oben erwähnt, dass an der Spitze jedes Antheridien tragenden Sprosses Brutknospenbehälter — oft schon mit ganz entwickelten Brutknospen — gefunden werden. Dagegen finden sich, soweit meine Beobachtungen reichen, diese Brutknospenbehälter höchst selten mit Archegonien an demselben Individuum²⁾, sondern es sind die weiblichen Pflänzchen durch eine andere Form ungeschlechtlicher Fortpflanzung (durch die Bildung von frei auf der Oberfläche des Laubes sich entwickelnden Brutschuppen) charakterisirt. Wenn wir ferner bedenken, dass die Antheridientragenden Pflänzchen immer sehr schwächlich sind, und ganz den Habitus junger noch nicht erstarkter Sprossen haben, und ferner, dass die Bildung der Antheridien immer der Bildung der Brutknospenbehälter vorausgeht und nie nachfolgt, so wird die Annahme wahrscheinlich, dass diese Form ungeschlechtlicher Fort-

¹⁾ Man vergleiche das später über die Entwicklung der Brutknospenbehälter gesagte, ebenso *Hofmeister* in *Vergl. Unters.* pg. 26.

²⁾ *Corda* in *Flora Deutschland's* behauptet zwar von seiner *Blasia Hookeri* (pg. 52), dass er in dem Brutknospenbehälter (seinem Kelche) neben den Brutknospen (seinen Antheren) auch Rudimente der »Fruchtknotenbildung« (Archegonien) antraf. Es dürften aber gerade diese Körper Antheridien gewesen sein. Man vergleiche seine Abbildung Taf. XIII Fig. 9. Auch *Beilschmied* (in *Nees v. Esenbeck: Naturg. d. eur. Leberm.* III. pg. 412, Anmerkung) erwähnt, dass sich »an einem Exemplare Tubercula-führende und Kapselbringende Abschnitte finden«.

pflanzung aus männlichen Pflanzen hervorgegangen ist. Ich möchte fast vermuthen, dass diese Brutknospenbildung in der Regel überhaupt erst an erstarkten Pflanzen auftritt, welche in ihrer Jugend als männliche Pflanzen mit entwickelten Antheridien fungirten. Es wäre im höchsten Grade interessant den Entwicklungsgang der aus diesen Brutknospen (Gemmen) sich entwickelnden Pflanzen vollständig zu kennen. Es wäre wohl möglich, dass sie überhaupt nur zu männlichen (Antheridien und Gemmenbehälter tragenden) Pflanzen heranwüchsen, dass also diese Vermehrungsform nicht allein dem männlichen Geschlechte eigen sei, sondern auch nur diesem zu Gute käme. Aber merkwürdiger Weise gelingen Culturen mit diesen Gemmen, wie auch schon andere Forscher bemerkten, durchaus nicht, und auch im Freien scheinen sie nur höchst selten sich weiter zu entwickeln, denn während der drei Jahre, dass ich diese Pflanze beobachtete und zu jeder Jahreszeit untersuchte, habe ich nur wenige Fälle der Weiterentwicklung solcher Brutknospen constatiren können (Taf. IV. Fig. 15, Taf. V. Fig. 3 und 4).

Die weiblichen Pflanzen sind bedeutend stärker und gedrungener als die männlichen und gleichen so in ihrem Habitus mehr der die Gemmenbehälter tragenden Form. Die im Frühjahre sich entwickelnden Früchte werden schon im Sommer des Vorjahres angelegt. Schon im August ist das Sporogonium in allen seinen wesentlichen Theilen angelegt¹⁾. Man beobachtet um diese Zeit an den Sprossenden dunkle walzenförmige Auftreibungen, die ungefähr das Ansehen von Gemmenbehältern (natürlich ohne Hals) haben, und in ihrem hinteren Theile auch an der Bauchseite des Sprosses höckerartig hervortreten. Ein vertikaler Längsschnitt zeigt uns deutlich das in einer Höhlung des Sprosses dicht vor dem axilen Zellenstrang liegende Sporogonium, dessen Kapsel in der Regel schon aus der zerrissenen Calyptra hervorragt (Taf. III Fig. 6). In diesem Stadium ist die Höhlung fast ganz von dem Sporogonium erfüllt. An jüngeren Stadien, wo das Sporogonium noch vollkommen in dem Archegonium eingeschlossen ist (Taf. III Fig. 5, 4), nimmt die Fruchtanlage nur den hinteren Theil der Höhlung ein. An der Bauchseite bemerkt man, namentlich gegen den vorderen Rand hin, ziemlich dicht gedrängt eine oder zwei Gruppen von Unterblättern (im letzteren Falle nach rechts und links ziemlich gleich weit von der Sprossachse abliegend), und dieser Unterblattbildung entsprechend beobachtet man auch den Vorderrand durch gedrängt stehende Seitenblätter (die sich als solche durch die an der Bauchseite befindlichen Blattohren leicht erkennen lassen) vielfach tief eingekerbt. Bei genauerer Untersuchung erkennt man zwischen diesen

¹⁾ Die in den Fig. 4, 5 und 6 der Taf. III dargestellten Stadien fand ich sehr zahlreich Mitte August auf dem schon oben bezeichneten Standorte bei Graz (1560 W. F. Seehöhe). Die jüngeren Stadien (Fig. 1, 2, 3) sammelte ich wenig später bei Spital (c. 1700 W. F. Seehöhe) in Kärnten; die Stadien ähnlich der Fig. 3 und noch etwas weiter entwickelte, waren die häufigsten; Stadien wie Fig. 2 viel seltener, das in Fig. 1 dargestellte Stadium fand ich nur dies Eine Mal. Es dürfte also im Allgemeinen der Juni der geeignetste Monat sein, um die Anlage und Entwicklung der Geschlechtsorgane zu studiren.

Blattgruppen je einen Vegetationspunkt; doch sind die Zellen nicht mehr in Theilung begriffen, ein Beweis, dass der Spross sein Spitzenwachsthum in dieser Epoche der Fruchtbildung schon abgeschlossen hat. Die die Höhlung nach der Rückenseite abschliessende Decke zeigt nach aussen und innen vorspringend, ein mehr oder minder deutliches Wärzchen; es liegt, bei noch wenig weit entwickelten Fruchtanlagen ganz am vorderen Ende der Höhlung, bei weiter entwickelten ist es mehr weniger gegen die Mitte gerückt (Fig. 4, 5, 6. γ). Je jüngere Stadien wir untersuchen, um so deutlicher ist es, namentlich in seinem in die Höhlung vorspringenden Theile, der an älteren Stadien oft bis zur Unkenntlichkeit verschwindet. Der nach aussen vorspringende Theil des Wärzchens zeigt an der Spitze eine oft allerdings undeutliche trichterförmige Einsenkung, deren Rand unregelmässig in Zähne ausgezogen erscheint. Die Wände der ihn zusammensetzenden Zellen sind gebräunt und ziemlich dickwandig. Der nach innen vorspringende Theil besteht aus sehr dünnwandigen im Absterben-begriffenen Zellen. Nur in der Mitte desselben sind die Zellen besser erhalten und auch dickwandiger und bilden so gewissermassen einen die Achse des Zäpfchens durchziehenden Zellstrang, der sich auch in dessen nach aussen vorspringendem Theile bis unter die trichterförmige Einsenkung verfolgen lässt. Dieser Zellenstrang lässt öfters namentlich an jüngeren Stadien in seiner Mitte ziemlich deutlich einen Kanal erkennen, durch welchen also die Höhlung nach aussen geöffnet ist. Die den Hohlraum ringsum begrenzenden Zellen stimmen in ihrem Ansehen mit denen überein, wie sie an der Peripherie des Zäpfchens — in so weit es in den Hohlraum vorspringt — gefunden werden. Sie sind in der Richtung der Sprossachse gestreckt, ihre Wände dünn, vielfach gebogen, theilweise zerrissen und schon resorbirt. Wir haben hier offenbar ein Gewebe vor uns, das in Auflösung begriffen ist. Diese Auflösung ergreift nach der Rücken- und Bauchseite hin immer neue Zellschichten; je ältere Stadien wir daher untersuchen, um so dünner wird die Gewebelage, bis endlich nur mehr die Epidermis mit 1—2 unter ihr liegenden Zellschichten, an der aber immer noch Spuren des weiter nach innen gelegenen und schon in Auflösung begriffenen Gewebes gefunden werden, erhalten bleibt. Auf der Epidermis der Rückenseite findet man häufig abgestorbene Archegonien. Namentlich in der Nähe des Wärzchens ist immer eines oder mehrere aufzufinden; aber auch weiter nach rückwärts, ja oft in der ganzen Erstreckung des Sprosses, an jüngeren Stadien auch weiter nach der Spitze hin, sind ihre Rudimente wahrzunehmen. Das Vorderende des Sprosses zeigt ferner an der Rückenseite zahlreiche Brutschuppen in allen Stadien der Entwicklung.

In diesem Zustande bleibt der fruchtbare Spross — abgesehen von dem sich weiter ausbildenden Sporogonium und einer geringen durch Streckung der Zellen bedingten Vergrösserung des Hohlraumes — bis zum nächsten Frühjahre. Bei Streckung des Stieles wird nun ganz am vorderen Ende der Höhlung die Gewebedecke zerrissen und die Kapsel emporgehoben.

Die bis jetzt besprochenen Verhältnisse der Fruchtbildung wurden in ihren wesentlichen Theilen schon von *Hooker*, dem Entdecker der Fructification von *Blasia*, und später von *Nees v. Esenbeck* ziemlich ausführlich beschrieben. Sie beobachteten, dass gleichsam als Vor-

läufer der Fruchtbildung an der Rückenseite des Sprosses einzelne Archegonien (Stempel) auftreten¹). Das oben beschriebene am vorderen Ende und an der Rückenseite befindliche Wärzchen hält *Nees v. Esenbeck* für den abgerissenen Halstheil des Archegoniums, und fährt weiter fort: »In der ersten Periode der Bildung ist der Stempel von den ihm zunächst liegenden Zellen der Mittelrippe, wie von einer schlauchförmigen in der Mitte etwas bauchigen schief von hinten nach vorn und von unten nach oben laufenden an dem Austrittspunkte des Griffels befestigten Hülle oder Blüthendecke eingeschlossen, welche zuweilen ringsum durch eine Lücke von den übrigen Zellen der Mittelrippe getrennt, noch weit öfter mit derselben durch ähnliche Zellschubstanz locker verbunden und dann gar nicht zu unterscheiden ist, jederzeit aber mit dem Heranwachsen des Stempels zur Frucht bald verschwindet, so dass man nur noch einige undeutliche Spuren derselben bei ihrem Ursprunge und an ihrem oberen Ende wahrnehmen kann«. Auch *Hooker* spricht von diesem schlauchförmigen Gebilde, das er *calyx* nennt, und in Taf. LXXXIII Fig. 3 abbildet. Wie es schon aus der Beschreibung *Nees v. Esenbecks* hervorgeht, kann dieser Schlauch nichts anderes sein, als eine Partie des die Fruchthöhle umgebenden Stengelgewebes, die sich durch Zerreißen gewisser Zelllagen losgetrennt hatte. Ich habe diese Bildung nur ein Paar Male beobachtet, sie ist also jedenfalls sehr selten; jedoch nie war die Abgrenzung gegen das unliegende Gewebe so scharf, wie es *Hooker* auf Taf. LXXXIII Fig. 3 abbildet. Dieses Stadium ist jedenfalls älter, als die von mir in Taf. III Fig. 2 und 3 dargestellten Stadien, an denen aber nirgends eine Spur eines Gebildes, das dem *Hooker'schen calyx* entspräche, vorhanden ist. Ich möchte übrigens weiter bemerken, dass in Fig. 4 der *Hooker'schen* Tafel ein Gebilde, welches den *calyx* in Fig. 3 darstellen soll, gar nicht vorhanden ist²). Ich sehe hier nur das junge Sporogonium von dem stark vergrößerten Archegonium (*Calyptra*) umgeben und weiter den oben erwähnten in die Höhlung vorspringenden Zapfen.

Die Archegonien werden unmittelbar hinter der Scheitelzelle des Sprosses angelegt. Sie entstehen durch papillöses Auswachsen einer Zelle, die wahrscheinlich einem rückständigen Segmente angehört, das sich zur Zeit, als die Archegoniumbildung beginnt, erst einmal tangential getheilt hatte. Die Querwand, welche die zum Archegonium werdende Papille abschneidet, tritt, wie bei *Riccia* in der Höhe der Oberfläche auf. Aus dieser kugeligen Endpapille bildet sich nun das Archegonium ganz genau in derselben Weise, wie ich es seinerzeit

¹) Man vergleiche die Abbildungen *Hooker's* l. c. Taf. LXXXII Fig. 5 und 6. Dass, wie *Hooker* auf Taf. LXXXIV Fig. 4 abbildet und auch *Nees v. Es.* erwähnt, am Ende des Sprosses öfters eine gedrängte Gruppe mehrerer Archegonien gefunden werden, habe ich ebenfalls öfters beobachtet. In diesem Falle zeigten aber alle Archegonien ziemlich gleiche Entwicklungsstadien. Sie waren geöffnet und gebräunt, in keinem aber zeigte sich eine Fruchtanlage. Ich glaube, dass solche Sprosse abgestorben sind und nie zur Fruchtbildung gelangen.

²) In der Tafelerklärung heisst es aber: »the calyx being burst«. Diese Figur ist zweifellos sehr ungenau gezeichnet, denn in dem Stadium, in welchem die Sporen schon fast entwickelt sind (sie sind in Fig. 5 dargestellt), zeigt das Sporogonium schon deutlich die Differenzirung in Kapsel und Stiel.

für *Radula* ¹⁾ beschrieben habe, und wie es wohl für alle Lebermoose typisch ist: Diese Endpapille zerfällt nämlich durch drei Längswände in eine axile und drei peripherische Zellen. Jene zerfällt durch eine Querwand in die Deckel- und die Innenzelle, welche letztere wieder in die Halskanalzelle und die Centralzelle zerlegt wird. Aus der Centralzelle bildet sich nach Abscheidung eines oberen Theiles als »Bauchkanalzelle« die Befruchtungskugel oder Embryonalzelle. Die peripherischen Zellen werden zu den fünf die Peripherie des Archegoniums einnehmenden Zellenreihen. Sie werden, in so weit als sie den Bauch des Archegoniums bilden, schon vor der Befruchtung durch tangente Wände getheilt, so dass die Wandung des Bauchtheiles zweischichtig wird. Die ganz in das Gewebe eingesenkte Basalzelle ist zur Zeit, als die axile Zelle des Archegoniums schon gebildet ist, noch ungetheilt (Taf. II Fig. 10), zerfällt aber später in einen Zellcomplex, dessen Ursprung aus einer Zelle auch später noch, wenn das Archegonium schon herangewachsen ist, deutlich erkannt werden kann (Taf. II Fig. 11, 12).

Der vegetirende Sprossscheitel bildet durch längere Zeit hindurch, ähnlich wie bei *Fossombronia* Archegonien, die daher auch hier, so wie dort an den vorderen Sprosstheilen in einfacher Reihe und nur wenig nach rechts und links aus der Sprossmedianen herausgerückt zu finden und dabei in Bezug auf ihre Altersstadien so geordnet sind, dass sie deutlich die acropetale Entstehungsfolge verrathen.

Das jüngste Stadium der Fruchtanlage, welches ich trotz des mühsamsten Suchens nach noch jüngeren Zuständen auffinden konnte, ist in Taf. III Fig. 2 dargestellt. Das Archegonium erscheint schon vollkommen im Gewebe vergraben, sein Bauchtheil ist stark angeschwollen, und die unterhalb desselben befindlichen Zellen des Stengelgewebes sind in lebhafter Theilung begriffen. Das ganze Archegonium ist ziemlich dicht von dem umliegenden Stengelgewebe umschlossen, das gegen die Oberfläche hin einen etwas engeren Kanal bildet, in den der Hals des Archegoniums hineinragt. Die die Wandung dieses Kanals bildenden Zellen sind durch zahlreiche Theilungen in auf der Oberfläche senkrecht stehende Zellreihen zerlegt, welche an der Mündung des Kanals zu Papillen vorgezogen erscheinen. Die durch den Archegoniumbauch durchscheinende Embryonalzelle war mindestens einmal quer getheilt. Von diesem Stadium an konnte ich nun die Weiterentwicklung Schritt für Schritt verfolgen. Von den zahlreichen diesbezüglichen Präparaten und Abbildungen habe ich in Taf. III nur jene dar-

¹⁾ Beiträge zur Entwicklungsgesch. d. Pflanzenorgane IV pg. 40. Es hat später *Janczewski* (Bot. Zeit. 1872 Nr. 21) dieselbe Entwicklung des Archegoniums auch bei den übrigen Lebermoosen nachgewiesen und meine Beobachtungen in so weit vervollständigt, als er zeigte, dass nach der Zerlegung der axilen Zelle in eine obere Hälfte (Halszelle) und eine untere, diese nicht in ihrer Gänze die Befruchtungskugel bildet, sondern dass von ihr noch früher eine »Bauchkanalzelle« abgeschnitten wird. Meine Untersuchungen hatten sich nicht bis zu diesem Zeitpunkte erstreckt, und ich kann jetzt *Janczewski's* Beobachtungen nur vollkommen beistimmen. Die Fig. 12 und 13 der Taf. 11 zeigen die Bildung dieser Bauchkanalzelle auch für *Blasia*. Ich nehme im Folgenden die Terminologie *Janczewski's* an, und nenne die früher als »Centralzelle« bezeichnete Zelle jetzt »Innenzelle«; während die früher als »Befruchtungskugel« bezeichnete Zelle nun Centralzelle heisst, und in die »Bauchkanalzelle« und die »Embryonalzelle« (die eigentliche Befruchtungskugel) zerfällt.

gestellt, welche geeignet sind, den Vorgang hinlänglich klar zu legen. In Fig. 3 haben wir das Archegonium bedeutend vergrößert, namentlich die Wandung seines Bauchtheiles hat sich bedeutend verdickt, das ganze Gebilde hat dadurch eine glockenförmige Gestalt erhalten. Die Höhlung, in der es liegt, hat sich bedeutend im Sinne seiner Längsachse vergrößert, und der am vorderen Ende derselben befindliche Kanal ist enger geworden. Vergleichen wir nun die Länge dieses Kanales und das seine Wandung bildende kleinzellige Gewebe mit den entsprechenden Theilen der Fig. 2, so bemerken wir, dass das Wandgewebe des Kanales fast keine Veränderung erlitten hat. Die Höhlung wurde gebildet durch Längsstreckung tiefer (dem Archegoniumgrunde näher) liegender Gewebeschichten, deren Zellen ja auch schon in Fig. 2 bedeutend gestreckt erscheinen. Ihre Wandungen sind verbogen, und stellenweise zerrissen; zweifellos in Folge der Zerrung, welche die rasch in die Länge wachsenden peripherischen Zellschichten (Epidermis und die darunter liegende Schichte) auf dieselben ausgeübt haben. Dieses rasche Wachsthum der peripherischen Schichten ist zweifellos auch die Ursache, dass der anfangs weit geöffnete Kanal immer enger und enger wird und sich endlich vollkommen schliesst. Ein weiter vorgeschrittenes Stadium zeigt Fig. 4 und 5. Die Fruchthöhle hat sich bedeutend erweitert; die Zerreißung und theilweise Auflösung der Wandzellen hat sich weiter nach vorne erstreckt, so dass nun das kleinzellige Gewebe, welches die Wandung des Kanals bildete, und das eine Zerrung nicht auszuhalten hatte, und folglich auch erhalten blieb, zapfenartig in die Höhlung vorspringt. In Fig. 6 ist die Frucht schon bedeutend herangewachsen, ihr kopfförmiger zur Kapsel werdender Theil ragt aus der zerrissenen Calyptra hervor, und reicht bis an das vordere Ende der Höhlung. Die Figuren 5 und 6 sind bei gleicher Vergrößerung gezeichnet. In beiden ist die Entfernung der Papille γ vom Grunde des Archegoniums ungefähr dieselbe, und doch ist die Fruchthöhle bedeutend länger geworden. Das Wachsthum der Gewebewandung geht also in dem zwischen Fig. 5 und 6 liegenden Stadium vorzüglich in dem vorderen (vor der Papille γ liegenden) Theile vor sich, woraus selbstverständlich folgt, dass die Papille γ , welche anfangs ganz am vorderen Ende der Höhlung liegt, später immer weiter nach rückwärts rückt, und zuletzt der Wandung der Fruchthöhle nahezu in deren Mitte aufgesetzt erscheint.

