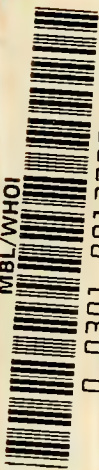




MBL/WHOI



0 0301 0013729 5

UNTERSUCHUNGEN
UEBER DIE
LEBERMOOSE

VON
DR. HUBERT LEITGEB
PROFESSOR DER BOTANIK IN GRAZ.

II. HEFT.
DIE FOLIOSEN JUNGERMANNIEEN.

MIT ZWÖLF TAFELN.

I n h a l t.

	Seite
Spitzenwachsthum und Segmentirung der Scheitelzelle	
bei bilateralen Formen	1
bei Haplomitrium	2 u. 69
Grösse der Scheitelzelle	2
Gesammtwachsthum der Segmente an bilateralgebaute Sprossen	2
Ungleiches Längenwachsthum an der Rücken- und Bauchseite	3
Ungleiches Breitenwachsthum	4
Theilung der Segmente	
bei Haplomitrium	4 u. 70
bei bilateralen Moosen	5
a) seitenständige Segmente	5
b) ventrale Segmente	6
Wachsthum der Stengeltheile der Segmente	6
Die Blattbildung im ventralen Segmente	
Keulenpapillen	7
Amphigastria	8
ihre Spitzenpapillen	9
Theilungen im Amphigastrium	10
Die Blattbildung in seitenständigen Segmenten.	
Lappenbildung	11
Regel der Zellvermehrung	13
Keulenpapillen am Unterlappen	14
Morphologische Bedeutung der Keulenpapillen (Primordialpapillen)	15
Phylogenie des Jungermannieenblattes	17
Verzweigung des Stammes	
a) Endverzweigung	22
aus Segmenthälften	22
aus basiskopen Basilartheilen	26
b) Interkalare Zweigbildung	30
Zweigvorkeime bei Jung. bicuspidata	38
Brutkörner und Brutknospen.	39
Rhizoiden	40

IV

	Seite
Geschlechtsorgane	40
a) Antheridien	41
Morphologische Bedeutung derselben	44
b) Weibliche Inflorescenz	45
Anlage der Archegonien	45
deren Wachsthum	47
Das Perianthium	47
seine Anlage	48
Morphologische Bedeutung des Perianthiums und der Archegonien	50
Diesbezüglicher Vergleich mit den Laubmoosen	52
Die Antheridien von Sphagnum	52
Fruchtbildung	53
Vergleichung der Leber- und Laubmoose in Bezug auf die Sporogoniumbildung	59
Das Sporogonium der Andreaeaceen und das von Anthoceros	60
der Fruchtkast bei Trichocolea	61
Keimung der Sporen	62
Haplomitrium	68
Die Scheitelzelle	69
Wachsthum der Segmente	70
Blattbildung	70
Verzweigung	71
Antheridien	71
Weibliche Inflorescenz	72

Seite 54 Anm. 2 Zeile 7 lies Sonderung »in Kapselwand und Sporenraum« statt »in Stiel und Kapsel.«

Foliose Jungermannieen.

Taf. I. — XII.

Alle in die Gruppe der Jungermannieae foliosae zusammengefassten Lebermoose stimmen ausnahmslos in der Art des Spitzenwachsthumes überein und unterscheiden sich dadurch auch von jenen zu den frondosen gerechneten Gattungen, denen eine Blattbildung unzweifelhaft zukommt¹⁾. Sie allein nämlich unter allen untersuchten Lebermoosen besitzen und zwar ausnahmslos eine dreiseitige Scheitelzelle, aus der dem Laufe einer Spirale folgend, Segmente abgeschnitten werden.

Bei allen jenen Formen, bei denen sich Bilateralität geltend macht, ist die Scheitelzelle so orientirt, dass eine ihrer Seitenflächen dem Substrate zugekehrt ist, während die beiden andern Seiten am Rücken des Stämmchens zusammenstossen. Da nun die Theilungswände der Scheitelzelle den Seitenwänden der letzteren parallel auftreten, werden in allen diesen Fällen 3 Segmentreihen — eine bauchständige und zwei seitenständige (am Rücken zusammenstossende) — vorhanden sein.

Wo die bauchständigen Segmente deutliche Amphigastria bilden, ist die Scheitelzelle im Querschnitte gleichseitig. So finden wir sie namentlich bei den Trichomaniden (Taf. IV u. V). In dem Maasse nun, als die Amphigastria verkümmern, tritt auch das Breitenwachsthum der ventralen Segmente immer mehr zurück und findet dann auch schon in den der Scheitelzelle anliegenden Segmenten darin seinen Ausdruck, dass der Querschnitt der Scheitelzelle ein gleichschenkeliges Dreieck darstellt, dessen Basis ihrer ventralen Seitenwand entspricht. Man sieht dies vorzüglich deutlich bei den zweireihig beblätterten Jungermannia-Arten (Taf. IX Fig. 11, Taf. X Fig. 5, 15, 16), während es bei *Radula* und *Lejennia calcarea* (wo ebenfalls keine Amphigastria gebildet werden) minder deutlich sichtbar ist, da die stark convexe und

¹⁾ Die Blattbildung von *Blasia* (und *Symphyogyna*) ist, wie ich im ersten Hefte gezeigt habe, allerdings von der der »beblätterten« Jungermannieen durchaus verschieden. Doch findet sich auch unter den zu den frondosen gerechneten Formen in *Fossombronia* ein Beispiel einer mit der foliosen übereinstimmenden Blattbildung. Ich halte jedoch dies ein Merkmal nicht für wichtig genug, um die Gattung (wie es von *Dumortier* geschehen) den foliosen Jungermannieen anzureihen, da sie von diesen durch die Stellung der Archegonien und die Art der Perianthiumbildung durchaus verschieden ist, wie sie ja auch durch die zweiseitige Segmentirung der Scheitelzelle von ihnen abweicht.

namentlich nach der Bauchseite steil abfallende Scheitelfläche und die dadurch bedingte Lage der ventralen Seitenwand der Scheitelzelle¹⁾ einer diesbezüglichen Beobachtung hinderlich ist.

Das einzige mir bekannte Lebermoos, welches keine bilaterale Ausbildung zeigt, ist *Haplomitrium*. Nicht allein, dass keine der 3 Blattreihen sich als eine Amphigastrienreihe deuten lässt; — bei dem Mangel jeder Rhizoidenbildung wird selbst der Gegensatz zwischen Rücken- und Bauchseite nicht mehr erkennbar. In gleichem Maasse fehlt auch in der Scheitelfläche jede Andeutung einer Bilateralität. Die Scheitelzelle ist in der Regel im Querschnitte ungleichseitig. So ist es immer der Fall an den Anlagen der Seitensprosse (Taf. XII Fig. 1, 2, 3), während beblätterte Stämmchen hier und da gleichseitige Scheitelzellen erkennen lassen (Taf. XII Fig. 7). Es ist wahrscheinlich, dass auch hier, wie bei den schiefreihig beblätterten Laubmoosen, der Grund des schiefen Verlaufes der Blattzeilen eben schon in den Theilungen der Scheitelzelle gelegen ist, zufolge welcher die Segmente schon ihrer Anlage nach am anodischen Rande breiter sind als am kathodischen.

Die Grösse der Scheitelzelle schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Die kleinsten Scheitelzellen, die ich beobachtete, fand ich bei *Lejeunia serpyllifolia* (Taf. I Fig. 1), wo die Seitenlänge der in Spitzenansicht gesehenen Scheitelzelle 9 Mik. betrug. Die grössten fand ich bei *Mastigobryum trilobatum*, mit einer in gleicher Weise gesehenen und gemessenen Seitenlänge von 24 Mik. Uebrigens wechselt die Grösse auch an derselben Pflanzenart, indem stark und kräftig entwickelte Exemplare mit starker Blattentwicklung auch grössere Scheitelzellen zeigen, während im Allgemeinen die Seitensprosse in dieser Beziehung gegen ihre Muttersprosse zurückstehen, wie es namentlich bei den Trichomaniden sehr auffallend ist.

Bevor ich die Theilungen der Segmente behandle, ist es notwendig, das Gesamtwachsthum derselben zu erörtern²⁾: Bekanntlich werden die foliosen Jungermannieen nach der Art der Blattdeckung (in solche mit unter- und ober-schlächtigen Blättern) unterschieden. Es rührt diese verschiedene Deckung von der Differenz des Längenwachsthumes der Rücken- und Bauchseite des Stämmchens her, und zwar zeigen die mit stärkerem Längenwachsthum der Rückenseite ober-schläch-tige, die mit über-wiegendem Längenwachsthum der Bauchseite unter-schläch-tige Blattdeckung. Als Folge dieses ungleichen Längenwachsthumes ist daher auch die Sprossspitze immer gekrümmt und, wie selbst-verständlich, bei den Formen mit ober-schläch-tigen Blättern dem Substrate zugewendet, bei denen mit unter-schläch-tigen Blättern von diesem abgekehrt. Als besonders instructives Beispiel möchte ich für die ersteren die Trichomaniden, für die letzteren die Jungermannia-Arten aus den Gruppen der Communes und Bicuspides, ferner die Gattung Plagiochila anführen. In allen diesen Fällen liegt der

¹⁾ Man vergleiche meine Abhandlung über *Radula* (Sitzber. der Wiener Akademie Bd. LXIII), in welcher ich diese Verhältnisse ausführlich erörterte. Ich werde mich im Späteren überhaupt häufig auf diese Schrift, die ich daher als bekannt voraussetze, beziehen.

²⁾ Es bezieht sich das Folgende nur auf die bilateral gebauten Formen, während *Haplomitrium* sich in dieser Beziehung durchaus normal verhält und Längen- und Breitenwachsthum in allen 3 Segmentreihen gleichmässig stattfindet.

akroskope Segmentrand (der ja der Blattinsertion entspricht) in einer gegen die Sprossachse geneigten Ebene, die entweder an der Rückenseite des Sprosses (bei ober-schlächtigen Blättern) oder an der Bauchseite desselben (bei unter-schlächtigen) weiter nach der Spitze vorgreift. Von diesen beiden Formen der Blattinsertion ist aber meiner Ansicht nach eine dritte zu sondern, welche dadurch charakterisirt ist, dass der akroskope Segmentrand (und somit die Blattinsertion) nicht in einer, sondern in zwei Ebenen liegt, die sich nach dem Grunde des Stämmchens unter mehr weniger spitzen Winkeln schneiden, so dass die Blattinsertion an der Oberfläche des Stengels in Form eines gegen die Sprossspitze offenen Winkels erscheint. Wir finden dies in ausgezeichnete Weise bei *Radula*, ebenso bei *Lejeunia*, in gleicher Weise bei den *Jungermannia*-Arten, die zur Gruppe der *Complicatae* gehören, ferner bei *Scapania* und *Gymnomitrium*. Hier hängt es selbstverständlich nur von der gegenseitigen Grösse der beiden Blattlappen (des dorsalen und des ventralen) ab, ob ober- oder unter-schläch-tige Blattdeckung in die Erscheinung tritt. Bei *Radula* und *Lejeunia* z. B., wo der Oberlappen den Unterlappen so bedeutend an Grösse übertrifft, sehen wir ober-schläch-tige, bei den meisten *Scapanien*, wo der Unterlappen grösser ist, unter-schläch-tige Blätter, während wir bei gleicher Grösse der beiden Blattlappen, wie es namentlich bei *Gymnomitrium* vorkommt, von einer diesbezüglichen Art der Blattdeckung nicht sprechen können, da die beiden Lappen jedes Blattes von den beiden des unmittelbar grundwärts stehenden Blattes (natürlich nur bei gedrängter Blattstellung) umfasst werden. Dass in diesen Fällen die verschiedene Blattdeckung eben nur von der Differenz in der Entwicklung beider Blattlappen abhängig ist, sehen wir namentlich schön an den zur Fruchtbildung neigenden Sprossen der *Lejeunien* und *Scapanien*: In den tieferen Theilen des Sprosses ist die Differenz in der Grösse der Blattlappen ganz auffallend und man sieht auf den ersten Blick bei ersteren die ober-schläch-tige, bei letzteren die unter-schläch-tige Blattdeckung. An Blättern aber, in deren Achseln Antheridien stehen und ebenso an solchen in der Nähe der weiblichen Organe ist die Grössendifferenz um vieles geringer, ja verschwindet bei manchen *Lejeunien* durchaus, so dass von einer Blattdeckung in jenem Sinne nicht mehr gesprochen werden kann.

Ueberhaupt ist diese Art der Blattdeckung ein unsicheres und systematisch nur mit Vorsicht zu verwendendes Merkmal. So ist, wie es ja auch von *Gottsche* ¹⁾ geschehen, *Calypogeia* trotz ihrer ober-schläch-tigen Blätter der Gruppe der *Geocalyceae*, die sonst durchaus unter-schläch-tige Blattdeckung zeigen, beizuzählen, und ebenso finden wir unter den zu den *Ptilidieen* gerechneten Formen die *Trichocolea tomentosa* Sw. mit unter-schläch-tigen Blättern versehen, während bei den übrigen Gattungen ober-schläch-tige Blattdeckung auftritt, und selbst bei unserer *Trichocolea tomentella* gefunden wird ²⁾.

¹⁾ Ueber die Fructification der Jung. *Geocalyceae*. N. A. A. G. L. Vol. XXI 2.

²⁾ Es wird diese Pflanze als mit ober-schläch-tigen Blättern versehen angeführt (*Nees v. Es.* Europäische Lebermoose Bd. III p. 110). Es ist dies nur theilweise richtig, in so weit nämlich, als in dem Falle, wo die Insertion der Seitenblätter quer verläuft, die Blättzähne nach vorwärts geneigt sind. Nun finde ich aber

Ein stärkeres Längenwachsthum (Höhenwachsthum)¹⁾ der bauchständigen Segmente bewirkt also die Hebung der anliegenden akroskopen Ränder der seitenständigen Segmente und damit die unterschlächtige Blattdeckung; ein Zurückbleiben dieser Segmente im Höhenwachsthum veranlasst eine Senkung dieser Ränder und somit die oberschlächtige Deckung; — mit ersterem Vorgange ist ein Convexwerden, mit letzterem ein Concavwerden der dem Substrate zugewendeten Sprossseite verbunden. Nun sehen wir, dass die älteren Sprosstheile sich wieder gerade strecken, dass aber dabei keine Verminderung der Neigung der Insertionsebene der Blätter gegen die Sprossachse, im Gegentheile eine Vergrösserung derselben stattfindet. Das Geradewerden des früher gekrümmten Sprosstückes setzt natürlich eine Verlängerung der concaven Seite voraus, und somit ein Ueberwiegen des Längenwachsthumes der an dieser Seite gelegenen Segmente. Da nun aber die Neigung der Hauptwände der Segmente nicht vermindert, im Gegentheile vergrössert wird, so kann dies nur daher kommen, dass das Längenwachsthum der Segmente nicht mehr in der Richtung senkrecht auf den Hauptwänden stattfindet, also sich nicht als »Höhenwachsthum« derselben äussert, sondern in einer Richtung sich geltend macht, die gegen die Hauptwände der Segmente (und somit gegen die Insertionsebene der Blätter) schief gerichtet und der Sprossachse parallel ist.

So wie beim Längenwachsthum des Sprosses betheiligen sich die 3 Segmentzeilen auch beim Dickenwachsthum desselben häufig im ungleichen Maasse. In jenen Fällen, wo der Querschnitt der Scheitelzelle ein gleichseitiges Dreieck ist, sollten die Segmentplatten nach ihrem Horizontalwerden sich am Querschnitte als Kreissectoren mit einem Centriwinkel von 120° darstellen. Ich habe dies jedoch nie beobachtet, im Gegentheile gefunden, dass die bauchständigen Segmentplatten auch in jenen Fällen, wo vollkommen entwickelte Amphigastrien vorhanden sind, in der Regel weniger als $\frac{1}{3}$ der Peripherie des Stammquerschnittes einnehmen (Taf. IV Fig. 5). Noch auffallender ist es dort, wo die ventralen Segmente nur rudimentäre (Taf. VII Fig. 1, 3, 7, 8, 9, Taf. IX Fig. 12, 13, Taf. XI Fig. 23) oder gar keine Amphigastria entwickeln. Letzteres ist der Fall bei *Radula* (l. c. Taf. XII Fig. 3, 4, 5) und noch mehr bei *Lejcinia calcarca* (Taf. I Fig. 10), wo ein Breitenwachsthum fast gar nicht stattfindet, und der Reihe bauchständiger Segmente nur eine peripherische Zellreihe entspricht. Im Gegensatz zu diesem höchst geringen Breitenwachsthum sehen wir aber bei *Calypogeia*, wo allerdings auch sehr entwickelte Amphigastria vorkommen, die bauchständigen Segmente sich so weit verbreitern, dass sie nahezu die Hälfte des Querschnittes einnehmen (Taf. V Fig. 15).

Was die ersten Theilungen in den Segmenten betrifft, so muss vor allem hervorgehoben werden, dass sämtliche bilateral gebaute Moose in dieser Beziehung grosse Uebereinstimmung zeigen, während *Haplomitrium* eine Ausnahme macht. Bei letzterer Pflanze sehen wir näm-

sehr häufig auch Stämmchen, wo die Insertionsebene gegen die Sprossachse schief gestellt ist, und zwar so, dass der ventrale Blattrand näher der Sprossspitze liegt, wie dies bei typisch unterschlächtiger Blattdeckung und auch bei *Tr. tomentosa* der Fall ist.

¹⁾ Vergl. Heft I p. 15.

lich, dass einmal die Segmente sich durchaus gleich verhalten, weiters aber auch, dass die Theilungen in anderer Weise als bei den bilateral gebauten auftreten. Ich habe in dieser Beziehung zu wenig Beobachtungen gemacht, um den Theilungsmodus, in so weit, als er als durchgreifendes Gesetz auftritt, genau angeben zu können. Nach allem aber, was ich gesehen habe, ist so viel gewiss, dass die erste Theilungswand des Segmentes als eine seiner freien Aussenfläche parallele Wand auftritt, so dass schon durch diese erste Theilung die Differenzirung des Segmentes in seinem Blatttheil und seinem Stengeltheil zum Ausdrucke gelangt. Es stimmt also in dieser Beziehung *Haplomitrium* mit den Laubmoosen überein.

Eine weitere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit dieser Pflanze besteht darin, dass die Zerlegung der Segmente (der seitenständigen) in Längshälften, denen später die der Anlage nach immer vorhandenen beiden Blattlappen entsprechen, nicht eintritt, so dass auch an den entwickelten Blättern die jener Theilung entsprechende Lappenbildung nicht zu beobachten ist (Taf. XH Fig. 1b, 2, 7a, 8, 13).

Bei allen übrigen Jungermanniceen, d. i. den bilateral gebauten, müssen bei Erörterung der Theilungsverhältnisse der Segmente die seitenständigen von den ventralen getrennt werden.

Erstere zerfallen genau so, wie ich es seiner Zeit für *Radula* angegeben habe, durch eine von der Mitte der freien Aussenfläche ausgehende und im sanften Bogen gegen eine Seitenwand verlaufende »Halbirungswand« in zwei Längshälften. Bei *Radula* (l. c. p. 8 Taf. XI Fig. 5), *Mastigobryum* (Taf. IV Fig. 3), *Scapania* (Taf. XI Fig. 2b) und wahrscheinlich bei allen mit überschlächtiger Blattdeckung versehenen Formen setzt sich diese Halbirungswand an die bauchständige Seitenwand des Segmentes an. Bei *Jungermannia bicuspidata* beobachtete ich hingegen ihren Verlauf nach der rückenständigen Seitenwand, dasselbe sah ich bei *Plagiochila*. Es wäre wohl möglich, dass dieser verschiedene Verlauf der Halbirungswand mit der Differenz des Längenwachsthumes zwischen Rücken- und Bauchseite im Zusammenhang stünde, so dass mit stärkerem Wachsthum der Sprossrückenseite ein ventripetaler, mit stärkerem Wachsthum der Bauchseite ein dorsipetaler Verlauf verbunden wäre, und es liesse sich dies aus rein mechanischen Gründen wohl einsehen. Bei der grossen Schwierigkeit der Herstellung geeigneter Objecte habe ich die diesbezüglichen Beobachtungen zu wenig ausgedehnt, um obige Vermuthung mit aller Sicherheit bestätigen zu können.

Als Resultat dieser Theilung zerfällt das Segment in 2 ungleiche Hälften. Die grössere derselben (die natürlich rücken- oder bauchständig sein kann) theilt sich nun weiter durch eine Tangentialwand in eine innere und eine äussere Zelle, so dass nun das Segment von den Hauptwänden aus betrachtet, aus einer Innenzelle und 2 Aussenzellen besteht (Taf. VII Fig. 1e, Taf. XI Fig. 2b).

In den ventralen Segmenten wird jedoch diese Sonderung in Innen- und Aussenzellen schon durch eine Theilung erreicht, indem eine der Aussenfläche des Segmentes parallele

(Tangential-) Wand dasselbe in eine Innen- und eine Aussenzelle zerlegt (Taf. III Fig. 1b, Taf. VII Fig. 1d, Taf. XI Fig. 23e¹).

Der Querschnitt durch einen in diesem Entwicklungszustand befindlichen Sprosstheil zeigt uns also 5 periphere und 3 centrale (um das Centrum des Querschnittes gruppirte) Zellen,²) welche letztere als die »Stengeltheile« der im Querschnitt getroffenen Segmente bezeichnet werden können.

Was nun die weitere Entwicklung dieser Stengeltheile betrifft, so sehen wir vorerst jeden derselben mit Wiederholung des Theilungsmodus, wie er in den seitenständigen Segmenten zur Bildung zweier Aussenzellen und einer Innenzelle führte, in 3 Zellen zerfallen (Taf. III Fig. 19c, Taf. IV Fig. 5, Taf. VII Fig. 1d, 2, 3, 8, Taf. IX Fig. 12, 13, Taf. XI Fig. 23e). An schwächtigen Stämmchen ist damit die Zellentheilung auch schon abgeschlossen und namentlich bleibt der Stengeltheil der bauchständigen Segmente häufig typisch auf diesem Entwicklungszustand stehen. Wenn aber (in allen oder nur in den seitenständigen Segmenten) weiteres Dickenwachsthum stattfindet, so kann für die weiteren Theilungen das als durchgreifendes Gesetz hingestellt werden, dass dieselben vorwiegend in centripetaler Richtung fortschreiten, und dass sämtliche Wände einer der beiden ersten Theilungen parallel auftreten, so dass die Zellen im Querschnitte durchaus rechteckigen Umriss zeigen. Man findet dies besonders schön bei *Mastigobryum* ausgedrückt, wo selbst von der Spitze ziemlich entfernt und an starken Sprossen eine genaue Zeichnung des Querschnittes auf den ersten Blick auch schon das Theilungsschema zum Ausdrucke bringt (Taf. IV Fig. 5).

Die Zellen dieses aus den Stengeltheilen der Segmente hervorgegangenen Gewebes verdicken meistens mit zunehmendem Alter ihre Wände gleichmässig. Eine Ausnahme machen jene Formen, bei welchen aus der ventralen Sprossseite endogen angelegte Sprosse entspringen. Hier fand ich in vielen Fällen, wie bei *Calyptogeia* (Taf. V Fig. 16) *Jungermannia bicuspidata* (Taf. VIII Fig. 1, 4), die Zellen der ventralen Sprosshälfte dünnwandig bleiben und sich weiters noch durch die hellere Farbe ihrer Wände von denen der dorsalen Hälfte unterscheiden, eine Differenz, die an Querschnitten oft schon auf den ersten Blick auffällt. —

Das bauchständige Segment ist, wie oben erwähnt, anfangs nach der Peripherie hin durch eine einzige Zelle begrenzt. In jenen Fällen, wo ein Breitenwachsthum desselben gar nicht oder nur in höchst unbedeutendem Grade stattfindet, wird die Zellenzahl im Querschnitte auch nicht vergrößert, und es erscheint in der Oberflächenansicht des Sprosses der Reihe

¹) Es wäre übrigens möglich, dass in einigen wenigen Fällen, wo die Bauchblätter von den Seitenblättern in ihrer Entwicklung wenig abweichen und namentlich in Bezug auf Breitenwachsthum hinter ihnen nicht zurückbleiben, in den ventralen Segmenten die ersten Theilungen, so wie in den Seitenblättern auftreten, so dass also auch in ihnen zwei Aussenzellen und eine Innenzelle gebildet werden. So glaube ich es wenigstens bei *Mastigobryum* und *Jung. trichophylla* mehrere Male gesehen zu haben.

²) Es gilt dies für erstarkte Sprosse. Keimpflänzchen zeigen einen noch viel einfacheren Bau: In den ersten Segmentumläufen werden nämlich häufig keine Blätter gebildet und es unterbleibt sogar häufig jede Längstheilung, so dass der Querschnitt nur 3 den drei Segmenten entsprechende Zellen zeigt (Taf. III Fig. 18, Taf. VI Fig. 16, 17).

ventraler Segmente entsprechend auch nur eine einzige Längsreihe von Zellen. So finden wir es immer bei der zarten *Lejeunia calcarea* (Taf. I Fig. 10), häufig auch an schwächtigen Sprossen der *Jung. bicuspidata* und *Gymnomitrium*, und ebenso an Keimpflänzchen im Beginne der Blattbildung und vor ihrer Erstarkung (Taf. III Fig. 18, Taf. VI Fig. 14).

Es kommt nur höchst selten vor, dass die bauchständigen Segmente nicht schon bald nach ihrer Anlage typisch Anhangsgebilde produciren. Ich kenne in dieser Beziehung nur *Radula* und *Lejeunia calcarea*. Bei ersterer Pflanze fehlen selbst die Rhizoiden an diesen Stellen durchaus, während bei letzterer solche allerdings an älteren Sprosstheilen und den entsprechenden Stellen gefunden werden. Bei allen übrigen Jungermannien aber, auch jenen, welchen nach den Angaben der Schriftsteller selbst rudimentäre Amphigastria durchaus fehlen, finden wir, dass jedes ventrale Segment bald nach seiner Anlage ein Anhangsgebilde producirt, das in seiner einfachsten Form als eine ein- oder zweizellige keulenförmige Papille erscheint. So beobachten wir es besonders schön bei *Jung. bicuspidata*: Schon die der Scheitelzelle zunächst gelegenen ventralen Segmente wachsen in ihrer Mediane papillös aus, und es wird die so sich bildende Papille durch eine in der Stengeloberfläche liegende Querwand abgeschnitten. Diese Papille, aus der sich am Grunde häufig noch eine kurze Zelle abgliedert, ist schon im zweittieferen Segmente vollkommen erwachsen, lässt sich aber auch noch an älteren Sprosstheilen sehr häufig nachweisen (Taf. VII Fig. 1, 2, 4, 7, 9, 11). Nach dem Auftreten der die Keulenpapille von ihrer Tragzelle abgrenzenden Querwand zerfällt diese in der Regel durch eine median verlaufende Längswand in zwei neben einander liegende Zellen, welche dann durch wiederholte Quertheilungen die 2 Längsreihen von Zellen bilden, mit welchen die ventralen Segmente an die Stengelperipherie grenzen, und es zeigt die Lage der Insertion jener Papille vollkommen deutlich, dass ihre Anlage vor der Bildung jener zwei Zellreihen eingetreten war (Taf. VII Fig. 9, 11). Ganz ähnliches finden wir bei den als Amphigastrienlos bezeichneten Arten von *Gymnomitrium*, wo namentlich bei *G. concinnum* auch das Breitenwachsthum der bauchständigen Segmente fast ganz unterbleibt und dieselben von den seitenständigen Segmenten theilweise selbst überwachsen werden, ebenso bei den Scapanien (Taf. XI Fig. 1, 2, 3) und den ihnen verwandten Jungermannia-Arten (*J. complicatae*). Sehr deutlich ist diese Keulenpapille durch ihre mächtige, fast kugelige Auftreibung an der Spitze bei *Jung. curvifolia* Dicks. Bei *Sarcoseyphus* (*Ehrharti* u. *sphaecelatus*) erscheint dieselbe zu einem langen Haare ausgewachsen, das in der Knospe über den Scheitel hinübergekrümmt ist. Auch bei *Jung. hyalina* sehen wir schon zunächst der Scheitelzelle jedes der ventralen Segmente in seiner Mediane zu einer Papille ausgewachsen (Taf. IX Fig. 1, 4, 5, 7), die sich aber später durch Wachsthum und Theilung ihrer Tragzelle an der Spitze eines blattartigen Schüppchens findet, dessen Randzellen da und dort selbst wieder zu keulenförmigen Papillen auswachsen können (Taf. IX Fig. 10). Ganz ähnlich ist es bei *Jung. crenulata* (Taf. IX Fig. 13, 14—16, Taf. X Fig. 4), ebenso bei *Alicularia scalaris* (Taf. XI Fig. 21, 22), wo sie der Anlage nach keinem ventralen Segmente fehlen. Bei vielen ausländischen Arten

der Gattung *Plagiochila* finden sich deutliche, wenn auch oft sehr kleine Amphigastrien; aber auch unsere *Plagiochila*-Arten zeigen, wie *Hofmeister*¹⁾ und *Gottsche*²⁾ für *Pl. asplenioides* nachwiesen, an Stelle der Amphigastrien eine Gruppe wenigzelliger über das Knospende hinweg gekrümmter Haare. Die Entwicklung derselben weicht in so weit etwas von der eben geschilderten ab, als vor dem papillösen Auswachsen des Segmentes schon eine Theilung desselben in 2 nebeneinander liegende Zellen stattfindet. Durch das Auswachsen dieser Zellen erhalten wir somit schon anfangs zwei rechts und links der Segmentmedianen gelegene Haarpapillen, welche durch an ihrem Grunde sich wiederholende Quertheilungen in Zellreihen zerfallen, deren Spitzenzelle noch die charakteristische Form des Keulenhaares zeigt (Taf. X Fig. 15—18). Indem sich nun weiters die grundständigen Zellen durch Längswandtheilen, und die so gebildeten Zellen wieder zu Haaren auswachsen oder, indem Zellen der einfachen Reihe sich seitlich an den akroskopischen Querwänden vorbei (ähnlich der Zweigbildung bei *Cladophora*) zu Papillen verlängern, bildet sich ein Büschel von Haaren, welche namentlich an in Cultur gezogenen Exemplaren, auch an älteren Stammtheilen sich häufig nachweisen lassen (Taf. X Fig. 23). So unähnlich diese Haarbüschel auch den früher besprochenen blattartigen Schüppchen bei *Jung. crenulata* und *hyalina* oder den einfachen Keulenhaaren bei *Jung. bicuspidata* etc. sind, so sind sie doch, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, diesen morphologisch gleichwerthige Bildungen, die sich namentlich von jenen Schüppchen nur dadurch unterscheiden, dass dort nur einige der Randzellen sich zu Haaren verlängern, während hier das haarförmige Auswachsen fast sämtliche Zellen trifft.