Von diesem Entwicklungsstadium an, bis zur Streckung des Sporogoniumstieles und der dadurch bedingten Zerreißung der Wandung der Fruchthöhle im nächsten Frühjahre ist, abgesehen von der noch etwas weiter fortschreitenden Ausbildung des Sporogoniums, eine bemerkenswerthe Veränderung nicht mehr wahrzunehmen, und es können daher die weiteren Entwicklungsstadien füglich übergangen werden.

Es wäre mir von grossem Interesse gewesen, auch die ersten Vorgänge nach stattgefundener Befruchtung kennen zu lernen, aber ich habe schon oben erwähnt, dass es mir nicht gelang, jüngere Stadien aufzufinden. Ich muss mich daher hier darauf beschränken, das mir Wahrscheinlichste mitzuthemen:

Ich gehe zuerst von der Annahme aus, dass das später die Fruchtanlage einschliessende

Archegonium ganz in derselben Weise wie die unfruchtbar bleibenden angelegt werde, dass es also ebenfalls aus einer oberflächlich gelegenen Zelle zunächst des Scheitels sich bilde. Dass nicht ein ganz bestimmtes Archegonium zur Fruchtbildung geeignet sei, dass die auf der Rückseite des Sprosses oft so zahlreich vorhandenen nicht, wie *Nees v. Esenbeck* meint, blosse »Vorläufer« der eigentlichen Fruchtbildung sind, sondern dass jedes von ihnen unter Zusammentreffen gewisser günstiger Umstände ebenfalls einer Weiterentwicklung fähig gewesen wäre, schliesse ich eben sowohl daraus, dass sich viele derselben in ganz normaler Weise öffnen, als auch daraus, dass man, wie es auch schon *Hooker* und *Nees v. Esenbeck* beobachteten, öfters unter ihnen eines findet, das ganz deutlich den angeschwollenen Bauchtheil (als Zeichen der stattgehabten Befruchtung) zeigt. Wir finden etwas ähnliches ja auch bei vielen anderen Jungermannien, wo öfters bis zu vierzig Archegonien gebildet werden, und doch nur ein einziges zur Fruchtbildung gelangt. Auch hier kommt es, wie namentlich bei *Pellia* öfters vor, dass mehrere befruchtet werden; aber in der Regel nur Eines vollendet seine Entwicklung bis zur Bildung des Sporogoniums, die andern gehen früher oder später zu Grunde. Diese Archegonien stehen in der Regel in eine Gruppe vereinigt dicht gedrängt an der Spitze des Stengels, eben sowohl desshalb, weil dadurch, dass die Scheitelzelle selbst zur Archegonienbildung verwendet wird (*Radula*, *Lophocola*) das Spitzenwachsthum des Sprosses abgeschlossen ist, als auch, weil in Folge des Umstandes, dass die Segmente in ihrer ganzen Breite zur Bildung der Archegonien aufgebraucht werden, eine Längsstreckung des Sprosses nicht mehr möglich erscheint. Wo aber wie bei *Riccia*, das Spitzenwachsthum des Sprosses durch die Bildung der Archegonien nicht beeinträchtigt wird, und wo, wie es bei *Fossombronia* der Fall ist, nur Theile der Segmente (in diesem Falle rückenständige) zu Archegonien auswachsen, der übrige Theil des Segmentes aber in normaler Weise in die Blattbildung eintritt, wo also weder das Spitzenwachsthum des Sprosses noch die Streckung der Segmente eine Störung erfahren, da finden wir die Archegonien auch nicht mehr in Büschel gruppirt, sondern wir sehen sie auf die ganze Länge des Sprosses vertheilt. Etwas ähnliches finden wir nach *Gottsche's* ausgezeichneten Untersuchungen bei *Haplomitrium*¹⁾. Auch hier ist kein bestimmtes Archegonium ausschliesslich zur Fruchtbildung befähigt. Das eine Mal ist es das der Spitze zunächst liegende, ein ander Mal ein weiter nach rückwärts stehendes, und erst die bei der Fruchtentwicklung eintretenden Veränderungen modificiren und bestimmen die gegenseitigen Lagenverhältnisse der befruchteten und unfruchtbar bleibenden Archegonien.

Es wäre allerdings denkbar, dass bei *Blasia*, trotzdem, dass sämtliche Archegonien ihrer Entwicklung und Ausbildung nach befruchtungsfähig sind, ihre weitere Ausbildung, das heisst ihre Fruchtbildung doch von einer ganz bestimmten günstigen Lage am Sprossende abhängig sei. Wir finden nämlich und nicht selten an Sprossen, die zahlreiche Archegonien aber keine Fruchtanlage zeigen, in der Vegetationsspitze Anfänge der Bildung von Gemmenbehältern,

¹⁾ l. c. pg. 351.

das heisst, wir finden öfters dicht hinter dem Sprossscheitel an dessen Rückenseite jene eigenthümliche Wucherung des Zellgewebes, mit welcher die Bildung der Gemmenbehälter ihren Anfang nimmt. Es könnte nun sein, dass nur solche Archegonien, welche zur Zeit als sie conceptionsfähig sind, schon in einer solchen Gewebefalte eingesenkt sind, sich nach erfolgter Befruchtung weiter entwickeln, während alle anderen frei an der Rückenfläche stehenden, auch wenn sie befruchtet wären, sich nicht weiter entwickeln könnten. Ich meine also, es wäre immerhin denkbar, dass der Beginn der Ueberwallung des Archegoniums nicht erst Folge der Befruchtung sei, sondern dass das conceptionsfähige Archegonium erst dadurch, dass es in seinem unteren Theile durch eine derartige Ueberwallung geschützt wird, nach erfolgter Befruchtung auch zur Fruchtbildung befähigt wäre. Dann aber wäre nicht abzusehen, warum man nicht öfter mehr oder minder ausgebildete becherförmige Behälter mit einem abgestorbenen (weil nicht befruchteten) Archegonium finden sollte, vor allem wäre es nicht zu erklären, warum durch diesen Ueberwallungsprocess nicht mehrere Archegonien in die Falte hineingezogen werden könnten, warum man also nicht neben dem fruchtbildenden auch unfruchtbare Archegonien in der Fruchthöhle finden sollte, wie es etwa bei *Pellia* der Fall ist, wo ja ebenfalls die Entwicklung der taschenförmigen Hülle, in welcher die Archegonien liegen, von der Fruchtbildung unabhängig ist, und weit früher beginnt, als sich überhaupt ein Archegonium geöffnet hat.

Ich glaube vielmehr, dass die Entwicklung der Fruchthöhle von ihrer ersten Entstehung an erst als Folge der stattgehabten Befruchtung angesehen werden muss, dass also hier ein ähnlicher Vorgang stattfindet, wie wir ihn bei den Geocalyceen in der Bildung des sogenannten Fruchtsackes wiederfinden. Ein wesentlicher Unterschied aber besteht darin, dass während dort die ganze die Spitze des Fruchtästchens krönende Gruppe von Archegonien in die Höhlung versenkt wird, im Grunde derselben daher neben dem fruchtbaren auch die unfruchtbaren gefunden werden, hier ausschliesslich nur das fruchtbare Archegonium eingeschlossen wird, während die unfruchtbaren frei an der Oberfläche der Frons stehen bleiben. Dort geht, wie *Gottsche*¹⁾ und später *Hofmeister*²⁾ zeigte, die Bildung des Fruchtsackes von der Gewebepartie aus, welche die ganze Archegoniumgruppe trägt, und in welche sich die lebhafteste Zelltheilung, welche nach erfolgter Befruchtung den Bauchtheil des Archegoniums er-

¹⁾ Ueber die Fructification der Jungermanniae Geocalyceae. N. A. A. C. L. T. XXI. p. 11. Ich habe die Abhandlung erst während der Redaction dieser Arbeit in die Hände bekommen. Ich finde dort pg. 442 einen Excurs über die Fruchtbildung bei *Blasia*. Die Anschauungen stimmen im Wesentlichen mit den hier entwickelten überein, ebensowohl darin, dass auch *Gottsche* die spätere »Versenkung« des fruchtbaren Archegoniums behauptet, als auch, dass er das Vorhandensein des »calyx« negirt. Ich habe jedoch das Manuscript ungeändert gelassen, weil, wie ich glaube, der Vorgang nach meiner Darstellung denn doch etwas anders sich gestaltet, und weil auch durch die Beobachtungen *Gottsche's* die Discussion der oben berührten Fragen nicht unnütz wird.

²⁾ Berichte der K. sächs. Ges. d. W. v. 22. April 1854.

griffen hat, fortsetzt. Bei der Bildung der Fruchthöhle von *Blasia* müssen, wie ich glaube, zwei Vorgänge streng von einander geschieden werden. Der erste dürfte darin bestehen, dass die den Grund des befruchteten Archegoniums umgebenden Zellen und wahrscheinlich die zunächst angrenzenden, sich lebhaft zu theilen beginnen, wodurch dasselbe ringsum von einem Gewebewall eingeschlossen wird. Durch diese Zellentheilungen entstehen jene in Fig. 2 Taf. III deutlich erkennbaren senkrecht auf die Oberfläche des sich bildenden Halskanales verlaufenden Zellreihen, welche sich anfangs zweifellos bis an den Grund des Archegoniums fortsetzen. Nun beginnt das zweite Stadium — die Streckung des Sprosstheiles. Diese betrifft aber nur die peripherischen Gewebelagen, wo (mit Ausnahme der sich noch lebhaft theilenden Epidermis und der darunter liegenden Schichte) die Zellentheilung fast ganz aufgehört hat, während die noch in lebhafter Theilung begriffenen Gewebepartien — das oben erwähnte kleinzellige die Wandung des Fruchtkanals bildende und ebenso das der Archegonienbasis angrenzende Stengelgewebe von der Streckung ausgeschlossen bleiben. Dies hat zur Folge, dass das Wandgewebe am Grunde des Archegoniumbauches ringsum losreißt, über das Archegonium vorgeschoben wird, und endlich an der Spitze der sich durch diese Streckung bildenden Fruchthöhle als das deren Ausführungsgang begrenzende engmaschige Parenchym erhalten bleibt (Vergl. Taf. III Fig. 2 und 3). Ich habe schon oben erwähnt, dass dieser Process der Gewebestreckung endlich auch zum Verschliessen des Ausführungsganges führen muss, wie er anderseits auch bedingt, dass die anfangs gedrängter stehenden unfruchtbar bleibenden Archegonien und ebenso die Amphigastria weiter von einander rücken und sich nach Bildung der Fruchthöhle, jene über deren ganze Rückenwandung, diese über deren Bauchwandung zerstreut vorfinden.

In den in Fig. 2 und 3 dargestellten Stadien liegt das Archegonium in der unmittelbaren Verlängerung des den Fruchtspross durchziehenden axilen Stranges, der sich gewissermassen in das kleinzellige Gewebe der vaginula auflöst. Es ist dies nur dadurch möglich, dass das die Calyptra und vaginula bildende Archegonium noch sehr nahe am Scheitel liegt, wo sein Grund noch durch wenige Zellschichten von der Sprossachse entfernt ist. Ich glaube auch, dass nur solche Archegonien, welche zur Zeit ihrer Befruchtung noch sehr nahe am Scheitel stehen, zur Fruchtentwicklung gelangen, während in dem Falle, als das Archegonium zu einer Zeit befruchtet wird, wo es schon weiter vom Scheitel entfernt ist, eine Fruchtentwicklung nicht mehr stattfindet, vielleicht desshalb, weil nur das unmittelbar hinter dem Scheitel befindliche Gewebe die Fähigkeit der Ueberwallung des Archegoniums besitzt, in ähnlicher Weise, wie ja auch die Gemmen- und ebenso die Antheridienbehälter dicht am Scheitel angelegt werden. So erkläre ich mir auch die nicht selten zu beobachtende Erscheinung, dass in einiger Entfernung vom Scheitel, um den herum noch Archegonien in verschiedenen Entwicklungsstadien getroffen werden, andere mit geöffnetem Halskanal und vergrößertem Bauchtheile also zweifellos befruchtete, gefunden werden, deren Basis in einer mehr minder tiefen

Grube liegt. Hier dürfte eben die Befruchtung in einer Entfernung vom Scheitel stattgefunden haben, wo das Gewebe die Fähigkeit der Ueberwallung schon verloren hat.

Ich habe schon oben erwähnt, dass vor dem die Fruchtanlage einschliessenden Archegonium und näher dem Sprossende noch häufig Archegonien jüngerer Entwicklung gefunden werden. Da nun die Archegonien ausschliesslich acropetale Entstehungsfolge zeigen, so folgt daraus, dass der Sprossscheitel noch längere Zeit fortwuchs, dass also die Frucht nicht als unmittelbarer Abschluss der Sprossachse betrachtet werden kann, wie es zum Beispiele unzweifelhaft bei *Lejeunia* der Fall ist, wo das einzige an dem Fruchtsprosse sich bildende Archegonium durch Auswachsen der Sprossscheitelzelle gebildet wird. Nun finden wir bei *Blasia* die Frucht ausnahmslos spitzenständig, wie es ja auch bei so vielen anderen Lebermoosen der Fall ist. Es könnte dies entweder dadurch bewirkt werden, dass wie bei *Radula*, *Lophocolea* und andern auch die Scheitelzelle zur Archegoniumbildung verwendet wird, in welchem Falle also schon durch die Anlage des weiblichen Blütenstandes das Aufhören des Spitzenwachsthumes des Sprosses bedingt ist, oder es könnte dies erst eine secundäre Erscheinung sein, wie es bei *Metzgeria* und *Aneura* der Fall ist, wo die Archegonien ausschliesslich aus Segmenten entstehen, die Scheitelzelle also in ihrer Bildungsthätigkeit durch die Entstehung der Archegoniengruppe in keiner Weise alterirt wird. Ich möchte glauben, dass bei *Blasia* das Letztere der Fall ist, dass also die Scheitelzelle bei der Archegonienbildung unbetheiligt ist. Bei *Metzgeria* und *Aneura* sind die weiblichen Sprosse als solche schon in ihrem Längenwachstume beschränkt, denn auch in dem Falle, als keine Fruchtanlage ausgebildet wird, bleiben sie verkürzt und die Archegonien stehen an ihrer Spitze gedrängt bei einander. Bei *Blasia* aber finden wir öfters Geschlechtssprosse, welche auf der Rückenseite ihrer ganzen Länge nach Archegonien tragen, während diese unmittelbar hinter dem Scheitel fehlen, der dagegen öfters Anlagen zu Gemmenbehältern zeigt, ein Beweis, dass der weibliche Spross, in ähnlicher Weise, wie es normal bei männlichen vorkommt, wieder zur vegetativen Sphäre zurückkehrte. Es würde dies dafür sprechen, dass erst durch die Fruchtanlage dem Längenwachstume des Sprosses ein Ziel gesetzt werde.

Die Entwicklung der Embryonalzelle zum Sporogonium geht im allgemeinen nach dem von *Hofmeister*¹⁾ für die Jungermannien angegebenen Typus vor sich: Sie theilt sich zuerst durch eine auf der Archegoniumachse senkrecht stehende Querwand. Die untere der beiden Zellen, die bei vielen anderen Lebermoosen ungetheilt bleibt und auch an nahezu entwickelten Sporogonien noch an der Basis des Stieles als eine oft stark verlängerte Papille erkennbar ist, zerfällt hier zuerst durch eine zur Achse der Fruchtanlage schief verlaufende Längswand, der noch später einige Längswände verschiedener Neigung folgen, in eine Gruppe von Zellen, die anfangs noch deutlich ihren gemeinsamen Ursprung erkennen lassen, später aber sich in keiner Weise von den angrenzenden Stielzellen unterscheiden (Taf. III Fig. 7—12). Die obere

¹⁾ Vergl. Unt. pg. 38.

dem Archegoniumhalse nähere Zelle ist anfangs nur wenig grösser als die untere, wächst aber rasch in die Länge und theilt sich abermals durch eine Querwand (Taf. III Fig. 7 Wd. 2),¹⁾ worauf die die Mitte der (dreizelligen) Fruchtanlage einnehmende Zelle sich übers Kreuz in vier quadrantisch gelegene Zellen theilt (Fig. 7). Dieser Theilungsvorgang wiederholt sich auch in der halbkugeligen Scheitelzelle; doch fallen die Längswände in beiden Stockwerken nie übereinander, sondern schneiden sich unter c. 45°, eine Erscheinung, die im Pflanzenreiche ungewöhnlich häufig ist und wohl auf mechanische Gründe zurückzuführen sein dürfte.²⁾

An der Spitze der Fruchtanlage liegen nun vier Scheitelzellen. In Bezug auf ihre weiteren Theilungen scheint nur in so weit noch eine strenge Regelmässigkeit obzuwalten, als jede derselben einmal durch eine Querwand getheilt wird.³⁾ In der Regel treten in den neuen Scheitelzellen nun Längswände auf (Fig. 8), doch findet man öfters auch Quertheilungen, ja es kommt sogar vor, dass die eine oder andere der Scheitelzellen durch eine der Aussenwand parallele Theilungswand sogleich in eine Aussen- und eine Innenzelle zerlegt wird.