Von diesen Formen rudimentärer (abortirter) Amphigastrien finden wir nun einen ganz allmählichen Uebergang zu den von den Systematikern, als mit Amphigastrien versehen, bezeichneten Formen. Bei *Jung. Taylori* Hook. gleicht die Scheitelansicht vollkommen der bei *Jung. hyalina* (Taf. IX Fig. 1, 5). Durch Quertheilungen am Grunde der Keulenzelle und durch spätere Längstheilungen wird die letztere allmählich an die Spitze eines schmalen bandförmigen Lappens emporgehoben. Indem nun die dieser Keulenzelle unmittelbar grundwärts anliegende Zelle (ähnlich der Bildung bei *Plagiochila*) an derselben vorbei seitlich auswächst und sich noch mehrere Male quer theilt, wird die Keulenzelle bei älteren Amphigastrien nicht mehr an der Spitze derselben, sondern mehr weniger weit grundwärts gefunden. Ist sie noch erhalten, so hat ihre Auffindung keine Schwierigkeit. In der Regel jedoch geht sie sehr bald zu Grunde, doch lässt sich ihre Insertionsstelle, an welcher meist noch einige Fetzen der Zellhaut anhängen, fast immer auffinden. Bei dem Umstande, als der über die Zelle hinaus und an dieser vorbei fortwachsende Theil des Amphigastriums fast ausnahmslos nur aus einer Zellreihe besteht, dasselbe aber unmittelbar unter der Zelle zum Mindesten

1) Zusätze und Berichtigungen . . . in Pringsheim's Jahrbüchern Bd. III p. 275.

2) *Gottsche* und *Rabenhorst*: Hepaticae europeae Nr. 320.

2 Zellen breit ist, kann man leicht die Stelle fixiren, an der man nach den Spuren der Keulenpapille zu suchen hat¹⁾.

Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung auch die Amphigastria der *Scandtnera*-Arten. Hier sind dieselben bekanntlich sehr gross und unterscheiden sich im erwachsenen Zustande wenig von den Seitenblättern. Auch im Achsenscheitel ist ihre Anlage gleich, indem die Segmente jedes Umlaufes ganz gleichmässig in je zwei Blattspitzen auswachsen, so dass im Knospenquerschnitte, den einzelnen Segmentcyklen entsprechend, concentrische durch die Querschnitte von je 6 Blattzähnen markirte Kreise zur Ansicht gelangen. Es ist in diesem Zustande nicht möglich, die Amphigastria als solche zu erkennen. Nimmt man jedoch die Einstellung auf die Spitzen der einem Cyklus entsprechenden Zähne, so bemerkt man sogleich, dass ein Zahn merklich kürzer ist, und dass sich derselbe in jedem Cyklus seiner Lage nach in der Regel²⁾ genau entspricht. Auch bemerkt man, dass an der Spitze jedes dieser kürzeren Zähne eine Keulenpapille steht, die sich über die Scheitelfläche hinüberneigt (Taf. III Fig. 32). Auch hier geschieht es nun, dass im Verlaufe der Entwicklung die der Keulenpapille angrenzenden Zellen seitlich vorbeiwachsen, wodurch jene von der Spitze ab und entweder an tiefere Stellen des Blattrandes oder selbst auf die Fläche desselben gedrängt wird.

Das Keulenhaar geht bald zu Grunde, aber bei einiger Aufmerksamkeit erkennt man seine Insertionsstelle auch an vollkommen entwickelten Blättern sehr leicht; wie auch die Amphigastria durch die ungleiche Ausbildung der beiden Blattzähne (der die Keulenpapille tragende Zahn ist immer kürzer) von den sonst so gleich gebildeten Seitenblättern leicht unterschieden werden können. Bei *Jung. trichophylla* sind die Blätter sämtlicher 3 Reihen in aus einer Zellreihe gebildete Zähne aufgelöst, und zwar sind an stärkeren Sprossen die der zwei seitlichen Reihen 3zähmig, die der ventralen Reihe 4zähmig, während an Seitenzweigen auch die letzteren nur 3 Spitzen zeigen. Nun fehlt an älteren Amphigastrien regelmässig einem Zahne (meist einem mittleren) die Endzelle, und man erkennt bei Vergleichung mit jüngeren Zuständen, dass diese Endzelle als Keulenpapille ausgebildet wird, in der Knospe schon ausgewachsen ist und später zu Grunde geht.

Die eben besprochene Bildung deutlicher Amphigastrien mit der ursprünglichen Anlage nur einer (wenigstens anfangs) spitzenständigen Keulenpapille schliesst sich gewissermaassen an die bei *Jung. bicuspidata* etc. vorkommende und oben beschriebene Entwicklung der einen Keulenpapille an, wo das Auswachsen des ventralen Segmentes der radialen Längstheilung desselben vorausgeht. Nun gibt es aber eine grosse Anzahl von Formen, wo die Amphigastrien in 2 (oder mehr) Hauptlappen gespalten, an der Spitze jedes derselben eine Keulenpapille tragen. Ihre Entwicklung hat das Analogon in der schon beschriebenen Bildung der Haarbüschel bei *Plagiochila*, wo das papillöse Auswachsen des ventralen Segmentes

¹⁾ Auf eine ähnliche Erscheinung an den Unterblättern von *Blasia* habe ich im ersten Hefte p. 19 aufmerksam gemacht.

²⁾ Bei *S. Woodsii* fand ich die Papille öfters an sich nicht entsprechenden Zähnen der Amphigastria.

erst nach erfolgter Radialtheilung desselben eintritt. Schöne Beispiele dafür geben die Gattungen *Calypogeia*, *Saccogyna*, *Lophocolea*, wo das Amphigastrium anfangs in Form zweier (rechts und links der Segmentmedianen gelegener) Keulenpapillen in die Erscheinung tritt, die dann später auf der Spitze der beiden Hauptlappen stehen. Namentlich gross und stark entwickelt sind diese Papillen bei *Saccogyna viticulosa* Dum., wo sie bei der starken Krümmung der Amphigastrien weit über den Sprossscheitel hinübergekrümmt, selbst über den rückensichtigen Rand der Hauptblätter hinausragen (Taf. V Fig. 17).

Ihrer Anlage nach noch complicirter sind die Amphigastrien bei *Mastigobryum* und *Lepidozia*: Hier scheinen die ersten Theilungen in den ventralen Segmenten in gleicher Weise, wie in den seitlichen stattzufinden. Die beiden so gebildeten Aussenzellen theilen sich nun sogleich abermals, so dass nun an der Peripherie des Segmentes 4 Zellen neben einander liegen, welche den typischen 4 Blattzähnen entsprechen und wieder vorerst zu Keulenpapillen auswachsen (Taf. IV Fig. 6, Taf. V Fig. 1). Dieser so regelmässige Bau wird später freilich meistens dadurch verwischt, dass der eine oder andere Lappen im Wachsthum zurückbleibt und von den benachbarten Lappen überwältigt wird; wie auch die 4 ursprünglichen Keulenpapillen durch Ueberwallungen seitlich gedrängt, um so schwerer auffindbar sind, als sich später (wie ja auch bei vielen andern Gattungen) da und dort aus Randzellen ähnliche Keulenpapillen entwickeln (Taf. IV Fig. 14).

Ist so das Auftreten dieser Keulenpapillen an den ventralen Segmenten ein ziemlich allgemeines, so finden sich jedoch andererseits ganze Gattungen, wo sie an dieser Stelle durchaus fehlen. Es wurde schon oben der Gattung *Riadula* gedacht, wo die ventralen Segmente durchaus keine Anhangsgebilde produciren. Es fehlen diese Papillen weiters der Amphigastrienlosen *Lejeunia calcarea*, aber auch bei den 3reihig beblätterten Lejeunien, und ebenso bei der Gattung *Frullania* fehlen dieselben an der Spitze der Zähne (eventuell am ungetheilten Rande) des Amphigastriums. Es ist gewiss nicht zufällig und mag hier nur im Vorübergehen erwähnt werden, dass gerade diese Formen dafür an ihren Seitenblättern und an ganz bestimmten Stellen ganz gleich ausgebildete und sich durchaus gleich verhaltende Keulenpapillen entwickeln.

Ich beschränke mich für jetzt darauf, die morphologischen Verhältnisse dieser merkwürdigen Gebilde erörtert zu haben, und ich werde später noch Gelegenheit finden, sie nach ihrer phylogenetischen Bedeutung zu würdigen.

Was nun die Zelltheilungen im Amphigastrium selbst betrifft, so lässt sich in dieser Beziehung eine strenge Gesetzmässigkeit in keiner Weise herausfinden. Im Allgemeinen gilt jedoch als Regel, dass das Blatt (oder die Blattlappen) anfangs an der Spitze oder bei vorhandener Keulenpapille unter dieser durch Zelltheilungen wächst, dass jedoch hier die Zelltheilung bald aufhört, während sie am Grunde des Blattes noch lange andauert. Anfangs fungirt allerdings eine Zelle als Vermittlerin jenes Wachsthumes und zwar treten in ihr anfangs immer Quertheilungen ein (Taf. I Fig. 5, 6). Ist die endliche Gestalt der Lappen mehr

weniger zugespitzt, so wiederholen sich diese Quertheilungen fortwährend, sie wechseln aber mit schiefen Theilungen, wenn der Lappen sich schon an seiner Spitze zu verbreitern beginnt (Taf. IV Fig. 14).

Die Amphigastrien sind in der Regel quer inserirt, wobei jedoch häufig ihre Seitenränder auf längere oder kürzere Strecken am Stengel hinablaufen¹⁾. Doch findet man öfters mitten unter quer inserirten Amphigastrien solche mit schiefer Insertion, wobei ich aber eine Beziehung der Neigung der Insertionsebene zur Richtung der Blattspirale nicht auffinden konnte.

Ich gehe nun zur Besprechung der Entwicklung der Seitenblätter über. Es wurde schon oben erwähnt, dass die beiden seitenständigen Segmente durch die beiden ersten Theilungen in 3 Zellen zerfallen, von denen die Innenzelle als Stengellheil des Segmentes, die beiden Aussenzellen als dessen Blatttheil bezeichnet werden können. Es entwickeln sich nämlich aus diesen beiden Zellen die beiden der Anlage nach immer vorhandenen Blattlappen, und es ist mir keine Jungermanniee bekannt, wo in diesen Segmenten die Anlage von Blättern gänzlich unterbliebe, und wo wenigstens der Anlage nach die beiden Lappen nicht deutlich zu erkennen wären. Dies gilt ebenso wohl für die Formen, wo am Blatte jede Lappenbildung verschwindet, als für die, wo das Blatt durch secundäre Lappenbildung in mehrere Zähne oder verschieden geformte Blatttheile aufgelöst wird. In Bezug auf den ersten Fall mag erwähnt werden, dass bei den rundblättrigen Jungermannia-Arten (*J. integrifoliae*) am ganz jungen Blatte deutlich 2 durch die Halbirungswand getrennte Höcker sichtbar sind, die einige Zeit selbstständig durch Scheitelzellen wachsen, worauf dann allerdings die zwischen ihnen gelegene Ausbuchtung verschwindet (Taf. IX Fig. 4, 5, Segm. S), was allerdings z. B. bei *Jung. Taylora* in sehr frühen Stadien stattfindet. Auch bei *Plagiochila asplenoides* und *interrupta* ist an erwachsenen Blättern die Lappenbildung nicht mehr zu erkennen, während sie in Jugendstadien auf den ersten Blick sichtbar wird (Taf. X Fig. 18c, 19, 20).

Was das Undentlichwerden der beiden primären Blattlappen durch Auftreten secundärer anbelangt, so finden wir dies besonders schön bei *Mastigobryum* und *Lepidozia*. Auch hier trifft die Halbirungswand die Aussentfläche des Segmentes nahe von dessen Mediane (Taf. IV Fig 4, Segm. XII, XIII), nun aber wächst die ventrale Hälfte²⁾ stärker in die Breite und zerfällt durch eine sich an die Halbirungswand ansetzende Wand abermals in zwei Hälften (Taf. IV Fig. 3, Segm. S), welche dann, so wie der Oberlappen selbstständig weiterwachsen, so dass das Blatt aus 3 gleich stark entwickelten Theilen besteht (Taf. IV Fig. 10, 11, 15). Die auffallendste Differenz in der Ausbildung der Blattlappen zeigt die Gattung *Frullania*:

¹⁾ und wie bei manchen Arten von *Chiloscyphus* mit den Rändern der benachbarten Seitenblätter verwachsen.

²⁾ Dies scheint bei *Mastigobryum* der häufigere Fall zu sein. Bei *Lepidozia* aber dürfte das 3spitzige Seitenblatt durch Theilung des Oberlappens gebildet werden. Es spricht dafür auch der Umstand, dass Segmente, die aus ihrer ventralen Hälfte Sprosse bilden, neben diesen bei *Mastigobryum* 1spitzige (Taf. IV Fig. 13c), bei *Lepidozia* 2spitzige (Taf. V Fig. 1, 3, 5) Blätter produciren. (Vergleiche das später über Endverzweigung Gesagte.)

Hier besteht bekanntlich das Seitenblatt aus 3 stark differenzirten Theilen, dem blattartig entwickelten Oberlappen, dem Blattohre und dem stylus auriculae. Auch hier wird das Segment vorerst in zwei Hälften zerlegt (Taf. I Fig. 17, 25) und es entwickelt sich das eigentliche Blatt aus der rückenständigen Hälfte, während Ohr und Stylus aus der bauchständigen sich bilden. Es sind diese 3 Theile bei allen von mir untersuchten Frullanien vorhanden. Oberlappen und Blattohr sind wohl immer deutlich, der Stylus aber zeigt sehr verschiedene Ausbildung ¹⁾. Bei *Fr. dilatata* fand ich ihn häufig als blattartiges, scharf zugespitztes und von einer Keulenpapille gekröntes Schüppchen, bei *Fr. Tamarisci* ist er eine einfache Zellreihe, deren Spitzenzelle ebenfalls als Keulenpapille ausgebildet ist, aber auch bei *Fr. Hutchinsiae*, wo er nach *Gottsche* ²⁾ ganz fehlen soll, ist er vorhanden, aber allerdings auf die Endzelle (Keulenpapille) reducirt. An vollkommen ausgewachsenen Blättern ist er sehr schwer zu erkennen (Taf. I Fig. 27), aber an jungen vollkommen deutlich (Taf. I Fig. 26); auch zeigt ein Vergleich der Scheitelansicht dieser Art mit der von Arten, welche einen ausgebildeten Stylus zeigen, dass wir in dieser einfachen Papille den dem Stylus entsprechenden Blatttheil vor uns haben (Taf. I Fig. 25 und Fig. 17 u. 18).

Es bildet diese Frullania in dieser Beziehung den Uebergang zu den Gattungen *Lejeunia* und *Phragmicoma*, wo der dem Stylus der Frullanien entsprechende Theil ebenfalls als einzellige Papille (oder als eine Zellreihe) entwickelt ist. Die Scheitelansicht bei *Lejeunia serpyllifolia* (Taf. I Fig. 1) stimmt mit der von *Frullania* (Fig. 17, 25) vollkommen überein, und nur in der Ausbildung der 3 ganz in gleicher Weise angelegten Blatttheile gibt sich später die Verschiedenheit kund. Bei *L. serpyllifolia* und *Phragmicoma Mackaii* bleibt dieser dritte Blatttheil, obwohl immer vorhanden, auf der niedersten Stufe der Ausbildung stehen und erscheint so wie bei *Fr. Hutchinsiae* als einzellige Papille; bei *L. calcarea* aber bildet er sich zu einer aus 3 und mehr Zellen bestehenden Zellreihe aus und ist somit immer sehr deutlich und auch schon früher beobachtet worden ³⁾ (Taf. I Fig. 10).

In nicht minder ausgezeichneter Weise als bei den Lubuleen finden wir die selbstständige Ausbildung der beiden Blattlappen bei den Platyphyllen. Ihre Anlage in den zwei Segmenthälften ist vollkommen der früher geschilderten ähnlich. Nur darin unterscheiden sich die Moose dieser Gruppe von den Lubuleen, dass eine weitere Differenzirung im Unterlappen nicht eintritt, sondern zu seiner Bildung die ganze Breite der ventralen Segmentshälfte verwendet wird (Taf. II).

In gleicher Weise gehen bei den Scapanien und den Jungermannia-Arten mit zusammen gelegten Blattlappen (*J. complicatae*) die beiden an Grösse so verschiedenen Blattlappen aus

¹⁾ Synopsis Hepaticarum p. 409 Anmerkung.

²⁾ Hepaticae europeae Nr. 475 und 477.

³⁾ *Nees v. Es.* (Europ. Lebermoose Bd. III p. 297) gibt an, dass sich hie und da dicht bei dem Ursprung der Ventraalfalte des Blattes (des Unterlappens) ein pfriemenförmiger gegliederter Zahn, welcher unmittelbar aus dem Stengel hervorgeht, vorfindet. *Nees* deutet diese Zähne als rudimentäre Amphigastria, was sie selbstverständlich schon wegen ihrer Stellung nicht sein können.

den beiden Segmenthälften hervor, und es ist fast überflüssig zu erwähnen, dass auch in allen jenen Fällen, wo die Seitenblätter in 2 gleich grosse Theile (Lappen, Zähne, Spitzen) getheilt sind, dieselben ebenfalls schon durch die erste Theilung im Segmente (durch die Halbierungswand) angelegt werden (Taf. VII Fig. 1, Taf. XI Fig. 23, 24)¹⁾.

Wenn die Segmente ihrer ganzen Breite nach (mit ihrer ganzen freien Aussenfläche) zur freien Blattfläche auswachsen, so müssen notwendiger Weise am entwickelten Stämmchen die Insertionen benachbarter Blätter in der Horizontalprojection aneinander stossen. Es ist dies jedoch häufig nicht der Fall, und wir finden im Gegentheile, dass sie einen mehr weniger grossen Theil der Stengeloberfläche frei lassen (Taf. VII Fig. 8, 10). Es kommt dies daher, dass Randtheile der Segmente von der Bildung der freien Blattfläche ausgeschlossen bleiben. Bei *Jung. bicuspidata*, wo ich diese Verhältnisse genauer studirte, wird aus jeder rückenständigen Segmenthälfte an ihrem dorsalen Rande eine Zelle abgeschnitten, so dass später die Blatinserktionen um 2 Zellreihen von einander getrennt sind (Taf. VII Fig. 2, 3, 7—11).

In Bezug auf die Zellvermehrung in den beiden Lappen lässt sich eine strenge Gesetzmässigkeit durchaus nicht nachweisen. Anfangs fungirt allerdings häufig eine Scheitelzelle die sich, wenn die Lappen sehr zugespitzt sind, durch Querwände theilt. So finden wir es z. B. bei *Jung. bicuspidata* (Taf. VII Fig. 5, 6). Aber auch bei *Gymnomitrium* (Taf. XI Fig. 23) theilen sich die Lappen anfangs durch Querwände; und in gleicher Weise wachsen einige Zeit die 3 Blatttheile der Seitenblätter von *Mastigobryum* (Taf. IV Fig. 10). Wo der fortwachsende Blattrand aber breit ist, da sehen wir entweder Längs- und schiefe Theilungen häufig mit Quertheilungen wechseln. Wenn wir die eben bezogene Figur mit der Figur 11 und 15 vergleichen, durch welche spätere Entwicklungszustände von Seitenblättern von *Mastigobryum* dargestellt sind, so werden wir sogleich den Mangel einer fortdauernden gesetzmässigen Theilung gewahr. Dasselbe sehen wir bestätigt für den Blattoberlappen von *Madrothea* (Taf. II Fig. 3), für die Blätter von *Plagiochila* (Taf. X Fig. 18c, 19, 20). Ebenso wächst längere Zeit durch Quertheilungen an der Spitze das Blattohr bei *Frullania*, während der Oberlappen das eine Mal eine sich durch Querwände, ein ander Mal eine sich durch schiefe Wände theilende Scheitelzelle zeigt.

Für die Blätter von *Radula* habe ich an anderen Orten²⁾ die Wachsthumsvorgänge ausführlich beschrieben. Hier sind die ersten 3 Theilungen schief und nach entgegengesetzten Seiten geneigt, während die vierte Wand in der Regel als Querwand erscheint. Spätere Theilungen zeigen keine Regelmässigkeit mehr und eine das Spitzenwachsthum als Führerin leitende Scheitelzelle ist nicht vorhanden. Dasselbe gilt für *Lejeunia*.

¹⁾ Nach *Hofmeister* (vergl. Unters. p. 31 et seq.) würde die Lappenbildung erst später eintreten. Die betreffenden Figuren Taf. VIII Fig. 46, 47 als frühere Entwicklungsstadien der in Fig. 48 abgebildeten Lappenbildung sind aber gewiss unrichtig gedeutet.

²⁾ l. c. p. 14.

Wenn wir das bis nun über das Blattwachsthum Gesagte zusammenfassen, so ergibt sich im Allgemeinen folgendes: Das Wachsthum der Blätter der Jungermannien äussert sich anfangs als Spitzenwachsthum, wobei allerdings durch einige Zeit häufig eine Scheitelzelle fungirt, welche jedoch nie jene längere Zeit dauernde Regelmässigkeit der Theilung zeigt, wie wir sie an den Blättern der Laubmoose beobachten. Nach dem baldigen Erlöschen des Wachsthumes an der Spitze dauern die Zelltheilungen am Grunde des Blattes noch lange Zeit fort.

Es gilt dies für Blatttheile und Blattlappen, welche an ihrer Spitze nicht schon bald nach ihrer Anlage eine Keulenpapille entwickeln. Nun habe ich schon oben erwähnt, dass solche Keulenpapillen sehr häufig an der Spitze der Amphigastria angelegt werden. Aber auch bei Seitenblättern beobachten wir öfters dieselbe Erscheinung. Die Unterlappen von *Radula*, *Madotheca*, *Lejeunia* und *Phragmicoma*, der Stylus bei den Frullanien; alle diese so verschieden geformten Gebilde zeigen schon in ihrer ersten Jugend an ihrer Spitze die Keulenpapille, und es ist so selbstverständlich, dass ein eigentliches Spitzenwachsthum des jungen Blatttheiles nicht stattfindet. Ich habe für *Radula* gezeigt, dass die Keulenpapille schon in der Blattanlage nach wenigen schiefen Theilungen abgeschnitten wird, und dass dann die unter ihr gelegene Zelle das Spitzenwachsthum fortsetzt, so dass die Papille dadurch emporgehoben wird. Ganz dieselbe Bildung zeigt der Blattunterlappen bei der Gattung *Lejeunia* ¹⁾, und es lässt sich diese Papille auch an älteren Blättern in der Regel nachweisen. Auch bei *Phragmicoma* ist sie an jungen Unterlappen sehr deutlich, vergebens wird man aber am Rande älterer Lappen darnach suchen. Durch ein Ueberwachsen der ihr anliegenden Zellen wird sie nämlich von dem Blattrande ab- und auf die dem Oberlappen zugewendete Fläche gerückt, wo man sie dann auch an alten Blättern immer findet. Es ist dies ein Vorgang, wie er ja auch an Amphigastrien nicht selten vorkommt, und von dem schon oben die Rede war. Auch bei *Madotheca* ist der junge Unterlappen von dieser Keulenpapille gekrönt ²⁾, und es tritt ihre Anlage schon nach der ersten schiefen Theilung, also früher als bei *Radula*, ein (Taf. II Fig. 23c, d, e).

Die bis jetzt besprochenen Keulenpapillen — entspringen sie nun direct aus ventralen Segmenten, oder finden sie sich an ganz bestimmten Stellen (anfangs an der Spitze) der Amphigastria oder der Seitenblätter — sind meiner Ansicht nach zu unterscheiden von den

¹⁾ Ich untersuchte ausser den schon genannten Arten noch *L. controversa* G. Ms. und *L. lineata*.

²⁾ Gottsche (N. A. XX. 1 p. 277) gibt an, dass bei *Madotheca platyphylla* jedes Blättchen der Knospe eine solche Zelle an der Spitze zeige, und dass, auch das Amphigastrium am oberen Rande meist 2 solcher Zellen trage. Ich finde bei dieser Art und zwar an vegetativen Sprossen die Papille weder am jungen Amphigastrium, noch am Oberlappen, sondern nur an der Spitze des Unterlappens. Die Perichätalblätter allerdings zeigen schon in ihrer Jugend Spitzenpapillen, und zwar ist das Amphigastrium ausgerandet (an vegetativen Aesten abgerundet) und trägt dann an jeder Spitze eine Keulenpapille. Seine auffallende Form dient sehr gut als Mittel, um die Sprosse im ersten Stadium der Archegoniumanlagen zu erkennen.

Das Auftreten von Papillen an der Spitze der den weiblichen Blüthenstand umgebenden Blätter ist überhaupt häufig. So fand ich bei *Gymnomitrium concinnum* die Lappen der den Archegonienstand umgebenden Seitenblätter mit Papillen gekrönt, während sie an vegetativen Sprossen durchaus fehlen.

ihnen allerdings gleich gebauten, aber weit später und an verschiedenen Stellen aus Randzellen der Blätter sich entwickelnden Gebilden. Sehr häufig finden wir diese am Grunde der Blattränder, oder sie krönen secundäre Blattzipfel, in seltenern Fällen sind sie über den ganzen Blattrand zerstreut. So finden wir bei *Lejeunia* am Grunde des rückenständigen Randes jedes Oberlappens eine solche ebenfalls früh angelegte Haarpapille (Taf. I Fig. 1a, 1b, h); an derselben Stelle und mit gleich früher Entwicklung auch bei *Sarcoscyphus* und den Scapanien.

Die eigenthümliche Form aller dieser an so verschiedenen Stellen sich findenden und so früh angelegten Gebilde war auch dem scharfen Blicke *Gottsche's* nicht entgangen. Er sah bei *Haplomitrium* ihr frühes Auftreten an den noch aus wenigen Zellen bestehenden Blättern, beobachtete sie an den Blättern vieler anderer Jungermannieen, und so eine »tiefere Beziehung zwischen diesen retortenförmigen Zellen und der Blattbildung« erkennend, bezeichnete er sie als »cellulae primordiales« (als Blattanfänge).

Und worin besteht nun wohl diese ihre Beziehung zu den Blattanfängen?

Zur Beantwortung dieser Frage leiten uns folgende Erwägungen:

Bei jenen Jungermannieen, wo die ventralen Segmente eine solche Primordialpapille (so will ich diese Keulenpapillen in Zukunft nennen) unmittelbar produciren, sehen wir dieselbe schon in den der Scheitelzelle zunächst gelegenen Segmenten auftreten. Auch dort, wo dieselbe später an der Spitze eines blattartigen Schüppchens steht, wird sie in gleicher Weise sehr früh und unmittelbar aus dem Segmente angelegt (*Jung. crenulata*, *J. hyalina*, *Alicularia*). Am Stylus der Frullanien tritt zuerst die Papille als solche aus der Segmentoberfläche hervor und wird erst später durch Quertheilungen ihrer Tragzelle emporgehoben. Bei jenen Formen, wo sie an der Spitze des Blattunterlappens erscheint, erkennen wir sie allerdings erst, nachdem auch schon ein Stück der freien Blattfläche gebildet ist. Doch lässt sich ihre Anlage ja auf Zustände zurück verfolgen, wo in der That in dem zum Blattlappen auswachsenden Segmenttheile erst eine oder einige Theilungen stattgefunden haben, wie ich es früher für *Raulula* und *Malotheca* beschrieb. Man darf also wohl annehmen, dass in der freien Aussenfläche der betreffenden Segmenthälfte ein bestimmtes Stück auch schon früher zur Bildung der Primordialpapille bestimmt ist, oder mit andern Worten, dass die Anlage derselben an der Segmentaussenfläche früher beginnt als die Anlage des sie später tragenden Blattlappens. Wenn die Keimpflänzchen von *Alicularia* ihre Blattbildung beginnen, so sehen wir immer, dass in den ventralen Segmenten zuerst durch mehrere Umläufe nur die Primordialpapille gebildet wird, erst später (in höheren Segmenten) wird sie durch Theilungen ihrer Tragzelle auf die Spitze eines Schüppchens emporgehoben. Dasselbe finden wir bei der Keimung von *Lophocolea* und *Chilosecyphus*. In allen jenen Fällen, wo wir in den ventralen Segmenten die Blattbildung rudimentär finden oder wo dieselbe sich gar nicht äussert und nur eine Primordialzelle auftritt, beobachten wir, dass an Geschlechtssprossen entweder normal oder wenigstens hie und da an diesen Stellen deutliche Blattgebilde auftreten können. So

bildet *Jung. bicuspidata* häufig in der Antheridientragenden Region eines Sprosses deutliche Amphigastrien, die auch an Fruchtlästen gefunden werden¹⁾. Dieselbe Erscheinung sehen wir bei vielen andern »2zeilig beblätterten« Jungermannia-Arten. Aber auch an sterilen Sprossen findet man öfters deutliche und durch mehrere Blatteyklen ausgebildete Amphigastrien²⁾. Bei *Gymnomitrium coralloides* sind die ventralen Segmente sehr wenig in die Breite entwickelt und tragen normal nur eine Primordialpapille. Die aus der ventralen Sprossseite entspringenden Sprosse bilden aber anfangs auch die Blätter der 3ten Reihe als schmale Lappen aus. Auch bei *Radula*, wo in den ventralen Segmenten selbst die Primordialpapille fehlt, sehen wir, dass sich dieselben wenigstens bei der Perianthienbildung betheiligen. Dies Alles, so glaube ich, berechtigt uns, anzunehmen, dass die 3te Blattreihe ursprünglich bei allen beblätterten Jungermannieen vorhanden war, dass sie aber bei einigen Formen später verkümmerte und oft nur ihre Primordialpapille erhalten blieb.

Die frühe Anlage der Primordialpapillen in den Segmenten, die Zähigkeit, mit der sie auch dort noch erhalten bleiben, wo das ganze Blatt abortirt, die oben erwähnten Vorgänge bei der Bildung der Amphigastrien an den Keimpflänzchen von *Alicularia*, *Chiloscyphus* etc.³⁾; — alle diese Erscheinungen sprechen nach meiner Ansicht dafür, in diesen Primordialpapillen sehr alte Bildungen zu erkennen; Gebilde, die älter sind als die Blätter; die also schon an den blattlosen Vorfahren unserer fol. Jungermannieen vorhanden waren.

Ich habe diese Ansicht auch schon früher für *Blasia*⁴⁾ ausgesprochen, und Form, Stellung, Anlage und Entwicklung der auch hier (anfangs) an der Spitze der Unterblätter und der Blattloren stehenden Papillen deuten darauf hin, in ihnen Gebilde zu erkennen, die den Primordialpapillen der foliosen Jungermannieen morphologisch gleichwerthig sind.

Auch bei *Fossombronina* bildet jedes Segment an seinem ventralen Rande eine unvermittelt aus der Stengeloberfläche sich entwickelnde Papille, die also vom Blatte durchaus getrennt ist. Oefters sehen wir dieselbe an der Spitze eines blattartigen aus wenigen Zellen bestehenden Lappchens.

Bei den Marchantiaceen geht ebenfalls die Bildung ganz ähnlicher Papillen der Blattbildung voraus. Die Brutknospen von *Marchantia* und *Lunularia* zeigen, wenn sie noch im Knospenbehälter sind, an den beiden Einkerbungen (den Scheitelpunkten) ganz deutlich

¹⁾ Es wurde diese Bildung schon von *Nees v. Es.* beobachtet (l. c. II p. 264), aber erst von *Gottsche* (Hep. eur. Nr. 309) richtig gedeutet.

²⁾ *Gottsche* (Hep. eur. Nr. 306, 589).

³⁾ Bei *Haplomitrium* hatte schon *Gottsche* (N. A. XX. 1 p. 275) beobachtet, dass die Astknospen, wenn sie noch im jüngsten Zustande sind, schon eine Gruppe von »retortenförmigen Zellen« zeigen. In der That bilden die Sprossanlagen in ihren Segmenten anfangs sehr regelmässig gestellte Primordialpapillen und erst nach mehreren Segmentumläufen sehen wir dann die Blattbildung beginnen; zu gleicher Zeit aber auch den Blattrand da und dort mit Papillen geziert (Taf. XII Fig. 1, 2, 3).

⁴⁾ Heft I p. 73.

Keulenpapillen, und man findet sie später an den jungen Blattschuppen an ihrer dem Laube zugewendeten Fläche ¹⁾).

Halten wir nun auch noch unter den Jungermannieen, die keine Blattbildung zeigen, Umschau, so sehen wir, dass ganz ähnliche Gebilde auch ihnen nicht fehlen. Bei *Metzgeria* und *Aneura pinnatifida* ²⁾ sehen wir, dass jedes Segment an seinem ventralen Rande und schon in der Scheitelregion an einer morphologisch genau bestimmten Stelle eine Papille producirt, und wir sehen auch an ältern Segmenten noch ihre Zahl wie ihre bestimmte Stellung vollkommen eingehalten. Auch bei *Aneura pinguis*, wo selbst im Scheitel eine regelmässige Stellung der Keulenpapillen nicht zu beobachten ist, werden die ersten derselben an bestimmten Stellen angelegt und ihre regelmässige Stellung nur durch die auch noch später in denselben Segmenten auftretenden Papillen verwischt. Die Segmente bei *Aneura pinguis* theilen sich ganz in derselben Weise durch schiefe abwechselnd nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände, wie die Segmente bei *Fossombronia*, welche auch in der Segmentirung der Scheitelzelle mit jener übereinstimmt. Die erste Theilungswand im Segmente ist nach der Bauchseite geneigt, und die durch dieselbe am Grunde des Segmentes abgeschnittene Zelle producirt jene Primordialpapille, von der oben die Rede war. In gleicher Weise wird auch an der Rückenseite des Sprosses eine Zelle abgeschnitten und erst die mittlere Zelle wächst dann zum Blatte aus, an dessen Rändern da und dort später Keulenpapillen entstehen. Denken wir uns die Blattbildung bei *Fossombronia* bis auf die Bildung der Keulenpapillen unterdrückt; wir würden im Achsenscheitel eine unserer *Aneura pinguis* ähnliche Gruppierung der Zellen und Vertheilung der Papillen erhalten ³⁾).

Wenn es nun weiters kaum zweifelhaft ist, dass die foliosen Jungermannieen sich aus frondosen Formen herausentwickelt haben, so glaube ich, können wir auf Grundlage vorstehender Betrachtungen und Erwägungen versuchen, uns die Entstehung der Blätter — also die Blattbildung überhaupt zu erklären:

Dass das Blatt der Lebermoose nicht durch Zweigmetamorphose entstanden sein kann, hat zuerst *Strasburger* ⁴⁾ in geistvoller Weise nachgewiesen. Die von ihm geltend gemachten Bedenken gegen die früher auch von mir gehegte diesbezügliche Meinung und manche Er-

¹⁾ Ueberhaupt ist das Auftreten solcher charakteristischer Keulenpapillen unter den Lebermoosen eine allgemeine Erscheinung und ich kenne nur die Anthoceroten, wo sie durchaus fehlen, während sie unter den Riccieen (wenigstens bei *Sphaerocarpus*) gefunden werden.

²⁾ *Kny*: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte laubiger Lebermoose in Pringsheim's Jahrbüchern Bd. IV.

³⁾ Es mag hier noch weiters bemerkt werden, dass das Segment bei *Fossombronia* genau in derselben Weise wie bei *Aneura pinguis* den Seitenzweig anlegt. Ein Segment von *Fossombronia* in dem Momente isolirt, wo in demselben die Zweigscheitelzelle eben gebildet ist, liesse sich von einem im selben Stadium der Zweigbildung befindlichen Segmente von *Aneura pinguis* geradezu nicht unterscheiden. Ich schliesse daran noch folgendes: Die Geschlechtsorgane bei *Aneura* werden in der durch die erste schiefe Theilung an der dorsalen Seite des Segmentes gebildeten Zelle angelegt (wie bei *Metzgeria*). Ich habe Grund zu vermuthen, dass bei *Fossombronia* wenigstens die ersten Archegonien aus den entsprechenden Zellen, die sich an der normalen Blattbildung nicht betheiligen (allerdings secundär), ihren Ursprung nehmen.

⁴⁾ Ueber *Azolla* p. 12.

fahrungen über Zweig- und Blattanlage haben mich von der Unhaltbarkeit der früheren Ansicht überzeugt. Namentlich die Vergleichung der Sprossbildung bei *Ancura* mit der von *Fossombronia* ist in dieser Beziehung lehrreich, weil hier eine Vergleichung durch die gleichartigen Theilungen der Segmente in hohem Grade erleichtert wird. Verzweigung ist jedenfalls älter als Blattbildung und wird, um ein specielles Beispiel anzuführen, auch bei den blattlosen Vorfahren unserer *Fossombronia* vorhanden gewesen sein. Da wir ganz dieselbe Verzweigung, wie wir sie heute an *Fossombronia* finden, auch bei noch lebenden blattlosen Formen treffen, so sind wir wohl berechtigt, anzunehmen, dass sich diese Verzweigungsweise auch bei den Ahnen dieser Pflanze vorfand und sich auf die blätterbildende Form vererbt hat. Da nun dieselbe Zelle des Segmentes, welcher von jeher die Aufgabe der Zweigbildung übertragen war, sich später auch als Blatt auszubilden hatte, so ist es natürlich, dass in jenen Segmenten, wo sie ihre ursprüngliche Aufgabe zu vollführen hatte, eine Neubildung eines Organes unterbleiben musste. Und so sehen wir denn bei *Fossombronia* den Zweig immer an Stelle eines ganzen Blattes auftreten.

Blattgebilde haben sich also — so glaube ich — in der Weise entwickelt, dass sich ganze Segmente oder Theile derselben durch selbstständiges Wachsthum ihrer Segmentaussenflächen gewissermassen aus der Stengeloberfläche hervorschoben und Organe, die an diesen Stellen ursprünglich vorhanden waren, emporhoben (die Primordialpapillen). Es ist kein Zweifel, dass dieser Process zu verschiedenen Malen unabhängig von einander stattgefunden hat. Dass die Blätter der Gefässkryptogamen phylogenetisch mit denen der Moose gar nicht zusammenhängen, muss wohl jedem klar sein, der einmal über die Beziehungen dieser beiden Pflanzengruppen zu einander auf Grundlage der Erkenntniss des sich bei ihnen vollziehenden Generationswechsels nachgedacht hat. Dass aber auch die Blätter unserer Lebermoose sich nicht auf die Blätter einer Urform zurückführen lassen, dass flächenartige, dem Geschäfte der Assimilation dienende Gebilde sich zu verschiedenen Malen selbstständig entwickelt haben, habe ich schon für *Blasia* nachzuweisen versucht. Sehen wir doch bei allen unseren blattlosen Formen das Bestreben, ihren Körper möglichst zu verbreitern, was ja immer nur auf Grundlage des Wachsthumes der einzelnen Segmente geschieht. Am einfachsten wurde dies ohne Zweifel bei der Bildung der Seitenblätter bei *Blasia*¹⁾ und *Symphyogyna* erreicht. Einen anderen Modus der Blattbildung sehen wir bei den Unterblättern von *Blasia*, wozu der Art ihrer Entstehung nach wohl auch die Blätter der *Marchantiaceen* und *Riccieen* gehören dürften. Die Blätter unserer foliosen Jungermannieen sind wohl, wie kaum zweifelhaft, unter sich homologe Gebilde, aber *Haplomitrium* scheint nicht in diese Reihe zu gehören²⁾. In jedem Falle aber scheinen gerade die Stellen, wo die blattlosen Formen Haarpapillen

¹⁾ Heft I p. 71.

²⁾ Der Mangel an Bilateralität, die Theilungsweise der Scheitelzelle und der Segmente, die Sprossbildung, die Anlage der Geschlechtsorgane unterscheidet diese Pflanze durchaus von den übrigen in allen diesen Verhältnissen unter sich so sehr übereinstimmenden foliosen Jungermannieen.

producirten, vielleicht gerade wegen des an diesen Stellen ohnedies gesteigerten Membranwachsthumes bei der Bildung blattartiger Organe besonders betheiligt gewesen zu sein. Sehen wir doch nicht selten, dass an Stellen, wo in der Regel Haare erscheinen, unter gewissen Verhältnissen Schüppchen producirt werden. So finden wir es z. B. an den weiblichen Aestchen von *Aneura*, wo um die Archegonien herum nicht selten unter den Haaren auch flächenartig entwickelte Gebilde sich vorfinden. Ganz ähnliches finden wir im weiblichen Blütenstande von *Symphlyogyna*. Namentlich lehrreich sind in dieser Beziehung die Jung. complicatae und die Scapanien. Hier finden sich, was sonst sehr selten vorkommt, an vegetativen Sprossen in den Achseln der rückenständigen Hälften der Blätter eine Reihe von mehrzelligen Haaren¹⁾. Nun beobachten wir, seltener an sterilen, häufiger an Geschlechtssprossen, und namentlich in der Nähe des Blütenstandes, mitten zwischen diesen Haaren blattartige Gebilde, bei denen selbst ein Spitzenwachsthum stattfindet. Ja selbst eine Haarpapille an der Spitze dieses Blättchens ist öfters wahrzunehmen (Taf. XI Fig. 3, 4).

Von der Annahme ausgehend, die blattlose Stammform unserer *Fossombronina* wäre unserer *Aneuren* oder *Metzgerien* ähnlich gewesen und es hätten sich also auch an derselben aus bestimmten Zellen der ventralen Theile der Segmente regelmässig gestellte Primordialpapillen entwickelt, liesse es sich wohl erklären, warum bei *Fossombronina* die Primordialpapillen nicht auf das Blatt hinauf rückten, warum sie am Stengel inserirt blieben. Die die Primordialpapille producirende Zelle blieb nämlich — und es ergibt sich dies ja aus den oben erwähnten Vorgängen bei der Blattbildung — von einer Betheiligung an derselben ausgeschlossen; das aus ihr seinen Ursprung nehmende Gebilde wurde also nicht in Mitleidenschaft gezogen.

Es wäre möglich, dass gerade der Uebergang in die 3seitige Segmentirung das Hinaufrücken der Primordialpapillen auf die Blätter einleitete. Manche Gründe sprechen dafür, dass die Amphigastrialreihe späterer Entstehung sei, als die beiden seitlichen Blattreihen. Darauf deutet vielleicht der Umstand hin, dass wir bei der Keimung die Amphigastrien erst auftreten sehen, wenn schon mehrere Cyklen seitenständiger Blätter vorhanden sind²⁾, wie ja auch der so häufige Abortus derselben und somit ihre geringere Beständigkeit für ihre minderlange Vererbung spricht. Dass mit der Bildung bauchständiger Segmente³⁾, welche ja aus Stücken der seitenständigen entstehen mussten, die Primordialpapillen auch auf diese hinüberwandern konnten, ist wohl selbstverständlich, und es ist gewiss in dieser Beziehung beachtenswerth, dass gerade die Formen, bei welchen die Primordialpapillen an Theilen seitenständiger Seg-

¹⁾ Gottsche gibt dies für *Sc. irrigua* an. *G. u. Rabenhorst. Hep. eur. No. 317.*

²⁾ Ich thue diesen Ausspruch auf Grundlage der Studien über die Keimung von *Trichocolca*, *Lophocolca*, *Chiloscyphus* und *Alicularia*. Da diese Pflanzen so verschiedenen Abtheilungen angehören, dürfte dies spätere Auftreten der dritten Blattreihe wohl eine allgemeine Erscheinung sein.

³⁾ Es soll damit jedoch nicht gesagt sein, dass die Bildung 3seitiger Scheitelzellen nicht auch in anderer Weise erfolgen konnte.

mente vorkommen, solche in den bauchständigen Segmenten — mögen diese nun Blätter bilden oder nicht — nicht besitzen. (*Radula*, *Mudlothecca*, *Frullania*, *Phragmicoma*.)¹⁾

Ich beanspruche nicht, mit den eben vorgetragenen Anschauungen über die Blattbildung bei den Lebermoosen die Discussion über diese Frage zum Abschlusse gebracht zu haben. Es sind nur Vermuthungen, welche aber — und das werden mir auch meine allfälligen Gegner zugestehen müssen — auf Grundlage des thatsächlich Beobachteten aufgestellt wurden; Vermuthungen, die möglicher Weise durch weitere Beobachtungen unhaltbar oder modificirt werden können, welchen aber ihre Berechtigung wohl kaum abzusprechen sein wird.

Ich kehre nun wieder zur weiteren Bekanntgabe meiner Beobachtungen zurück.

Verzweigung.

Es gibt kaum eine Pflanzengruppe, in welcher so verschiedene Formen der Auszweigung stattfänden, als bei den Lebermoosen, und es ist merkwürdig, dass in dieser Beziehung oft nahe verwandte Pflanzen bedeutende Verschiedenheiten zeigen. Es wird dies aber theilweise erklärlich, wenn wir die grosse Reproductionsfähigkeit dieser Pflanzen berücksichtigen, wie sie sich namentlich bei den niederen Lebermoosen in ganz erstaunlicher Art äussert. Ich sehe ab von der ungemein reichlichen Produktion von Brutknospen, die sogar wie bei *Blasia* in mehreren Formen auftreten können, oder wie sie in so grosser Menge an der Oberseite von *Aneura* gebildet werden, wodurch geradezu der ganze Thallus aufgelöst wird, ebenso von der mit letzterer Erscheinung zusammenhängenden Fähigkeit fast jeder Zelle des Thallus, unter Umständen zu einem Sprosse auszuwachsen; ich möchte nur auf die Vielseitigkeit aufmerksam machen, in welcher wichtige für das Leben der Pflanze unentbehrliche Sprossglieder angelegt werden können. So sehen wir bei *Metzgeria* die häufigste und normale Verzweigung als Endverzweigung auftreten²⁾, aber die Geschlechtssprosse sind Aeste, die ausschliesslich aus Zellen der Mittelrippe an der ventralen Sprossseite entstehen, die wahrscheinlich eben so an der Oberfläche als im Gewebe gelegen sein können³⁾. Ausserdem sehen wir aber an derselben Stelle und in derselben Weise angelegte sterile Sprosse auftreten und weiters, dass solche auch aus Randzellen des Thallus hervorgehen können⁴⁾. Bei der nahe verwandten *Aneura* sind die fertilen Sprosse aber in ihrer Entstehung den normal durch Endverzweigung entstandenen von *Metzgeria* morphologisch gleichwerthig, werden also schon zunächst der Scheitelzelle angelegt, bleiben aber längere Zeit im Ruhezustand und entwickeln sich erst von der Spitze entfernt zu den die Geschlechtsorgane tragenden Aestchen.

Man ist gewohnt, sämtliche Formen der Verzweigung unter die beiden Begriffe der End- oder normalen Verzweigung und der adventiven zu subsumiren. Es reicht diese Be-

¹⁾ Ich spreche hier von jenen Papillen, die sich unmittelbar an den der Scheitelzelle zunächst liegenden Segmenten bilden und die allein ich, im Gegensatze zu den später am Blattrande auftretenden ähnlichen Gebilden, als Primordialpapillen bezeichnen möchte.

²⁾ Kny: In Pringsheim's Jahrbüchern Bd. IV p. 69.

³⁾ Leitgeb: Zur Morphologie der Metzgeria.

⁴⁾ Kny: l. c.

zeichnung zweifeltos für die meisten Fälle vollkommen aus. Es gibt aber Verzweigungsarten, wo man in der That mit diesen Bezeichnungen nicht auskommt, will man nicht die Ausdrücke adventive Bildung, adventive Glieder etc. in einem ganz anderen Sinne anwenden, als es seit jeher üblich war. Um nur ein Beispiel anzuführen, sei erwähnt, dass die Auszweigung der Equisetaceen von *Hofmeister*¹⁾ als adventive, von *Sachs*²⁾ als normale bezeichnet wird. Die Differenz liegt eben darin, dass *Hofmeister* das Hervorbrechen des Zweiges aus älteren Gewebetheilen als entscheidendes Merkmal auffasst, während *Sachs* die Anlage der Sprossmutterzellen im Scheitel der Tragsprosse und deren morphologisch genau bestimmte Lage berücksichtigt. Wie soll man nun aber zum Beispiele die Verzweigungsformen bei den Trichomaniden unterscheiden? Hier werden in unmittelbarster Nähe der Scheitelzelle aus Segmenttheilen und in streng akropetaler Folge Zweige angelegt, welche den Gesamthabitus der Pflanze bestimmen, wir werden also zweifeltos diese als die Normalverzweigung bezeichnen. In den Achseln der Amphigastria und endogen entstehen aber weiters an ganz bestimmten Stellen die Anlagen zu den sogenannten Flagellen, und wenn auch nicht ausnahmslos ihr Hervorbrechen aus dem Tragsprosse streng die akropetale Folge einhält, so werden doch die Sprossmutterzellen nahe dem Achsenscheitel und in streng akropetaler Folge angelegt. Man könnte nun trotz dieser ihrer gewiss nicht als adventiv zu bezeichnenden Anlage dieselben doch als Adventivsprossen bezeichnen in Berücksichtigung des Umstandes, als sie für die Architectonik der Pflanze nicht bestimmend sind und in der That als überzählig gelten können. Nun entwickeln sich solche Sprossanlagen aber auch zu den fertilen Zweigen und nie treten Fruchtstände an durch Endverzweigung gebildeten Trieben auf. Darf man hier noch von Adventivbildungen sprechen? Noch unsicherer ist die Bezeichnung bei vielen *Jungermannia*-Arten, ich nenne als Beispiel *Jungermannia bicuspidata*. Es ist unzweifelhaft, dass, wiewohl in höchst seltenen Fällen, auch bei dieser Pflanze in gleicher Weise wie bei *Mastigobryum* Endverzweigung eintritt. Weil überwiegend über diese Verzweigungsart und an älteren Sprosstheilen immer eintretend, entstehen an beliebigen Stellen der ventralen Seite zahlreiche Sprosse, welche sogleich nach rechts und links seitlich biegen und so dem Pflänzchen den Typus einer fiederigen Verzweigung aufdrücken. Und zu alldem werden auch noch die fertilen Sprosse in gleicher Weise angelegt. Soll man die hier häufigst vorkommende und physiologisch so wichtige Zweigbildung als adventive und die so seltene Endverzweigung als normale bezeichnen? Ich glaube, dass viele Schwierigkeiten in der Bezeichnung beseitigt würden, wenn man bei der Bezeichnung der Art der Auszweigung nur die morphologischen Verhältnisse berücksichtigen würde. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, werde ich im Folgenden unterscheiden zwischen Endverzweigung, wo die Zweigbildung im fortwachsenden Sprossscheitel stattfindet, und zwischen interkalärer Zweigbildung, wodurch ich jede Aus-

¹⁾ Allgemeine Morphologie p. 421.

²⁾ Lehrbuch der Botanik, IV. Auflage, p. 174.

zweigung bezeichnen will, die entfernt vom Sprossscheitel in die Erscheinung tritt, und die dann ebenso gut normal als adventiv sein kann.

a. Endverzweigung. Die beiden Formen der Endverzweigung, die bei Lebermoosen der hier zu behandelnden Gruppe vorkommen, habe ich schon seinerzeit¹⁾ besprochen. Beide haben das mit einander gemein, dass der Ast in der bauchständigen Hälfte eines seitenständigen Segmentes angelegt wird. Sie unterscheiden sich aber dadurch von einander, dass in dem einen Falle sich der Segmenttheil mit seiner ganzen Höhe, in dem andern nur mit seinem basiskopen Basilartheil betheiligt, oder mit anderen Worten, dass in dem einen Falle die Astanlage vor Sonderung der Basilartheile, im andern nach Sonderung derselben eintritt, dort also in ein früheres Entwicklungsstadium des Segmentes fällt. Wir können daher diese als die Endverzweigung aus einer Segmenthälfte, die andere als solche aus dem basiskopen Basilartheile bezeichnen.

Die häufigste Form der Endverzweigung ist die aus der Segmenthälfte, und ich will sie daher zuerst behandeln²⁾. Die Zweiganlagen werden erst in Segmenten sichtbar, in denen die »Halbirungswand« aufgetreten ist, und lassen sich dadurch erkennen, dass die bauchständige Segmenthälfte halbkugelig aufgetrieben erscheint (Taf. III Fig. 1 Segm. I, Taf. V Fig. 1). Man erkennt die Sprossanlage immer erst im 2ten Segmentlaufe, wenn es auch wahrscheinlich ist, dass unmittelbar nach der Differenzirung der beiden Segmenthälften die neue Wachstumsrichtung auftritt.

Die erste Theilung der Astmutterzelle bezweckt ausnahmslos die Bildung eines bauchständigen Segmentes, das also in allen Fällen als erstes Segment des Seitensprosses erscheint. Die Wand setzt sich an die Halbirungswand des Segmentes an und verläuft gegen den bauchständigen Rand seiner akroskopischen Hauptwand, an die sie sich auch ansetzt (Taf. II Fig. 1, Taf. V Fig. 14). Die 2te Wand ist der akroskopischen Hauptwand parallel (Taf. V Fig. 5); die 3te schliesst mit diesen beiden Wänden die nun constituirte 3seitige Scheitelzelle ab. Das durch die erste Wand abgeschchnittene Segment bildet das erste und bauchständige Blatt des Seitensprosses, und es ist schon aus der Lage dieses Segmentes ersichtlich, dass auch das erste Amphigastrium des Seitensprosses nicht genau bauchständig sein kann, und wir beobachten, dass oft erst das Amphigastrium des 3ten Cyklus eine genau ventrale Lage einnimmt, wenn auch in der Regel diese schon im 2ten Cyklus erreicht wird. Da jedes der seitenständigen Segmente zur Sprossanlage befähigt ist, so ergibt sich notwendiger Weise, dass letztere bei den Segmenten der einen Seite aus deren kathodischen, bei denen der andern Seite aus deren anodischen Hälften gebildet werden. So ist die Sprossanlage im Segmente IV (Taf. II Fig. 1) aus der anodischen, im Segmente I der daneben stehenden Fig. 2 aus der kathodischen Segmenthälfte entstanden, da die Anlagen auf

¹⁾ Wachsthumsgeschichte von *Radula* p. 21 und »Ueber die Verzweigung der Lebermoose«. Bot. Zeitg. 1871 Nr. 34.