Fruchtanlagen, welche dem in Fig. 3 dargestellten Entwicklungsstadium der Fruchthöhle und Calyptra entsprechen, zeigen ungefähr den in Fig. 9 dargestellten Zustand. Sie zeigen sich nach dem Grunde hin kaum merklich verschmälert, ebenso erscheint ihr Scheitel abgerundet; die Zellengruppen des dritten (obersten) Stockwerkes sind nach allen Richtungen gleich stark entwickelt. Hie und da aber findet man Embryonen, in welchen die eine Hälfte des Scheitels stärker ausgebildet ist, so dass die das oberste Stockwerk zuerst theilende Längswand nicht mehr in der Achse des Embryo liegt, sondern nach einer Seite gekrümmt erscheint (Fig. 11). Diese Stadien geben, wie ich glaube, die Erklärung für den Theilungsvorgang in dem in Fig. 12 dargestellten Embryo. Abweichend von den im ähnlichen Entwicklungszustande befindlichen und normal ausgebildeten Embryonen zeigt sich derselbe nach dem Scheitel und dem Grunde hin stark verjüngt. Der Verlauf der Theilungswände im ersteren liesse auf ein Wachsthum mit einer Scheitelzelle, die sich durch schiefe Wände theile, schliessen, und doch haben wir im Grunde genommen ganz denselben Theilungsvorgang wie in Fig. 8, mit dem einen Unterschiede, dass in dem einen Falle (Fig. 8) das links von der Längswand *l* gelegene Paar Scheitelzellen gleich stark entwickelt erscheint, wie das rechts gelegene Paar, während in dem anderen Falle (Fig. 12) die überwiegende Entwicklung der rechten Hälfte eine Verschiebung der ursprünglich in der Längsachse des Embryo liegenden Wand *l* und ebenso ein Ausbleiben der einen Quertheilung in der linken Hälfte zur Folge hatte⁴⁾.) Von

¹⁾ Hofmeister gibt dies für *Jungermannia bicuspidata* und *divaricata* an.

²⁾ Die Alternirung der kreuzweis gestellten Längswände in den aufeinander folgenden Gliederzellen beobachten wir in den Antheridienstielen, ebenso in der Archegonienbasis, wir finden dasselbe in den aufeinanderfolgenden Kappen der Wurzelhaube bei Gefässkryptogamen, ebenso bei vielen Trichomen phanerogamer Pflanzen etc.

³⁾ Wie Fig. 7 zeigt, kann die Quertheilung auch schon nach Halbierung der einen Scheitelzelle auftreten.

⁴⁾ Ganz dasselbe beobachtete ich zu wiederholten Malen an den Embryonen von *Fossombronina*, und einmal auch bei *Pellia*. Uebrigens kommt eine durch ungleiches Wachsthum der beiden Hälften bedingte, geringe Verschiebung der ersten Längswand auch bei den übrigen Jungermannieen ziemlich häufig vor.

einem Wachstume mit zweischneidiger Scheitelzelle kann aber um so weniger die Rede sein, als die Fruchtanlage in diesem Altersstadium das Spitzenwachsthum schon abgeschlossen hat. Denn schon in dem in Fig. 9 dargestellten Stadium ist die Differenzirung in Kapselwand und inneres Gewebe erfolgt und das Wachsthum vollzieht sich nur mehr durch intercalare Zelltheilungen. Die peripherische Zellschicht vermehrt vorerst ihre Zellen in den Richtungen der Fläche und spaltet sich später durch Tangentialtheilungen in zwei Schichten, von denen die innere schon ihrer Anlage nach aus bedeutend niedrigeren, in radialer Richtung verkürzten Zellen besteht (Taf. III Fig. 13). Die Innenzellen theilen sich anfangs durch Wände, welche der Längsachse des Embryo parallel sind oder auf dieser senkrecht stehen. Mit der Volumzunahme des Embryo geht aber diese Regelmässigkeit allmählig verloren, einmal dadurch, dass in den der Kapselwand zunächst gelegenen Zellpartien die Lage der Theilungswände sich nicht mehr nach der Längsachse des Embryo, sondern nach der Kapseloberfläche richtet, dass also in diesen Partien Tangential- und Radialwände gebildet werden (Taf. III Fig. 13); dann auch dadurch, dass auch in den axilen Zellpartien nun schiefe Wände auftreten (Fig. 14). Wenn das Sporogonium eine Länge von 0.27 Mm. erreicht hat, ist ein Unterschied zwischen den später zu Schleuderern oder Sporenmutterzellen werdenden Zellen noch nicht wahrzunehmen. Die Zellen sind durchweg in einer Richtung verlängert (mittlere Länge 0.015 Mm.) und in der Mitte der Kapsel deren Längsachse parallel, an der Peripherie derselben theils in radialer theils tangentialer Richtung gelagert. Der grösste Theil derselben ist spindelförmig, ein Theil nur nach einer Seite zugespitzt, an der anderen abgestumpft, andere durchaus unregelmässig, — kurz sie zeigen ihrer Entstehung entsprechend alle möglichen Formen. Sie sind durchweg mit körnigem, vacuolenreichem Plasma erfüllt. Die Sonderung der Zellen in Schleuderer und in Sporenbildende beginnt, wenn das Sporogonium ungefähr eine Länge von 0.36 Mm. erreicht hat. Noch sind sämtliche Zellen der Form nach unter sich gleich; ein Theil aber erscheint dadurch wesentlich verändert, dass die Zellen an ihren mehr weniger zugespitzten Enden sehr stark verdickt sind, und so der plasmatische Inhalt in der Mitte der hier bauchig erweiterten Zelle zu einem kugeligen Ballen zusammengedrängt erscheint (Taf. III Fig. 15). Diese Zellen sind die Grossmutterzellen ¹⁾ der Sporen, die anderen in denen keine Zelltheilung mehr erfolgt, werden zu den Elateren.

Eine genaue Einsicht in diese Lagerungsverhältnisse erhält man nur, wenn man Sporenkapseln, die sich in dem entsprechenden Entwicklungszustande befinden, längere Zeit in rectificirtem Weingeist liegen lässt und die dann leicht zu erhaltenden dünnen Schnitte in der gleichen Flüssigkeit untersucht. Ist der Schnitt dünn genug, so hat die Erkennung der Zellengruppirung wie der Begrenzung der einzelnen Zellen keine Schwierigkeit. Hat man jedoch

¹⁾ So will ich in Zukunft die Zellen nennen, aus welchen sich durch Zweitheilung die Sporenmutterzellen entwickeln. Ich halte es für notwendig, sie durch einen eigenen Ausdruck zu bezeichnen, weil erst mit ihrem Auftreten die Differenzirung der beiden Zellformen in der Kapsel zum Ausdruck gelangt.

etwas dickere Schnitte, so hellt man sie mit Cl. Z. I sehr leicht auf.¹⁾ Lässt man auf die Schnitte Wasser einwirken, so wird die Anordnung der Zellen durch Aufquellen (und Verflüssigung) der Membranen fast augenblicklich gestört. Die Membranen der oben erwähnten in ihren Enden stark verdickten Zellen lösen sich vollständig, die Grossmutterzellen der Sporen werden frei, und schwimmen dann in der Untersuchungsflüssigkeit herum. Häufig lässt sich an ihnen noch keine Membran nachweisen, später, namentlich wenn sie durch Quertheilung in zwei Sporenmutterzellen gespalten sind, ist jedoch die diese umschliessende Membran vollkommen deutlich wahrzunehmen und widersteht auch einige Zeit der verflüssigenden Wirkung des Wassers. Sie ist häufig auch dann noch erhalten, wenn in den Sporenmutterzellen die Bildung der Sporen schon ziemlich weit vorgeschritten ist, so dass der Inhalt der Sporenmutterzelle als vierlappiger Körper erscheint (Taf. III Fig. 16). In keinem Falle aber sind die Sporenmutterzellen schon vor dem Beginne der Sporenbildung vollkommen isolirt und etwa zwischen den Schleuderern frei schwimmend.

Die Länge der ausgebildeten Elateren schwankt zwischen 0.12 und 0.24 Mm. Da die Zellen zur Zeit als die Differenzirung in Grossmutterzellen und Schleuderzellen beginnt, im Mittel nur 0.03 Mm. Länge erreichen und in den letzteren eine Zelltheilung nicht mehr stattfindet, so wächst jede Schleuderzelle (ihre mittlere Länge im ausgebildeten Zustande zu 0.18 Mm. angenommen) noch zu ihrer sechsfachen Länge heran. Diese starke Volumzunahme macht es erklärlich, dass je mehr sich die Sporenkapsel der Reife nähert, die ursprüngliche Lage der Zellen dadurch, dass die Schleuderer sich zwischen die benachbarten Zellen (Schleuderer und Sporenmutterzellen) hineindrängen, immer mehr verloren geht, und ebenso, dass die Innenschicht der Kapselwand durch den radial wirkenden Druck der Inhaltsmasse endlich bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückt (und später resorbirt) wird.

Die Schleuderer sind im Allgemeinen zweispirig. Es gilt dies jedoch meist nur für die Enden der Zellen, da gegen deren Mitte hin sich jede Spire (oder nur eine) in zwei parallel neben einander laufende Fasern spaltet, so dass in der Mitte der Schleuderzelle vier (oder drei) neben einander verlaufende Fasern, von denen aber immer die zusammengehörigen näher an einander liegen, angetroffen werden. Es kommt sogar vor, dass an stärkeren Erweiterungen gewisser Elateren einer der Aeste selbst wieder gespalten wird, so dass öfters drei Paar Spiralbänder beobachtet werden.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die die Basis der jungen Fruchtanlage bildende und schon durch den ersten Theilungsschritt abgeschnittene Zelle sich mehrmals theilt und dass schon an halbentwickelten Früchten ihre Nachkommenschaft in keiner Weise von den be

¹⁾ Ein vortreffliches Mittel zur Aufhellung ist die Carbonsäure, welche auf Praeparate, die längere Zeit in Alkohol gelegen, angewendet wird. Bei einiger Uebung gelingt es, selbst massige Gewebekörper vollkommen durchsichtig zu machen. Ich erhielt von den verschiedensten Objecten öfters Praeparate, die, was Schärfe der Conturen der Zellhäute betrifft — nichts zu wünschen übrig liessen.

nachbarten Zellen des Fruchstieles unterschieden werden kann. Der Fruchstiel verjüngt sich ganz allmählig nach unten; eine wulstige Auftreibung wie bei vielen Jungermannien oder gar die Bildung einer den Säulenthail des Stieles umfassenden Scheide, wie bei der nahe verwandten *Pellia*, ist nicht wahrzunehmen. In einigen wenigen Fällen aber beobachtete ich denn doch eine rübenförmige Anschwellung des Stielendes, das ein paar Mal sogar lappenartige Fortsätze zeigte, die nach verschiedenen Seiten in die vaginula hineinragten.

Keimung der Sporen.

Die Keimung der Sporen von *Blasia* wurde zuerst von *Gottsche* ¹⁾ beobachtet: Am dritten Tage nach der Aussaat erschien ein Wurzelhaar, welches die Sporenhaut zu spalten schien. Dieses zeigt nach einigen Tagen an seiner Spitze eine kopfförmige Anschwellung, in welcher sich bald der ganze grüne Sporenhalt ansammelt. Später findet man an dieser Stelle eine Zellengruppe, aus welcher das Pflänzchen entsteht, an dem schon am 55. Tage nach der Aussaat die blattartigen Seitenlappen und die »Brutkörnerzelle« (Blattohr), die nun an jedem Seitenlappen auftritt, beobachtet werden. *Grönland* ²⁾ bestätigte später diese Angaben *Gottsche's* und zeigte ferner, dass diese Art der Keimung nur dann eintritt, wenn die Sporen sehr dicht gesäet werden, während bei zerstreuter Aussaat aus der Spore ohne Bildung eines Keimschlauches ein Zellkörper wird, der vollkommen dem gleicht, wie er an der Spitze des Keimschlauches (bei gedrängter Lage der Sporen) sich bildet. Diesen Zellkörper, sei er nun unmittelbar aus der Spore oder an der Spitze des Keimschlauches entstanden, hält *Grönland* und zwar mit Recht für den Vorkeim (»Protonema«) der Pflanze, die erst mit der Bildung des ersten Seitenblattes in die Erscheinung tritt. *Grönland* beobachtete ferner das gleichzeitige Auftreten des Blattohres, erkannte dessen einzellige Anlage, wie die sich bildende Höhlung, übersah jedoch den Ausführungsgang und ebenso die in den Hohlraum hineinragende Innenpapille.

Die Keimung der Sporen von *Blasia* zeigt so zahlreiche Modificationen, dass es geradezu schwierig wird, sie von einem gemeinsamen Gesichtspunkte aufzufassen. Zahlreiche Uebergangsstufen verbinden die beiden extremsten Fälle: den einen, wo die Spore ohne sich zu theilen in einen weiten Schlauch auswächst, der an seinem Ende einen Zellkörper bildet, und den andern, wo die Spore durch allseitiges Wachsthum sich vergrößert und selbst zu einem Zellkörper wird. Es wurde schon von *Grönland* beobachtet, dass diese verschiedene Art der Keimung nicht bloß den Sporen von *Blasia* zukommt, sondern mehreren Lebermoosen eigen sei. Ich fand dies ebenso bei *Anthoceros*, *Marchantia*, *Preissia*, *Grimmaldia*, *Alicularia* und mehreren Jungermanniaarten.

Der oben erwähnte Fall, wo die Spore ohne sich zu theilen, in einen Schlauch auswächst,

¹⁾ l. c. pg. 386 Taf. XVII.

²⁾ Memoires sur la germination de quelques Hépatiques. Ann. des Scienc. nat. 4. Serie T. 1.

ist allerdings selten. In der Regel treten früher mehrere Theilungen ein und erst eine der so entstandenen Zellen wird zum Keimschlauche. Es verdient aber sogleich hervorgehoben zu werden, dass auch in dem Falle, als aus der Spore selbst ein vielzelliger Zellkörper entstanden ist, immerhin noch auf den andern Keimungsmodus zurückgegriffen werden kann, in so ferne nämlich, als noch immer eine Zelle abermals in einen längeren Schlauch auswachsen kann, der dann an seiner Spitze neuerdings einen Zellkörper bildet. Es muss ferner betont werden, dass die Zellen der ein- oder mehrmals getheilten Spore unter sich vollkommen gleichwerthig sind, das heisst, dass nicht etwa eine bestimmte Zelle zum Keimschlauche, eine andere zu einem Wurzelhaar wird, sondern, dass wie es scheint, dies ausschliesslich von der Lage gegen den Horizont und von der Beleuchtung abhängig ist.

Grönland gibt an, dass bald nach der Aussaat die Spore in zwei Zellen zerfalle, von denen die eine sich senkrecht auf die erste Theilungswand nochmals theile, während die andere bei gedrängter Lage der Sporen zum Keimschlauch auswachse («en un large tube, dont l'extrémité se remplit d'une quantité considerable de chlorophylle»), oder bei zerstreuter Aussaat ein Wurzelhaar entsende, das in den Boden eindringt. Im letzteren Falle werde das aus der andern Sporenhälfte entstandene Zellenpaar zu einem Zellkörper, aus dem das junge Pflänzchen hervorsprosst, im ersteren Falle dagegen ginge es, öfters erst nach mehrmaliger Theilung, zu Grunde und nur in seltenen Fällen entwickle es sich, indem zugleich der Keimschlauch zu wachsen aufhöre, zum das Pflänzchen producirenden Zellkörper. Nach der Ansicht *Grönland's* würde also den beiden Sporenhälften schon vom Anfange an eine ganz verschiedene Fähigkeit inducirt werden: die eine immer ungetheilt bleibende Hälfte habe die Fähigkeit zum Wurzelhaar auszuwachsen, eventuell dieses zum Keimschlauche umzubilden, die andere Hälfte sei vom Anfange an zur Erzeugung der jungen Pflanzen bestimmt, könne aber bei ungünstiger Lage in der Entwicklung gehemmt werden. Eine solche Polarität der beiden Sporenhälften existirt nicht.

Die reifen Sporen von *Blasia* haben durchschnittlich einen Durchmesser von 0.036 Mm. Die drei ihrer tetraedrischen Lage in der Sporenmutterzelle entsprechenden Kanten sind nur undeutlich entwickelt, verschwinden nach der Aussaat in kurzer Zeit vollkommen und die Spore erscheint dann kugelig. Die Oberfläche der Sporenhaut ist schwach granulirt. Der Zellkern liegt in der Mitte der Zelle, ihm ringsum dicht angelagert sind die Chlorophyllkörner, entweder wenige sehr grosse (bis 0.006 Mm. d.) oder viele und kleinere. Drei bis vier Tage nach der Aussaat haben sich die Sporen schon bedeutend vergrössert (manche bis auf 0.05 Mm. d.). Einige haben die Kugelgestalt vollkommen beibehalten, zeigen das Chlorophyll nun gleichmässig an der Peripherie vertheilt, und sind öfters schon in zwei gleiche Zellen zerfallen. Andere sind eiförmig, und das Chlorophyll erscheint vorwiegend in der einen Hälfte angesammelt, eine eventuell schon vorhandene Theilungswand zerlegt die Spore in zwei an Grösse (oft bedeutend) verschiedene Zellen. Nur in dem Falle, als eine dieser Zellen sehr klein ist und gewissermassen nur einen zitzenartigen Anhang der anderen darstellt, bleibt sie unge-

theilt (Taf. V Fig. 13, 17), verlängert sich aber später öfters zu einem Haare; im anderen Falle theilen sich beide Zellen senkrecht auf die erste Theilungswand, so dass nun die Spore aus vier nach Art der Kugelquadranten gruppierten Zellen besteht. Von diesem Zeitpunkte an scheint nun allerdings die eine Sporenhälfte im weiteren Wachstume gegen die andere zurückzubleiben. Die sich stärker entwickelnde theilt sich in jedem Falle über's Kreuz, und aus einer der vier Zellen geht das beblätterte Pflänzchen hervor, während in den anderen Zellen noch verschiedene Theilungen auftreten können. In jedem Stadium dieses Entwicklungsprocesses nun vom Zeitpunkte der Aussaat an, bis zum Momente der Anlage des beblätterten Pflänzchens kann der Entwicklungsgang unterbrochen werden, dadurch, dass irgend eine morphologisch nicht bestimmte, aber günstig situirte Zelle sich stärker als die übrigen entwickelt, und in sich gewissermassen die Vegetationskraft des ganzen Organes concentrirend, zu einem weiten Schlauche auswächst, an dessen kopfförmig anschwellendes Ende die Vegetations-thätigkeit übertragen wird. ¹⁾

Der Keimschlauch, sei er nun aus der ungetheilten Spore hervorgegangen oder erst das Produkt einer ihrer Theilzellen, unterscheidet sich vom Momente des Sichtbarwerdens an von den in den Boden eindringenden Wurzelhaaren nicht allein durch die Ergrünung seines Inhaltes, sondern auch durch den viel grösseren Querdurchmesser (Taf. V Fig. 19). ²⁾ Er tritt immer an der beleuchteten Seite der Spore zu Tage. Schon *Grönland* (l. c. p. 16) machte die Beobachtung, dass er sich immer nur bei sehr dichter Aussaat der Sporen bilde, während dort, wo die Sporen zerstreut liegen, die Bildung desselben unterbleibe und die Spore unmittelbar in einen Zellkörper zerfalle. Es ist dies vollkommen richtig und gilt ganz in gleicher Weise auch für die anderen oben erwähnten Lebermoose, deren Keimung zu studieren ich Gelegenheit hatte.