²⁾ Die diese Form der Zweiganlage illustrirenden Figuren sind: Taf. II Fig. 1, 2, Taf. III Fig. 1, 19, Taf. IV Fig. 2, 4, Taf. V Fig. 1, 2, 3, 4, 5.

verschiedenen Seiten liegen, die Segmentspirale aber in beiden Tragsprossen rechtsläufig ist. (Man vergl. auch Taf. IV Fig. 2 und 3 und Taf. V Fig. 4 und 5.)

Aus der oben betonten Konstanz der Lage und Richtung der ersten und zweiten Theilungswand folgt, dass in jenen Fällen, wo die Sprossbildung aus der anodischen Hälfte geschieht, die Segmentspirale des Seitensprosses der des Muttersprosses homodrom sein muss, während dort, wo die kathodische Segmenthälfte die Sprossanlage bildet, dieser dem Muttersprosse antidrom aufgebaut sein wird. Ebenso folgt daraus, dass immer sämtliche an derselben Seite des Muttersprosses gelegene Seitensprosse unter sich homodrom sein müssen, und dass ausnahmslos die in Rückenansicht des Sprosses nach rechts abgehenden Zweige linksläufige, die nach links abgehenden rechtsläufige Segment- respective Blattspiralen zeigen werden.

In der Regel ist die Häufigkeit der Auszweigungen nach rechts und links ziemlich gleich und das Verzweigungssystem erscheint als ein fiederförmiges. In selteneren Fällen aber, wie bei *Mastigobryum*, werden die Aeste fast ausschliesslich nur in anodischen Segmenthälften und somit bei Sprossen mit rechtsläufigem Wendel an der linken Seite, bei solchen mit linksläufigem an der rechten Seite angelegt werden, also an demselben Sprosssysteme nach einer Seite gerichtet sein. Entwickelte Sprosssysteme zeigen jedoch nicht diese einseitige Anlage der Aeste, sondern haben vielmehr den Charakter einer gabeligen Auszweigung, was darin seinen Grund hat, dass die Seitensprosse, die anfangs allerdings deutlich die seitliche Stellung am Hauptsprosse zeigen, bald durch rascheres Wachsthum den Mutterspross einholen und mit diesem dann ziemlich gleich stark fortwachsen¹⁾.

Die frühe Anlage des Astes in der Segmenthälfte, welche den Blattunterlappen produciren soll, hat zur Folge, dass derselbe nicht zur Ausbildung gelangt. Wenn man bei *Frullania* (*dilatata* und *Tamarisci*) ein Blatt, an dessen Grunde ein Spross entspringt, aufmerksam untersucht, so überzeugt man sich leicht, dass an demselben das Blattohr fehlt, und man erkennt, dass an dessen Stelle eben der Ast seinen Ursprung nimmt. Dasselbe ist der Fall bei *Madotheca*. Auch bei *Trichocolea*, wo die Zertheilung des Blattes in viele reich verzweigte, aus einer Zellreihe bestehende Borsten eine Lappenbildung kaum erkennen lässt, zeigen die betreffenden seitenständigen Blätter wenigstens in so ferne einen Unterschied von den übrigen, als ihre Verästelung bei weitem weniger reich ist. Sehr auffallend aber gestaltet sich der Unterschied bei einigen Arten der Gattung *Scandnera*. Bei *S. Woodsii* Endl.²⁾ sind die Seitenblätter tief 3spaltig (dem Unterlappen entsprechen die 2 kleineren Zipfel), an Seitensprossen

¹⁾ Man vergleiche das Schema in der oben citirten Abhandlung. Bot. Zeitg. p. 565, oder Sachs: Lehrbuch der Botanik Fig. 244.

²⁾ Bei dieser Pflanze ist Endverzweigung ungemein häufig und es werden die normal beblätterten Sprosse so wie die sich flagellenartig entwickelnden in gleicher Weise angelegt. Es nähert sich in dieser Beziehung diese Art der *Lepidozia reptans*. Bei *S. Sauteriana* N. dagegen finden wir in den Achseln der Amphigastria häufig und oft zu mehreren beisammenstehend, endogen entstehende Aeste, die wie bei *Mastigobryum* sich flagellenartig ausbilden. Eine Endverzweigung habe ich aber nicht beobachtet, wodurch sich diese Art wieder von *Mastigobryum* unterscheidet und näher an *Calypogeia* anschliesst. Ueberhaupt bedürfen die zur Gattung *Scandnera* gezählten Arten einer noch genaueren Sichtung.

2spaltig, die Zipfel grob gezähnt. Das Blatt, das mit dem Aste aus demselben Segmente seinen Ursprung nimmt, ist aber schmaler und zeigt nur einen Zahn, d. h. ist einfach zugespitzt. Auch bei *Mastigobryum* kann man sich von der abweichenden Form des neben dem Aste stehenden Blattes leicht überzeugen, da es nur einen Lappen zeigt, während die andern Seitenblätter meist 3zählig sind (Taf. IV Fig. 13, 16). Bei *Lepidozia* zeigt das betreffende Blatt in der Regel 2 Zähne, während die normalen 3zählig sind.

Bei allen bis jetzt als Beispiele genannten Pflanzen habe ich die Astanlage bis zum einzelligen Zustande zurück verfolgen können, da in Folge der Häufigkeit der Endverzweigung in der Regel im Scheitel Sprossanlagen beobachtet werden können. Bei den in die Gruppe der Jungermannien mit unterschlächtigen Blättern zusammengefassten Formen gelang es mir nie, diese Art der Spitzenverzweigung in ihrer Anlage nachzuweisen. Doch machte ich Beobachtungen, vermöge deren ich mich für berechtigt halte, auszusprechen, dass diese Form der Endverzweigung auch in dieser Pflanzengruppe vorkommt und bei der Gattung *Jungermannia* und den zunächst verwandten gefunden wird. Schon bei *Jung. trichophylla*, wo die Blätter bis zu ihrem Grunde in 3—4 borstenförmige und aus einer Zellreihe gebildete Zähne getheilt sind, sind die Blätter, neben denen der Ast entspringt, nur 2zählig. Bei *Lophocolca bilentata* geschieht die Zweigbildung fast ausschliesslich aus der ventralen Sprosshälfte und werden die Aeste endogen angelegt. Es zeigen diese Aeste, namentlich wenn sie nicht zu alt sind, immer an ihrem Grund die durch das durchbrochene Gewebe des Mutter sprosses gebildete Scheide und gehen, wenn sie noch kurz sind, rechtwinklig ab, was übrigens auch an älteren Stämmchen, wenn auch minder deutlich, zu erkennen ist. Es sind dies alles Zeichen, welche zusammen ziemlich sicher auf interkalare (von der Spitze entfernte) Anlage hinweisen. Nun finden wir aber, allerdings selten, Aeste, die an ihrem Ursprunge keine Scheide zeigen, deren Gewebe im Gegentheile ganz gleichmässig in das Gewebe des Tragsprosses übergeht und deren Auszweigung weiters nicht unter rechtem, sondern unter einem spitzen, gegen den Scheitel offenen Winkel stattfindet. Es deutet dies auf ihren Ursprung nahe dem Scheitel hin. Auch ist ihr Ursprung dem Seitenrande des Tragsprosses näher, während jene deutlich an der ventralen Seite entspringen. Und, was noch weiters sehr bemerkenswerth ist, sind sie am vorderen Rande eines Seitenblattes inserirt, das nicht so wie die übrigen Blätter scharf zweispitzig, sondern einspitzig ist.¹⁾ Ich glaube, dass dies Gründe genug sind, um die Annahme gerechtfertigt zu finden, dass hier derselbe Verzweigungsmodus, wie er für die früheren Beispiele durch die Entwicklungsgeschichte mit aller Sicherheit nachgewiesen wurde, stattfindet. Auch bei vielen *Jungermannia*-Arten ist die häufigste Form der Verzweigung die interkalare, mit endogener Sprossanlage an der ventralen Seite. So ist es auch bei *Jung. bicuspidata*. Ein Mal aber fand ich ein verzweigtes Stämmchen, an dem ganz

¹⁾ Bei der unterschlächtigen Blattstellung entspricht selbstverständlich der akroskope Rand eines Seitenblattes der bauchständigen Segmenthälfte. Die abweichende Form dieser Blätter von den übrigen 2spitzigen ist so auffallend, wie es kaum irgendwo anders in die Erscheinung tritt.

dieselben Erscheinungen zu beobachten waren, wie ich sie eben für *Lophocolea* geschildert habe, und auch hier war das betreffende Seitenblatt gegenüber der ausgezeichneten Form der übrigen Seitenblätter deutlich einspitzig. So fand ich es da und dort auch bei andern *Jungermannia*-Arten (sehr schön bei *J. curvifolia*), und ich zweifle nicht, dass eine aufmerksame und sorgfältige Untersuchung für manche derselben den directen Nachweis der Richtigkeit meiner Behauptung liefern wird. Ich möchte, um die Zahl der Beispiele zu schliessen, nur noch *Calypogeia* besprechen. Diese Gattung stimmt in der Bildung von Flagellenästen mit den Trichomaniden überein. Während aber die Flagellen von *Mastigobryum* durchaus interkalärer Entstehung sind, und bei *Lepidozia* die durch Endverzweigung entstandenen Sprosse in Flagellen übergehen, sehen wir bei *Calypogeia*, dass interkalar (und aus der Achsel der Amphigastria) beblätterte Sprosse entspringen, welche dann aber, ebenso wie der Tragspross, flagellenartig werden können¹⁾. Auch die fertilen Sprosse haben gleiche Entstehung. So scheint es, dass hier die Zweigbildung ausschliesslich interkalar auftritt. Aber auch hier fand ich ein Mal an einer Auszweigung alle die Merkmale wieder, die ich oben bei *Lophocolea* erwähnte, und die mir gewichtig genug scheinen, zu behaupten, dass auch hier, wie wohl in sehr seltenen Fällen, Endverzweigung stattfinden kann.

Ich habe oben erwähnt, dass bei Anlage eines Seitensprosses dessen erstes Segment ausnahmslos als ventrales Segment auftritt und dass somit auch als erstes Blatt des Seitensprosses ein Amphigastrium sich bildet. Auch wurde hervorgehoben, dass es seiner Anlage entsprechend in den seltensten Fällen genau bauchständig ist, sondern dass die ventrale Lage der Amphigastria meist erst im zweiten Blattcyklus, öfters selbst erst im dritten erreicht wird. Bei *Mastigobryum* ist z. B. schon das erste Amphigastrium genau bauchständig und steht in Folge eines Wachsthumsvorganges, der die gabelige Ausbildung des Verzweigungssystems bedingt, noch ganz am Muttersprosse mit dessen letztem Amphigastrium auf gleicher Höhe (Taf. IV Fig. 4). Dieses Amphigastrium ist in vielen Fällen den übrigen Amphigastrien durchaus gleich gebildet und lässt sich dann als solches sofort erkennen. In anderen Fällen ist es jedoch von den übrigen verschieden. So ist es bei *Lepidozia (reptans)* meist 2lappig. Es kommt dies daher, dass sich von den angelegten Zähnen nur die des ventralen Randes weiter entwickeln, wobei man jedoch häufig auch von den anderen am Blattgrunde die Rudimente findet (Taf. V Fig. 3).

Bei *Frullania (dilatata und Tamarisei)* bemerkt man öfters am Grunde des aus der dorsalen Hälfte des sprossbildenden Segmentes gebildeten Blattoberlappens und zwar an dem dem ersten Amphigastrium des Seitensprosses zugekehrten Rande kurze lappenartige Anhängsel, welche mit ihrer Insertion nach der Insertion des ersten Amphigastriums hin verlaufen. Es sind dies Bildungen, die schon aus dem ersten ventralen Segmente des Seitensprosses entstehen, woraus also folgt, dass hier ein (und zwar der rückensichtige) Theil desselben nicht

¹⁾ Nees v. E. l. c. III. p. 2 und 26 gibt an, dass bei *C. Peruviana* wirkliche Flagellen (das heisst wohl, von ihrem Ursprunge an mit verkümmerten Blättern besetzte Sprosse) auch den Achseln der Amphigastria entspringen.

in die Unterblattbildung eintritt. Ich habe dies auch auf entwicklungsgeschichtlichem Wege bestätigt gefunden, doch der Sache nicht weiter nachgeforscht, und begnüge mich damit, hier auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht zu haben.

Als zweites Blatt des Seitensprosses tritt ausnahmslos das Seitenblatt auf, das dem Muttersprosse zugekehrt ist. In den meisten Fällen stimmt es in seiner Form durchaus mit den übrigen Seitenblättern überein. Nur bei *Frullania* fand ich Abweichungen. Bei *Fr. Tamarisci* besteht dieses erste Seitenblatt deutlich aus den beiden Hälften, und es zeigt der Unterlappen ganz seine normale Ausbildung als Blattohr, während der Oberlappen zwar flächenartig entwickelt, aber weit schmaler ist, als die Oberlappen der übrigen Seitenblätter. Bei *Fr. dilatata* nun ist dieser Oberlappen ebenfalls als Blattohr ausgebildet, so dass also am Seitenspross dann 2 Blattohren dicht neben einander stehen¹⁾.

Die zweite Form der Endverzweigung bezeichne ich als die Verzweigung aus dem basiskopen Basilartheile. Sie besteht, wie ich schon erwähnte, darin, dass die ventrale Segmenthälfte nicht in ihrer ganzen Höhe und vor Auftreten weiterer Zelltheilungen zur Astanlage verbraucht wird, sondern dass ein Theil ihrer freien Aussenfläche normal den Blattunterlappen bildet, und nur der basiskope Theil derselben in die Sprossanlage eintritt. Ich habe die bezüglichen Vorgänge in meiner oben citirten Abhandlung über *Radula* ausführlich erörtert, und ich verweise, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die dort gegebene Darstellung.

Die entwickelten Sprosse von *Radula* sind immer am Grunde eines Seitenblattes und zwar dem Unterlappen genähert inserirt. Es entspricht also ihre Stellung im entwickelten Zustande genau der Stellung ihrer Anlagen am Scheitel. Ich habe an derselben Stelle (p. 26) den Grund angegeben, warum die gegenseitige Lage zwischen dem Blattohre und dem unter ihm entspringenden Aste trotz der späteren Segmentstreckung nicht mehr verändert wird, während bei den Laubmoosen, wo die Aeste ganz in gleicher Weise angelegt werden, der Ast in dem Maasse, als der betreffende Stengeltheil sich streckt, vom Blattgrunde abrückt, ja bis in die Höhe des unmittelbar grundwärts inserirten Blattes gelangen kann.

Ganz in gleicher Weise wie bei *Radula* sind die Seitensprosse auch bei *Lejeunia* inserirt, und es entspricht die Insertion der Astknospen genau der der entwickelten Triebe. An jedem stärkeren Sprosse findet man regellos zwischen wohl ausgebildeten Aesten da und dort auch noch Astknospen, so dass also viel mehr Sprosse angelegt als entwickelt erscheinen.

¹⁾ Man könnte vielleicht vermuthen, dass dieses Blattohr noch zum Oberlappen des Muttersprosses gehören könne. Es ist dies aus mehreren Gründen unmöglich. Es spricht dagegen seine Insertion am Seitenspross; seine Orientirung gegen den Seitenspross und nicht gegen den Tragspross; seine Stellung an der der Gabelung zugekehrten Seite; seine Entfernung vom Seitenrande des Oberlappens; und dann wäre weiters die Bedeutung des zweiten nebenstehenden Blattohres gar nicht zu erklären.

Die Bildung des Blattohres ist Folge einer durch ungleiches Wachsthum der beiden Seiten entstehenden Rückwärtskrümmung der Blattfläche (von einer Verwachsung, wie *Nees* meint, ist keine Rede). Man findet übrigens öfters an Sprossen hie und da einen Unterlappen flächenartig (wie im Perichätium) entwickelt, während auf weite Strecken oberhalb und unterhalb vollkommen ausgebildete Blattohren erscheinen.

Wenn man nun diese Astknospen genauer untersucht, so bemerkt man an ihnen vorerst keine Blattbildung und sie sehen vielmehr Zellhöckern ähnlich, deren jeder mit einer ganz gleichmässigen durchaus zusammenhängenden Zellschicht überzogen ist. Und in der That zeigen Seiten- wie Spitzenansichten (Taf. I Fig. 2a, 2b), dass eine aus einer Zellschicht gebildete sackartige Hülle die Astknospe umschliesst und dass zwischen beiden noch ein oft sehr grosser Hohlraum bleibt. Es würden alle diese Erscheinungen durchaus darauf hindeuten, dass hier die Sprosse endogen angelegt werden und dass also jene einschichtige Hülle die oberflächliche Zellschicht des Tragsprosses sei, die eine Zeit lang die junge Astknospe überzieht. Diese Vermuthung würde weiters noch bestärkt durch das Vorhandensein einer Scheide am Grunde jedes Seitensprosses, welche also durch das Durchbrechen jener Hüllschicht gebildet würde; eine Erscheinung, welche wir ja bei allen endogen angelegten Organen nach ihrem Durchbrechen (allerdings öfters weniger deutlich) finden, und die ja notwendiger Weise vorhanden sein muss. Und doch wird diese Vermuthung durch weitere Beobachtungen nicht bestätigt. Es wäre einerseits schon eine auffallende Thatsache, dass, wenn die Sprossanlage endogen und interkalar entstände, nicht auch jüngere Zustände gefunden werden sollten, wo etwa der Gewebehöcker nur wenig emporgewölbt wäre und die Natur der Hülle als durch secundäre Zelltheilungen der Oberhautzellen entstanden, sich erkennen liesse. Nie findet man — und ich untersuchte wohl Hunderte von Sprossen auch ausländischer Lejeunien — ausserhalb der Gipfelknospe jüngere Zustände, und die dieser zunächst zu beobachtenden zeigen genau denselben Entwicklungszustand, wie die an tieferen Stammtheilen befindlichen. Daraus ergibt sich, dass wir ruhende Knospen vor uns haben und dass ihre Anlage schon in der Vegetationsspitze erfolgt und dort gesucht werden muss. Bei dem Umstande, als die Auszweigungen denn doch immer nicht häufig sind, ist es eine missliche Sache, in der nächstbeliebigen Gipfelknospe nach Sprossanlagen zu suchen. Die Präparation ist durchaus nicht leicht und häufig bringt das mit Aufwand von Zeit und Mühe hergestellte Präparat wegen Mangels einer Sprossanlage gar keine Aufklärung. Da hilft nun aber die Eigenthümlichkeit der Pflanze, ausnahmslos am weiblichen Triebe und zwar unter einem oder beiden der an der Bildung des Perichätiums sich betheiligenden Seitenblätter eine Sprossanlage zu bilden. Hat man also Geschlechtssprosse vor sich, so findet man ganz sicher dicht unterhalb der weiblichen Blütenstände Sprossanlagen und da lässt die Beobachtung keinen Zweifel, dass es offene, an der Oberfläche liegende Knospen sind, deren erste Blätter weit von einander klaffen (Taf. I Fig. 3a, 3b). Wie später noch dargelegt werden soll, entwickelt sich das einzige in einem Blütenstande befindliche Archegonium direkt aus der Scheitelzelle des Sprosses, der also in jedem Falle mit dessen Bildung sein Längenwachsthum abgeschlossen hat. Ob sich nun eine Frucht ausbildet oder nicht; die unterhalb des Perichätiums angelegten Seitensprosse entwickeln sich in jedem Falle sogleich nach ihrer Anlage weiter und es wird dadurch die Spitze des Hauptprosses zur Seite gedrückt. Die Frucht steht daher entweder seitenständig oder (bei 2 Seitensprossen) in dem Gabelungswinkel derselben. Die Seitensprosse

können nun selbst wieder mit einem Archegonium abschliessen, worauf dann an ihnen sich der oben geschilderte Vorgang wiederholt.

Wenn nun aber an fortwachsenden Sprossen Seitenäste angelegt werden, so scheinen sich dieselben nie sofort zu entwickeln. Ihre drei ersten Blätter schliessen zu einer Hülle zusammen, welche den nun auf unbestimmte Zeit ruhenden Spross umgibt und erst bei dessen Entwicklung durchbrochen wird.

Ich habe die offenen Knospen am Perichaetium allerdings nicht oft beobachtet, aber immerhin so oft, um zu wiederholten Malen und an verschiedenen Arten die Richtigkeit des hier Mitgetheilten konstatiren zu können. Auch bei *Lejeunia calcarca* werden Seitensprosse nicht selten angelegt und entwickeln sich in der Regel etwas früher (näher dem Gipfel des Tragsprosses) als bei *L. serpyllifolia*. Es lässt sich an dieser Pflanze ihre Anlage in seitenständigen Segmenten deshalb leicht constataren, weil hier die bauchständige Segmentreihe nur mit einer Zellreihe an die Oberfläche grenzt, deren ununterbrochener Verlauf daher sofort erkannt werden kann.

Hat man sich nun einmal von der Natur der Hülle überzeugt, so kann man auch versuchen, ihre Zusammensetzung aus Blättern nachzuweisen. Die Art des Oeffnens oder besser der Durchbrechung bietet keine Anhaltspunkte, da sie in verschieden geformte (oft am Grunde, oft an der Spitze breitere) Lappen zerfällt (Taf. I Fig. 9). An noch geschlossenen Hüllen aber glaubte ich zu wiederholten Malen eine über den Scheitel verlaufende und die Hülle in zwei Hälften theilende scharf kontourirte Begrenzungslinie verlaufen zu sehen (man vergleiche Taf. I Fig. 2b), auf welcher senkrecht in der einen Hälfte wieder eine solche Linie verlief. Aus vielen vergleichenden Beobachtungen glaube ich annehmen zu dürfen, dass die eine Hälfte der Hülle durch ein Amphigastrium — die andere Hälfte durch 2 Seitenblätter gebildet wird, wiewohl letztere aber nur ihre Oberlappen ausbilden. Es spricht dafür auch folgender Umstand: Bei der Weiterentwicklung eines Seitensprosses streckt sich immer zuerst das zwischen der Hülle und dem nächsten Blattekylus¹⁾ befindliche Stengelstück sehr stark in die Länge, so dass also die ersten deutlichen Blätter des Seitensprosses ziemlich hoch über seiner Ursprungsstelle inserirt sind, die die Hülle bildenden Blätter aber als eine Art Scheide seinen Grund umgeben. Nun ist das erste Blatt dieses Cyklus immer ein normal ausgebildetes Amphigastrium. Das nächste, also seitenständige Blatt zeigt aber seinen Blattohrtheil verkümmert und fast nur auf die Primordialpapille reducirt (Taf. I Fig. 7) und erst das nun folgende und den Cyklus abschliessende Seitenblatt zeigt auch das flächenartig entwickelte Blattohr (Taf. I Fig. 4).

¹⁾ Es muss bemerkt werden, dass dieser Blattekylus schon innerhalb der Hülle ganz deutlich erkennbar ist, also vor dem Wiederbeginn der Entwicklung angelegt wurde. In Taf. I Fig. 2b sieht man über der Scheitelzelle den Durchschnitt der Primordialpapille eines Seitenblattes.

Denselben hier für *Radula* und *Lejeunia* beschriebenen Verzweigungsmodus finden wir auch bei den Scapanien¹⁾. Für die Untersuchung am geeignetsten fand ich *Sc. undulata*, da sich diese Art auch an vegetativen Sprossen ziemlich häufig verzweigt. Die Stellung der entwickelten Aeste entspricht ganz der bei *Radula*. Bei den aus Herbarien genommenen und aufgeweichten Exemplaren fand ich immer den Blattunterlappen, an dessen Grund der Seitenspross entspringt, über den Grund des letzteren hinüber geschlagen und dicht anliegend, und es wird dies wohl auch bei frischen Exemplaren der Fall sein. Auch die Sprossanlagen in der Gipfelknospe zeigten dieselbe Stellung und deutlich ihre exogene Entstehung, wenn es mir auch nicht gelang, wenigzellige Jugendzustände aufzufinden. Ich spreche hier ausdrücklich von den Verzweigungen vegetativer Sprosse. Welcher Entstehung die unmittelbar unter dem Perianthium an der Ventralseite des Sprosses²⁾ zu 4 und mehreren neben- und übereinander entspringenden Aeste sind: — ob sie, als gedrängte Auszweigung eines Systems sich darstellen oder, was mir wahrscheinlich ist, selbstständig aus dem Stengel entspringen und so wahre Innovationen bilden, wage ich nicht zu entscheiden.

Ausser den hier aufgeführten Beispielen kenne ich kein Lebermoos, welches diese Art der Verzweigung zeigen würde.

Auch ist mir eine andere Form der Endverzweigung nicht bekannt. Bevor ich jedoch dieses Kapitel verlasse, möchte ich noch über das genetische Verhältniss dieser beiden Verzweigungsformen zu einander einige Betrachtungen beifügen:

Unter der Annahme, unsere beblätterten Jungermannieen seien aus den blattlosen hervorgegangen, können wir auch die Art der Sprossanlage dieser mit der jener vergleichen. Unzweifelhaft hat die Zweigbildung von *Metzgeria* und *Aneura* mit der hier als Zweigbildung aus der Segmenthälfte bezeichneten Form der Auszweigung grosse Aehnlichkeit. Dass hier die Aeste aus einer Segmenthälfte sich bilden, hängt gewiss mit dem frühen Auftreten der Halbierungswand zusammen. Wir vermögen die Ursachen nicht anzugeben, welche die erste schiefe Wand im Segmente unter so spitzem Winkel gegen die Horizontale stellten (bei *Aneura* und *Fossombronia* ist derselbe, wie oben bemerkt, viel grösser). War dieselbe aber einmal so gestellt, wurde die Segmentaussenfläche durch sie halbirt, so musste der Spross, der erst nach dieser Theilung auftrat³⁾, in eine Segmenthälfte rücken, und gerade die durch die Halbierungswand bedingte Selbstständigkeit der einen Segmenthälfte machte es möglich, dass hier ihre neu erworbene Fähigkeit der Blattbildung ungestört sich äussern konnte, während sie

¹⁾ Die Scapanien erinnern auch durch die Form ihres Perianthiums an *Radula*. Sie werden auch von *Du Mortier* mit dieser Gattung in den Tribus der Raduleae zusammengefasst. (Leider ist des Autors neuestes Werk: Jungermannideae europaeae in Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique Tom. XIV Nr. 1 wegen der so fremdartigen Nomenclatur so schwer benutzbar.)

²⁾ *Nees* Eur. Leb. I p. 172 berichtet, bei einer monströsen Form der *Sc. nemorosa* auch auf der Dorsalseite des Stammes unterhalb des Perianthiums Triebe hervorgehen gesehen zu haben. Es wäre dies wohl ein Zeichen ihrer interkalaren Entstehung.

³⁾ Auch bei *Metzgeria*, dergleichen bei *Aneura* und *Fossombronia*, treten im Segmente vor Constituirung der Sprossmutterzelle Theilungen ein.

dort durch die so frühe Sprossanlage gehemmt wurde. Nun ist es bemerkenswerth, dass die Verzweigung aus der Segmenthälfte immer erst im zweiten Blatcyklus in die Erscheinung tritt¹⁾, während die Verzweigung aus dem basiskopen Basilartheile bei *Radula*²⁾ erst im 3ten Cyklus beobachtet wird, bei *Scapania* wahrscheinlich noch später auftritt und bei den Laubmoosen noch weiter von dem Sprossscheitel abrückt³⁾. Bei den frondosen Jungermannien aber sehen wir die Zweiganlagen fast immer schon in den der Scheitelzelle anliegenden Segmenten. So ist es bei *Metzgeria*⁴⁾, so bei *Aneura* und *Fossombronina*. Es scheint also in der That, als ob in der Entwicklungsreihe, der die Moose angehören, die Anlage der Zweige immer weiter vom Scheitelpunkt hinweggerückt worden wäre (in gleicher Weise wie die Geschlechtsorgane zweifellos sich dem Scheitel immer mehr näherten). Nun sehen wir bei der Verzweigung aus der Segmenthälfte immer die Entwicklung des Blattoberlappens in gleichem Maasse wie die der Sprossanlage fortschreiten, und es hätte sich an der letzteren Stelle gewiss der Blattunterlappen und mit diesem das basiskope Basilarstück gebildet. Wurde nun aus irgend welchem Grunde die Anlage des Seitensprosses verschoben, d. h. in ältere Segmente verlegt, so war der Blattunterlappen schon angelegt und es blieb in dieser Segmenthälfte nur mehr das basiskope Basilarstück zur Anlage übrig. Um mich kurz auszudrücken, ich glaube, dass die Art der Endverzweigung abhängig sei von der Zeit der Astanlage. Je später der Spross angelegt wird, um so weniger wird er die vor ihm aus dem Segmente sich bildenden Organe in ihrer Anlage und Entwicklung stören können.

Von dieser Anschauung ausgehend, glaube ich, erscheinen diese beiden eben besprochenen Verzweigungsweisen nicht so sehr verschieden: — es stellt sich die eine als ein späterer Entwicklungszustand der anderen heraus.

b. Interkalare Zweigbildung. So bezeichne ich, wie schon erwähnt, jede Form der Auszweigung, die an Stengeltheilen in die Erscheinung tritt, die aus dem Stadium des Vegetationsscheitels schon herausgetreten sind. Sie haben in vielen Fällen den Charakter von Adventivbildungen in so ferne, als sie einmal keine akropetale Entstehungsfolge erkennen lassen und an beliebigen morphologisch nicht weiter bestimmten Punkten auftreten. In anderen Fällen aber werden sie in streng akropetaler Folge und an ganz bestimmten Stellen angelegt. In beiden Fällen können sie entweder exogenen oder endogenen Ursprunges sein. Die interkalare Zweigbildung ist, wenige Ausnahmen abgerechnet, an die ventrale Sprosshälfte gebunden. In den meisten Fällen lässt es sich direkt nachweisen, dass sie immer in den ventralen Segmenten auftritt; und auch dort, wo es sich nicht direkt nachweisen lässt, ist der Ursprung aus ventralen Segmenten wahrscheinlich, und es ist mir nur ein (später zu

¹⁾ Bot. Zeitg. 1871 p. 561.

²⁾ l. c. p. 21.

³⁾ Man vergleiche meine Abhandlungen über *Fontinalis* und *Sphagnum*. Sitzungsber. der K. Akad. der Wissenschaften Bd. LVII Abth. I Taf. I Fig. 1 und Bd. LIX Abth. I Taf. IX Fig. 2, und die über *Hypnum* in Mittheilungen des nat. Ver. f. Steierm. 1874 Taf. 1.

⁴⁾ *Kny* l. c. p. 73 Taf. V und VI.

besprechender) Fall bekannt, wo diese Form der Zweigbildung auch in seitenständigen Segmenten getroffen wird.

Als Beispiel einer streng akropetalen Entstehungsfolge an bestimmten Stellen habe ich seinerzeit¹⁾ die Flagellenäste bei *Mastigobryum* angeführt. Sie entspringen stets aus der Achsel eines Amphigastriums. Man findet sie öfters an zwei und mehr unmittelbar nach einander liegenden Blättern; oft aber wird eine grössere Anzahl von Blättern übersprungen. In allen Fällen aber sehen wir, dass die Entwicklung dieser Aeste in akropetaler Folge stattfindet, so dass die jüngeren und weniger weit entwickelten auch der Spitze des Tragsprosses näher liegen.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Aeste lässt sich unschwer verfolgen auf radialen Längsschnitten, welche durch die Medianen der Amphigastria geführt werden. Schon der Umstand, dass Aeste, die kaum erst über die Oberfläche des Tragsprosses hervorgetreten sind, an ihrem Grunde eine Art Scheide zeigen, lässt ihre endogene Entstehung vermuthen. Noch jüngere, dem Scheitel des Tragsprosses näher gelegene Anlagen, die sich mit der Lupe als kleine Würzchen erkennen lassen, zeigen auch deutlich, dass der junge Spross, an dem häufig schon 4 und mehr Segmentumläufe und dem entsprechend auch schon Blattanlagen erscheinen, von der stark hervorgewölbten, aber noch unverletzten Oberhaut des Tragsprosses bedeckt wird (Taf. IV Fig. 9). Dieses Altersstadium findet sich durchschnittlich im achten Segmentumläufe von der Spitze grundwärts gezählt. Wenn man nun noch jüngere Segmente untersucht, so findet man häufig genug die entsprechenden jüngeren Zustände, bis man endlich noch näher der Spitze an jedem geeigneten Präparate in einem bauchständigen Segmente und an den Stellen, wo man die Sprossanlagen suchen müsste, auf den ersten Blick eine grössere Zelle unterscheidet (Taf. IV Fig. 8). Sie gehört jener Zelllage an, die unmittelbar unter der äussersten, als Uebergang der freien Blattfläche in das Stengelgewebe erscheinenden Schichte gelegen ist. Ebenso erkennt man, dass diese durch ihre Grösse ausgezeichnete Zelle dem Segmente angehört, welches das weiter spitzenwärts liegende Amphigastrium producirt und dass sie unmittelbar an die akroskope Hauptwand des grundwärts anliegenden Segmentes angrenzt. Da diese Zellen genau in der Blattmedianen liegen, so ist es selbstverständlich, dass ein Längsschnitt nur in jenen Segmenten, die zunächst der Blattmedianen getroffen werden, dieselben zur Anschauung bringt, doch überzeugt man sich leicht bei Durchmusterung benachbarter Schmitte, oder wenn man etwas dickere Längsschnitte anfertigt, die die Medianen einer grösseren Anzahl bauchständiger Segmente enthalten, dass in jedem Segmente an den bestimmten Stellen diese grössere Zelle vorhanden ist. Dasselbe findet man auch auf Querschnitten. Hier aber erscheint die grössere Zelle häufig, namentlich an der Spitze nahen Schnitten von 2 peripherischen Zelllagen bedeckt. Es kommt dies daher, dass wegen der gegen die Längsachse noch geneigten Lage der Segmente der Querschnitt nebst der äussersten

¹⁾ Bot. Zeitg. 1872 Nr. 3.

Zellschicht des diese grössere Zelle producirenden auch noch die des grundwärts anliegenden Segmentes trifft, jene Zellschicht nämlich, die sich unmittelbar in die freie Blattfläche fortsetzt (Taf. IV Fig. 7. Man vergleiche auch Fig. 6 und 8).

Das constante und an ganz bestimmte Stellen gebundene Vorkommen dieser grösseren Zellen in jedem bauchständigen Segmente und weiters der Umstand, dass an den entsprechenden Stellen auch die Sprosse auftreten und dass man alle Uebergänge findet von noch ungetheilten Zellen und solchen, wo die Sprossanlagen schon deutlich erkennbar sind, lassen die Annahme wohl berechtigt erscheinen, dass diese grösseren Zellen als Sprossmutterzellen zu betrachten sind, dass also in jedem bauchständigen Segmente und an einer morphologisch genau bestimmten Stelle eine Sprossmutterzelle angelegt wird.

Wenn nun auch in jedem bauchständigen Segmente eine Zelle vorhanden ist, mit der Fähigkeit, einen Spross zu produciren, so kommt es doch nur in den wenigeren Fällen zur eigentlichen Sprossbildung, da immerhin die Zahl der entwickelten oder auch nur angelegten Aeste weit hinter der an demselben Stengelstück befindlichen Amphigastria zurückbleibt.

Der Umstand ferner, dass die Reihenfolge der Entwicklung dieser Aeste streng akropetal ist, dass also (so weit meine Beobachtungen reichen) nie zwischen weiter ausgebildeten jüngere eingeschoben erscheinen, deutet darauf hin, dass die Fähigkeit der Weiterentwicklung der Sprossmutterzellen, d. h. die Fähigkeit, Sprosse zu entwickeln, schon nahe der Spitze erlischt. Zwar findet man auch hie und da in grösserer Entfernung von der Spitze, wo die Zellwände schon gebräunt und ziemlich stark verdickt sind, an den betreffenden Stellen grössere dünnwandig gebliebene Zellen, und es wäre möglich, dass solchen noch die Fähigkeit der Sprossbildung zukommt¹⁾; in der Regel sind jedoch an solchen Stellen die Sprossmutterzellen nicht mehr zu erkennen.

Bei *Mastigobryum* entspringen auch die Fruchstäbe aus den Achsen der Amphigastria. Ich war nicht in der Lage, die Entwicklung derselben untersuchen zu können, da mir keine fruchtenden Exemplare zu Gebote standen. Ich zweifle jedoch keinen Augenblick, dass sie in ihrer Anlage vollkommen mit den eben besprochenen sterilen Aesten übereinstimmen. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als die Anlage der Geschlechtsäste bei der nahe verwandten *Lepidozia* und ebenso bei *Calypogeia* vollkommen der der sterilen Aeste von *Mastigobryum* gleicht²⁾.

Ich weiss nicht, ob die Geschlechtsäste bei *Mastigobryum* nicht in gleicher Weise wie bei *Lepidozia* nur an älteren Stammtheilen auftreten. Ist dies der Fall, so hätten wir eine Erklärung jener oben erwähnten Thatsache, dass öfters auch in älteren Stammtheilen dünn-

¹⁾ Es wäre dies ein ähnlicher Fall wie bei *Equisetum*. Auch hier werden die Seitensprosse schon nahe der Spitze angelegt. Es verharren aber einige den grössten Theil der Vegetationsperiode im ein- oder wenigzelligen Zustande und entwickeln sich erst im Spätherbst. (Hofmeister: Vergl. Unt. p. 94.)

²⁾ Schon Nees v. Es. betont die morphologische Gleichwerthigkeit der Flagellen und der Fruchstäbe und bezeichnet jene als metamorphosirte Fruktifikationsorgane (Naturgeschichte d. eur. Lebermoose III p. 44).

wandig gebliebene grössere Zellen aufzufinden sind. Es wären dies dann gewissermassen für die Reproduktion reservierte Sprossmutterzellen.

Auch bei *Lepidozia* findet man Aeste, die dadurch, dass ihre Blätter sehr klein oder ganz rudimentär sind, den Charakter der peitschenförmigen Aeste von *Mastigobryum* annehmen. Doch überzeugt man sich leicht bei Untersuchung der Ursprungsstellen derselben, dass sie nicht aus den Achseln der Bauchblätter entspringen, sondern sich in dieser Beziehung von den normal beblätterten Sprossen nicht unterscheiden. Auch findet man häufig Aeste, die am Grunde normale Blattbildung zeigen, näher der Spitze durch Verkümmern der Blätter den Charakter von Flagellen annehmen, während umgekehrt peitschenförmige Aeste öfters wieder zur normalen Blattbildung zurückkehren.

Aus den Achseln der Amphigastria entwickeln sich in der Regel nur kurze Geschlechtsprossen und bei gehäufte Beobachtung ist mir nur ein Fall vorgekommen, wo in der That, ähnlich wie bei *Mastigobryum*, aus der Achsel eines Amphigastriums ein peitschenförmiger Ast sich entwickelt hatte.

Die Geschlechtsäste erscheinen immer erst an älteren Stammtheilen. Man erkennt sie zuerst als kleine Würzchen, und man überzeugt sich leicht, dass auch hier die Astanlagen anfangs von der unverletzten Oberhaut des Tragsprosses überzogen werden, dass sie also endogen entstehen. An Schnitten, welche den Tragspross und das junge Aestchen im Längsschnitte treffen, sieht man auch deutlich, dass selbe aus der unmittelbar unter der Oberhaut liegenden Zellschicht entspringen (Taf. V Fig. 8). Näher der Spitze, wo man auch bei Betrachtung mit der Lupe in den Achseln der Amphigastria keine Sprossanlagen entdeckt, zeigen Längsschnitte an den betreffenden Stellen deutlich eine durch ihre Grösse und den granulösen Inhalt auffallende Zelle (Taf. V Fig. 6), ganz in derselben Weise und in derselben Lage, wie es bei *Mastigobryum* der Fall ist. An Querschnitten (Taf. V Fig. 7) zeigen sich in der Regel 3 solcher grösserer Zellen tangential nebeneinander, doch ist die mittlere meist etwas grösser, und ich überzeugte mich in vielen Fällen, dass nur aus ihr sich Sprosse entwickeln. Dass überhaupt nur eine dieser Zellen Sprossanlagen bildet, dafür spricht auch wohl der Umstand, dass man nie mehr als einen Ast in einer Blattachsel inserirt findet. Diese grösseren Zellen findet man aber auch an älteren Stammtheilen und überhaupt in jedem ventralen Segmente. Es scheint also, dass die Fähigkeit der Sprossbildung in den Sprossmutterzellen bei *Lepidozia* länger erhalten bleibt, als bei *Mastigobryum*.

Auch *Calypogeia* stimmt in Bezug auf die Anlage der Geschlechtsäste¹⁾ mit den beiden schon genannten Gattungen überein, in so weit, als sie in den ventralen Segmenten und en-

¹⁾ Bei dieser Gattung gehen in gleicher Weise wie bei *Lepidozia* die Hauptsprosse und ihre Zweige in Flagellen über. Die Blattbildung wird immer mehr unterdrückt und erscheint öfters nur auf eine papillös hervorragende Zelle reducirt, die hefeartige Sprossung zeigt (wie bei der Keimkörnerbildung vieler Jungermannien und auch bei *Calypogeia*). An diesen peitschenförmigen Enden ist der Bau des Stämmchens oft so einfach, dass jede Längstheilung unterbleibt und der Querschnitt nur 3 Zellen (die 3 ungetheilten Segmente) zeigt.

dogen entstehen. Es sind die Aeste aber nicht in der Mediane des Amphigastriums inserirt, sondern seitlich, und zwar finden wir öfters, dass 2 Aeste aus derselben Blattachsel, der eine rechts, der andere links der Blattmediane entspringen.

Ich habe schon oben (p. 4) erwähnt, dass bei *Calypogeia* das Breitenwachsthum der ventralen Segmente sehr bedeutend ist und dass der halbe Querschnitt diesem Segmente angehört (Taf. V Fig. 15, 16). Aeltere Sprosstheile zeigen nun immer die ventrale Hälfte von der dorsalen auch dadurch unterschieden, dass, während die Zellen der letzteren sich etwas bräunen und verdicken, die Zellen der ersteren helle und dünne Wände besitzen, und es scheint, als wenn diese letztere Eigenschaft nur den Zellen der ventralen Segmente zukommen würde, die sich also in dieser Beziehung sämmtlich der Reihe von dünnwandig bleibenden Zellen bei *Lepidozia* oder der einen Zelle bei *Mastigobryum* gleich verhalten würden¹⁾. Wahrscheinlich entwickeln auch hier nur Zellen der unmittelbar unter der Oberhaut liegenden Schicht die Seitensprosse, und es dürfte die Fähigkeit der Sprossbildung wohl kaum bestimmten Zellen dieser Schicht zukommen, sondern eben sämmtlichen Zellen dieser 2ten Zellschicht, wenigstens bis auf eine gewisse Höhe vom Amphigastrium spitzwärts, eigen sein, da nicht allein in der Achsel des Amphigastriums Sprosse entspringen, sondern diese mit ihrer Insertion auch öfters ziemlich weit aus demselben heraus und spitzwärts gerückt erscheinen.

In gleicher Weise wie *Calypogeia* verhalten sich auch die übrigen Geocalyceen²⁾, so weit ich sie untersuchen konnte. Auch bei *Saccogyna* entspringen aus der Achsel eines Amphigastriums ein oder zwei Aeste, die (und dies ist für die Deutung der Stellung der Frucht bei *Gymnanthe* von Bedeutung) sich auch steril entwickeln können. Charakteristisch für die Astbildung von *Saccogyna* ist, dass die jungen Sprosse sehr lange von der mitwachsenden einschichtigen Zellschicht des Muttersprosses umhüllt bleiben. Man findet oft Aeste, welche schon bis $\frac{1}{2}$ Mm. lang sind und schon deutlich aufwärts gekrümmt sind und noch immer von jener Zellschicht wie von einer sackartigen Hülle umschlossen erscheinen. Sterile wie fertile Sprosse beginnen³⁾ mit einem Amphigastrium (das sehr verschiedene Formen zeigt, meist 1zählig ist, aber auch 3 Zähne zeigt); es folgen dann Seitenblätter, die tief 2zählig sind und erst in den folgenden Cyklen wird die normale Blattform erreicht (Taf. V Fig. 18).

¹⁾ Etwas Aehnliches sah ich auch bei *Jung. bicuspidata* (Taf. VIII Fig. 1 u. 4).

²⁾ *Gottsche*: Ueber die Fruktifikation der Jung. Geocalyceae in N. A. XXI 2 p. 427. Auch bei *Geocalyx* und *Saccogyna* tritt die weibliche Knospe (oder 2) aus der Unterseite des Sprosses hinter dem Amphigastrium hervor. »Bei *Gongylanthus*, wo keine Amphigastrien sind, tritt die weibliche Knospe von der Unterseite des Stengels ganz frei ab, so dass sich hier die Sache ebenso verhält, wie bei *Calypogeia* und *Geocalyx*, wenn man sich das schützende Unterblatt wegdenkt. Anders verhält es sich bei *Gymnanthe*: das Blütenlager ist auf die Rückenfläche des Stengels gestellt etc.« Ich hatte leider keine Gelegenheit, diese Gattung zu untersuchen. Die Abbildung in *Hooker's Musc. exotic. tab. XVI* lässt aber die Deutung zu, dass die Fruchtkäse ebenfalls in gleicher Weise, wie bei den übrigen Geocalyceen angelegt werden, dass dieselben aber hier sehr in die Länge entwickelt und daher am Grunde mit normalen Blättern versehen sind. Vielleicht ist die »oberständige Fruktifikation« vieler *Jungermannia*-Arten in gleicher Weise zu erklären.

³⁾ Ich untersuchte *S. viticulosa*.

Auch die wurzelartigen Sprosse von *Sarcoscyphus*, die in ihrem Baue in Bezug auf Beblätterung und Rhizoidenbildung den schon mehrmals erwähnten Flagellen gleichen, haben dieselbe Entstehung¹⁾, und es verdient hervorgehoben zu werden, dass an derartig angelegten Aesten sich die Fruktifikation des Tragsprosses wiederholen kann.

Hierher gehört auch die schon oben (p. 23) erwähnte Bildung von Flagellen bei *Sendtnera Sauteriana*, deren oft 3 aus der Achsel eines Amphigastriums entspringen. Auch hier liegen die Sprossmutterzellen unmittelbar unter der Oberhaut, welche ebenfalls verhältnissmässig spät — wenn der Asthöcker schon eine ziemliche Grösse erreicht hat — durchbrochen wird.

Bei *Lophocola* werden die männlichen und weiblichen Aeste, und häufig auch sterile, in gleicher Weise angelegt (Taf. VI Fig. 6), desgleichen bei vielen (vielleicht bei allen) *Jungermannia*-Arten (Taf. VII Fig. 12—14, Taf. VIII Fig. 1, 2, Taf. IX Fig. 17, 18, Taf. X Fig. 1—3).

Bei *Jungermannia bicuspidata* werden sehr reichlich Aeste gebildet. Entwickeln sich dieselben an von der Spitze des Muttersprosses entfernten Stellen, so biegen sie, kaum dass sie über die Oberfläche des Tragsprosses hervorgetreten sind, nach rechts und links ab und erscheinen daher gewissermassen fiederartig angeordnet. Es kommt übrigens auch nicht selten vor, dass ein Seitenspross, der nahe der Spitze des Muttersprosses entspringt, in dem Falle, als dieser durch irgend welche Gründe sein Längenwachsthum einstellt, in der Richtung des letzteren weiterwächst. Dieser Vorgang kann sich mehrere Male hintereinander wiederholen, und gibt so zur Bildung eines Sympodiums Veranlassung. Der Uebergang der einzelnen Achsenstücke in einander ist oft so allmählig, dass über die Auszweigungsstelle sich fortsetzende Stück des relativen Hauptsprosses so unscheinbar, dass es häufig nur unter dem Mikroskope möglich ist, den sympodialen Aufbau zu constatiren.

An Stellen, wo Geschlechtsäste producirt werden, ist die Zweigbildung viel häufiger und in Folge einer geringeren Streckung des Tragsprosses stehen auch die Zweige viel gedrängter. Es geht dadurch der an rein vegetativen Sprossen so schön hervortretende fiederästige Charakter des Verzweigungssystems häufig ganz verloren, und die Pflanze erhält fast einen strahligen Wuchs²⁾.

Die Geschlechtsäste sowohl, wie die sterilen Sprosse sind in Bezug auf ihre Insertionsstellen von den Blättern des Tragsprosses vollkommen unabhängig. Sie entspringen ebenso häufig in der Höhe des akroskopen als in der des basiskopen Blattrandes, nehmen andererseits auch alle möglichen Zwischenstellungen ein. Ebenso unbestimmt sind ihre gegenseitigen Entfernungen. In der Regel fallen auf das zwischen 2 aufeinanderfolgenden Aesten liegende Stammstück 2 bis 3 Blätter; öfters finden wir jedoch neben 2 unmittelbar aufeinanderfolgenden Blättern Sprossanlagen; in seltenen Fällen stehen letztere noch näher aneinander.

Aus dieser unsichern Stellung geht deutlich hervor, dass einerseits die Sprossanlagen wie bei *Calypogeia* und *Lophocola* in verschiedenen Höhen eines bauchständigen Segmentes auf-

¹⁾ Solche Flagellen scheinen aber auch durch Endverzweigung sich verästeln zu können.

²⁾ *Nees v. Es.* I. c. II p. 262.

treten können, andererseits, dass ein solches auch mehr als einen Seitenspross produciren kann.

Die Sprosse entwickeln sich auch hier, wie bei den früher genannten Pflanzen, unmittelbar unter der oberflächlichen Zellschichte, die von den heranwachsenden Sprossen erst durchbrochen werden muss, und diese später als ringförmige Scheide umgibt.

Dass die Sprosse in den ventralen Segmenten sich bilden, lässt sich an Stellen, wo in der Nähe der Sprossanlagen auch die Primordialpapillen erkennbar sind, aus dem Verlaufe der Längsreihen der oberflächlichen Zellen leicht nachweisen (Taf. VII Fig. 13). Aber auch ein Querschnitt durch einen Spross, der zugleich die Sprossanlage trifft, zeigt deutlich diesen ihren Ursprung. Es ist dies besonders klar bei sehr einfach gebauten Stämmchen, in denen das ventrale Segment nur eine Innenzelle zeigt, wo dann die Sprossanlage eben aus dieser Innenzelle hervorgeht (Taf. VII Fig. 14).

Nicht bei allen Jungermanniarten ist der Ursprung der Seitensprosse aus der ventralen Seite des Tragsprosses so deutlich, als bei der eben genannten Art, und wir finden in systematischen Werken häufig die Angaben, die Verzweigungen entspringen seitlich am Stämmchen. In vielen Fällen überzeugte ich mich direkt, dass diese seitliche Stellung eine sekundäre Erscheinung ist, und zwar dadurch hervorgebracht, dass die seitenständigen Blätter, an deren akroskopem Rande die Sprossanlagen in der Regel auftreten, in Folge eigenthümlicher Wachstumsverhältnisse und der geringen Breitenentwicklung der ventralen Segmente sehr weit an die Bauchseite des Stämmchens hinabreichen. Besonders belehrend sind in dieser Beziehung jene Jungermannien, die Amphigastralschüppchen entwickeln, welche uns dann immer die akroskope Begrenzung der ventralen Segmente bezeichnen. Wir finden diese nach erfolgter Sprosstreckung sehr häufig an den Seitenrändern der Blätter stehen (Taf. IX Fig. 14, 15); ein Beweis, dass an dieser Stelle das Gewebe ventralen Segmenten angehört.

Durch solche Verschiebungen wird, wie ich glaube, auch die Stellung der Aeste bei *Plagiochila* bedingt, wo die Insertionen vom akroskopem Rand des Blattes weg gegen die Dorsalseite des Stämmchens und zugleich grundwärts gerückt erscheinen.

Es muss hier noch einer merkwürdigen Art endogener Sprossbildung gedacht werden, welche bei *Frullania Hutchinsiae* vorkommt, merkwürdig sowol dadurch, dass sie an einer Pflanzenart vorkommt, deren Gattungsverwandten sie durchaus fehlt, als auch, dass sie aus seitenständigen Segmenten stattfindet.

In der von *Gottsche* und *Rabenhorst* herausgegebenen Sammlung europäischer Lebermoose ist diese Pflanze No. 477 »cum perianthiis« mitgetheilt. An denselben Sprossen nun, welche die weiblichen Blüten tragen, findet man zahlreiche kurze seitlich unter rechtem Winkel abzweigende Sprosse, die ganz dasselbe Aussehen haben, wie die männlichen Aeste bei *Frull. dilatata*, und wohl auch als solche zu betrachten sein dürften¹⁾. Es finden sich diese

¹⁾ Bei *Frull. dilatata* ist in den männlichen Aesten der Stylus bis zur Spitze mit dem Unterlappen verwachsen, wohl aber erkennt man die Primordialpapille. Sie sind weiters noch dadurch ausgezeichnet, dass die

Aeste vorzüglich in der Nähe weiblicher Blütenstände unterhalb derselben an derselben Achse, oder am Grunde der unterhalb der Perianthien einseitig oder zu zwei (rechts und links) entspringenden Seitenachsen¹⁾ und sind so klein, dass sie nur selten über die Blätter des Trag-sprosses hervorragen, in Rückenansicht desselben also gar nicht sichtbar sind. Von den vegetativen Auszweigungen lassen sie sich, abgesehen von ihrer Kleinheit, noch dadurch unterscheiden, dass sie immer unter rechtem Winkel abgehen und dass man an ihrem Grunde eine ringsum anliegende Scheide bemerkt. Ich war lange geneigt, für diese Aeste dieselbe Entstehung, wie für die Aeste von *Lejeunia* anzunehmen, wo ja auch trotz ihrer exogenen Anlage am Grunde eine (freilich durch die ersten Blätter gebildete) Scheide vorhanden ist. Ich war zu dieser Annahme um so mehr geneigt, als dafür die systematische Verwandtschaft beider Gattungen und die gleiche Stellung der Aeste sprach, da auch hier diese Aestchen am Grunde des Blattunterlappens inserirt sind (vergl. pg. 26). Nun fand ich aber einige Male an den den Insertionsstellen dieser Aestchen entsprechenden Orten einen Gewebehöcker und die Zellen in lebhafter Theilung begriffen. Man erkannte noch deutlich die ursprünglichen Oberhautzellen, ganz so wie an Stellen, wo sich endogene Sprosse bilden, und ich halte mich für berechtigt zu behaupten, dass diese Aestchen endogener Entstehung sind (Taf. I Fig. 28)²⁾.

Der Unterschied zwischen endogener und exogener Anlage interkalar entstehender Sprosse scheint überhaupt in dieser Pflanzenklasse wohl in Folge der grossen Reproduktionsfähigkeit der einzelnen Zellen keine so grosse Bedeutung zu haben.

Ich habe an einem anderen Orte mitgetheilt, dass bei *Metzgeria* die an der Ventralseite aus dem Mittelnerv sich entwickelnden Sprosse (seien sie nun steril oder fertil) theils exogen, theils endogen angelegt werden. Wir finden diese merkwürdige Gleichwerthigkeit zwischen Aussen- und Innenzellen übrigens auch unter den beblätterten Jungermannieen. Ich habe oben die interkalare Zweigbildung bei *Jung. bicuspidata* ausführlich besprochen. Es ist dies unzweifelhaft die häufigste Form. Aber ebenso unzweifelhaft ist es, dass auch Aussenzellen zu Sprossmutterzellen werden können. Ich habe ein diese Entwicklung zeigendes Object auf Taf. VIII Fig. 3 abgebildet. Wir erkennen hier in der Knospe auch schon die Blattanlagen.

Von dieser Form der Zweigbildung leitet nun ein allmäliger Uebergang zu den eigentlichen Adventivbildnngen hinüber. Auch dafür liefert uns *Jung. bicuspidata* schöne Belege.