Wo Sporen dicht beisammenliegend keimen, bemerkt man schon nach einigen Tagen vertikal über das Substrat grüne Fäden sich erheben. Bei einseitiger Beleuchtung erscheinen sie etwas nach der Lichtseite geneigt, sind also positiv heliotropisch. Wenig später zeigt der Schlauch an seiner Spitze eine kopfförmige Anschwellung, die sich bald darauf durch eine Querwand von dem übrigen Theil des Schlauches abgliedert, und später durch Kreuztheilung in vier der Querwand aufgesetzte in Spitzenansicht quadrantisch gelegene Zellen zerfällt (Taf. V Fig. 21, 22). In den weiteren Theilungen ist eine strenge Gesetzmässigkeit nicht mehr

¹⁾ *Gottsche* nimmt an, dass bei Bildung des Keimschlauches (resp. Wurzelhaares) die Sporenhaut gespalten werde. Da aber die Verdickungswärzchen des Exosporiums nicht in einer Zone gegen den Schlauch abgegrenzt sind, sondern am Grunde desselben Schlauches und öfters noch auf einige Entfernung an diesem hinaus, dann allerdings sehr zerstreut, wahrgenommen werden, so müssen wir eine Sprengung der Sporenhaut, die übrigens gewiss auch hie und da eintreten kann, als den selteneren Fall annehmen. Auch bei *Pellia* finden wir das eine Mal eine Sprengung, das andere Mal nur eine Ausdehnung der Sporenhaut durch das sich entwickelnde Wurzelhaar.

²⁾ Mittlerer Querdurchmesser des Keimschlauches: 0·012 Mm; des Wurzelhaares: 0·006 Mm.

wahrzunehmen, gewiss ist nur so viel, dass das beblätterte Pflänzchen sich aus einem Quadranten entwickelt (Fig. 23), während aus den übrigen Quadranten in Folge noch öfters auftretender Quer- und Längstheilungen ein Zellkörper von kugelig oder ovaler Form entsteht, der am Grunde des sich entwickelnden Pflänzchens, auch wenn dieses schon ziemlich herangewachsen ist, noch deutlich daran erkennbar ist, dass seine Zellen, im Gegensatze zu den langgestreckten Zellen des Pflänzchens ziemlich isodiametrisch sind (Taf. V Fig. 25, 26, 27). Dieser Zellkörper ist also der Vorkeim der Pflanze. Er entsteht am Ende des Keimschlauches in ganz derselben Weise, wie unmittelbar aus der Spore; — immer wird seine Bildung durch Kreuztheilung eingeleitet und immer ist das beblätterte Pflänzchen das Produkt eines dieser Quadranten. ¹⁾

Am Vorkeime sind immer einige Zellen zu Rhizoiden verlängert. Geht die Spore selbst ohne Bildung eines Keimschlauches in den Vorkeimkörper über, so entstehen sie schon während der Bildung des letzteren; bildet sich derselbe aber an der Spitze des Keimschlauches, so wird die Bildung der Wurzelhaare verzögert, um, wie es scheint, erst dann zu beginnen, wenn der Vorkeim nach Collabiren des anfangs vertikal emporstehenden Keimschlauches mit dem Substrat in Berührung kommt. Ist der Keimschlauch aus der ungetheilten Spore hervorgegangen, so scheint in derselben die Wurzelhaarbildung ganz zu unterbleiben und nur hie und da sehen wir an dem dem Keimschlauchursprunge gegenüberliegenden Ende eine papillenartige Hervorragung. Ist dagegen der Keimschlauch erst nach ein- oder mehrmaliger Theilung der Spore gebildet worden, so wachsen immer auch einige (oder wenigstens eine) der so entstandenen Zellen zu Wurzelhaaren aus, die jedoch selten eine bedeutende Länge erreichen (Taf. V Fig. 19, 27). Der Grund dieser Erscheinung ist zweifelsohne in dem Mangel

¹⁾ Das Zerfallen der Sporenhälfte, respective der Endzelle des Keimschlauches in 4 quadrantisch gelegene Zellen und weiters, die Entwicklung des Pflänzchens aus einer dieser Zellen, ist eine unter den Lebermoosen weit verbreitete Erscheinung. Namentlich deutlich zeigt sich dieselbe bei *Grimaldia*, *Preissia*, *Reboulia*, wenn die Keimung mittelst eines (ebenfalls vertikal über das Substrat sich erhebenden) Keimschlauches erfolgt. Die anfangs halbkugelige Spitzenzelle verbreitert sich ziemlich gleichmässig nach allen Seiten, theilt sich übers Kreuz und es bildet sich aus ihr eine horizontalstehende Scheibe von Zellen, welche auch später noch, wenn schon die Entwicklung des Pflänzchens begonnen hat, ihre Abstammung aus 4 quadrantisch gelegenen Mutterzellen deutlich erkennen lassen. Die Quadrantentheilung ist jedenfalls der Ausdruck eines nach allen Richtungen einer Fläche gleichmässig vor sich gehenden Wachsthumes, und verdient desshalb besonders betont zu werden, weil wir aus ihr ersehen, dass im Wachstume des Vorkeimes die Richtung, in welcher später das Pflänzchen weiter wächst, noch nicht zum Ausdruck gelangt. Bei *Pellia* wächst das Pflänzchen scheinbar in der Richtung der Längsachse der (vielzelligen) Spore hervor. Die genaue Untersuchung zeigt aber, dass die Spitzenzelle der Spore sich zuerst in 4 quadrantisch gelegene Zellen theilt und dass der Spross nur aus einer dieser seinen Ursprung nimmt. Etwas ähnliches beobachten wir bei *Fegatella*. Bei dieser Pflanze, wie bei *Pellia* ist die vielzellige Spore zweifellos als ein noch innerhalb des Sporogoniums sich entwickelnder Vorkeim aufzufassen, wie ja in den Sporen einiger Lycopodiaceen (*Isoetes* und *Selaginella*) ähnliche Vorgänge schon lange bekannt sind.

an Baustoffen gelegen, die durch den Keimschlauch entweder gänzlich oder zum grössten Theile weggeführt wurden.

Ich habe oben erwähnt, dass der Keimschlauch immer an der dem Lichte ausgesetzten Seite der Spore hervortrete, dass also derselbe nicht, wie *Grönland* meint, das Produkt einer morphologisch bestimmten Zelle sei, welche unter anderen Verhältnissen (zerstreute Aussaat) zu einem Wurzelhaare auswachse. Ebenso wenig kommt es vor, dass, wie *Gottsche*¹⁾ angibt, das in die Erde eindringende Wurzelhaar (die »Keimwurzel«) an seiner Spitze (also in der Erde) den als Vorkeim zu deutenden Zellkörper bilde. Das in das Substrat eindringende Wurzelhaar findet man immer an seiner Spitze verdünnt und chlorophylllos, während der Keimschlauch vom Momente seines Sichtbarwerdens an grünen Inhalt zeigt. Allerdings scheint es aber möglich zu sein, dass ein Wurzelhaar, wenn es mit seinem Ende über das Substrat kommt, ergrünt, und dann vielleicht auch einen Vorkeimkörper erzeugen kann. So wenigstens deute ich die nur einige Male gemachte Beobachtung, dass Wurzelhaare, welche an ihrer Ursprungsstelle durchaus normales Ansehen hatten, an der Spitze Chlorophyllkörner zeigten und keulig angeschwollen waren. Eine solche Uebernahme der Funktion eines Keimschlauches von Seite eines Wurzelhaares dürfte jedoch nur unter besonders günstigen Umständen möglich sein, wahrscheinlich nur dann, wenn durch irgend welche ungünstige Einfüsse die Entwicklung in dem Sporenkörper zum Stillstande gebracht wurde und so Baustoffe weiter disponibel bleiben. Es scheint nämlich, dass aus einer Spore sich nie zwei gesonderte Vorkeime und so zwei Pflänzchen entwickeln könnten. Man beobachtet nämlich nicht selten die Bildung zweier Keimschläuche; in der Regel aber ist einer derselben schwächer als der andere und immer bleibt einer derselben bald im Wachstum zurück und geht zu Grunde.

Wenn sich das kopfförmige Ende des Keimschlauches durch eine Querwand als selbstständige Zelle abgegrenzt hat und nun allseitig an Grösse zunimmt, so wird mit der sich verbreiternden Querwand auch ein Theil des an dieselbe anstossenden Keimschlauches erweitert. Diese Erweiterung trifft jedoch nur die eine Wandhälfte, was zur Folge hat, dass der Keimschlauch an dieser Stelle eine einseitige Anschwellung zeigt (Taf. V Fig. 18, 21, 22, 25, 26), welche später durch eine von der Mitte der Querwand ausgehende und schief nach der Seite der Ausbauchung verlaufende Wand als selbstständige Zelle abgeschnitten wird. Ich glaube, dass dies stärkere Wachstum der Schlauchwand die beschattete Hälfte derselben trifft, und dass später in Folge dieses Wachstumsvorganges die Längsachse des Vorkeimes die anfangs in der Verlängerung des Keimschlauches liegt, und daher vertikal steht, horizontal gestellt wird (Taf. V Fig. 25).²⁾

¹⁾ l. c. pg. 388.

²⁾ Ich hoffe diese und viele andere einschlägige Fragen an einem anderen Orte zu behandeln. Für jetzt sind die diesbezüglich angestellten Versuche noch unvollständig und ich muss zur Fortsetzung derselben eine abermalige und reichere Sporenernte abwarten.

Die Art der Anlage des beblätterten Pflänzchens in dem einen Quadranten ist mir nicht vollkommen klar geworden. Man erkennt den Beginn seiner Bildung daran, dass in dem betreffenden Quadranten eine lebhafte Zelltheilung eintritt, und dass einzelne dieser Zellen sich zu Haarpapillen verlängern. Bald darauf bemerkt man die Anlage des ersten Seitenblattes, und in der Regel gleichzeitig mit diesem auch des dazugehörigen Blattohres, das, wie schon oben bemerkt, an schwächtigen Sprossen immer nur in der Einzahl auftritt. So folgen nun abwechselnd nach rechts und links vom Scheitelpunkte die Seitenblätter mit je einem Blattohre auf einander. Von Unterblättern ist noch längere Zeit Nichts zu bemerken, und erst später nach allmäliger Erstarkung des Pflänzchens treten sie in die Erscheinung ¹⁾ und in der Regel zu gleicher Zeit finden wir auch an jedem Seitenblatte die Anlage zweier Blattohren.

Die Theilung der Scheitelzelle fand ich an Keimpflänzchen, welche schon einige Seitenblätter gebildet hatten, in derselben Weise, wie ich es oben für die erwachsenen Sprosse angegeben habe. An ganz jungen Pflänzchen mit nur einem entwickelten und einem zweiten eben erst angelegten Seitenblatte glaubte ich jedoch zu wiederholten Malen eine dreiseitige Scheitelzelle zu erkennen. Ihre Lage entsprach vollkommen der Lage der dreiseitigen Scheitelzelle bei den übrigen beblätterten Jungermannieen (*Jungermania*, *Radula*, *Lepidozia* etc.), und es hätten sich daher auch hier unter der Voraussetzung einer ähnlichen Theilungsweise zwei seitenständige und eine bauchständige Segmentreihe bilden müssen.

Das Auftreten dreiseitiger Scheitelzellen ist aber nicht allein auf die aus Sporen sich entwickelnden Pflänzchen beschränkt. Ich fand sie zu wiederholten Malen an schwächtigen Adventivsprossen (Taf. V Fig. 5) und einmal auch an einem aus einer Gemme sich entwickelnden Pflänzchen (Taf. V Fig. 3). In allen Fällen zeigten sie dieselbe Orientirung ihrer Seiten. Die betreffenden Pflänzchen hatten nun sämmtlich einen deutlich von den Blättern differenzirten nahezu cylindrischen Stengel. Auch stehen an solchen Pflänzchen die Seiten-

¹⁾ In ganz ähnlicher Weise finden wir bei der Entwicklung dreireihig beblätterter Jungermannieen, dass an Keimpflänzchen durch mehrere Segmentumläufe nur die seitenständigen Blätter auftreten, während die bauchständigen Segmente nur je eine Haarpapille produciren (wie dies typisch bei vielen zweireihig beblätterten Jungermanniaarten vorkommt). In späteren Segmentumläufen finden wir dann das Keulenhaar auf einer aus der Segmentoberfläche hervorstehenden Zelle, noch später ist diese Zelle weiter getheilt — und endlich entwickelt sich aus ihr die für die Species charakteristische Form des Unterblattes. Es wird also, in dem Maasse als sich das Unterblatt ausbildet, das Keulenhaar successive emporgehoben und kömmt dann an die Spitze des Blattes. Ich möchte hier auf eine andere interessante Thatsache aufmerksam machen: Die Unterblätter von *Jungermannia trichophylla* sind in drei oder vier Zähne aufgelöst. Jeder Zahn besteht aus einer Zellreihe. Nun ist es im höchsten Grade auffallend, dass immer einem der Zähne, gewöhnlich dem mittleren, die Spitzenzelle fehlt. Untersucht man jüngere Stadien, so findet man an der Spitze eines Zahnes ein Keulenhaar, das dünnwandig ist, während die Endzellen der übrigen Zähne schon verdickt sind. Ich hatte nicht Gelegenheit die Entwicklung dieses Mooses zu untersuchen, aber ich zweifle nicht, dass auch hier die Unterblätter zuerst als Keulenhaare auftreten.

blätter nicht genau seitlich, sondern greifen nach der Rückenseite des Stengels über und zeigen daher schiefe Insertion (Taf. V Fig. 1). Es deutet dies offenbar auf ein geringeres Breitenwachsthum der Sprossrückenseite gegenüber seiner Bauchseite hin. Wenn nun in der Scheitelregion eine ähnliche Differenz besteht, so wird diese in einer vierseitigen Scheitelzelle offenbar in der geringern Breite der nach der Rückenseite geneigten Seitenfläche zum Ausdruck gelangen, in ähnlicher Weise, wie bei manchen Jungermanniaarten, wo die bauchständige Segmentreihe fast kein Breitenwachsthum zeigt, auch die bauchseitige Seitenwand der Scheitelzelle sehr geringe Breite hat. Wenn nun aber in der vierseitigen Scheitelzelle die Bildung der rückenständigen Segmente ganz unterbleibt, so kommen die beiden seitenständigen Seitenwände zum Durchschnitt und es geht dieselbe unmittelbar in die Form einer dreiflächig zugeschärften Scheitelzelle über¹⁾.

Unter den zahlreichen der Untersuchung unterworfenen Keimpflänzchen fand ich öfters solche, welche an ihrem ersten Seitenblatte kein Blattohr zeigten. Doch fand sich an der Stelle, wo dasselbe ungefähr hätte stehen sollen, ein Keulenhaar, welches auf einer papillenartig über die Stengelfläche hervorragenden grossen Zelle aufsass. Einmal auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht, gelang es mir nun, von der Bildung dieser Zelle bis zu der eines vollkommenen Blattohres alle Uebergänge aufzufinden. Fig. 28 der Taf. V stellt uns ein Mittelglied dar. Das Keulenhaar p (die Aussenpapille des Blattohres) sitzt auf einer über die Laubfläche hervorragenden Zelle, die hier schon die auch im Blattohre auftretende Kreuztheilung zeigt. Eine Aushöhlung der dem Pflänzchen zugewendeten Seite war noch nicht wahrzunehmen. Fig. 29 zeigt eine andere abnorme Erscheinung, wo das hier schon deutlich erkennbare und etwas ausgehöhlte Blattohr dem Seitenblatte (das hier im Durchschnitt erscheint und einen nur aus 2 Zellreihen bestehenden Lappen darstellt e) nicht seine Fläche, sondern seinen Rand zukehrt. Es ist dies ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Deutung dieser Gebilde als selbstständige Blatttheile.

Brutknospen.

Ich habe schon bei Besprechung der Endverzweigung von *Blasia* auf die Bildung von Adventivästen hingewiesen, die an der Unterseite älterer Sprosstheile sich bilden. Da sich dieselben an ihrem Grunde sehr leicht vom Tragsprosse ablösen und selbstständig werden, dienen sie der Pflanze als Vermehrungsorgan. Diese Form ungeschlechtlicher Propagation

¹⁾ Es ist dies eine ganz ähnliche Erscheinung, wie sie *Hofmeister* für *Fissidens* angibt, wo die dreiseitige Scheitelzelle der unterirdischen Sprosse, so bald selbe über den Boden kommen, dadurch, dass ihre »der Concavität des negativ heliotropischen Stengels zugewendete Kante« immer kürzer wird, endlich in eine zweischneidige übergeführt wird. Es ist jedenfalls interessant, dass auch die in den Blattachsen und aus der basiskopen Hälfte des das vertikal darüberstehende Blatt producirenden Segmentes der Anlage nach nicht seltenen Seitensprosse ebenfalls mit dreiseitiger Scheitelzelle angelegt werden. (Das Wachsthum von *Fissidens* wurde schon vor mehreren Jahren von meinem leider zu früh verstorbenen Schüler *Rauter* studiert. Ich werde an einem anderen Orte die diesbezüglichen Resultate mittheilen.)

tritt jedoch weit zurück gegen einen andern ähnlichen Vorgang, der, wenn auch bei vielen andern Lebermoosen vorkommend, doch nirgends in so eigenthümlicher und charakteristischer Weise auftritt, wie bei dieser Pflanze. Ich meine die Propagation durch Brutknospen.