Amphigastrien häufig fehlen und in jedem Falle das ventrale Segment sehr schmal bleibt. Die Aestchen werden, ganz wie die übrigen vegetativen durch Endverzweigung aus der Segmenthälfte angelegt. Die hier zu besprechenden Aeste sind immer sehr klein, die Blattohren fast wie die Oberlappen ausgebildet (wie an den männlichen Aestchen der *Fr. dilatata*), aber es sind auch die Amphigastria überall vorhanden. Das Material ist leider der Untersuchung nicht sehr günstig, da diese Aestchen überall schon abgestorben sind. Doch glaube ich einige Male in den Achsen der Blätter 1 bis 2 Rudimente entleerter Anthridien gesehen zu haben welche auf sehr langen Stielen inserirt gewesen sein müssten. Ich halte diese meine Deutung für ziemlich sicher.

¹⁾ die, so wie überhaupt alle vegetativen Auszweigungen durch Endverzweigung entstehen.

²⁾ Es kommt, wiewol selten, vor, dass diese Aestchen wieder in gleicher Weise gleich ausgebildete Sprosse anlegen.

Bei dieser Pflanze sah ich nämlich öfters, namentlich an alten Sprossen, die reiche Astbildung zeigten, dass da und dort Zellen der ventralen Segmente (oft zu 4 und mehr in einer Längsreihe nebeneinander)¹⁾ zu weiten Schläuchen auswuchsen, die gerade durch diese Weite sich von den Rhizoiden und ihren Anfangsbildungen auf den ersten Blick unterschieden. An der Spitze einiger solcher Schläuche hatte sich nun eine Knospe entwickelt, und ich sah solche, die bis zur Bildung deutlicher Blätter vorgeschritten waren.

In Taf. VIII Fig. 4 sehen wir eine solche Bildung: der Schlauch steht noch in Verbindung mit dem Tragspross, an dessen Querschnitte wir aus der geringeren Verdickung der Zellen die ventrale Hälfte deutlich erkennen. In Fig. 5 und 6 sind nun die Spitzen solcher Schläuche mit Sprossanlagen abgebildet. Durch Combination der dargestellten Seiten- und schiefen Spitzenansichten ergaben sich für die der Constituirung der Scheitelzelle vorangehenden Theilungen der Spitzenzelle die in Fig. 5f und 6d dargestellten Theilungsschemen, aus denen hervorgeht, dass die der 3seitigen Scheitelzelle entsprechende Divergenz der Wände nicht schon mit der zweiten Theilung erreicht wird, dass aber immerhin die 3seitige Scheitelzelle bald constituirt erscheint.

Es leuchtet von selbst ein, dass diese Form der Sprossbildung von der früher besprochenen aus Aussenzellen nicht so weit verschieden ist. Es ist dies ja ein ähnlicher Fall, wie ich ihn seinerzeit für *Fissidens*¹⁾ bekannt machte, wo allerdings in der Regel in den Blattachsen sich die männlichen Sprosse bilden, wo man aber öfters die Zellen zu weiten Schläuchen ausgewachsen findet, zu Vorkeimfäden, welche dann wieder Pflänzchen produciren können²⁾.

Aber nicht allein Zellen der ventralen Segmente, auch solche der seitenständigen, gehören sie nun dem Stamme oder den Blättern an, können entweder unter Vermittlung eines Schlauches oder direkt Astknospen anlegen. Bei *Lophocolca bidentata* sah ich öfters aus Randzellen alter Blätter Sprosse hervorgehen; dasselbe fand sich wie wohl seltener bei *Jung. bicuspidata*. Ich habe einen diesbezüglichen Fall — der Anlage einer Sprossknospe aus einer Zelle der Blattfläche — auf Taf. VIII Fig. 8 abgebildet. Durch Vergleichung der Ansichten und der Lage der sich entsprechenden und in a, b, c gleich bezeichneten Wände ergibt sich (ohne auf die Details weiter einzugehen) im Allgemeinen, dass aus der Blattflächenzelle vorerst eine mittlere Zelle herausgeschnitten wird, welche dann durch eine der Blattfläche parallele Theilung (s) die künftige Sprossscheitelzelle (in Fig. 8b durch die Wände 2, 3 und 4 begrenzt) und eine Stützzelle (Fig. 8c) bildet. Die die Sprossscheitelzelle umgebenden Zellen, schon nach ihrer Entstehung dieselbe theilweise deckend, bilden später eine Art Hülle (Fig. 9). Die Sprosse treten an der dem Substrate zugewendeten Seite des Blattes hervor.

¹⁾ Die Beobachtung zeigte, dass diese Zellen erst durch sekundäre Theilungen der Oberhautzellen (durch Querwände) gebildet wurden.

²⁾ Sitzber. d. Wiener Akademie Bd. LXIX Abth. I.

³⁾ Es wurden diese bei Laubmoosen häufigen Vorkeimbildungen von H. Müller als Zweigvorkeime bezeichnet (Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg IV. Heft).

Von diesen Bildungen ist nur ein Schritt zu der so häufigen Bildung von Brutkörnern und Brutknospen. Ich habe diesen Bildungen weniger Aufmerksamkeit zugewendet, da sie die morphologischen Verhältnisse weniger berühren und schon früher in ihrer Anlage und Weiterentwicklung vielfach untersucht wurden¹⁾. Das Wesentliche in ihrer Entwicklung besteht, wie ich glaube, darin, dass ihre Bildung an die Blätter gebunden ist, und dass es vorzüglich die Blattspitzen sind, an denen sie gefunden werden. Bei *Scapania nemorosa* findet man in den spitzenständigen Keimkörnerknötchen an den am meisten grundwärts (also zu äusserst) stehenden Blättern nur die Spitzen des Blattoberlappens mit Keimkörnern besetzt. Weiter nach innen, also an höheren Blättern finden wir diese auch an der Spitze des Blattunterlappens, und je höher stehende (je jüngere) Blätter wir untersuchen, um so weiter sehen wir zugleich das Blatt von seiner Spitze nach dem Grunde hin von dieser Bildung ergriffen. Vorzüglich sind es die zu Zähnen vorgezogenen Randzellen, die zu Brutzellen auswachsen, welche sogleich hefeartige Sprossung zeigen. Aber auch Flächenzellen treten in ihre Bildung ein, indem sie entweder unmittelbar Brutzellen bilden, oder indem sie vorerst zu 2- und mehrgliedrigen Haaren auswachsen, die dann an der Spitze oft die Keimkörner erzeugen. Je weiter wir im Brutkörnertragenden Blattschopfe nach innen fortschreiten, um so verkümmelter erscheinen die Blattflächen, welche an den jüngsten Blättern ganz fehlen, so dass an der Stelle jedes Blattes endlich eine Gruppe von Brutkörnern erscheint. Ganz ähnlich verhält sich die Sache bei *Jung. bicuspidata*, und ich habe in Taf. VIII Fig. 10 die Spitze eines solchen Brutkörner producierenden Sprosses abgebildet, an der man noch die Scheitelzelle und den jüngsten Segmentcyklus erkennt, während die Segmente des nächsten Umganges schon an der Brutzellenbildung theilhaftig sind.

Die Brutzellenbildung finden wir in der Regel nur an sterilen Sprossen. Doch fand ich bei *Scapania nemorosa* auch in den männlichen Blütenständen die Blattspitzen mit Keimkörnerknötchen besetzt und ebenso fand Nees v. Es.²⁾ *Jung. Sphagni* zugleich mit Früchten und Keimkörnern.

Rhizoiden.

Nur wenigen foliosen Jungermannien fehlt die Rhizoidenbildung. Wenn wir von *Haplomitrium* absehen, das ich wegen seiner abweichenden Verhältnisse von dieser gemeinsamen Darstellung ausschliesse und einer eigenen Beschreibung vorbehalte, so kenne ich nur *Trichocolea*, an der keine Rhizoiden zu finden sind.

¹⁾ Nägeli studirte Anlage und Entwicklung der Brutkörner bei *Jung. exsecta* (Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik II p. 164). Reinsch (Linnaea Bd. 29 p. 664 bei *Scapania undulata*), Berggren (Lunds Univ. Arsskrift Tom. I) bei *Jung. ventricosa*, *saxicola*, *albicans* und weiters bei *Calypogeia Trichomanis*, *Frullania fragilifolia* und *Radula complanata*. Bei den beiden letzten Pflanzen beobachtete Berggren auch die Entwicklung des beblätterten Pflänzchens aus den Brutknospen; desgleichen bei *Jung. ventricosa* und *saxicola*.

Von hier nicht angeführten Pflanzern sah ich noch Brutkörnerbildung bei *Lophocolea*, *Chiloscyphus*, *Jung. bicuspidata* und *J. curvifolia*. Eine Sprossentwicklung aus denselben habe ich nirgends beobachtet.

²⁾ Naturgeschichte Bd. I pg. 295.

Die Rhizoiden bilden sich ausschliesslich durch Auswachsen oberflächlicher Zellen, und stellen immer nur Zelläste dar. Meistens unverzweigt, finden wir sie an der Spitze häufig in handförmige Scheiben aufgelöst, mit denen sie sich an das Substrat anklammern. In den meisten Fällen ist ihre Bildung auf die Unterseite des Stammes und zwar auf die ventralen Segmente beschränkt. Namentlich ist es der Grund der Aussentfläche der Amphigastria, wo sie oft in dichten Büscheln entspringen, sei es nun, dass die ihnen den Ursprung gebenden Zellen noch der Stengeloberfläche angehören (*Jung. trichophylla*), oder Zellen der freien Blattfläche sind. Im letzteren Falle sehen wir fast immer die Blattzellen tangential getheilt und es ergreift diese Theilung entweder ein grösseres Areal der Blattfläche, oder es zerfallen in der Weise nur da und dort isolirt stehende Zellen oder Zellgruppen. Ersteres ist der Fall bei *Lejeunia*, *Frullania*, bei *Madotheca*, *Ptilidium*, *Mastigobryum* (Taf. IV Fig. 12) und *Lepidozia*, bei welcher letzterer Pflanze die Rhizoiden bis an die Blattspitze hin sich bilden, ebenso bei *Lophocola*, *Calyptogeia*, wo übrigens häufig auch aus Stengelzellen an beliebigen Orten seiner ventralen Seite (namentlich in der Blattachsel neben den Seitensprossen) Wurzelhaare gebildet werden. Bei vielen Jungermanniaarten dessgleichen bei *Sarcoscyphus sphacelatus* entspringen Rhizoiden allwärts aus Stengelaussenzellen, während sie bei *Sarc. Ehrharti* nur an wurzelartigen Seitensprossen und wieder an den Grund sehr kleiner Blätter, aber aller drei Reihen gebunden sind. Ganz dasselbe findet man bei *Sendtnera Sauteriana*. Diese wurzelartigen Sprosse¹⁾ sind durchaus den Flagellen der Trichomaniden ähnlich, an denen ebenfalls ringsum an den Blattansätzen Rhizoiden entspringen. Es sind die Blätter häufig so verkümmert, dass eine Blattfläche gar nicht mehr gebildet erscheint, und nur eine wulstartig hervorragende Querreihe von Zellen, die sämmtlich zu Rhizoiden ausgewachsen sind, die Stellen ihrer Anlage d. i. die akroskopen Ränder der Segmente andeutet. Eine Ausnahme macht durch die Orte der Rhizoidenbildung *Radula*. Hier scheinen die ventralen Segmente nie welche zu bilden, überhaupt der Stengel der Rhizoidenbildung ganz zu entbehren und wir finden sie nur an der Mitte der convexen Seite des Blattunterlappens²⁾.

Geschlechtsorgane.

Ohne mich hier auf die ohnehin in allen systematischen Werken beschriebene Vertheilung der Geschlechtsorgane auf verschiedene Pflanzen, oder verschiedene Sprosse desselben Individuums oder ihr Vorkommen an derselben Achse weiter einzulassen, will ich im Allgemeinen nur folgendes bemerken:

Bei allen bilateral gebauten foliosen Jungermannieen³⁾ schliesst der Spross, sobald er Archegonien zu bilden beginnt, sein Längenwachsthum ab und wahrscheinlich geschieht es dadurch, dass früher oder später auch die Sprossscheitelzelle zur Archegonienbildung verbraucht

¹⁾ Für diese Pflanze gibt *Nees v. Es* (l. c. I pg. 122 u. 130) das Fehlen der Wurzelfasern an. Vergleiche dagegen *Gottsche: Ueber Haplomitrium* pg. 273.

²⁾ *Lejeunia calcarea* dagegen bildet aus den Zellen der ventralen Segmentreihe Rhizoiden.

³⁾ Ich nehme also auch hier *Haplomitrium* aus.

wird. Durch die Antheridienbildung wird aber dem Wachsthum des Sprosses wahrscheinlich bei keiner hierhergehörigen Pflanze ein Ziel gesetzt¹⁾. So weit meine Beobachtungen reichen, sah ich niemals die Antheridienbildung bis zur Scheitelzelle fortgeschritten, welche also in ihrer Segmentbildenden Thätigkeit durch die Anlage der männlichen Organe nicht beeinflusst wird. Wir sehen daher den Spross häufig wieder vegetativ werden²⁾ oder zur Bildung des weiblichen Blütenstandes fortschreiten.

a. Antheridien. (Taf. I Fig. 11, 12, Taf. VI Fig. 1, 3, 5, Taf. VIII Fig. 11—13, Taf. X Fig. 17, 18)³⁾. Bei allen hier zu besprechenden Jungermannieen ist die Antheridienbildung ausschliesslich auf die seitenständigen Segmente beschränkt. Weiters ist es immer die dorsale Segmenthälfte, welche Antheridien bildet, und zwar entstehen diese erst nach der Anlage der Blätter, welche immer schon deutliche Flächenentwicklung zeigen. Man findet ihre Anlagen daher nie in den der Scheitelzelle zunächstgelegenen Segmenten, sondern erst in Segmenten des zweiten, in der Regel aber erst des dritten Umlaufes. Ihre Anlage erfolgt in der Weise, dass am Grunde des sich entwickelnden Blattes durch der Blattfläche parallele Theilungen Zellen herausgeschnitten werden, welche sogleich nach ihrer Bildung papillös auswachsen. In jenen Fällen, wo in der Blattachsel nur ein einziges Antheridium steht (*Radula*, *Lophocola*, *Jung. bicuspidata*) ist die zum Antheridium auswachsende Zelle zunächst der Halbirungswand (also zunächst der Blattmediane) gelegen. Aber auch in jenen Fällen, wo mehrere Antheridien gebildet werden, beginnt ihre Entwicklung an derselben Stelle und schreitet von dort aus nach dem dorsalen Segmentrande hin fort. Wir finden also immer das älteste Antheridium zunächst der Blattmediane und die übrigen seitlich nach dem Alter gereiht, so dass das jüngste auch dem dorsalen Blattrande zunächst steht (*Lejunea*, *Plagiochila*, namentlich *Scapania*).

Die Hüllblätter der Antheridien zeigen sich häufig von den übrigen Blättern nicht verschieden. Wo Veränderungen vorkommen, da beziehen sie sich vorzugsweise auf den Theil, der die Antheridien zu schützen bestimmt ist, also vorzüglich auf den Blattoberlappen, und die Veränderung geht immer darauf hinaus, den durch die frühere Form unvollkommenen Schutz zu erhöhen. So sehen wir bei *Jung. bicuspidata*, dass der Oberlappen eines Hüllblattes an

¹⁾ Ich weiss wohl, dass in vielen Fällen (*Madotheca*, *Frullania*, *Lejunea*) die männlichen Aeste winzig klein sind und sich nicht weiter verlängern. Es werden auch hier die Antheridien ganz in gleicher Weise wie bei den übrigen angelegt. Uebrigens findet dann doch auch hier während der Antheridienbildung noch Längenwachsthum statt, da ja immer mehrere Cyklen Antheridentragender Blätter vorhanden sind.

²⁾ Bei *Plagiochila* beobachtet man sogar, dass ein vegetativ gewordener Spross abermals zur Antheridienbildung zurückkehren kann. Ein weiterer Beweis, wie wenig die Scheitelzelle und die jüngsten Segmente durch die Antheridienbildung in ihrer Entwicklung Störungen erleiden, ist wohl der, dass aus der Antheridentragenden Sprossregion sehr häufig Verzweigung stattfindet, nicht blos interkalare (*Jung. bicuspidata*), sondern auch Endverzweigung (*Ptilidium*, *Jung. trichophylla*, *Lophocola*), wo dann häufig die Antheridien auch auf dem Aste erscheinen.

³⁾ Man vergleiche auch die betreffenden Figuren in meiner Abhandlung über *Radula*.

seinem dorsalen Rande noch einen Zahn erhält (Taf. VIII Fig. 13)¹⁾ bei den Scapanien wird der Oberlappen am Grunde sackartig ausgehöhlt, desgleichen zeigt derselbe bei *Lophocolea* (Taf. VI Fig. 5) einen ausgebuchteten sackartigen Lappen. Bei *Lejeunia*, wo der kleine Blattunterlappen das unter dem horizontal liegenden Oberlappen befindliche Antheridium nach dem Substrate hin nicht zu schützen vermöchte, sehen wir den Blattunterlappen bis zur Grösse des Oberlappens heranwachsen und dann einen sehr vollkommenen Schutz bilden; bei *Frullania* verliert das Blattohr ebenfalls seine Gestalt und wird flächenartig und gegen den Oberlappen geneigt. Bei *Calypogeia* erhalten die Hüllblätter in ihrer Mediane eine starke Biegung und ihre Insertion zeigt an der Stengeloberfläche einen spitzenwärts offenen Winkel (ähnlich der Blatininsertion bei *Radula*).

Bei allen von mir untersuchten Pflanzen geht die Antheridienbildung im Wesentlichen durchaus gleich vor sich und erfolgt ganz in gleicher Weise, wie ich es für *Radula* beschrieben habe²⁾: Die durch das Auswachsen der Antheridienmutterzelle keulige Papille (Taf. X Fig. 18e) wird durch eine Querwand von ihrer Tragzelle getrennt (Taf. X Fig. 18d), und differenzirt sich nun durch abermalige Quertheilung in eine niedere scheibenförmige Stielzelle und eine nahezu kugelförmige Endzelle. Aus jener geht durch Wiederholung der Quertheilungen der Stiel aus diesem der Körper des Antheridiums hervor. Die Zahl der Quertheilungen in der Stielzelle ist nach der Art verschieden, zeigt aber auch bei derselben Art nicht unbedeutende Schwankungen. Sehr kurze Stiele hat z. B. *Calypogeia*, wo in der Regel nur 4 Stockwerke von Zellen gebildet werden, sehr lange Stiele *Jung. hyalina*, wo die in einem kopfförmigen Blütenstand zusammengedrängten Antheridien ihren Körper weit über die Scheitelzelle emporheben. Selten besteht der Stiel wie bei *Lejeunia serpyllifolia* nur aus einer Zellreihe, in der Regel sind deren 2 vorhanden. Die oberste Stielzelle, welche unmittelbar an den Körper des Antheridiums grenzt, wird nach dieser Seite hin weiter und ist immer quadrantisch getheilt. Sie wird schon sehr früh angelegt und theilt sich später nicht mehr (Taf. V Fig. 14, Taf. VIII Fig. 12).

Die kugelige Endzelle zerfällt zuerst durch eine Längswand in 2 nahezu gleiche Hälften, deren jede sich nun in vollkommen gleicher Weise ausbildet (Taf. III Fig. 2, Taf. V Fig. 13, Taf. VIII Fig. 14, Taf. X Fig. 21, 22. Man vergleiche auch in der Abhandlung über *Radula* Taf. XIV Fig. 17): Eine Längswand, die sich in einiger Entfernung vom Scheitelpunkte und unter ca. 45° an die erste Theilungswand ansetzt, trifft seitlich die Oberfläche der halbkugeligen Zelle in der Mitte ihrer Querausdehnung. Es sind so zwei Zellen entstanden von gleicher Höhe und gleicher peripherischer Ausdehnung, aber verschiedener radialer Tiefe. Die

¹⁾ Es ist dieser Blatts Zahn durch Auswachsen jener Zelle der Segmentaussenfläche gebildet, die sich sonst an der Bildung der freien Blattfläche nicht theilnimmt (vergl. pg. 13).

²⁾ Ueberhaupt zeigen, soweit meine Untersuchungen reichen, alle Lebermoose gleiche Antheridienentwicklung. Selbst *Anthoceros*, das man in letzter Zeit mit Unrecht von den Lebermoosen trennen wollte, macht im Wesentlichen keine Ausnahme.

grössere derselben, die sich nach innen keilförmig zuschärft, zerfällt zunächst in 2 Zellen indem eine Wand, welche die beiden ersten Wände unter gleichen Winkeln, die Aussenwand aber in der Mitte ihrer Höhe trifft, eine trichterförmige bis an die oberste Stielzelle reichende axile Zelle herausschneidet, die durch eine ihrer freien Aussenfläche (ein Stück der Oberfläche der halbkugeligen Zelle) parallel verlaufende Wand in eine Deckelzelle und eine innere Zelle zerlegt wird. Ganz derselbe Theilungsvorgang findet auch in der anderen halbkugeligen Zelle statt, doch so, dass bei der Aufeinanderfolge der 2. und 3. Theilungswand dieselbe Umgangsrichtung wie in der ersten Hälfte eingehalten wird. Im Querschnitte sind daher die einander gleichwerthigen Wände beider Hälften einander parallel und umschliessen so ein Quadrat, das durch eine Diagonale (die erste Halbirungswand) in 2 Zellen getheilt erscheint (Taf. I Fig. 12, Taf. III Fig. 2d, Taf. V Fig. 13c, 13d, Taf. X Fig. 21f, 21g). Die beiden Deckelzellen liegen in der Richtung der andern Diagonale.

Es besteht jetzt der Körper des Antheridiums aus zwei inneren (centralen) Zellen, welche von 6 Hüllzellen (4 seitlichen und 2 Deckelzellen) umschlossen sind, gegen den Antheridiumstiel hin aber unmittelbar an die oberste Stielzelle angrenzen.

Jede Deckelzelle zerfällt nun durch eine senkrecht auf ihre Aussenfläche aufgesetzte Theilung in eine kleine scheitelständige dreieckige und eine grössere viereckige Zelle. Auch die höhere der beiden Hüllzellen jeder Hälfte (entstanden durch Bildung der »zweiten Theilungswand«) zerfällt durch Quertheilung in 2 Zellen, deren untere von gleicher Höhe ist, wie die kürzere benachbarte Hüllzelle derselben Hälfte. Nun theilen sich sämtliche Zellen der Hüllschicht, mit Ausnahme der zwei kleinen dreieckigen am Scheitel gelegenen, durch Längswände. Die weitere Theilung der Hüllzellen durch Längs- und Querwände ist nicht mehr genau zu verfolgen, auch zeigen die verschiedenen Arten verschiedene Abweichungen. In welcher Weise für einen speciellen Fall die Theilungen der die Hüllschicht bildenden Zellen bei *Jung. bicuspidata* erfolgen, zeigt das Schema in Taf. VIII Fig. 14.

Aus den beiden Innenzellen gehen nur durch weitere senkrecht zu einander verlaufende Theilungen endlich die anfangs kubischen Mutterzellen der Spermatozoiden hervor.

Ich habe diesen Theilungsvorgang bei fast allen in dieser Abhandlung als Beispiele gebrauchten Pflanzengattungen verfolgt. Wir sehen also in dieser Beziehung grosse Uebereinstimmung. Wohl scheinen da und dort kleine Abweichungen vorzukommen. Schon bei der Beschreibung der Antheridienbildung von *Radula* (l. c. pg. 31) habe ich erwähnt, dass hie und da die zuerst eintretende Halbirung der Zelle unterbleiben kann, so dass gewissermassen nur eine Hälfte und so nur eine Innenzelle ausgebildet wird, oder dass nach Bildung der beiden Hälften und Auftreten der »zweiten Theilungswand«, also schon nach Bildung der ersten Hüllzelle sogleich die Bildung der Innenzelle erfolgt. Letzteren Ausnahmefall sah ich auch bei *Lejeunia* (Taf. I Fig. 12); es erfährt aber selbstverständlich durch diese Modification die spätere Gruppierung der Zellen kaum eine merkliche Veränderung. Eine andere Abweichung fand ich ein paar Mal an abgestorbenen Antheridien von Scapanien. Nach der Queransicht

zu schliessen, scheint in der kugeligen Endzelle Quadrantentheilung eingetreten zu sein, worauf dann in jeder der 4 quadrantischen Zellen die Sonderung in Aussen- und Innenzellen eintrat, so dass also vom Anfange an nicht 2, sondern 4 Innenzellen vorhanden waren (Taf. XI Fig. 6). Es ist dies keine so wesentliche Abweichung, denn auch im normalen Fall geschehen die ersten Theilungen nach dem Typus der Quadrantentheilung. Der Unterschied besteht nur darin, dass in dem einen Falle die 4 Quadranten gleiche radiale Tiefe haben und sich in Folge dessen gleich ausbilden (also sämmtlich in Aussen- und Innenzellen zerfallen¹⁾), während in dem anderen Falle die Bildung von Innenzellen in 2 Quadranten in Folge ihrer geringen radialen Tiefe unterbleibt.

Ich habe schon in meiner Abhandlung über *Radula* erwähnt, dass die Antheridien bei dieser Pflanze ganz an den Stellen stehen, wo bei den Laubmoosen so häufig Haarbildungen sich zeigen, und dass die Anlage der Mutterzellen in beiden Fällen dieselbe ist. Ich habe auch kein Bedenken getragen, die Antheridien von *Radula* als metamorphosirte Trichome zu bezeichnen²⁾. Dass diese Deutung bei der so gleichartigen Anlage bei allen in diese Gruppe gehörigen Lebermoosen die richtige ist, ist sofort klar. Besonders schön tritt diese ihre Haarnatur bei den Scapanien hervor: Hier finden sich in den Blattachsen auch steriler Sprosse (was mir sonst von keiner andern Jungermanniee bekannt ist) Haarpapillen. Sie sind meist 2zellig, die Spitzenzelle ist grösser und keulig aufgetrieben. Nun werden die Zellen, welche diese Haare bilden, ganz in gleicher Weise angelegt, und, was sehr bemerkenswerth ist, auch hier finden sie sich wenigstens anfangs nur am Grunde des Blattoberlappens (Taf. XI Fig. 1). An männlichen Sprosstheilen finden wir nun diese Papillen (nebst den schon oben pg. 19 erwähnten blattartigen Schüppchen) zwischen den Antheridien. Ich will hier noch eine That- sache anführen: An den männlichen Aestchen der Lejeunien (ich beobachtete dies bei einheimischen und exotischen Arten) trifft man öfters tiefer am Sprosse Blätter, die schon ganz deutlich die (hier so auffallende) Form männlicher Hüllblätter zeigen. In ihren Achseln findet man aber kein Antheridium, sondern eine 2zellige Haarpapille, ganz in derselben Form, wie sie normal bei den Scapanien vorkommen. Ich zählte oft 4 und mehr Blätter, mit solchen Haargebilden, und erst in den höheren Blättern traten dann Antheridien auf.

b. Weibliche Inflorescenz. Sie nimmt ausnahmslos die Spitze eines Sprosses ein, der mit ihrer Bildung immer sein Längenwachsthum abschliesst. Diese Sprosse sind theils verlängert und an tieferen Stellen mit normalen Blättern besetzt, deren Form bis in die Blüten- region erhalten bleibt oder successive Veränderungen erleidet. Diese Veränderungen streben immer auf flächenartige Ausbildung des Blattes und bei Grössendifferenzen zwischen den

¹⁾ So ist es normal auch bei *Anthoceros*.

²⁾ Ich glaube die früheren Ansichten über die morphologische Bedeutung der Geschlechtsorgane der Lebermoose übergehen zu können. Alle Deutungen reducirten sich auf Versuche, die bei der Untersuchung der Phanerogamenblüthe gewonnenen Anschauungen auch hier zur Geltung zu bringen oder wenigstens dieser Pflanzengruppe anzupassen. (Bischof, Ueber die Lebermoose N. A. A. G. C. XVII P. II pg. 947).