Auf der Rückseite und am Vorderende flacher Sprosse stehen bekanntlich die flaschenförmigen Brutknospenbehälter. Ihr Bau ist schon von *Schmidel* und später von *Nees v. Esenbeck* ziemlich genau beschrieben worden. Ihre Entwicklung wurde von *Hofmeister*¹⁾ studirt. »Da wo ein Knospenbehälter sich bilden soll, erlischt die Zellvermehrung durch den Stengelflächen parallele Wände sehr früh, während sie in den Nachbarzellen noch fort dauert. So entsteht eine kreisrunde Vertiefung auf der Oberseite des Stengels, ganz nahe an dessen fortwachsendem Ende und von den jüngsten Ober- (Seiten-) blättern völlig verdeckt. Einzelne Zellen des Bodens und der Seiten jener Einsenkung treiben keulige Papillen, die durch eine Querwand vom ursprünglichen Raume der Mutterzelle getrennt werden«. Diese Papillen nun entwickeln sich zu Brutknospen. »Bald nachdem die Entwicklung der erst entstehenden Brutknospen begann, erheben sich wallartig die Ränder der Einsenkung, in deren Vertiefung sie entstehen; zunächst der Hinterrand. Die Zellen des Brutknospenbehälters selbst und die des unteren Theiles seines wuchernden Randes nehmen an der jetzt eintretenden Längsdehnung des Stengelgewebes Antheil. Die Zellen des oberen Theiles jener Röhre dehnen sich nun aufwärts, die des freien Randes derselben fahren dabei fort, sich durch Querwände zu theilen. Dadurch wird der untere Theil des Knospenbehälters langgezogen bauchig, die oben offene Röhre erscheint seinem vorderen Ende eingefügt«.

Diese Beschreibung entspricht vollkommen den thatsächlichen Verhältnissen. Sie wäre vielleicht nur in so weit zu vervollständigen, als die Bildung der »keuligen Papillen« nicht auf jene ursprüngliche kreisrunde²⁾ Einsenkung und den später sich daraus entwickelnden Behälter beschränkt ist, sondern dass sie überhaupt an der ganzen Rückenseite der Scheitelfläche und auch dort stattfindet, wo kein Behälter in Bildung begriffen ist.

Die Entwicklung der Brutknospen (der Gemmen, wie ich sie zum Unterschiede einer andern später zu beschreibenden Form von Brutknospen nennen will) beobachtete ich in etwas anderer Weise, als sie *Hofmeister* beschreibt. *Hofmeister* gibt an, dass die durch eine Querwand abgeschnittene Papille sich mehrmals hinter einander durch Querwände theile, worauf dann in der Endzelle eine Längswand auf trete; so dass endlich die Anordnung der Zellen der Brutknospe, der der Terminalknospe des Stengels entspreche. Mit Rücksicht auf diese bestimmte Angabe und auf die dieselbe erläuternden Zeichnungen (Taf. VI Fig. 35, 36b) ist wohl nicht zu zweifeln, dass auch dieser einfache Theilungsmodus vorkommt, obwol ich ihn an den von mir untersuchten Brutknospen nicht aufzufinden vermochte. Der von mir

¹⁾ Vergl. Unt. pg. 26.

²⁾ Häufig ist die napfförmige Vertiefung und auch der sich daraus entwickelnde junge Gemmenbehälter nicht kreisrund, sondern in die Breite gezogen.

beobachtete Theilungsmodus bestand im Wesentlichen im Folgenden: Die keulige Papille zerfällt zuerst durch eine Querwand in zwei nahezu gleich hohe Zellen. Die untere theilt sich vorerst nicht mehr weiter und wird zur Stielzelle. Im entwickelten Zustande ist sie öfters ein- oder zweimal quergetheilt und übertrifft dann den Längendurchmesser der Gemme öfters um das doppelte. Die obere Zelle wird zur Gemme. Eine Querwand zerlegt sie abermals in zwei übereinanderstehende Zellen (Taf. V Fig. 6a). Bis zu diesem Entwicklungsstadium hat das Gebilde einen kreisrunden Querschnitt. Nun beginnt ein einseitiges Breitenwachsthum der beiden zur Gemme werdenden Zellen; der Querschnitt erhält die Form einer Ellipse. Jede der beiden Zellen wird nun durch eine Längswand getheilt, die in der unteren Zelle mit dem kürzeren Durchmesser des elliptischen Querschnittes, in der oberen mit dem längeren zusammenfällt (Fig. 6 b, c, d). Die beiden Gipfelzellen (v der Figuren) bleiben nun entweder ungetheilt und lassen sich dann auch an in der Entwicklung schon sehr weit vorgeschrittenen Brutknospen noch leicht erkennen (Fig. 7,8), oder theilen sich später noch einmal senkrecht auf die frühere Theilungsrichtung (Fig. 9), womit aber, wie es scheint, ihre Entwicklung (in so weit sie sich am Aufbaue der Gemme betheiligen) in jedem Falle abgeschlossen ist. Der grösste Theil des die Gemme zusammensetzenden Zellkörpers entsteht aus den beiden zwischen den Gipfelzellen und der Stielzelle gelegenen Zellen. In jeder derselben treten vorerst wieder Längswände auf, die sich unter nahezu rechtem Winkel an die erste Theilungswand (Grenz- wand der beiden Schwesterzellen) ansetzen, dann aber in einer sanften Krümmung gegen die Seiten und zwar in beiden Zellen nach den entgegengesetzten verlaufen (Wände 2 in Fig. 10). Der Querschnitt der Gemme zeigt nun vier Zellen, zwei kleinere und zwei grössere. Letztere bilden den Seitenrand der Gemme und reichen auch bis an die Stielzelle. Aus jeder der grösseren Zellen wird nun durch eine nach der entgegengesetzten Seite verlaufende Längs- wand (Wd. 3 der Figuren) eine Randzelle herausgeschnitten. Diese Randzellen (r in Fig. 6c, 7, 8, 9, 10) begrenzen seitlich die Gipfelzellen v und reichen bis in den unteren Theil der Gemme, ohne sich aber bis an die Stielzelle fortzusetzen. Sie zerfallen mehrmals hinter ein- ander durch Querwände, und es bildet sich so beiderseits am Rande der linsenförmigen Gemme eine Zone kleiner Zellen, welche später dadurch noch deutlicher hervortritt, dass sie durch stärkeres Längenwachsthum die Gipfelzellen wulstartig überwallt (Fig. 9). Selbst an ausgewachsenen Brutknospen sind diese kleineren Randzellen häufig noch zu erkennen (Fig. 4), wenn sie auch öfters durch ungleiches Gesamtwachsthum der Gemme vom Rande ab auf die Fläche derselben gerückt erscheinen. Auch die übrigen die Seitenflächen der Gemme bil- denden Zellen werden in der Regel jede nur einmal durch Querwände getheilt¹⁾. Die Zellen der entwickelten Brutknospen füllen sich mit Oel und die Wände verdicken sich und werden gebräunt.

¹⁾ Oefters tritt schon vor der Bildung der Randzelle (also nach Auftreten der Wand 2) in der grösseren Zelle eine Querwand auf (Fig. 7 in der rechts gelegenen Hälfte).

Während der Entwicklung der Gemme wächst auch die Stielzelle sehr rasch in die Länge und wird ein- oder zweimal quergetheilt. Die Zellwände bleiben aber ungemein zart, der Zellinhalt ist wasserhell. Losgerissene Brutknospen zeigen noch immer Reste der Stielzellen, eine Erscheinung, die von früheren Beobachtern vielfach als die Bildung des ersten Wurzelhaares angesehen wurde.

Ein Brutknospenbehälter, auch wenn er ausgewachsen ist, zeigt immer Brutknospen, die sich in allen möglichen Stadien der Entwicklung befinden. Neben diesen ist aber die innere Wandung mit einer grossen Zahl von Haarpapillen überkleidet, denen, wie es scheint, schon vom Anfange an eine ganz andere Bestimmung zugewiesen ist, als sich zu Brutknospen umzubilden. Es erscheint nämlich die Membran am Scheitel jeder dieser Papillen sehr stark verdickt und im hohen Grade quellungsfähig. Häufig findet man an dieser Stelle eine sehr dünne Haut abgehoben (Taf. V Fig. 12), in anderen Fällen ist diese zerrissen und nur mehr in Resten vorhanden. Der Raum zwischen der abgehobenen cuticularisirten und resistenteren Haut und dem inneren Schalencomplexe (der nach aussen häufig sehr scharf begrenzt ist) (Fig. 12) ist mit farblosem Schleime erfüllt; — zweifellos das Product der Verschleimung der unmittelbar unter der äussersten Schicht gelegenen Membranpartieen. Wir haben hier also ganz dieselbe Erscheinung, wie sie *Hanstein*¹⁾ für die »Zottenzellen« der Polygonaceen beschrieb, und es ist kaum zweifelhaft, dass, wie dort der die Knospen einhüllende Schleim ein Product dieser Zottenzellen ist, auch hier der den Brutknospenbehälter erfüllende Schleim grossentheils von diesen Haarpapillen herrührt, wie es denn auch nicht selten gelingt, den an den Papillen adhären den Schleim mit Cl. Z. I. blau zu färben. Diese durch das starke Aufquellen gewisser Zellhautschichten bedingte Schleimbildung wirkt natürlich mit der schon durch die Grössenzunahme der Gemme bedingten Pressung²⁾ zusammen, dass die letzteren durch den Hals des Behälters hinausgetrieben werden, an dessen Spitze sie öfters in ein Köpfchen vereint, hängen bleiben.

Mit der Bildung eines Gemmenbehälters schliesst der Spross in der Regel sein Wachsthum ab. Doch kommt es öfters vor, dass das Längenwachsthum des Sprosses noch fort dauert und nun abermals ein Gemmenbehälter gebildet wird. Einmal sogar fand ich an demselben Sprosse hintereinander drei derselben gebildet. Eine andere Abnormität, die ich übrigens nur einmal beobachtete, besteht darin, dass an einem Gemmenbehälter, der aber sehr verbreitert war, zwei halsförmige Ausführungsgänge gebildet wurden³⁾. Dieser Behälter stand an der Gabelungsstelle des Sprosses und die genauere Untersuchung zeigte, dass derselbe auch in seinem unteren die Gemmen einschliessenden Theile durch eine Gewebelamelle in zwei Abtheilungen getheilt war. Es dürfte diese Bildung wohl in der Weise entstanden sein, dass

¹⁾ Bot. Zeitung. 1860 pg. 700.

²⁾ Vgl. Unt. pg. 27.

³⁾ Es wurde dies schon von *Schmidel* beobachtet (l. c. pg. 75).

die Gabelspitze unmittelbar nach erfolgter Gabelung je einen Gemmenbehälter anlegten, und dass die beiden der Anlage nach also gesonderten Bildungen erst bei weiterer Ausbildung sich zu einem Doppelbehälter vereinigten.

Auch an den schon mehrmals erwähnten schwächtigen Trieben, wie sie sich so häufig bei Zimmercultur entwickeln, zeigen die Gemmenbehälter ein abweichendes Aussehen. Sie sind häufig (entsprechend der starken Sprossstreckung) sehr schmal, röhrenförmig in die Länge gezogen, treten dabei fast gar nicht über die Laubsubstanz hervor und auch der Hals des Behälters ist nur kurz, oder kaum angedeutet. Ja es kamen mir zu wiederholten Malen Behälter vor, welche nur nach rückwärts von einer Gewebelamelle gedeckt waren, während die vordere Hälfte offen war, also die Gestalt einer Rinne hatte, die aber mit Brutknospen erfüllt war¹⁾.

Betreffs der Weiterentwicklung der Gemmen gibt *Schmidel*²⁾ an, dass nur jene keimen, die auf das Laub fallen. Die Weiterentwicklung geschehe in der Weise, dass sie sich durch Auswachsen der Zellen zu vielfach gezähnten, grünen Schüppchen umbilden. Auf diese Weise vereinigen sich benachbarte oder aneinander adhärende Gemmen »et in unam massam confluent«. Auch *Nees v. Esenbeck* sagt: »Sie entwickeln sich bald zu kleinen rundlichen gezähnten grünen Schüppchen, welche oft auf der Oberfläche der Frons, besonders an den Enden der Lacinien festsitzen und ganz die Gestalt der Unterblattschuppen annehmen, sich jedoch dadurch auszeichnen, dass sie ringsum frei und nur an einer Stelle ihrer Unterfläche befestigt sind, etc.«³⁾ Es sind dies die einzigen Angaben, die mir betreffs der Entwicklungsweise der Brutknospen bekannt wurden, und es scheint, dass die späteren Beobachter *Schmidel's* Angaben einfach als Thatsache hinnahmen⁴⁾.

Die von den Beobachtern erwähnten²⁾ grünen Schüppchen finden sich allerdings in grosser Zahl auf der Rückenseite der Sprossenden. Wären sie die in Entwicklung begriffenen Brutknospen, so sollten sie doch gerade an den die Brutknospenbehälter (und daher auch die Gemmen) tragenden Exemplaren am häufigsten vorkommen, und es ist nicht abzusehen, warum sie an Pflänzchen, welchen jene fehlen, constant in grösserer Menge vorhanden sein

¹⁾ Der Umstand, dass die Gemmen, die in dieser Rinne also an der Oberfläche des Sprosses gebildet wurden, ganz denen gleichen, wie sie normal im Behälter entstehen, zeigt uns, dass die Gemmen von den später zu besprechenden immer an der Oberfläche des Sprosses sich bildenden Brutschuppen specifisch verschieden sind und nicht etwa als eine durch den Entstehungsort bedingte, modificirte Form derselben angesehen werden können.

²⁾ l. c. §. XII.

³⁾ l. c. pg. 396. *N. v. E.* beobachtete also die Fixirung dieser Schuppen am Laube, unterlässt es aber anzugeben, wie er sich die spätere Befestigung der ursprünglich doch freien Gemmen erkläre. *Hooker* (l. c.), der die Entwicklung derselben in gleicher Weise beschreibt, sagt aber ausdrücklich, dass die grünen Schüppchen an der Frons nicht befestigt sind.

⁴⁾ Man vergleiche *Gottsche*. Ueber *Haplomitrium* l. c. pg. 396; Erklärung der Figuren 2, 3, 4 der Taf. XVIII.

sollten, wie es ja in der That der Fall ist. Andererseits wäre es doch sonderbar, dass gerade nur die jüngsten Theile der Pflanze selbst das geeignete Substrat für die Weiterentwicklung von Propagationsorganen sein sollten, wobei noch zu bedenken ist, wie schwer von hier aus die an den jungen Pflänzchen sich bildenden Rhizoiden den Boden erreichen könnten. Sollen sie, was doch zweifellos ist, der Vermehrung dienen — es liesse sich dann kaum ein ungünstigerer Ort für ihre Weiterentwicklung auffinden, als die jüngsten Theile der Mutterpflanze, wo das noch lebenskräftige Gewebe der letzteren die Gemme und das aus ihr sich entwickelnde Pflänzchen auf lange Zeit hin vom Boden und so von der Möglichkeit der Nahrungsaufnahme ferne hält. Wären die grünen Schüppchen nur weiter entwickelte Gemmen, so müsste man denn doch bei dem Umstande, als sie in allen möglichen Grössen und Entwicklungszuständen an demselben Sprossende angetroffen werden, auch Uebergangszustände finden, welche noch theilweise den Charakter der Gemmen tragen würden und umgekehrt. Dies ist aber nie der Fall und auch die oben genannten Forscher haben einen solchen Uebergang wohl kaum gesehen¹⁾.

Bei der grossen Zahl von Gemmen, welche in einem Rasen von *Blasia* producirt werden, ist es jedenfalls auffallend, so selten Keimungszustände aufzufinden. Auch ich habe deren nur sehr wenige gefunden. Doch glaube ich, dass die aufgefundenen 'genügen, uns über die Art der Entwicklung eine Vorstellung zu geben.

Der jüngste Zustand, den ich auffand, ist in Taf. V Fig. 4 abgebildet. An einer Stelle des Randes ist ein neuer Zellbildungsherd entstanden. Einzelne Zellen ragen papillös über den Rand hervor und bilden einen zapfenartigen Fortsatz. Ob diese Stelle des Randes eine genau bestimmte ist, und ob der neu sich bildende Spross aus einer Randzelle seinen Ursprung nahm, vermag ich mit Sicherheit nicht zu bestimmen, doch habe ich manche Anhaltspunkte, welche dafür sprechen, dass die Zellneubildung von einer Randzelle ausgeht und dass dies wahrscheinlich eine Zelle ist, welche aus der keilförmigen, ursprünglich am Scheitel der Gemme liegenden Zelle ihren Ursprung nahm. An dieser Gemme waren ferner,

¹⁾ Wohl sagt *Schmidel* §. XII: . . . »Compages nempe Granuli aliqua parte in vesiculas extenditur, quae cum laeto virore magis perlucent non solum sed et evidentiores sunt. Mutatio haec intra aliquot dies magis magisque per reliquum Granuli corpus propagatur, et margo simul {ex aequali in irregularem formam abit vel apophyses quasdam succosas dimittere parat, donec tota tandem moles in corpusculum oblongum vel varie figuratum variisque apophysibus, mox longioribus mox brevioribus quasi corniculatum transformata est«. Diese Angaben sind allerdings sehr bestimmt. Wenn man aber bedenkt, mit welch' geringen Vergrösserungen *Schmidel* arbeiten musste (man vergleiche seine Figuren XII und XIII), 'so dürfte auf diese Angaben denn doch kein zu grosses Gewicht zu legen sein. Auch die oben erwähnten Abbildungen *Gottsche's*, welche junge aus Gemmen entstandene Pflänzchen darstellen sollen, geben uns über die Art der Entwicklung der Gemmen keinen Aufschluss, da von der Gemme nichts mehr wahrzunehmen ist. Wohl aber zeigen sie uns wenigstens soviel, dass wenn diese Sprosse durch Umwandlung der Gemme entstanden sein sollten, dies jedenfalls in anderer Weise geschehen sein musste, als es von *Schmidel* angegeben wird. Ich werde übrigens später nochmals auf diese Abbildungen zu sprechen kommen.

wie es auch aus der Abbildung ersichtlich ist, die Zellen des gegenüberliegenden Randes papillös ausgewachsen, eine Erscheinung, die vielleicht damit zusammenhängt, dass an anderen Gemmen die Randzellen hie und da zu Rhizoiden ausgewachsen waren.