Ober- und Unterlappen seitenständiger Blätter auf gleiche Ausbildung beider Lappen hin. Letzteres finden wir bei *Radula*, *Lejeunia* und bei den Scapanien, ersteres bei *Frullania*, wo die Aushöhlung des Unterlappens successive verloren geht. Wenn der mit der weiblichen Blüthe abschliessende Spross früher auch noch Antheridien bildet, so gehen diese bis an die dem Perianthium angrenzenden Blätter, welche nicht selten selbst noch Antheridien produciren. So ist es bei einigen Scapanien, so fand ich es auch bei *Lophocolca*.

Die Zahl der in einer Blüthe zusammenstehenden Archegonien ist sehr verschieden. Bei *Lejeunia*, *Phragmicoma* ist immer nur ein einziges vorhanden, bei *Frullania* fand ich meistens zwei; bei *Radula* bis zu 10, bei *Alicularia* bis 30, ebenso viel und mehr bei *Lophocolca*, bei welcher Pflanze *Gottsche*¹⁾ bis zu 100 Archegonien zählte.

In der Regel sind die Archegonien, zwischen denen häufig kurze Haarpapillen sich finden, von einem Perianthium umschlossen. Dieses erscheint nun öfters rudimentär oder gar nicht vorhanden, in welchem Falle entweder die benachbarten Blätter (*Alicularia*, *Trichocolca*) die Hülle bilden, oder sich der Stengel selbst zu einem flaschenförmigen Behälter ausbildet (Geocalyceae).

Wo mehrere Archegonien in einer Inflorescenz vorhanden sind, zeigen sie inuner verschiedene Grade der Entwicklung. So fand ich bei *Alicularia* wie bei *Psilidium* neben jungen Fruchtanlagen noch wenigzellige Archegonienanfänge.

Die Anlage des ersten Archegoniums geschieht immer in einem der Scheitelzelle zunächst gelegenen Segmente und nie erst in Segmenten des zweiten Umlaufes, tritt also immer vor der Blattbildung auf. In der Regel bilden die Segmente sämtlicher 3 Reihen Archegonien. Ist dies der Fall, so ist das erste Archegonienbildende Segment ebenso häufig ein ventrales als ein seitenständiges. Von diesem ersten Archegonium schreitet aber die Weiterentwicklung fast ausnahmslos in der Segmentspirale vor, so dass das nächste Archegonium aus dem nächst jüngeren Segmente, das 3. Archegonium aus dem 3. Segmente des Umlaufes gebildet wird. Das 4. Archegonium bildet sich dann meistens aus der Scheitelzelle, während die noch jüngeren Archegonien, wie es scheint, regellos an der Basis der älteren hervorsprossen. So ist es der Fall, wenn die Archegonien aus den die Scheitelzelle umgebenden 3 Segmenten und aus der Scheitelzelle gebildet werden. In anderen Fällen legt aber die Scheitelzelle noch weitere Segmente (wohl nie mehr als einen Cyklus) an (Taf. IX Fig. 7). Wahrscheinlich bilden auch diese später Archegonien; mit Sicherheit lässt sich dies jedoch kaum erforschen, da inzwischen

¹⁾ Ueber *Haplomitrium* pg. 343. In dieser vortrefflichen Arbeit ist in § 14 eine vergleichend morphologische Untersuchung der weiblichen Inflorescenz, so wie der Fruchtbildung sämtlicher Lebermoose niedergelegt. Die über ein grosses Material sich erstreckenden Beobachtungen sind so scharf, die Deutungen so richtig, dass Berichtigungen kaum wo Platz greifen können. Ich müsste daher, wollte ich auf diese Verhältnisse eingehen, den grössten Theil der dort beschriebenen Thatsachen, die ja schon allgemein bekannt sind, wiederholen. Ich beschränke mich daher in meinen Mittheilungen auf Beschreibung der Vorgänge bei der Anlage und dem Wachsthum der Blüthentheile, in so weit sie sich auf gesetzmässig vorsichgehende Zelltheilungen zurückführen lassen, und in so weit, als sie für eine vergleichende Betrachtung von Bedeutung sind.

durch das Wachstum der älteren Archegonien die Segmentgrenzen nicht mehr genau erkannt werden können¹⁾.

Bei *Radula*, wo die ventralen Segmente weder Blätter noch Rhizoiden produciren, bilden diese auch keine Archegonien und es entwickeln sich diese sämmtlich aus den zwei seitenständigen Segmenten und der Scheitelzelle. Es ist merkwürdig, dass in diesem Falle nicht die Richtung der Segmentspirale eingehalten wird, also nicht zuerst die beiden Archegonien aus den Segmenten (und dann erst das aus der Scheitelzelle) sichtbar werden, sondern dass ihre Entwicklung in der Queerrichtung vor sich geht, so dass von den 3 zuerst gebildeten Archegonien immer das aus der Scheitelzelle hervorgegangene auch das Mittelstadium zeigt²⁾.

Bei *Frullania*, wo in der Regel 2 Archegonien gebildet werden, entsteht das ältere aus dem jüngsten Segmente, das jüngere durch Auswachsen der Scheitelzelle (Taf. I Fig. 19).

Bei *Lejeunia* und *Phragmicoma* und auch bei *Frullania*, wenn nur ein Archegonium gebildet wird, geschieht die Anlage ausnahmslos aus der Scheitelzelle (Taf. I Fig. 3).

Das Archegonium, welches aus der Scheitelzelle entsteht, tritt zuerst in der Art in die Erscheinung, dass die Scheitelfläche sich papillös hervor wölbt. Das weitere Auswachsen geschieht in der Richtung der Sprossachse.

Das erste Archegonium, das sich aus einem Segmente bildet, scheint immer mehr in einer Segmenthälfte zu liegen, und es scheint bei den seitenständigen Segmenten in dieser Beziehung die ventrale Hälfte bevorzugt zu sein (Taf. V Fig. 18, Taf. VI Fig. 1, 2, 4, Taf. IX Fig. 7)³⁾. Zweifellos ist so viel, dass wir in manchen Fällen zugleich mit der Archegoniumanlage auch die Halbirungswand beobachten, ihre Bildung also durch die Archegonienbildung nicht gestört wird, in anderen Fällen aber das Archegonium schon ziemlich herangewachsen ist, und eine Halbirungswand noch immer nicht gebildet ist.

Es ergeben sich daraus manche wichtige Folgerungen, von denen ich für jetzt nur die hervorheben will, dass ein Auftreten der Archegonien nach Bildung der Halbirungswand

¹⁾ Ich möchte hier einen abnormen Fall der Blütenbildung mittheilen, den ich bei *Jung. trichophylla* beobachtete. Ich fand einmal eine Sprossspitze, an der man deutlich 2 Umgänge junger Blätter erkannte; unterhalb dieser waren nun 3 deutliche aber abgestorbene und nicht ausgewachsene Archegonien gebildet, und wieder tiefer folgte normale Beblätterung. Hier war also der Spross wieder vegetativ geworden. An der Basis des tiefsten Archegoniums war ein hervorragender Wulst sichtbar — vielleicht die Andeutung der versuchten Perianthiumanlage.

²⁾ Abhandlung über *Radula* Taf. XIV Fig. 1—6.

³⁾ In meiner Abhandlung über *Radula* pg. 33 sagte ich, dass »das seitenständige Segment in seiner Mediane papillös auswächst«, und setzte in Anmerkung 1 dazu: »im Gegensatze zur vegetativen Entwicklung, wo zuerst die Halbirung desselben stattfindet«. Wenn man die Fig. 3 D betrachtet, so kann man übrigens auch hier sehen, dass die Archegoniumpapillen in den Segmenten IV u. V mehr in der ventralen Segmenthälfte liegen, was ich übrigens auf pg. 38 Anm. 4 selbst bemerkte und auch die Möglichkeit betonte, anzunehmen, dass die erste im Archegoniumbildenden Segmente zu beobachtende schiefe Wand der in vegetativen Segmenten auftretenden Halbirungswand entspreche. Dass aber auch das Umgekehrte eintreten kann, dass sich die ersten Archegonien auch aus der dorsalen Hälfte bilden können, sehen wir bei *Madotheca* (Taf. II Fig. 24).

(also in einer Segmenthälfte) offenbar auf eine spätere, ihre Bildung vor der Halbierung des Segmentes auf ihre frühere Anlage hinweist.

Die Zelltheilungsfolge bei der Bildung des Archegoniums ist für alle Jungermannieen und überhaupt für alle Lebermoose im Wesentlichen dieselbe und wurde durch die Untersuchungen *Janczewski's*¹⁾ erschöpfend klar gelegt. Ich habe schon im ersten Hefte auch für *Blasia* die Richtigkeit jener Angaben betont und kann hier nur hinzufügen, dass alle Jungermannieen, die ich in dieser Beziehung untersuchte, sich durchaus gleich verhielten: Abgliederung der papillösen Hervorwölbung durch eine Querwand, Zerfallen der Endzelle in 3 äussere und eine innere Zelle, Trennung der letzteren in Deckel- und Innenzelle, und der Innenzelle in Halskanalzelle und Centralzelle, Sonderung dieser in Eizelle und Bauchkanalzelle ebenso das Zerfallen der Hüllzellen in 2 Stockwerke etc. etc.; alle diese Vorgänge wiederholen sich bei allen Jungermannieen, sind allgemein bekannt, und ich halte es für überflüssig, darüber noch weitere Worte zu verlieren. Doch habe ich in den Tafeln einige Figuren, welche für noch nicht untersuchte Pflanzen diese Vorgänge illustriren sollen, zur Vergleichung mitgetheilt. (Taf. III Fig. 23, 24, 25, Taf. VI Fig. 4, Taf. IX Fig. 7 u. 9, Taf. XI Fig. 7.)

Wo ein Perianthium gebildet wird, wird es immer bald nach der Entwicklung der Archegonien angelegt und entwickelt sich ohne Beziehung zur Fruchtbildung bis zu einer gewissen Grenze unabhängig von dieser. Ich habe schon bei *Radula* darauf aufmerksam gemacht, dass das Perianthium kein Gebilde ist, das sich erst nach der Befruchtung bildet, dass es bei jener Pflanze schon vollkommen deutlich ist, wenn noch kein Archegonium geöffnet ist. Ich kann diese Behauptung auf alle foliosen Jungermannieen ausdehnen, und man kann sich von der Richtigkeit derselben sehr leicht überzeugen. Bei *Lophocolea* fand ich zu wiederholten Malen einen Blütenstand mit vielen Archegonien, von denen einige abgestorben waren und keine Spur von Fruchtanfängen zeigten, andere noch geschlossen erschienen, wo aber das Perianthium vollkommen entwickelt war. Dasselbe fand ich bei *Alicularia*, *Ptilidium* etc.

In den meisten Fällen ist das Perianthium eine Bildung der Archegonienproducirenden Segmente. Seine Bildung lässt sich am besten an Blütenstadien verfolgen, wo in den Segmenten eben die ersten Archegonien entstanden sind. Da diese in ihrer Entwicklung meistens in der Richtung der Segmentspirale fortschreiten, so hat man in dem Falle, als in den der Scheitelzelle anliegenden (3) Segmenten je ein Archegonium angelegt ist, nach den 3 verschiedenen Entwicklungsstadien derselben auch 3 verschiedene Entwicklungsstadien des Perianthiums. In Taf. IX Fig. 7 sind die diesbezüglichen Verhältnisse besonders klar: In der Blüthe sind 3 Archegonien gebildet (Fig. 7 a) und es gehört das älteste a_1 dem Segmente VII (Fig. 7 b), das nächste a_2 dem Segmente VIII und das jüngste a_3 dem ventralen Segmente IX an. Eine noch tiefere Einstellung auf das Segment VII (Fig. 7 c u. 8) zeigt uns schon den peripherischen zum Perianthiumtheil werdenden Zellring, dessen Ursprung aus dem Segmente VII vollkommen

¹⁾ Bot. Zeitg. 1872 Nr. 21.

deutlich zu erkennen ist. Ein Längsschnitt durch dieses Segment und parallel der Archegoniumachse (Fig. 7d) zeigt uns, dass der untere Theil des Segmentes VII durch eine gegen die Sprossachse verlaufende Wand abgeschnitten und über den Archegoniumgrund hervorgewölbt ist. In Fig. 7g sehen wir den optischen Längsschnitt in gleicher Weise durch das Segment VIII geführt. Auch hier ist der untere Segmenttheil schon abgeschnitten, aber es fehlt noch die papillöse Hervorwölbung desselben; noch weniger weit entwickelt zeigt sich die Perianthiumanlage im Segmente IX, das in Fig. 7e in gleicher Weise gesehen dargestellt ist. Das Perianthium bildet sich hier also aus dem basiskopen Theile der freien Aussenwand des Segmentes, dessen akroskop Rand die Archegonien bildet.

Ganz übereinstimmend finden wir die Anlage des Perianthiums bei *Ptilidium*, wovon in Taf. III Fig. 21 ein Längsschnitt dargestellt ist, der in dem das Archegonium A₂ producierenden Segmente einen ähnlichen Entwicklungszustand zeigt. In gleicher Weise beobachtete ich die Perianthiumanlage bei *Jung. minuta*, *Scapania* und *Madotheca*.

Bei *Radula* bilden nur die seitenständigen Segmente (und die Scheitelzelle) Archegonien, während das bauchständige Segment steril bleibt. Für die seitenständigen Segmente ist die Perianthiumbildung ganz dieselbe, wie ich es eben mitgetheilt habe, und ein Vergleich der in Taf. XIV Fig. 1, 3, 6 meiner Abhandlung abgebildeten Präparate mit den in diesen Tafeln mitgetheilten wird die grosse Uebereinstimmung bestätigen. Bei *Radula* tritt nun aber weiters auch das ventrale Segment in die Perianthiumbildung ein, so dass hier also Perianthiumtheile ihrer Entstehung nach wenigstens für den ersten Anblick sich verschieden verhalten.

Bei *Alicularia* hat schon *Gottsche*¹⁾ das, wie man sagt, mit dem Perichaetium verwachsene Perianthium als eine Hemmungsbildung bezeichnet. Hier entsteht das Perianthium ebenfalls aus fertilen Segmenten. Aber es scheint denn doch diesbezüglich ein kleiner Unterschied gegen die oben angegebene Art der Entwicklung vorhanden zu sein. Hier glaube ich, tritt die Archegoniumanlage früher und vor Bildung der Halbirungswand des Segmentes ein. Taf. XI Fig. 21 zeigt eine Sprossspitze mit einer Archegoniumanlage im Segmente VI. Der Längsschnitt in Fig. 21b zeigt ungefähr denselben Entwicklungszustand des Archegoniums und der Perianthiumanlage, wie er in Taf. IX Fig. 7g im Segmente VIII dargestellt ist. Die Wand n aber, welche den Perianthiumtheil des Segmentes von dem Archegoniumbildenden abschneidet, ist eine quer durch die Segmentbreite verlaufende Wand (Fig. 21a, 21d); ihre Neigung und Richtung unterscheidet sie durchaus von der Halbirungswand; Theilungen, welche den normalen Segmenttheilungen etwa entsprechen, treten erst später auf (Fig. 21c). Durch das frühere Auftreten des Archegoniums wird also, wie ich glaube, die Perianthiumentwicklung zurückgedrängt, es kann sich nicht mehr normal entfalten und bleibt auf einer rudimentären Stufe stehen. Seine Funktion übernehmen die Perichaetalblätter, welche denn auch in der eigenthümlichen Faltung ihrer Spitzenränder sehr an die Form vieler Perianthien (*Frullania*, *Lejeunia*) mahnen (Taf. XI Fig. 20).

¹⁾ l. c. p. 348.

Noch mehr unterdrückt wird das Perianthium bei *Gymnomitrium* durch die noch weiter vorgreifende Bildung der Archegonien (Taf. XI Fig. 23), wozu noch der Umstand kommt, dass in Folge der Steilheit der Segmente in Bezug auf die Längsachse des Sprosses (Fig. 23c) von der Aussenwand des Segmentes fast nichts mehr übrig bleibt. Auch hier übernehmen die Rolle des Perianthiums die beiden Perichätalblätter, welche am Grunde und zwar an einer Seite häufig verwachsen sind.

Wenn wir die bis nun besprochenen Fälle überblicken, so sehen wir das Perianthium vorerst aus lauter fertilen Segmenten gebildet, da durch die verhältnissmässig späte Entwicklung der Archegonien die freie Aussenwand des Segmentes noch Zeit hat, vor Bildung derselben ihre Fläche namentlich in der Höhenrichtung zu vergrössern. Es nimmt daher das sich entwickelnde Archegonium nur einen Theil (den akroskopen) derselben in Anspruch, und der basiskope bleibt für die Perianthienbildung reservirt. Je früher nun Archegonien angelegt werden, einen desto grösseren Theil der (noch nicht stark gewachsenen) Segmentaussenfläche nehmen sie in Anspruch, bis endlich bei *Gymnomitrium* für die Perianthiumbildung nichts mehr übrig bleibt. Es übernehmen nun die benachbarten Blätter dessen Rolle, wenn sie sich auch in ihrer Ausbildung von den eigentlichen Perianthien wesentlich unterscheiden.

Aber es gibt auch Fälle, wo aus den benachbarten sterilen Segmenten nicht Hüllblätter, sondern in der That Gebilde hervorgehen, die sich in ihrer Form von den eigentlichen Perianthien in nichts unterscheiden und daher auch immer als Perianthien bezeichnet wurden.

Schon bei *Radula* sahen wir, dass in die Perianthiumbildung nebst zwei fertilen auch ein steriles (ventrales) Segment eintritt.

Bei *Frullania* entsteht, wie ich schon erwähnte, in dem Falle als zwei Archegonien angelegt werden, das eine aus dem jüngsten Segmente, das andere aus der Scheitelzelle. Das hier sich bildende Perianthium ist eine Bildung der fertilen und der beiden nächsten sterilen Segmente (Taf. I Fig. 19).

Wird aber nur ein Archegonium gebildet, so entsteht dieses aus der Scheitelzelle, und das Perianthium entwickelt sich aus den 3 anliegenden sterilen Segmenten. Dasselbe findet normal statt bei *Lejuncia* und *Phragmicoma*¹⁾. (Taf. I Fig. 3.)

Schon aus der Kenntniss der bis jetzt beschriebenen Vorgänge bei der Perianthienbildung erkennen wir, dass ein wesentlicher Unterschied in der Ausbildung der Perianthien nicht besteht, mögen sie nun aus sterilen oder fertilen Segmenten sich entwickeln. Gerade die gleiche Ausbildung der Perianthien bei *Frullania*, mag die Pflanze nun monogynisch oder digynisch sein, leitet uns zum Verständniss der Vorgänge der Perianthienbildung bei *Lophocola*.

Diese Gattung hat, wie bekannt, ein ganz normal ausgebildetes Perianthium. Nun ist es aber gewiss merkwürdig, dass hier das Perianthium nicht aus fertilen Segmenten, sondern

¹⁾ Wohl auch bei den anderen monogynischen Ljubuleen. Ich führe aber in der ganzen Abhandlung nur Pflanzen an, die ich selbst untersuchte.

durchaus aus sterilen gebildet ist. Wir sehen dies ganz deutlich in Taf. VI Fig. 1 und 2. Die Anlage der Archegonien ist ganz dieselbe wie bei *Jung. hyalina*; immer bilden sich die ersten jedes Segmentes aus seiner ventralen Hälfte und auch die Scheitelzelle wird in die Archegonienbildung einbezogen. Wie aus der Längsansicht (Fig. 2b) ersichtlich ist, wäre noch Raum genug für die Perianthiumbildung vorhanden. Diese erfolgt jedoch nicht aus diesen Segmenten, sondern aus den tieferliegenden I, II, III, welche, unter sich verwachsen, schon deutlich die urnenartige Form des jungen Perianthiums erkennen lassen¹⁾. Doch scheint es, dass auch in den fertilen Segmenten öfters Andeutungen einer Perianthiumbildung vorkommen, welche darauf hindeuten würden, dass auch bei dieser Gattung ursprünglich ein aus fertilen Segmenten gebildetes Perianthium vorhanden war. So erkläre ich mir wenigstens die eigenthümliche Ansicht des Segmentes VI in Fig. III. Wir sehen in diesem Segmente ganz deutlich eine Archegoniumanlage, aber hinter demselben ist das Segment zu einem Wulst aufgetrieben, gerade so, wie wir es dort bemerken, wo aus diesem Segmenttheile das Perianthium sich bilden soll. Es scheint diese Bildung auf einen früheren Entwicklungszustand dieser Gattung hinzuweisen, wo die Perianthiumbildung ebenfalls aus den fertilen Segmenten erfolgte.

Welche morphologische Bedeutung hat nun das Perianthium? Die Beantwortung dieser Frage ist von grosser Wichtigkeit und hängt zusammen mit der Deutung des morphologischen Werthes der Archegonien.

Dass bei *Lophocola*, *Lejeunia* und allen monogynischen Gattungen das Perianthium durch Verwachsung der 3 Blätter eines Cyklus entstanden ist, ist sofort klar. Dass aber auch dort, wo das Perianthium aus fertilen Segmenten entsteht, die in die Bildung desselben eintretenden Segmenttheile Blattwerth besitzen, werde ich zu zeigen versuchen:

Bei allen Lebermoosen entwickeln sich die Geschlechtsorgane zunächst der Vegetationspitze. In einigen Fällen sehen wir, dass das Weiterwachsen des Pflänzchens durch Anlage der Geschlechtsorgane in keiner Weise gestört wird. So ist es bei *Anthoceros* und *Riccia*, so finden wir es unter den frondösen Jungermannieen bei *Symphyogyna*, *Blasia* und *Fossombronia*. Aber schon bei *Metzgeria* und bei *Aneura* noch mehr bei *Umbraculum*²⁾ sehen wir die Geschlechtsäste bald nach Anlage der Geschlechtsorgane ihr Längenwachsthum einstellen, weniger schnell nach Anlage der Antheridien (*Aneura*), rascher nach Bildung der Archegonien. In allen Fällen haben auch die Archegonien den morphologischen Werth von Trichomen. Ausnahmslos stehen sie an der Dorsalseite der Frons und haben öfters eine ganz regelmässige Stellung. Für *Metzgeria*, *Aneura*, *Fossombronia* kann ich behaupten, dass sie aus morpho-

¹⁾ Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass *Nees v. Es.* gerade bei dieser Gattung die Entstehung des Perianthiums aus den drei obersten Blättern betonte (l. c. II pg. 323), was er aus ihrer tief 3lappigen Mündung erkannte.

²⁾ Bei *Umbraculum* (*Gottsche Bot. Zeitg.* 1861 Nr. 1) stehen die Antheridien- wie Archegonienstände auf der Ventralseite des Laubes, an sehr verkürzten Sprossen exogener Anlage.

logisch bestimmten Zellen (oder Zellgruppen) hervorgehen, die an dem dorsalen Segmentrande abgeschnitten werden. Wir dürfen wohl annehmen, dass diese Stellung auch bei den Vorfahren unserer foliosen Jungermannieen vorkam, etwa in gleicher Weise, wie wir es noch dermalen bei *Fossombronina* finden. Nützlichkeitsgründe dürften es wohl gewesen sein, welche ein Abrücken der Geschlechtsorgane vom Segmentrande und ein Hineinrücken in die Blattachsel veranlassten, wobei vielleicht wieder die Veränderung in der Segmentirung der Scheitelzelle mitwirkte. Mit diesem Vorrücken nach der Segmentmediane scheint in gleicher Weise ein Vorrücken nach der Vegetationsspitze verbunden gewesen zu sein. Dadurch kamen sie offenbar in die Nähe immer jüngerer und jüngerer Blätter. Nun sehen wir die Antheridien immer erst in Segmentumläufen angelegt werden, wo schon deutliche Blätter ausgebildet sind (pg. 41), sie sind in ihrem Vorrücken gegen die Spitze noch nicht bis zu solchen Segmenten vorgedrungen, wo durch ihr Auftreten die Blattentwicklung, d. h. das Auswachsen der freien Aussenfläche des Segmentes, hätte gestört werden können. Wir finden daher die Antheridien immer in den Achseln deutlich ausgebildeter Blätter; ihre morphologische Natur als Trichome ist nicht zweifelhaft.

Archegonien treten immer näher dem Scheitelpunkte auf (pg. 45): sie sind also, um meine Vorstellung ¹⁾ des Entwicklungsganges weiter auszuführen, in ihrer Wanderung nach der Spitze weiter fortgeschritten. Sie treffen also Segmente in jüngeren Entwicklungsstadien. Wo sie erst nach Bildung der Halbirungswand auftreten, wo die Blattentwicklung schon begonnen hat, da bewirkt ihr Auftreten nur eine Modification derselben; noch tritt aber das Blatt als solches deutlich hervor, wenn es sich auch mit den benachbarten Blättern zum Schutze der weiblichen Organe, zur Bildung des Perianthiums verband. Ich glaube also, dass die aus fertilen Segmenten sich entwickelnden Perianthiumtheile ihrem morphologischen Werthe nach Blätter sind, welche in ihren Achseln die Archegonien ganz in gleicher Weise tragen, wie dies für die Antheridien der Fall ist. Zur Würdigung dieses Ausspruches möge man die Fig. 7c und 8 der Taf. IX mit den Figuren 18a, 18b der Tafel X vergleichen. Dort sieht man den Querschnitt durch ein Archegonienbildendes Segment (VII), hier den durch ein Antheridiumbildendes. Die Aehnlichkeit der Lage der angelegten Organe gegenüber dem dort das Perianthium, hier das Blatt bildenden Segmenttheil tritt sofort hervor.

Wo nun aber die Anlage des Archegoniums in noch frühere Stadien der Segmententwicklung fällt, also noch näher an die Spitze des Sprosses rückt, wo sie also in den Segmenten noch früher auftritt, als die Blattanlage und früher als die Halbirungswand, da bleibt für die Blattentwicklung kein Raum mehr, und sie wird im Segmente vollkommen unterdrückt. Es verhält sich die Archegoniumanlage dem Blatte gegenüber gerade so, wie die Sprossanlage: Die Sprossbildung aus der Segmenthälfte tritt zu einer Zeit ein, wo die Sonderung der freien Segmentaussenfläche in den Blattbildenden und den in die Stengel-

¹⁾ Es wurde diese Ansicht aber schon von *Strasburger* (Ueber *Azolla* pg. 11) ausgesprochen.

bildung eintretenden noch nicht vollzogen ist; ihr frühes Auftreten stört die Blattentwicklung — der Blattunterlappen verkümmert. Die Sprossbildung aus dem basiskopen Basilartheile tritt aber später nach der Blattanlage auf; diese wird daher nicht mehr gestört.

Die Bildung des einen Archegoniums aus der Scheitelzelle möchte ich nun für eine noch weiter fortgeschrittene Erscheinungsform jener akropetalen Bewegung halten, die ich für die Geschlechtsorgane der Lebermoose annehme und die damit natürlich ihr Ende erreicht hat.

Bei den Lebermoosen scheint dies für die Antheridien nirgends¹⁾ noch eingetreten zu sein, und selbst für die Archegonien sehen wir mit Ausnahme der monogynischen Lubuleen nirgends das erste Archegonium sich aus der Scheitelzelle entwickeln, wenn wir schon in *Radula* ein Beispiel haben, dass die Archegonienanlage aus der Scheitelzelle auch auf kürzerem Wege als nach der Segmentspirale, also mit Uberspringung von Segmenten erreicht werden kann.

Weiter vorgeschritten aber sehen wir diese Bewegung bei den Laubmoosen. Wie ich es für *Sphagnum* und *Schistostegia*, Kühn für die Andreaeaceen, Schult für andere Bryinen nachwies, entsteht das erste Archegonium immer aus der Sprossscheitelzelle. Aber auch die Antheridien haben hier schon die Scheitelzelle erreicht. So zeigte ich für *Fontinalis*, Kühn für die *Andreaeaceen*, dass das erste Antheridium sich immer aus der Scheitelzelle bilde, dass die späteren aus den benachbarten Segmenten, aber immer so entstehen, dass zuerst in jedem Segmente nur eines angelegt wird, die späteren in der Entwicklung rechts und links des ersten nachfolgen. Die Aehnlichkeit der Antheridienanlagen bei Laubmoosen mit den der Archegonienstände bei Jungermannieen ist unverkennbar.