Einen späteren Entwicklungszustand zeigt Taf. V Fig. 3. Hier ist der Gewebehöcker schon bedeutend höher und an der Spitze desselben zeigt sich schon deutlich eine Haarpapille (p). Am Rande der Gemme entspringen zwei Haarzellen. Die eine ist wohl die Stielzelle, die andere ein aus einer Randzelle gebildetes Rhizoid. Ich hatte zur besseren Untersuchung des Höckers denselben von der Gemme losgetrennt. Die Figuren 4 B, C, D, E geben die verschiedenen Ansichten. Sie legen die Vermuthung nahe, dass sich der Gewebehöcker durch Theilungen einer Zelle aufbaute, und dass dabei der Vorgang eingehalten wurde, wie wir ihn beim Spitzenwachsthum durch dreiseitige Scheitelzellen beobachten. (Man vergleiche die Tafelerklärung.)

Das nächste Stadium, das ich auffinden konnte, war von dem oben beschriebenen leider schon ziemlich weit entfernt. Der Höcker war schon zu einem mit Blättern besetzten Spross herangewachsen, ganz denen ähnlich wie sie von *Gottsche*¹⁾ direct aus dem Brutknospenbehälter hervorsprossend waren gesehen worden, nur dass am Grunde des Sprosses noch die sonst unveränderte Gemme erhalten war. Der Spross (Taf. IV Fig. 15) zeigt in seinem unteren Theile namentlich am Grunde zahlreiche Rhizoiden. Die Blattbildung beginnt mit einem Blattohre, das kugelig über die Oberfläche hervorragte und schon Nostockolonien einschloss. Dann folgen abwechselnd nach rechts und links stehend fünf Seitenblätter mit je einem Blattohre; an der Spitze und fast genau in der Sprossachse steht wieder ein Seitenblatt mit zwei Blattohren und dem ersten Unterblatte (U); etwas nach rechts sieht man weitere junge Seitenblätter. An der Gemme waren bei a noch Reste des Stieles vorhanden; andere Randzellen waren nicht zu Rhizoiden ausgewachsen. Die Zellen der Gemme waren inhaltsleer.

Die oben erwähnten grünen Schüppchen stellen uns eine zweite Art von Brutknospen dar. Wir können sie zum Unterschiede von den eben besprochenen als externe Brutknospen oder als Brutschüppchen bezeichnen.

Schon *Schmidel*²⁾ erwähnt, dass an der Oberseite mancher Sprosse gegen den vorderen Rand hin, hie und da grüne Punkte erscheinen, welche unmittelbar aus dem Gewebe derselben ihren Ursprung nehmen. Sie wachsen in wenigen Tagen heran, werden dann frei und scheinen nur mittelst eines klebrigen Schleimes noch festzuhaften. Endlich werden sie unregelmässig, erscheinen nach allen Seiten in Spitzen ausgezogen und nehmen allmählig die Gestalt junger Pflänzchen an. Sie finden sich an den meisten Pflänzchen, an solchen sowol, welche Knospenbehälter tragen, als auch, wo diese gänzlich fehlen.

¹⁾ l. c. Taf. XVIII. e gemmis. Die Abbildungen 2, 3, 4 zeigen Sprosse nach ihrer Herausnahme aus dem Behälter. Es ist wahrscheinlich, dass bei dieser Operation die daran hängenden Gemmen waren abgerissen worden und in dem Behälter zurückblieben.

²⁾ l. c. §. XIII.

Auch *Nees von Esenbeck*¹⁾ sagt, dass er auf der Oberfläche der Lacinien wahre aus der Frons selbst entstandene Schuppen beobachtet habe, und es geht auch aus dem oben citirten Passus, dass er die, wie er meinte, aus den Gemmen entstandenen Schüppchen an einer Stelle ihrer Oberfläche am Sprosse befestigt fand, deutlich hervor, dass er diese Art externer Brutknospen (Brutschuppen) vor sich hatte.

Diese Brutschuppen finden sich an Sprossen jeglicher Art, besonders aber an solchen, die weder Geschlechtsorgane noch Brutknospenbehälter tragen. Sie finden sich am Vorderende des Sprosses und zwar am Rande und in der muldenförmigen Vertiefung unmittelbar hinter dem Sprossescheitel ordnungslos zerstreut. Die in der Entwicklung am meisten vorgeschrittenen finden sich am Rande jener Mulde und weiter nach rückwärts, die jüngeren mehr nach innen und spitzenwärts; die jüngsten finden sich unmittelbar hinter dem Scheitel untermischt mit zahlreichen keulenförmigen Haarpapillen. Uebrigens findet man auch oft zwischen weit entwickelten ganz junge Entwicklungszustände, ein Beweis, dass ihre im Allgemeinen acropetale Entstehungsfolge nicht streng eingehalten wird.

Sie entwickeln sich, so wie die im Brutknospenbehälter sich bildenden aus keulenförmigen Haarpapillen. Diese Papillen, auch solche, welche sich nicht weiter entwickeln, stehen nicht vertical über die Laubfläche empor, sondern sind nach vorne geneigt. Die durch eine Querwand abgeschnittene eiförmige (seltener kugelige) Endzelle nimmt zuerst etwas an Grösse zu, verbreitert sich dabei in vertikaler Richtung und erhält so die Form einer Scheibe, die dem Tragsprosse einen Seitenrand zugekehrt. Sie zerfällt nun in zwei Zellen. Die betreffende Theilungswand (in Taf. IV Fig. 4, 5, 6, 7 mit 1 bezeichnet) verläuft vom Scheitel der Papille in sanfter Krümmung gegen den dem Tragsprosse abgekehrten Rand und schneidet so eine kürzere müthenförmige Zelle heraus. Sie ist in den betreffenden Figuren mit *sch* bezeichnet. Ihre Schwesterzelle nimmt den ganzen dem Tragsprosse zugekehrten Rand und auch den ganzen basilaren Theil der Mutterzelle ein. Diese beiden Zellen haben nun eine ganz verschiedene Bedeutung. Aus der Zelle *sch* geht die eigentliche einem Unterblatte ähnliche Schuppe hervor, die andere Zelle producirt den jungen Spross. Wir können also die Weiterentwicklung jeder dieser Zellen gesondert behandeln.

Was zuerst die Zelle *sch* betrifft, so vollziehen sich, wie es scheint, die in ihr auftretenden Theilungen nach keinem bestimmten Gesetze. Fig. 6 B und C zeigen, dass zuerst schiefe und nach zwei Seiten orientirte und sich aneinander ansetzende Wände gebildet wurden, auf welche dann Querwände folgten. Ein ähnlicher Vorgang hatte an dem in Fig. 5 dargestellten Objecte statt. In Fig. 7 scheinen Anfangs nur Quertheilungen und erst später zwischen diesen Längstheilungen stattgefunden zu haben; während in Fig. 9 zuerst eine Längswand aufgetreten zu sein scheint. In allen diesen Theilungsvorgängen und überhaupt in allen ausser diesen von mir beobachteten Entwicklungsweisen bleibt aber immer das gemeinsam, dass das

¹⁾ l. c. pg. 397.

Leitgeb, Lebermoose.

Wachsthum der Zelle sich vorzüglich in den Richtungen einer Ebene sich vollzieht, die auf der früheren Wachstumsrichtung senkrecht steht, und dass die Theilwände sämmtlich auf dieser Ebene senkrecht stehen. Das so entstehende flächenartige Gebilde besteht daher anfangs immer nur aus einer Zellschicht. Sie erscheint später durch ein örtlich stärkeres Wachsthum an verschiedenen Stellen des Randes in Zacken und Lappen ausgezogen, wird wohl auch in jenem Theile, der an die sprossbildende Zelle angrenzt, durch tangente Theilungen zweischichtig (Fig. 11 A).

Dieses als eigentliche Brutschuppe zu bezeichnende Gebilde kehrt dem Tragsprosse seine Fläche zu, wobei zugleich die sprossbildende Zelle an der dem Tragsprosse zugewendeten Seite gelegen ist, und daher bei normaler Lage der Schuppe vollkommen gedeckt wird. Es kann diese Schuppe nicht als eine schon dem jungen Sprosse angehörige Neubildung betrachtet, sondern muss als eine selbstständige Bildung (eine Art Vorkeim?) angesehen werden. Wenn wir nämlich spätere Entwicklungszustände, an denen auch die Bildung des jungen Sprosses weiter vorgeschritten ist, betrachten, so liegen unterhalb dieser Schuppe und ihr ihre Rückenseite zuehend, die ersten Seitenblätter, unter diesen die dazugehörigen Blattohren. Der junge Spross kehrt daher der Schuppe seine Rückenseite (dem Tragsprosse seine Bauchseite) zu, eine Lage, welche gegen die anfangs bestehende Annahme spricht, als könne die Schuppe etwa als erstes Unterblatt des jungen Sprosses aufgefasst werden.

In der den Spross producirenden Zelle treten zunächst zwei auf der ersten Theilungswand senkrecht stehende Wände auf. Die eine (Wand 2 in allen Figuren) trifft die ursprüngliche die Papille von der Stielzelle trennende Querwand, die andere der Seitenrand (Wand 3). Nur die durch die Wand 3 abgeschnittene an der Spitze gelegene Zelle kommt bei der Sprossbildung in Betracht, während die beiden tieferen an die Stielzelle angrenzenden Zellen papillös auswachsen und sich endlich zu zackenartigen Lappen umbilden (Fig. 4—12).

Aus der durch die Wand 3 abgeschnittenen Endzelle geht der Spross hervor. Sie theilt sich zuerst durch eine auf der Wand 2 und der flächenartigen Ausbreitung der Schuppe senkrecht stehende Längswand (Wand 4 in Fig. 4—8) in zwei neben einander liegende Zellen. Mit der Bildung dieser beiden Zellen ist die Sprossbildung eingeleitet. Eine derselben bildet sich nämlich nach Art eines seitenständigen Segmentes aus, indem es ein Seitenblatt und ein Blattohr producirt, die andere fungirt als Sprossscheitelzelle und es entstehen aus ihr successive, wie es der oben beschriebene Theilungsmodus mit sich bringt, rücken-, bauch- und seitenständige Segmente. In welcher Ordnung die ersten Theilungen, welche das erste rücken- und bauchständige und das nach der anderen Seite liegende seitenständige Segment bilden, auf einander folgen, lässt sich mit Sicherheit kaum angeben; doch soll für die in den Tafeln dargestellten Figuren die wahrscheinliche Folge der Theilungen angegeben werden.

In den Figuren 4, 5, 6, 7 sind die durch die Wand 4 gebildeten Zellen noch ungetheilt. In Fig. 8 B sehen wir an der Spitze der rechts gelegenen Zelle ein junges Blattohr mit seiner (hier noch sehr kleinen) Spitzenpapille (p). Die Seitenansicht A zeigt uns ferner, dass die

Blattohrmutterzelle durch eine schiefe Wand aus dem Segmente herausgeschnitten wurde und dass der ganze übrige Segmenttheil noch ungetheilt, das Seitenblatt also noch gar nicht angelegt ist. Fig. 10 zeigt ungefähr dasselbe Entwicklungsstadium des jungen Sprosses, nur mit dem Unterschiede, dass hier die links von der Wand 4 gelegene Zelle als erstes seitenständiges Segment fungierend die Blattohranlage zeigt und dass in der rechts gelegenen Zelle (der Sprossscheitelzelle) schon eine einmalige Quertheilung (Bildung eines bauchständigen Segmentes) stattgefunden hat. Auch hier ist, wie die Seitenansicht A zeigt, das zu dem Blattohre gehörige Seitenblatt noch gar nicht angelegt. Dies ist aber der Fall in Fig. 9, indem auf die Bildung der nach der Bauchseite geneigten und die Zelle für das Blattohr abschneidenden Wand schon eine nach der Rückenseite geneigte aufgetreten ist (Fig. 9 A). Ein ähnliches Entwicklungsstadium mit nur noch weiter entwickeltem Seitenblatte (S) zeigt Fig. 12. Schon viel weiter in der Entwicklung des Seitenblattes vorgeschritten erscheint der Spross in Fig. 11. Das erste gebildete seitenständige Segment liegt rechts von der Wand 4 (Fig. 11 B); aus ihm hat sich nebst dem Blattohre auch schon das Seitenblatt gebildet. In der Zelle links von der Wand 4 haben jedenfalls schon mehrere Theilungen stattgefunden. Ihre genetische Folge und die Bedeutung der so gebildeten Zellen mit voller Sicherheit anzugeben, bin ich jedoch nicht im Stande. Vergleicht man jedoch diese Ansicht mit Fig. 10 B, so scheint auf die Bildung eines bauchständigen Segmentes die Bildung eines seitenständigen gefolgt zu sein. Wie die Seitenansicht (Fig. 11 C) zeigt, ist die Wand 5 schief und nach der Rückenseite geneigt. An sie setzt sich die Wand 6, die nach der Bauchseite geneigt ist, an. Ist diese Deutung der Wände richtig, dann folgte in der Sprossmutterzelle auf die Bildung des ersten seitenständigen nach rechts liegenden Segmentes ein rückenständiges (abgeschnitten durch die Wand 5) dann ein bauchständiges (durch die Wand 6 entstanden), und endlich ein nach links liegendes seitenständiges Segment (durch die Wand 7).

Ein nächst älteres Stadium wäre nun Fig. 2, wo schon beide erst gebildeten seitenständigen Segmente ihre Blattohren und Seitenblätter entwickelt haben. Bei tieferer Einstellung zeigte sich an der zwischen den beiden Blattohren gelegenen Stelle eine Zellgruppierung, die in Fig. 2a dargestellt ist, in der v als die Scheitelzelle, s_3 und s_4 als junge seitenständige Segmente und b als bauchständiges Segment gedeutet werden dürften.

Ein noch älteres Stadium der Brutschuppe und des jungen Sprosses zeigt Fig. 1, wo namentlich die beiden Seitenblätter weiter entwickelt erscheinen. Weiters sehen wir hier in den Blattohren schon *Nostoc* angesiedelt und es erscheinen diese daher als dunkle massige Körper. Wenn wir noch weiter entwickelte Stadien ansehen, so finden sich entsprechend der Lage des Scheitels des jungen Sprosses die jüngeren Blattgebilde immer zwischen den beiden ältesten, die dadurch immer weiter aus einander gedrängt werden. Man findet Entwicklungsstadien, wo 4 bis 5 fast in einer Geraden neben einanderliegende Blattohren gezählt werden können, ohne dass trotz der wiederholten Bildung seitenständiger Segmente eine merkliche Streckung des Stengels stattgefunden hätte. Diese erfolgt erst später und geschieht in

der Weise, dass die ganze Gruppe von Blättern von der Brutschuppe entfernt wird, so dass dann zwischen der letzteren und dem Blattbüschel ein unbeblättertes Stammstück (an dessen Bildung selbstverständlich vorzugsweise die zuerst gebildeten rücken- und bauchständigen Segmente Antheil nehmen) eingeschoben erscheint.

An den Seitenblättern in Fig. 1 und ebenso in Fig. 2 (und 3) beobachten wir aber noch eine andere eigenthümliche Erscheinung, welche wir an Vegetationsspitzen erwachsener Sprosse nicht finden. Es ist dies einmal ihre starke Concavität gegen das zugehörige Blattohr (welches vielleicht mit der Bildung nur eines Blattohres an jedem Seitenblatte in Beziehung steht) und dann ihre Lage gegen einander. Sie berühren sich nämlich an den einander zugekehrten Seiten theilweise mit ihren Rückenflächen. Wohl ist dies theilweise Folge der starken Concavität, doch nicht ausschliesslich, da auch die Blattinsertionen einen gegen die Brutschuppen offenen Winkel bilden. Es kann dies nur davon herrühren, dass das Breitenwachsthum der bauchständigen Segmente stärker ist, als das der rückenständigen, was damit im Einklange steht, dass, wie wir gesehen haben, auch bei den jungen aus Sporen hervorgegangenen und eben so bei denen aus Gemmen sich entwickelnden Sprossen ja auch die Rückenseite viel geringeres Breitenwachsthum zeigt als die Bauchseite, was ja selbst zur Unterdrückung der Bildung rückenständiger Segmente, das ist zum Uebergange der Scheitelzelle zur dreiseitigen Segmentirung führen kann.

Den jungen Sprossen fehlt die Unterblattbildung gänzlich. Sie tritt erst nach Streckung des Sprosses auf und meist zu einer Zeit, wo am Seitenblatte auch schon zwei Blattohren gebildet werden¹⁾.

Die eben besprochenen Figuren bestätigen auch noch eine andere Behauptung, welche ich oben bei Erörterung der Segmentirung der Scheitelzelle ausgesprochen habe; die nämlich, dass zwischen der Bildung zweier aufeinanderfolgender seitenständiger Segmente und somit auch zwischen der Anlage der aus diesen sich entwickelnden Blattgebilde ein längerer Zeitraum liegt. In den Fig. 8, 9, 10 ist ein Blattohr schon sehr weit entwickelt, während das darauf folgende seitenständige Segment noch gar nicht angelegt ist. In Fig. 11 hat sich aus dem erstgebildeten seitenständigen Segmente nebst dem Blattohre auch schon das Seitenblatt entwickelt, während im nächstgebildeten seitenständigen Segmente noch nicht einmal das Blattohr angelegt ist. Noch auffallender und in dieser Beziehung jedenfalls einen Ausnahmefall darstellend, sehen wir die eben besprochene Erscheinung an dem in Fig. 3 dargestellten

¹⁾ Dass in gleicher Weise auch an den Adventiv- und ebenso an den aus Sporen hervorgegangenen Sprossen die Unterblätter erst später auftreten, wurde schon oben erwähnt. Es scheint übrigens, dass am ersten seitenständigen Segmente selbst das Seitenblatt fehlschlagen kann. Man findet nämlich öfters Sprosse, an denen ein Blattohr weit tiefer steht, als das älteste Seitenblatt, das übrigens selbst ein Blattohr besitzt. (Taf. IV Fig. 15.). Dass an den ersten Seitenblättern auch das Blattohr nur auf eine Papille reducirt bleiben kann, habe ich ebenfalls schon angegeben.

Praeparate. Hier sehen wir ein Blattohr und das dazugehörige Seitenblatt in der Entwicklung schon weit vorgeschritten (nahezu so weit, als wir dies in Fig. 2 beobachten). Eine weitere Blattohranlage war durchaus nicht zu sehen. Wohl aber zeigte sich rechts, unmittelbar am Grunde des Seitenblattes und Blattohres eine etwas hervorragende und quergebte Zelle (Fig. 3 B Zelle R), während an der entsprechenden Zelle links unmittelbar die Zellen der Brutschuppe an die Blattgebilde angrenzten. Vergleichen wir Fig. 3 B mit Fig. 10 B, so wird es kaum zweifelhaft, dass die Zelle R jener Figur der hier rechts von der Wand 4 gelegenen Zelle entspricht. Nach der Bildung des ersten seitenständigen Segmentes war also an beiden Objecten die Weiterentwicklung der Scheitelzelle gleich weit vorgeschritten; in Fig. 3 befand sich diese aber schon durch weit längere Zeit (während welcher das aus dem seitenständigen Segmente hervorgegangene Blattohr und Seitenblatt weiter gewachsen sind) in diesem Zustande.

Ich habe schon oben (pg. 21) erwähnt, dass viele Ansichten, welche man bei der Untersuchung der eben besprochenen Gebilde bezüglich der Entstehung des vom Blattohr gebildeten Hohlraumes erhält, dafür zu sprechen scheinen, dass derselbe durch Spaltung einer ursprünglich einfachen Membranlamelle, also in der Weise eines Intercellularraumes zu Stande komme. Fig. 8 A stellt uns ein solches Praeparat dar. Nur die hier sehr kleine Spitzenpapille ist frei, sonst scheint das Blattohr mit der Zelle, aus der sich die Innenpapille und das Seitenblatt entwickeln soll, innig verwachsen. Dasselbe sehen wir in Fig. 9 A, 10 A. Dagegen zeigt Fig. 11 A schon die beginnende Bildung des Hohlraumes. Vergleichen wir diese Figur mit den früher citirten, so sehen wir, dass, während dort nur die Spitzenpapille frei war, hier auch noch ein Membranstück unterhalb derselben bloßgelegt erscheint, und man wäre wohl geneigt anzunehmen, dass hier eine Spaltung stattgefunden habe. Von der Bildung der Innenpapille ist noch Nichts wahrzunehmen. Diese ist aber in Fig. 12, die jedenfalls ein jüngeres Stadium darstellt, nebst dem Hohlraume schon angedeutet. Man findet weiter häufig Fälle, wo die Innenpapille schon fast ausgewachsen ist und ihr kopfförmiges Ende schon ausgebildet hat, wo ihr aber noch an der ganzen Oberfläche das Blattohr innig anliegt.

Uebersicht der hauptsächlichsten Ergebnisse.

1) Das Spitzenwachsthum der Sprosse erfolgt durch Theilungen einer Scheitelzelle, die nach vier Seiten Segmente bildet: nach rechts und links liegende (seitenständige) und nach der Rücken- und Bauchseite liegende (rücken- und bauchständige).

2) Jedes seitenständige Segment theilt sich durch schiefe nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände in eine Reihe von Zellen, zeigt also den Theilungsmodus einer zweiseitigen Scheitelzelle in vertikaler Richtung. (Ebenso wachsen die Segmente von *Aneura pinguis* (Kny) und von *Pellia calycina*; wir finden auch dasselbe Wachsthum in den blattbildenden Segmenten von *Fossombronia*, *Frullania* etc.)

3) Die so entstandenen Zellen bilden sich selbstständig weiter aus und produciren drei Formen von Blattgebilden:

- a) ein Unterblatt (Amphigastrium). (In den Segmenten von *Aneura* und *Pellia* bildet die der Mutterzelle des Unterblattes entsprechende Zelle ein Keulenhaar; ebenso bei *Fossombronia*, wo es in Ausnahmefällen aber schon an der Spitze eines blattartigen Lappens steht.
- b) Ein oder zwei Blattohren. In ihrer Höhlung siedelt sich in der Regel Nostoc an.
- c) Ein Seitenblatt.

Dies Zerfallen des Segmentes in mehrere mehr weniger selbstständige Blattgebilde ist durchaus nicht auf die Gattung *Blasia* beschränkt. Wir wissen ja, dass an den Blättern aller Jungermannien wenigstens der Anlage nach ein Ober- und Unterlappen unterschieden werden kann. Bei *Radula* und *Lejeunia* ist diese Spaltung auch an entwickelten Blättern sehr auffallend; noch stärker tritt sie aber bei *Frullania* hervor, wo jedes seitenständige Segment in drei Theile zerfällt, indem sich die dem Blattunterlappen entsprechende Hälfte nochmals in das Blattohr und ein unter diesem liegendes Gliederhaar (stylus auricularae) differenzirt, das ebenfalls an seiner Spitze eine keulenförmige Endpapille trägt, die aber im Alter verloren geht. Wesentlich verschieden aber ist bei *Blasia* die Stellung der Blattflächen gegen die Hauptwände des Segmentes, da sie nicht wie bei den übrigen beblätterten Jungermannien zu diesen parallel, sondern auf ihnen senkrecht gestellt sind.

4) Die rücken- und bauchständigen Segmente betheiligen sich vorzüglich am Aufbau des Sprosses. Sie bilden ausserdem Haarpapillen, welche sich an der Bauchseite öfters zu den Unterblättern ähnlichen Schuppen, an der Rückenseite zu Brutknospen (Gemmen und Brutschuppen) und zu Geschlechtsorganen metamorphosiren.

5) Die Verzweigung geschieht normal aus den Segmenten (Endverzweigung); an der Bauchseite älterer Sprosse bilden sich öfters Adventivsprosse.

6) Die Antheridien entwickeln sich an der Rückenseite und zunächst dem Sprossscheitel, und werden durch Ueberwallung des Gewebes einzeln in dasselbe versenkt.

7) In gleicher Weise wird das befruchtete Archegonium ins Gewebe eingebettet, während die unfruchtbaren auf der Oberfläche des Sprosses bleiben.

8) In Bezug auf die Entwicklung der Frucht stimmt *Blasia* mit *Pellia* überein. Die Differenzirung in Schleuder- und Sporenbildende Zellen geschieht mit der Differenzirung der Grossmutterzellen, durch deren Zweitheilung die Sporenmutterzellen gebildet werden, während jene ungetheilt bleiben und zu Schleuderern sich ausbilden.

9) Das beblätterte Pflänzchen entsteht aus der Spore unter Vermittlung eines Vorkeimes, der entweder unmittelbar aus der Spore (durch Theilung derselben) oder an der Spitze eines aus der Spore sich entwickelnden Keimschlauches gebildet wird.

10) Die in den flaschenförmigen Behältern sich bildenden Gemmen entwickeln die Sprosse aus Randzellen, wobei der übrige Theil der Gemme sich nicht weiter verändert. Ausserdem aber entstehen frei an der Sprosoberfläche Brutschuppen, an denen schon in früher Jugend ein Spross angelegt wird.

11) *Blasia* schliesst sich in Bezug auf die Fruchtbildung (Anlage der Frucht, Ausbildung des Sporogoniums, Aufspringen desselben etc.) enge an die Jungermannieen an, und wird auch aus diesem Grunde und zwar nicht mit Unrecht, diesen beigezählt. Die nächst verwandte Gattung ist zweifellos *Pellia*, die nicht nur im Wachstume der Achsen, sondern auch darin übereinstimmt, dass die oberflächlich und an der Rückenseite sich bildenden Antheridien später in die Frons versenkt werden, und dass auch die heranwachsende Frucht in ähnlicher Weise durch Ueberwucherung des Sprossgewebes bedeckt (eingeschlossen) wird.

Von *Pellia* unterscheidet sich *Blasia* wesentlich durch die Blattbildung, ist dadurch aber ebenso sehr von den beblätterten Jungermannieen (incl. *Fossombronia*) getrennt. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass die Gebilde, welche bei den beblätterten Jungermannieen als Blätter bezeichnet werden, mit den Seitenblättern von *Blasia* nicht einer Entwicklungsreihe angehören. Die Wachstumsrichtungen, die in den Seitenblättern von *Blasia* sich geltend machen, sind vollkommen übereinstimmend mit denen, wie wir sie in den Segmenten blattloser Jungermannieen finden; denken wir uns die Segmente bei *Pellia* (*calycina*) bei gleichem Theilungsmodus und gleichen Wachstumsrichtungen, nicht unter sich verbunden, sondern isolirt wachsend, so ist damit auch schon das Entwicklungsgesetz für die Seitenblätter von *Blasia* im

Allgemeinen gegeben (vgl. pg. 26). Ganz anders ist es bei den beblätterten Jungermannien. Die Ebene, in der sich das Flächenwachsthum des Blattes vollzieht, ist parallel den Hauptwänden des Segmentes (bei *Blasia* steht sie auf diesem senkrecht); das Segment, in so weit es sich beim Längenwachsthum des Stammes betheilligt, wächst in anderer Richtung, als das aus ihm sich entwickelnde Blatt.

Es ist völlig nicht einzusehen, wie und aus welchem Grunde diese Verdrehung in der Wachstumsrichtung des Segmentes sollte stattgefunden haben. Die Annahme, es wäre die Wachstumsrichtung im Segmente durch eine veränderte Segmentirung der Scheitelzelle beeinflusst worden, ist deshalb unzulässig, weil nach allen Erfahrungen (*Fissidens* etc.) gerade das Umgekehrte stattfindet, indem das Wachsthum der Segmente auf die Theilungsweise der Scheitelzelle einwirkt. Auch gibt es viele zweireihig beblätterte Jungermanniaarten, bei denen die seitenständigen (blattbildenden) Segmente sich unter so spitzen Winkeln schneiden, dass ihre Lage gegen den Horizont in der That wenig von dem der seitenständigen Segmente von *Blasia* verschieden ist, und bei *Fossombronina* sehen wir die Aehnlichkeit in der Lage noch grösser. Und doch stehen in diesen Fällen die jungen Blätter mit ihren Flächen parallel den Hauptwänden des Segmentes, am Sprosse vertikal.

Es verdient weiters wohl beachtet zu werden, dass *Blasia* mit seiner Segmentirung der Scheitelzelle unter allen (mir bekamten) beblätterten Lebermoosen allein dasteht, und sich in dieser Beziehung enger an die blattlosen Formen anschliesst, während anderseits kein einziges blattloses Lebermoos mit dreiseitiger Scheitelzelle wächst. Es ist also wahrscheinlicher, dass die ja auch in anderer Beziehung höher stehenden beblätterten Jungermannien ihre dreiseitige Scheitelzelle erst nach dem Auftreten der Blätter erworben haben. Ich möchte fast glauben, dass wir in den oben pg. 58 besprochenen Ausnahmefällen der Bildung dreiseitiger Scheitelzellen an jungen Sprossen von *Blasia* — gewissermassen den Weg angedeutet haben, in welcher Weise dreiseitige Scheitelzellen überhaupt entstanden sind ¹⁾. Ist es also kaum anzunehmen, die Blattbildung von *Blasia* hätte sich aus der der übrigen Jungermannien heraus entwickelt, so ist anderseits auch das Gegentheil eben so wenig wahrscheinlich. Ich möchte vielmehr glauben, dass blattlose Jungermannien etwa von der Form unserer Aneuren und Pellien den Ausgangspunkt für zwei selbstständige Reihen beblätterter Jungermannien gegeben haben, von deren einer uns bis jetzt nur *Blasia* bekannt ist.

Zu denselben Schlüssen kommen wir, wenn wir die Unterblätter von *Blasia* mit denen der dreiseitig beblätterten Jungermannien vergleichen. Bei den letzteren sehen wir das Segment seiner ganzen Breite nach und parallel den Hauptwänden auswachsen, und auch in jenen Fällen, wo die Blattbildung in der bauchständigen Segmentreihe auf ein Keulenhaar reducirt ist, erstreckt sich anfangs die Basis des letzteren quer über die ganze Breite des jungen Seg-

¹⁾ In diesem Sinne deute ich das Auftreten dreiseitiger Scheitelzellen an den Sprossen von *Blasia*, und nicht etwa als Rückschlag.

menten. Die Unterblätter von *Blasia* gleichen in ihrer Anlage und ihrer späteren Stellung vielmehr den Keulenhaaren bei *Metzgeria*, *Aneura*, *Pellia* etc.; ihre einem Keulenhaare so ähnliche Spitzenpapille, die zu einer Zeit, wo die Blattfläche kaum merkbar ist, schon den ausgewachsenen Zustand zeigt, die stielartige Insertion, Alles dies deutet auf ihre selbstständige unvermittelte Abstammung von solchen Keulenhaaren, in so weit nämlich, als die letzteren gewissermassen als Ausgangspunkte für die Blattbildung dienten, und in der Weise, dass entweder bei einem zweizelligen Haare, ein allseitiges Flächenwachsthum der unter der Endpapille liegenden Zelle ein den Unterblättern von *Blasia* ähnliches Gebilde schuf, oder so, dass die ursprünglich in der Sprossoberfläche liegende Tragzelle durch selbstständiges Wachsthum zu einem blattartigen Organe wurde, das an seiner Spitze das Keulenhaar trug. So erkläre ich mir die keuligen Papillen an der Spitze des Unterlappens von *Radula*, *Lejeunia*; die schon oben erwähnte Papille an einem Zahne der Unterblätter von *Jungermannia trichophylla*; die den stylus auriculae krönende Endzelle bei *Frullania* etc. etc., welche Deutung auch durch die pg. 57 Anm. 1 erwähnte Entwicklung von *Lophocolea* unterstützt wird.

Diese Keulenhaare dürfte also auch schon die blattlose Stammform unserer beblätterten Lebermoose gezeigt haben; in welcher Weise sie als Ausgangspunkte für die Blattbildung (für die Bildung eines wesentlich dem Geschäfte der Assimilation dienenden Organes) wurden, war nicht durchwegs gleich, — und ich habe schon oben auf die beiden möglicher Weise eingehaltenen Entwicklungsweisen hingedeutet.

Ich werde in einem späteren Hefte Gelegenheit haben, nochmals auf diesen Gegenstand zurückzukommen.

Erklärung der Abbildungen.

Die nicht schematischen Figuren sind sämtlich mit der Camera lucida entworfen. Die in () stehenden Zahlen geben die Vergrößerung an.

Tafel I.

Blasia pusilla.

- Fig. 1 Querschnitt durch die Vegetationsspitze eines Sprosses, um die gegenseitige Lage der Blattgebilde zu zeigen.
Es bedeutet: $S_1, S_2, S_3 \dots$ die genetische Folge der Seitenblätter.
 $O_1, O_2, O_3 \dots$ „ „ „ der Blattohren.
 $U_1, U_2, U_3 \dots$ „ „ „ der Unterblätter.
- Die mit gleichem Zeiger bezeichneten Blattgebilde sind aus demselben Segmente gebildet und so zusammengehörig. Man vergleiche den Text pg. 15.
- Fig. 2 (350). Die in der früheren Figur mit dem Zeiger 3 bezeichneten Blattheile in derselben Lage, aber stärker vergrößert. Die beiden Blattohren (O_3) erscheinen im optischen Durchschnitt und zeigen ihre Innenpapillen; der optische Querschnitt geht auch durch die Insertionsstelle der Spitzenpapille (e) des Unterblattes, die in diesem Altersstadium von der Spitze weg, auf die Fläche des Blattes gerückt erscheint.
- Fig. 3 (350). Junge Blattheile eines seitenständigen Segmentes. Das Unterblatt wurde durch die Praeparation etwas seitlich verschoben. Dafür wurden aber die beiden dem Seitenblatte anliegenden Blattohren deutlich sichtbar. Ueber die Spitze des Unterblattes ragt dessen Spitzenpapille (e) hervor.
- Fig. 4 (350). Sprossscheitel in verschiedenen Ansichten. v die Scheitelzelle; S_1, S_2, S_3 seitenständige — R rückenständige — B bauchständige Segmente.

A: in Spitzenansicht,
B: von der Bauchseite,
C: von der Rückenseite gesehen.

Fig. 5 (540). Querschnitt durch einen Sprossscheitel mit beginnender Verzweigung. Der optische Durchschnitt geht durch die Aussenwände der beiden Scheitelzellen v, v_1 ; die Zellengruppe C ist der Querschnitt eines über die Scheitelzellen emporragenden Gewebehöckers (d. i. eines seitenständigen Segmentes). Von der Rücken- und Bauchseite greifen über den Scheitel Haarpapillen (Keulenhaare) herüber. Vergl. Text pg. 33.

Fig. 6 (350). Ein Sprossscheitel A: in Bauch- B: in Spitzenansicht. (Wahrscheinlich im Beginne der Auszweigung.) •Vergl. Text pg. 34.

Die den Zellen a und b seitlich angrenzenden und über die Scheitelfläche übergreifenden Zellgruppen sind Seitenblätter. Die punktierten Kreise in der Fig. B. bestimmen die Insertionsstellen junger Unterblätter.

Fig. 7 (350). Ein Sprossscheitel A: in Bauch- B: in Spitzenansicht.

Fig. 8 (350). Ein Sprossscheitel in verschiedenen Ansichten.

A: in Spitzenansicht.

B: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles t der Fig. A, in welcher die punktierte Linie die Richtung der Schnittebene angibt.

C: Seitenansicht wie in B, aber bei tieferer Einstellung, so dass der optische Durchschnitt durch das das Unterblatt U producirende seitenständige Segment geht, in welchem, wie Fig. A. zeigt, auch schon die Zellen für die beiden Blattohren (O) und das Seitenblatt (S) angelegt sind. Sch: bezeichnet ein Unterblatt, das aber wahrscheinlich aus einem bauchständigen Segmente entstanden ist. p: eine Haarpapille. Vergl. Text pg. 18 und pg. 27.

Fig. 9 (540). Spitzenansicht eines Sprossscheitels. Die punktierten Linien zeigten sich bei tieferer Einstellung.

Fig. 10 (540). Ein Sprossscheitel in verschiedenen Ansichten.

D: Bauchansicht. m: Durchschnitt der jüngsten (bauchständigen) Theilungswand der Scheitelzelle (v). S: jüngstes seitenständiges Segment.

B: Seitenansicht auf das seitenständige Segment S, in welchem sich schon zwei schiefe Wände (1 und 2) gebildet haben.

C: Ansicht bei gleicher Objectlage aber tieferer Einstellung (auf die Scheitelzelle). Die schiefe Wand m entspricht der gleichbezeichneten der Fig. D.

A: Seitenansicht von dem in Fig. D rechts von der Scheitelzelle gelegenen seitenständigen Segmente aus. Man sieht die aus demselben hervorgegangenen Blattgebilde: U (Unterblatt mit der schon weit von der Spitze abgerückten Spitzenpapille); O (Blattohr, p seine Spitzenpapille, i die in den hier schon

sehr erweiterten Hohlraum hineingewachsene Innenpapille); S (Seitenblatt). 1, 2, 3: genetische Folge der schiefen Theilungen des Segmentes. Vergl. Text pg. 17.

- Fig. 11 (540). Rückenansicht eines auszweigenden Sprossscheitels. Das Stadium entspricht ungefähr dem in Fig. 5 dargestellten. C ist die zwischen beiden Scheiteln gelegene Zellengruppe, die einem seitenständigen Segmente entspricht. y und y_1 sind die beiden Blatthälften des Seitenblattes. Vergl. Text pg. 33 und die folgende Figur.
- Fig. 12 (540). Seitenansicht auf das in der früheren Figur median gelegene seitenständige Segment, von dem links gelegenen Scheitel aus. y die linke Hälfte des Seitenblattes mit dem anliegenden Blattohre O und dem Unterblatte U (dessen Papille e). 1, 2, 3, genetische Folge der schiefen Theilungswände des Segmentes. Vergl. Text pg. 20.
- Fig. 13 (540). Eine ähnliche Ansicht. Das Blattohr (O) und das Seitenblatt (S) sind etwas weiter entwickelt. Vergl. Text pg. 20.
- Fig. 14 (540). Junges Seitenblatt von der Fläche gesehen.
- Fig. 15 (280). Junges Seitenblatt mit den beiden anliegenden Blattohren, deren Spitzenpapillen (p). Die kopfförmigen Enden der Innenpapillen scheinen durch die Blattohrfläche hindurch.
- Fig. 16 (540). Junges Unterblatt.
- Fig. 17 (540). Ein etwas älteres Stadium.
- Fig. 18 (350). Das Unterblatt U der Fig. 8 C in Flächenansicht. Die Papille e (in den früheren Figuren schon auf die Blattfläche gerückt), ist hier noch nahe der Spitze inserirt.
- Fig. 19 (350). Ein noch jüngeres Stadium eines Unterblattes.
- Fig. 20 (350). Ein altes aber nicht inficirtes Blattohr in Seitenansicht. Der optische Durchschnitt geht durch die Mediane desselben; es erscheinen daher die Spitzen- und die Innenpapille in der Schnittfläche.
- Fig. 21 (350). Ein junges Blattohr. A: Ansicht auf die Rückenfläche; B: bei tieferer Einstellung.

Tafel II.

- Fig. 1 (350). Vertikaler Längsschnitt durch eine Sprossspitze zunächst der Scheitelzelle. Der Schnitt geht durch die Insertion des Unterblattes U, trifft ein Blattohr (O) nahe dessen Mediane und in gleicher Weise auch das Seitenblatt (S). Am Blattohre erkennt man deutlich den Ausführungsgang des Hohlraumes und die in denselben hineinragende Innenpapille (i). (Seine Spitzenpapille liegt ausserhalb der Schnittfläche.)

Diese wie die folgende Figur stellen gewissermassen weiter vorgeschrittene Entwicklungsstadien der in Taf. I Fig. 12, 13 und 10 A in gleicher Ansicht dargestellten Objecte dar.

- Fig. 2 (660). Schnitt und Object wie in Fig. 1. Am Unterblatte ist die Spitzenpapille e, am Blattohre die Spitzenpapille p sichtbar.
- Fig. 3 (350). Querschnitt durch einen älteren Sprossheil. Der Schnitt geht durch die Mediane eines mit Nostoc inficirten Blattohres, dessen Spitzenpapille (p) und Insertion der Innenpapille (i) sichtbar sind. Die Nostockugel ist herausgefallen.
- Fig. 4 (540). Ein junges Blattohr in verschiedenen Ansichten.
 A: In Spitzenansicht (in der Richtung des Pfeiles in Fig. C). Einstellung auf die Insertion der Spitzenpapille. Ein Stück des Seitenblattes S erscheint im Durchschnitt.
 B: Bei gleicher Lage, Einstellung auf den Grund der Innenpapille.
 C: Seitenansicht auf die Oberfläche des Blattohres.
 D: Bei gleicher Lage, im mittleren Durchschnitt gesehen. Man vergleiche den Text pg. 23.
- Fig. 5 (540). Ein Theil der die Nostockugel durchsetzenden Schläuche (Verzweigungen der Innenpapille) n, n, Nostoczellen.
- Fig. 6 (160). Oberflächenansicht auf die Sprossrückenfläche, an der Stelle, wo ein Antheridium eingesenkt ist. Bei t Mündung des das Antheridium einschliessenden Hohlraumes.
- Fig. 7 (160). Axiler Längsschnitt durch einen älteren Sprossheil. Der das entleerte Antheridium (A) bergende Hohlraum ist durchschnitten; bei t sein Ausführungsgang.
- Fig. 8 (350). Junges Antheridium im Durchschnitt, um dessen Hüllschicht und Insertion zu zeigen. Die Lage ist dieselbe wie in Fig. 7.
- Fig. 9 (60). Ein ähnlicher Schnitt wie in Fig. 7, aber durch die Sprossspitze. Das junge Antheridium liegt am hinteren Ende eines einem jungen Brutbecher ähnlichen Behälters. Vgl. Text pg. 38.
- Fig. 10 (350). Vertikaler Längsschnitt durch einen Spross zunächst der Scheitelzelle, mit einem jungen Archegonium und der Anlage eines Unterblattes.
- Fig. 11 (350). Dasselbe Präparat, aber bei anderer Einstellung. Die Ansicht zeigt ein älteres Archegonium und an der Spitze, wo ein seitenständiges Segment getroffen erscheint, ein weiter entwickeltes Unterblatt (U).
- Fig. 12 (350). Ein ähnlicher Schnitt. Das in der Entwicklung ziemlich weit vorgeschrittene Archegonium hat aus seiner Centralzelle die Bauchkanalzelle abgetrennt.
- Fig. 13 (350). Junges Archegonium.

Tafel III.

- Fig. 1 (160). Vertikaler Längsschnitt durch den Scheitel einer weiblichen Pflanze. A ein halberwachsenes Archegonium, dessen Grund in einer muldenförmigen Vertiefung liegt. Vor demselben der Durchschnitt einer Gewebefalte, wie sie normal bei der Anlage eines Brutknospenbehälters auftritt. Das Seitenblatt S_2 zeigt an seiner Bauchseite ein Blattohr. U: Unterblätter. Der Schnitt ist seitlich von der Scheitelzelle geführt.
- Fig. 2 (160). Ein ähnlicher Schnitt. Das befruchtete und schon stark vergrößerte Archegonium ist schon ganz in das Gewebe versenkt.
- Fig. 3 (160). Ein ähnlicher Schnitt, ein älteres Stadium darstellend. Vgl. Text pg. 44.
- Fig. 4—6 (25). Successive Stadien der Fruchtentwicklung. Die punktirte Linie gibt die Begrenzung des in lebhafter Theilung befindlichen Stengelgewebes. (Man vergleiche Fig. 2 und 3.) In Fig. 6 ist das Archegonium schon durchrissen.
- Fig. 7 (350). Junger Embryo in Seiten- und Spitzenansicht. Entwicklungsstadium wie in Fig. 2.
- Fig. 8 (350). Ein etwas älterer Embryo. Entwicklungsstadium wie in Fig. 3.
- Fig. 9 (350). Ein noch älteres Stadium.
- Fig. 10 (350). Queransicht auf den Grund des in Fig. 9 dargestellten Embryo. Die ausgezogenen Linien geben die Theilungen in der Fusszelle; die punktirten die Quadrantentheilung im mittleren Stockwerke. In der darüberstehenden Figur ist das Theilungsschema für den Querschnitt im obersten Stockwerke dargestellt.
- Fig. 11 (350). Ein Embryo, in Alter und Entwicklung etwa dem in Fig. 8 dargestellten entsprechend. Die erste Längswand (l) im obersten Stockwerke ist etwas schief gestellt. Noch mehr ist dies der Fall in
- Fig. 12 (350). Die Wand l entspricht der ersten Längswand im obersten Stockwerke, dessen rechts gelegene Hälfte den ganzen Scheitel des Embryo einnimmt.
- Fig. 13 (540). Stück eines Längsschnittes durch eine junge Fruchtkapsel zunächst der Peripherie. (Länge des ganzen Sporogoniums 0.27 Mm.).
- Fig. 14 (540). Stück aus demselben Längsschnitte, zunächst der Mitte.
- Fig. 15 (540). Axile Partie eines durch eine etwas ältere Kapsel geführten Längsschnittes (Länge des ganzen Sporogoniums 0.36 Mm.). Vgl. Text pg. 50.
- Fig. 16 (350). Eine Grossmutterzelle der Sporen. In den beiden Sporenmutterzellen beginnt die Sporenbildung.

Tafel IV.

Fig. 1 (280). Eine externe Brutknospe (Brutschuppe) in ziemlich vorgeschrittenem Entwicklungsstadium. Sch: der Schuppe angehörige Lappen; S: die Seitenblätter des sich entwickelnden Sprosses; O: seine mit Nostoc erfüllten Blattohren. Vgl. Text pg. 67.

A: die Ansicht auf die dem Tragsprosse zugewendete Seite; es erscheint daher der junge Spross in Bauchansicht.

B: zeigt die Brutschuppe um 180° gedreht. Der junge Spross erscheint durch die der Schuppe angehörigen Lappen vollkommen gedeckt.

Fig. 2 (540). Ein jüngeres Stadium einer Brutschuppe in Ansicht wie Fig. 1 A. Der junge Spross zeigt ebenfalls zwei Seitenblätter S und an jedem derselben ein Blattohr O (p dessen Spitzenpapille). Grund- und spitzwärts sehen unterhalb des Sprosses Lappen und Spitzen der Schuppe hervor. Zwischen den beiden Blattohren erscheint bei tieferer Einstellung die in Fig. 2a in gleicher Lage dargestellte Zellengruppe, deren Zellen s_3 und s_4 als die nächst jüngern seitenständigen Segmente, l als ein bauchständiges und v als die Scheitelzelle zu denken sein dürften.

Fig. 3 (350). Brutschuppe mit einer Sprossanlage, an der nur ein Seitenblatt (und das dazu gehörige Blattohr) erkennbar ist. st ist die Stielzelle, mit der die Brutschuppe an dem Tragsprosse aufsitzt.

A: Ansicht wie Fig. 2,

B: das Praeparat um nicht ganz 90° nach links gedreht. Vgl. Text pg. 68.

Fig. 4—11 (350). Entwicklungszustände von Brutschuppen mit den jungen Sprossanlagen.

Die Folge der Figuren zeigt auf einanderfolgende Entwicklungszustände.

Die mit A und ebenso die mit B bezeichneten Ansichten entsprechen sich in allen Figuren und zwar ist in B die Brutschuppe von der Sprossseite aus gesehen dargestellt (entsprechend den Ansichten Fig. 1 A, 2 und 3 A); während A die Seitenansicht zeigt, die durch Drehung der Brutschuppe aus der Lage B (und zwar um 90°) nach rechts erhalten wurde. Die mit sch bezeichneten Zellen und Zellengruppen gehören der Schuppe an (= Sch der Fig. 1, 2 u. 3); p bezeichnet immer die Spitzenpapille des Blattohres, S ein Seitenblatt. Die Wände mit gleichem Zeiger entsprechen sich in allen Figuren. Man vergl. Text pg. 66.

Fig. 5 C stellt die Flächenansicht auf die Schuppe dar (= Fig. 1 A). Das Object ist gegen B um 180° gedreht.

- Fig. 6 C zeigt das Präparat um nahe 180° gegen die Ansicht B, ebenso Fig. 6 D gegen A gedreht.
- Fig. 8 C Ansicht wie Fig. 8 B; das Objekt ist nur etwas aufgerichtet. Bei tieferer Einstellung zeigte sich die in Fig. D dargestellte Zellengruppirung. Die hier mit v bezeichnete Zelle ist in Fig. B und C gleich bezeichnet.
- Fig. 9 C gegen B um 180° gedreht.
- Fig. 11 C Objectlage wie in A; nur ist hier die Einstellung auf die Oberfläche der Sprossanlage genommen, während diese dort in optischen Durchschnitte dargestellt ist.
- Fig. 12 (540). Seitenansicht einer Brutschuppe mit Sprossanlage (den Ansichten A der früheren Figuren entsprechend). Nebst dem Blattohre (dessen Spitzenpapille p) ist auch schon das Seitenblatt (S) angelegt.
- Fig. 13 (540). Ansicht auf den Sprossscheitel des in Fig. 9 A dargestellten Stadiums (gesehen in der Richtung des Pfeiles x); sch Durchchnitt der Schuppe (vgl. Fig. 9 C); p Spitzenpapille des Blattohres, s die Seitenblattmutterzelle.
- Fig. 14 (350). Ausgewachsenes Unterblatt, von seiner Insertionsseite aus gesehen. e ist die hier schon auf die Mitte der Blattfläche gerückte Spitzenpapille (vgl. Taf. II Fig. 2); unter derselben erscheinen die Stielzellen im Durchchnitt.
- Fig. 15 (60). Junger Spross in Bauchansicht. An seinem Grunde ist noch die Gemme, aus der er sich entwickelte, sichtbar. Vergl. Text pg. 64.

Tafel V.

- Fig. 1 (60). Junger aus einer Brutschuppe entwickelter Spross in Rückenansicht.
- Fig. 2 (60). Ein ähnlicher Spross in Bauchansicht. In dieser, wie in der früheren Figur steht an jedem hier deutlich hervortretenden Seitenblatte ein Blattohr (O).
- Fig. 3 (350). Eine Gemme mit einem sich aus ihr entwickelnden Sprosse. h sind Rhizoiden-ähnliche Fortsätze von Randzellen. (Eines dieser Haare — welches ist unbestimmbar — ist die Stielzelle der Gemme. α eine Randzelle, papillenartig hervortretend.)
- A: zeigt die Sprossknospe in ihrer Verbindung mit der Gemme und in Oberflächenansicht.
- D: Sprossknospe in gleicher Lage, aber bei etwas tieferer Einstellung.
- E: Sprossknospe in gleicher Lage und im axilen (optischen) Längsschnitt, B und C sind Spitzenansichten. C: optischer Querschnitt in der Höhe x — y; B: in der Höhe z. 1, 2, 3 genetische Folge der Segmente.

- Fig. 4 (350). Eine Gemme mit einem noch jüngeren Stadium der Sprossentwicklung.
- Fig. 5 (540). Vegetationsspitze eines sehr jungen aus einer Gemme entwickelten Sprosses, der noch keine Blattbildung zeigte.
- A: Ansicht von der Bauchseite,
B: in Spitzenansicht,
C: das Segment S der Fig. B von der Seite und von aussen gesehen.
- Fig. 6 (350). Junge Gemmen aus einem Gemmenbehälter. Die Fig. c und d zeigen dieselbe Gemme und zwar d gegen c um 90° gedreht.
- Fig. 7, 8, 9 (350). Successive Entwicklungsstadien von Gemmen.
- Fig. 10 (350). Optischer Querschnitt durch eine Gemme, deren Entwicklungsstadium dem in Fig. 7 dargestellten entsprach.
- Fig. 11 (350). Spitzenansicht auf eine Gemme (auf die Zelle v in Fig. 7). (In den Figuren 6—11 sind die sich entsprechenden Wände und Zellengruppen gleich bezeichnet).
- Fig. 12 (350). Haarpapillen aus einem Gemmenbehälter mit abgehobener Cuticula.
- Fig. 13 (280). Spore im Beginne der Keimung.
- Fig. 14 (280). Optischer Querschnitt, senkrecht auf die in Fig. 13 in der grösseren Zelle sichtbare Theilungswand.
- Fig. 15, 16, 17 (160). Keimende Sporen.
- Fig. 18 (280). Ende eines Keimschlauches.
- Fig. 19 (160). Eine Spore mit einem Keimschlauche.
- Fig. 20 (350). Eine abnorme keimende Spore.
- Fig. 21 (350). Spitze eines Keimschlauches. Folgestadium von Fig. 18. Fig. b gegen Fig. a um 180° gedreht; Fig. c: Ansicht zwischen Fig. b und Fig. a.
- Fig. 22 (280). Zellkörper an der Spitze eines Keimschlauches. b: Ansicht in der Richtung des Pfeiles g der Fig. a.
- Fig. 23 (280). Das Präparat der früheren Figur in Spitzenansicht. Man vergleiche den Text pg. 55.
- Fig. 24 (280). Keimende Spore. Vergl. Text pg. 54.
- Fig. 25 (350). Zellkörper an der Spitze eines Keimschlauches mit beginnender Sprossbildung.
- Fig. 26 (350). Junger Spross, hervorgegangen aus einem an der Spitze eines Keimschlauches gebildeten Zellkörper, dessen Abgrenzung vom Sprosse in der Abbildung deutlich erkennbar ist. Der Spross zeigt schon ein Blattohr (O) und ein Seitenblatt (S).

- Fig. 27 (160). Ein Spross, der sich unmittelbar aus der Spore, die sich zu einem Zellkörper umgewandelt hat, entwickelte. Auch hier erkennt man am Grunde des Sprosses den aus der Spore hervorgegangenen Zellkörper. Der Spross zeigt zwei Seitenblätter mit je einem Blattohre.
- Fig. 28 (350). Ansicht auf die Bauchseite eines jungen (etwa dem in Fig. 26 dargestellten ähnlichen) Sprosses mit abnorm entwickeltem Blattohre. Vergl. Text pg. 58.
- Fig. 29 (350). Querschnitt durch ein Seitenblatt (S) eines sehr jungen Sprosses, um die abnorme Lage des dazugehörigen Blattohres zu zeigen. Vergl. Text pg. 58.
- Fig. 30. Theilungsschema für die Sprossscheitelzelle. Vergl. Text pg. 14.

	Seite.
h) die weiblichen Pflänzchen	40
Historisches über die Fruchtbildung	41
Archegonien	43
Fruchtbildung	44
der Embryo	48
Sonderung in Stiel und Kapsel	49
Differenzirung von Schleudern und Grossmutterzellen der Sporen	50
Keimung der Sporen.	
Historisches	52
Erste Stadien der Keimung	54
der Keimschlauch	54
der Vorkeimkörper	55
Anlage des beblätterten Pflänzchens an demselben	57
erste Wachstumsstadien des Pflänzchens	57
Brutknospen.	
Historisches	59
a) Entstehung der Gemmen, ihr Wachstum	60
der Gemmenbehälter	60
Bildung der Pflänzchen an den Gemmen	63
b) Brutschuppen, ihre Entstehung und Entwicklung	64
Sprossbildung an denselben	66
Uebersicht der wichtigsten Ergebnisse.	70



