Von dieser Auffassung ausgehend können wir nun auch versuchen, die eigenthümliche Stellung der Antheridien bei *Sphagnum* zu erklären:

Die Antheridien von *Sphagnum* stehen, wie bekanntlich, einzeln am anodischen Rande einer Blatinserion, haben also genau die Stellung wie die Aeste. Ich zeigte¹⁾, dass auch ihre Anlage mit der der Aeste übereinstimme, indem sie sich in gleicher Weise aus dem basiskopen Basilarstücke eines Segmentes entwickeln. Mit diesen Aesten stimmen sie weiter in der Zeit der Anlage überein, indem beide erst in Segmenten des vierten Umlaufs sichtbar werden.

Auch bei *Fontinalis*³⁾ stehen die männlichen Sprosse an der Stelle vegetativer Aeste, sind aber im Gegensatze zu diesen sehr verkürzt und zeigen meist nur 3 Blatteyklen. Wie ich oben erwähnte, bildet die Scheitelzelle das erste Antheridium. Nach meiner früher mitgetheilten Annahme des Vorhandenseins einer akropetalen Entwicklungsbewegung wird eine fortwährende Verkürzung des Aestehens erklärlich, es werden die Blattgebilde, wenn nicht Nützlichkeitsgründe ihre Erhaltung ermöglichen, verschwinden, und wenn nun die Antheridien-

¹⁾ Wenn nicht vielleicht bei *Frullania*, wo die männlichen Aeste so winzig klein erscheinen, und ja auch das Archegonium bis zur Scheitelzelle vorgedrungen ist.

²⁾ Abhandlung über *Sphagnum* pg. 17. Sitzber. d. Wien. Akad. Bd. LIX.

³⁾ Abhandlung über die Antheridien von *Fontinalis* pg. 2. Sitzber. d. Wien. Akad. Bd. LVIII.

anlage in das früheste Stadium des Sprosses fiele, wo dieser erst seine Scheitelzelle constituirt, wo noch keine Segmente gebildet sind, so würden wir auch bei *Fontinalis* an Stelle der Zweige einzeln stehende Antheridien erhalten, wie wir es dermalen bei *Sphagnum* finden.

Fruchtbildung.

Die wesentlichen Momente der Embryoentwicklung bei den foliosen Jungermannieen wurden schon von *Hofmeister*¹⁾ mitgetheilt. In letzter Zeit ergänzte und erweiterte die diesbezüglichen Beobachtungen *Kienitz-Gerloff*²⁾ in vorzüglicher Weise und ich weiss in Bezug auf die ersten Theilungsvorgänge kaum etwas hinzuzufügen.

Allen hierhergehörigen Lebermoosen ist das gemeinsam, dass die befruchtete Eizelle durch eine auf der Archegoniumachse senkrecht stehende Querwand in zwei anfangs nahezu gleiche Zellen zerfällt; dass die untere sich bei der Sporogoniumbildung nicht betheiligt, sondern ungetheilt oder in verschiedener Weise getheilt, als Anhängsel am Grunde des Sporogoniumfusses erscheint, und dass Stiel und Kapsel sich aus der oberen, dem Archegoniumbälse näheren Zelle entwickeln, welche sich auch noch an der Fussbildung betheiligt. Die in der oberen Zelle vor sich gehenden Theilungen führen in jedem Falle zu dem Resultate, dass eine Anzahl von Querscheiben aus je 4 quadrantisch gelegenen Zellen gebildet wird, und dass die so gebildeten 4 Zellreihen, in denen aber die Zellen nicht genau aufeinander treffen, am Scheitel durch 4 Zellen von der Form von Kugeloctanten gedeckt werden. Die Quertheilungen wiederholen sich in jedem Falle mehrere Male am Scheitel, zweifellos kommt aber die grösste Zahl der Scheiben durch interkaltare Theilungen zu Stande. In Bezug auf den Wechsel der Längs- und Quertheilungen scheint keine Konstanz zu herrschen. In der Regel tritt allerdings zuerst eine Querwand auf, dann in der Scheitelzelle eine Längswand; nun in den beiden Scheitelzellen wieder Querwände und darauf je eine auf der früheren senkrechte Längswand. Aber es können auch die Längswände früher oder später eintreten, die Quertheilungen in den 2 oder 4 Scheitelzellen sich öfters wiederholen, oder nur ein paar Mal stattfinden, das Resultat, der Aufbau des Embryo bis zum Momente der Differenzirung in Kapsel und Fuss — bleibt sich immer gleich. Bis nun stimme ich mit *Kienitz* durchaus überein. Nun gibt *Kienitz-Gerloff* an, dass bei allen fol. Jungermannieen die Sporenkapsel sich aus den 4 am Scheitel gelegenen Octanten bilde; dass in diesen der freien Aussenfläche parallele Wände auftreten und nun die Sonderung zwischen Kapselwand und dem Kapselinnern vollzogen sei; es nehme also die Kapselwand aus 4 Zellen, welche die Gestalt von Kugelschalenstücken besitzen, ihren Ursprung, während der Sporenraum durch Theilung der 4 inneren Zellen sich ausbilde. Dies ist vollkommen richtig für *Frullania* und ebenso für *Lejennia*. Die grösste Zahl der fol. Jungermannieen bildet aber die Kapsel nicht nach diesem Typus aus. Der Unterschied besteht darin, dass bei ihnen die Sporenkapsel nicht ausschliesslich aus den 4 scheitelständigen Octantenzellen sich bildet, sondern dass ausser diesen noch eine grössere

¹⁾ Vergl. Untersuchungen . . .

²⁾ Bot. Zeitg. 1874 No. 13.

oder geringere Zahl von ihnen grundwärts anliegenden Querscheiben zu ihrer Bildung mitwirkt¹⁾.

Ich werde später die auch bei diesem Vorgange sich geltend machenden Unterschiede im Zusammenhange nochmals hervorheben und will jetzt meine Beobachtungen mittheilen.

Die Entwicklung des Sporogoniums von *Frullania* wurde von *Kienitz-Gerloff* sehr genau studirt. In Bezug auf die ersten Theilungen bestätigen meine Figuren 20, 21, 22 durchaus die dort gemachten Angaben. Es zeigen aber die Figuren ganz deutlich, dass in der oberen Hälfte der einmal getheilten Eizelle sich die Quertheilungen nur 3 mal wiederholen (Wände 2, 3, 4), dass also das Scheitelwachsthum ein sehr beschränktes ist, und dass aus den nach dem Auftreten der Wand 4 gebildeten (4) Deckelzellen die Sporenkapsel entsteht. Die zwischen den Wänden 3 und 4 liegende Querscheibe theiligt sich ebenfalls an der Bildung der Kapselbasis; der Sporogoniumstiel verdankt sein Entstehen vorzüglich dem Wachsthum der zwischen den Wänden 2 und 3 gelegenen Querscheibe. Wie Fig. 13 zeigt, ist die Entwicklung bei *Lejeunia* genau dieselbe, wenn auch die Ausbildung der durch die Querwand abgeschnittenen Zelle in anderer Weise stattfindet (Fig. 14).

Die Embryonen von *Frullania* und *Lejeunia* legen daher ihre Sporenkapsel aus den 4 Deckelzellen an. Dies ist das Wesentlichste, und darin stimme ich mit *Kienitz-Gerloff* durchaus überein.

Auch bei *Radula* beginnt die Embryoentwicklung mit Quertheilung (Taf. II Fig. 5, 6) die untere Zelle bleibt ungetheilt. Die obere Zelle theilt sich quer (Wd. 2) und beide so gebildete Zellen zerfallen durch sich kreuzende Längswände in je 4 Zellen. Die 4 octantischen Scheitelzellen sondern nun andauernd neue Querscheiben ab, welche sich wieder interkalar durch Querwände gliedern. Das Scheitelwachsthum findet dadurch seinen Abschluss, dass in den 4 Octantenzellen je eine Tangentialwand auftritt, so dass nun ganz so wie bei *Frullania* 4 Innenzellen von 4 Deckelzellen, welche die Form von Kugelschalstücken haben, umschlossen werden. Auch in den 4 (quadrantisch gelegenen) Zellen jeder Querscheibe hat sich nun die Differenzirung in Aussen- und Innenzellen vollzogen, durch jene bei Randwachsthum so häufig auftretende²⁾ Form der Zelltheilung, wodurch die Randzelle in eine Flächen- und 2 neue

¹⁾ Die Entstehung der Kapsel in dieser Weise wurde schon von *Hofmeister* (vergl. Unt. pg. 39) für die eigentlichen Jungermannieen angegeben.

²⁾ Ganz denselben Theilungsvorgang finden wir bei Bildung der Wurzelhaube in den Kappenzellen (Nägeli und Leitgeb), beim Wachsthum des Stengels von *Salvinia* (Pringsheim) und *Azolla* (Strasburger), sehr häufig bei der Entwicklung von Trichomen (Rauter), ebenso bei der Brutknospenbildung von *Radula* (Leitgeb), bei der Keimung der Sporen von *Radula* und vieler anderer Lebermoose etc. etc. Dass wir diesen Theilungsvorgang auch bei der Sporogoniumentwicklung bei Laubmoosen finden und ebenso in der Embryoentwicklung der Phanerogamen; dass sich irgend welche Consequenzen in Bezug auf Verwandtschaft ableiten liessen daraus, dass bei den Jungermannieen die Sonderung in Stiel und Kapsel durch denselben Theilungsvorgang erfolge, wie bei den Phanerogamen die Sonderung in Dermatogen und Innengewebe — halte ich denn doch für zu weitgehend. Ich möchte nur darauf aufmerksam machen, dass ja auch unter den Lebermoosen dieser Theilungsvorgang nicht in allen Fällen dieselbe morphologische Differenzirung einleitet. Der Embryo von *Anthoceros* ist ganz in gleicher Weise aus Querscheiben aufgebaut, die anfangs aus je 4 quadrantisch gelegenen Zellen

Randzellen zerlegt wird (vergl. Taf. I Fig. 13b). Bis zu diesem Entwicklungsstadium stimmen wir mit *Kienitz-Gerloff* durchaus überein. Während nun aber K. annimmt, dass die Sporenkapsel so wie bei *Frullania* wieder nur aus den 4 Scheiteloctanten sich entwickle, führen mich meine Untersuchungen zu dem auch von *Hofmeister* gemachten Ausspruche, dass hier auch mehrere Querscheiben noch mit zur Bildung der Sporenkapsel verwendet werden, ganz in ähnlicher Weise, wie ja auch bei Laubmoosen die Sporenkapsel sich aus mehreren Segment-scheibenpaaren aufbaut. In Fig. 7 und 8 ist es nicht möglich, noch mit voller Sicherheit anzugeben, wie viele Querscheiben (wahrscheinlich 3) sich mit an der Bildung der Sporenkapsel betheiligen, in Fig. 9 aber sehen wir schon deutlich die Abgrenzung des Sporenraumes nach unten, auch hier scheinen 3 Querscheiben in die Kapselbildung eingetreten zu sein. In den Innenzellen dieser Querscheiben treten nun vorerst ziemlich regelmässig verlaufende Längs- und Querwände auf, bald jedoch verliert sich diese Regelmässigkeit, die Wände werden zur Längsachse schief (Fig. 10), und wir erhalten endlich jene fächerartige Gruppierung der Schleuderzellen und der Reihen von Sporenmutterzellen, welche auch von K. erwähnt wird. (Man vergleiche auch Taf. XI Fig. 25b.) In den von den 4 Scheiteloctanten gebildeten Innenzellen treten allerdings schon anfangs schiefe Wände auf, die aber natürlich wohl auf die Anordnung der Zellen am Scheitel des Sporenraumes, nicht aber auf die Gruppierung derselben in der ganzen Kapsel von Einfluss sein können. Die Theilungen in den Innenzellen zeigen vielfach grosse Unregelmässigkeiten — und wir finden selbst in benachbarten Scheibenquadranten einen ganz verschiedenen Verlauf der Zellwände (Fig. 10b, 10c).

Von der Gattung *Jungermannia* untersuchte *K. Jung. bicuspidata*; ich *Jung. acuta* und *hyalina*. Ich gehe auf die unwesentlichen Details, die sich aus den Fig. 6—10 Taf. X für die ersten Entwicklungsstadien ergeben, nicht weiter ein: sie sind ja auch von *K.-G.* genau beschrieben. Auch hier wie bei *Radula* wiederholen sich in den 4 Scheiteloctanten öfters die Quertheilungen. Dass sie aber endlich nicht ausschliesslich in der Weise wie dort, ihren Abschluss finden, dass nicht ausschliesslich die Sonderung eines Octanten durch eine Tangentialwand in eine Innen- und eine Deckelzelle eintritt, sondern dass auch hier, so wie es *K.-G.* für die frondosen Jungermannieen und *Marchantia* angiebt, durch eine Combination von Längs- und Quertheilungen, welche zur Bildung einer Innen- und zweier Aussenzellen führen, die Sonderung erfolge, sehen wir vollkommen deutlich in Fig. 12c. Die Theilung der Innenzellen geschieht hier wie bei *Radula*, aber auch hier treten in die Bildung der Sporenkapsel nebst den Scheiteloctanten noch mehrere Querscheiben ein. Dasselbe ist der Fall bei *Jung. hyalina* (Taf. X Fig. 14). Hier sieht man vollkommen deutlich die Begrenzung der

bestehen und ist am Scheitel von 4 Octantenzellen geschlossen, die sich allerdings später so ungleich ausbilden, dass 2 gänzlich vom Scheitel abgedrängt werden. Wir finden hier ganz dieselbe durch den gleichen Theilungsvorgang bedingte Sonderung zwischen Aussen- und Innenzellen. Bei den übrigen Lebermoosen ist dadurch die Differenzirung zwischen Sporenraum und Kapselwand gegeben. Bei *Anthoceros* aber geht aus den Innenzellen nur die Columella hervor; erst aus den Aussenzellen entwickelt sich die Sporenbildende Schicht. Vergl. später.

Kapsel nach unten, und man erkennt die Betheilungen der Querscheiben an ihrer Bildung. Auch hier kommen mannichfache Unregelmässigkeiten vor, und ich habe in Fig. 13 einen Embryo abgebildet, der sowol in der mittleren Scheibe eine unregelmässige Theilung zeigt, als er auch am Scheitel durch das frühe Auftreten der Längstheilung und durch den schiefen Verlauf derselben von der normalen Bildung abweicht.

Solche Abweichungen dürfen uns nicht wundern, auch dann nicht, wenn dadurch scheinbar der ganze Wachsthumstypus am Scheitel verändert wird. Ich habe im ersten Hefte auch für *Blasia* solche Abnormitäten oder besser solche Abweichungen vom normalen Wachsthumstypus mitgetheilt. Ähnliche Unregelmässigkeiten fand ich auch bei anderen Jungermannieen zu wiederholten Malen, und ich habe auf Taf. VI für *Lophocolea* und *Chiloscyphus* ein paar Beispiele davon mitgetheilt. So zeigt Fig. 20d den Abschluss des Spitzenwachsthumes und die Bildung der Innenzellen in den beiden sichtbaren Octanten in verschiedener Weise: Im rechts gelegenen nach dem normalen Typus der foliosen, im links gelegenen nach dem der frondosen Jungermannieen (*K.-G.*). In Fig. 20b sehen wir in beiden Octanten den Theilungstypus der Frondosen; im rechts gelegenen aber leitet denselben eine Quertheilung; im links gelegenen eine Längstheilung ein. In Fig. 22 sehen wir eine ganz auffallend frühe Differenzirung der Aussen- und Innenzellen, die wieder in beiden Octanten in verschiedener Weise erfolgte. Es werden uns solche Unregelmässigkeiten verständlich, wenn wir bedenken, dass der Embryo nicht frei liegt, sondern von der ebenfalls im Wachsthum begriffenen Calyptra umgeben und dieser dicht angeschmiegt ist. Das selbstständige Wachsthum der Calyptra muss es bedingen, dass da und dort störend in den Entwicklungsgang des Embryo eingegriffen wird, und es wird leicht geschehen können, dass Octanten einmal da, einmal dort in ihrem Wachsthum durch stärkeren Widerstand der Calyptra gehemmt werden können und dass nun der veränderten Zellengruppirung entsprechend in ihren Theilungen Modifikationen werden eintreten müssen.

So weit meine Beobachtungen reichen, folgen in Bezug auf die Bildung der Kapsel (und deren Sonderung in Wand und Sporenraum) sämmtliche fol. Jungermannieen einem der beiden durch *Frullania* und *Radula* vertretenen Typen, wenn nicht villeicht durch *Ptilidium* ein dritter repräsentirt wird.

Ich werde die diesbezüglichen Untersuchungen später mittheilen und will vorerst noch die Entwicklung des Sporogoniums bei *Lepidozia* besprechen. Auch diese Pflanze wurde von *Kuenitz-Gerloff* untersucht. Er bildet auf Taf. IV Fig. 49 einen Längsschnitt durch ein halb-reifes Sporogonium ab. Man sieht einen strahligen Verlauf der Schleuderer, wie er ungefähr bei *Radula* vorkommt. *K.-G.* nimmt an, dass der Grund dieses Verlaufes (abgesehen von den späteren unregelmässigen Theilungen in der Neigung der ersten Theilungswände des Sporeninnenraumes liege, die strahlig nach der Peripherie verlaufen und unter Winkel zwischen 90° und 45° sich an die Achse ansetzen. Ich zweifle nicht, dass die Abbildung vollkommen naturgetreu ist, aber ich glaube, dass die in der Achse verlaufenden Schleuderer eigentlich

nicht dort gelegen waren, dass sie in ihrer ursprünglichen Lage ganz den an der Peripherie gelegenen entsprachen, und nur in Folge der nicht zu vermeidenden Dicke des Schnittes in diese Lage gebracht wurden. Ich glaube, dass auch bei *Lepidozia* ein idealer und genau axiler Längsschnitt durch eine in diesem Entwicklungszustande befindliche Kapsel ganz dieselbe Anordnung zeigen müsste, wie sie *K.-G.* für *Jung. bicuspidata* in Fig. 53 dargestellt hat, und die gewiss nur einen weiter vorgerückten Entwicklungszustand der von *Hofmeister* (vergl. Unters.) auf Taf. IX Fig. 6 u. 20 abgebildeten Kapseln darstellt, wo eben in Folge der Sporenbildung die Kapsel erweitert, die an der Wand haftenden Schleuderer auseinandergedrängt wurden. Ich schliesse dies aus einigen mit Hilfe der schon öfters erwähnten Karbolsäure hergestellten höchst gelungenen Präparaten, deren belehrendste ich auf Taf. V Fig. 9—12 abgebildet habe. Fig. 11 zeigt den optischen Längsschnitt durch eine junge Kapsel. Es schliesst sich dieser Entwicklungszustand ziemlich gut an den in Taf. X Fig. 14 dargestellten an, und es wird sofort ersichtlich, dass bei der Bildung der Kapsel sich nebst den Scheitel-octanten auch Querscheiben betheiligen. Auch sieht man die schiefen Wände nur am Scheitel, weiter unten sind die Theilungen senkrecht auf der Längsachse. Die Kapsel ist so gedreht, dass die eine der Hauptwände etwas nach rechts geneigt ist, so dass die rechts gelegene Zellreihe des Kapselraumes etwa in der Richtung gesehen wird, die der Pfeil γ in Fig. 10 in Bezug auf den links oben gelegenen Quadranten bezeichnet. In der links gelegenen Hälfte sieht man aber die Querwände nicht bis an die Hauptwand laufen; der Kapselraum zeigt 2 Längsreihen von Zellen. Daraus folgt aber noch nicht, dass sich etwa die Zellreihe der linken Hälfte anders ausbildete, als die der rechten. Denn, wenn ich das Präparat nur um wenig so drehte, dass die in der Zeichnung rechte Hälfte etwas höher zu liegen kam, dass also die Hauptwand genau vertikal stand, so liefen auch in der linken Hälfte die Querlinien bis an selbe heran. Der Grund des Sichtbarwerdens zweier Zellreihen in der Lage, in welcher das Objekt gezeichnet ist, rührt eben (und ein Blick auf Fig. 10 erklärt es sofort) daher, dass in dieser Hälfte in jeder Querscheibe der Durchschnitt durch zwei Quadranten geht. Ich habe gerade diese Lage zur Darstellung gewählt, um zu zeigen, wie vorsichtig man bei der Deutung des Verlaufes von Wänden sein muss. Bei so complicirtem Aufbau kommt man mit Schnitten gar nicht zum Ziele. Hier muss der Körper als solcher untersucht und von vielen Richtungen aus gesehen werden; es ist notwendig die Veränderungen im Zellnetze während des Drehens zu studieren. Freilich ist ein solches Studium nur dort möglich, wo es gelingt, Zellkörper in der vollendeten Weise durchsichtig zu machen, wie es für die Embryonen der Lebermoose gelingt¹⁾. In Fig. 9 ist der Längsschnitt durch den Grund einer etwas älteren Sporenkapsel dargestellt: eine der Hauptwände steht vertikal. Es ist die Ansicht in der Richtung des Pfeiles X der Fig. 10, die uns von derselben Kapsel den Querschnitt darstellt. Man sieht aus beiden Abbildungen, dass hier der Verlauf der Wände ein ziemlich regel-

¹⁾ Ich habe schon im ersten Hefte auf die vorzügliche Eigenschaft der Karbolsäure aufmerksam gemacht, Weingeistpräparate aufzuhellen. In vielen Fällen gelingt es auch mit Nelkenöl.

mässiger ist, und wenn man auch jetzt noch nicht im Stande ist, Schleuderer von Sporenbildenden Zellen zu unterscheiden, so ersieht man wenigstens so viel, dass es ganz gut möglich sei, dass in jungen Kapseln mancher *Jungermannien* die Schleuderer, wie *Hofmeister* angibt, sich von der Kapselwand quer bis an die Achse erstrecken. Da nun später die Anordnung zu Stande kommt, wie sie *Kienitz-Gerloff* zeichnet, so muss diese durch spätere Verschiebungen erklärt werden, hat also gewiss nicht im Verlauf der Theilwände ihren Grund. Ich habe in Fig. 12 noch eine Kapselansicht abgebildet, um zu zeigen, wie sehr die Ansichten nach Richtung des optischen Schnittes und nach der Höhenlage desselben wechseln können. Das Bild wurde von einer wenig älteren Kapsel erhalten, als die war, die für Fig. 9 und 10 das Objekt lieferte. Wie anders erscheinen Form und Gruppierung der Zellen. Man erhält diese Ansicht, wenn man die Kapsel so dreht, dass sie etwa in der Richtung des Pfeiles γ in Fig. 10 gesehen wird, und wenn man unmittelbar unter die Kapselwand, also auf die Oberfläche des Sporenraumes einstellt.

Fassen wir das über *Lepidozia* Gesagte zusammen, so ergibt sich, dass die Sporenkapsel und die Sonderung der Wandschicht und des Sporenraumes in gleicher Weise wie bei *Radula* etc. erfolgt, dass aber die Theilungen im Sporenraume regelmässiger vorsichgehen.

Ich habe schon oben erwähnt, dass vielleicht *Ptilidium* einen anderen Typus der Kapselbildung repraesentiren dürfte. Die ersten Theilungen gehen, wie Fig. 26 Taf. III zeigt, in ganz gleicher Weise wie bei den früher erwähnten Pflanzen vor sich. Aeltere Sporogonien zeigten nun zwei ganz verschiedene Formen der Ausbildung. Ein Theil der Embryonen war der ganzen Länge nach cylindrisch, ein anderer Theil (bei gleicher Gesamtlänge) aber keulenförmig. In den ersteren zeigte sich ungefähr dieselbe Zellanordnung wie bei *Jungermannia* und *Radula*, und es ist dies aus Fig. 27—29 ersichtlich. Die keulenförmig ausgebildeten aber zeigten einen strahligen Verlauf der Zellreihen im Kapseltheile. Ich habe den Charakter der Zellgruppierung nach dem Verlauf gewisser Zellenzüge bei schwacher Vergrösserung in Fig. 31 dargestellt. In Fig. 30 nun ist ein Stück unter stärkerer Vergrösserung und möglichst genau gezeichnet. Aus der Anordnung der Zellen möchte man vermuthen, dass hier ein ganz anderer Bauplan verfolgt werde und dass selbst die Sonderung in Kapselwand und Innenraum in anderer Weise vor sich gehe. Ich will mich darüber aber jedes Urtheiles enthalten. Es sind da jedenfalls Jugendstadien zur Vergleichung nöthig, und diese fehlten mir. Oder sollen die cylindrischen Formen solche jüngere Stadien darstellen? Ich glaube nicht; ich halte sie vielmehr für abnorme Bildungen. Alle die so ausgebildeten Embryonen zeigten sich nämlich von Pilzfäden umspinnen (vergl. Fig. 26). Sehr häufig dringen dieselben auch in das Innere ein und breiten sich dann namentlich im Sporenraume aus; weniger in den Wandschichten, die sie in der Regel, ohne sich zu verzweigen, durchdringen. Oefters findet man im Sporenraume ein dichtes Geflecht von Pilzfäden, und die Zellwände sind stellenweise gar nicht mehr sichtbar. An den keuligen Embryonen fand ich nur sehr selten an der Oberfläche, nie im Innern

Pilzfäden. Mir stand kein anderes Material zu Gebote, und ich muss mich begnügen, auf diese gewiss merkwürdige Erscheinung aufmerksam zu machen¹⁾.

Ueber die Differenzirung in Schleuderer und Sporenmutterzellen konnte ich zu keiner Klarheit gelangen. Schon in der so regelmässig gebauten Kapsel von *Lejunea* und *Frullania* ist die Vertheilung der Schleuderer eine unregelmässige (Taf. I Fig. 15 u. 16), noch unregelmässiger ist dies bei den übrigen Moosen. Die ungemeinen Schwierigkeiten, die sich der Untersuchung entgegenstellen, gestatten es kaum, diese Frage anders als selbstständig für sich zu behandeln; hier hätten die notwendigen Untersuchungen den Abschluss meiner Arbeit zu sehr verzögert.

Auch die Ausbildung der Kapselwand, die oft bis 6 und mehr Zelllagen dick wird (Taf. XI Fig. 9), verfolgte ich nicht weiter. Es liegen in dieser Beziehung schon zahlreiche Untersuchungen vor, und es hat auch *Kienitz-Gerloff* manche interessante Beobachtungen mitgetheilt. So die, dass die Rissstellen der sich öffnenden Sporenkapsel immer der Lage der Hauptwände entsprechen; eine Beobachtung, die ich durchaus bestätigt fand.

Diese Stellen sind auch an der noch geschlossenen Sporenkapsel durch ein kleinzelliges Gewebe erkennbar. Für *Trichocola* habe ich ein solches Wandstück in Taf. III Fig. 3 abgebildet.

Auch die Entwicklung des Sporogoniumfusses zog ich nicht in den Kreis meiner Untersuchungen. *Gottsche*, *Hofmeister*, *Kienitz-Gerloff* haben in dieser Beziehung die Verhältnisse wohl klargelegt.

Versuchen wir nun die Embryonen der Jungermannieen mit denen der Laubmoose zu vergleichen: Da muss vor allem hervorgehoben werden, dass die Art des Spitzenwachsthumes ein durchaus verschiedenes ist, indem bei den Laubmoosen (mit Ausnahme von *Sphagnum*) dasselbe durch eine 2schneidige Scheitelzelle vermittelt wird, während diese Art des Spitzenwachsthumes bei keinem Lebermoos vorkommt. Aber es muss hervorgehoben werden, dass das Spitzenwachsthum mit 4 Scheiteloctanten, wie wir es bei Lebermoosen finden, ganz dieselbe Gruppierung der Zellen gibt, wie wir sie an Laubmoosembryonen unmittelbar unter der Scheitelzelle finden. Auch hier sehen wir nach dem Horizontalwerden der Segmente den Sporogoniumkörper aus Querscheiben aufgebaut, welche, da in den Segmenten zuerst Radial-

¹⁾ Ich möchte hier eine andere Beobachtung mittheilen. Bei einer *Scapania* fand ich einmal ein Archegonium, dessen Bauch schon bedeutend angeschwollen war und reichliche Zellentheilungen zeigte, ganz so wie man es ja bei seiner Umbildung zur Calyptra beobachtet. Man sah denn auch im Inneren einen Körper, der aber ganz abweichend von einem Embryo kugelig war, keine Zellentheilungen zeigte und einem Chytridium gleich. Jedenfalls war es ein fremder Körper, kein Embryo. Ich bewahre das Präparat noch auf.

Es zeigt uns dies also, dass das Wachsthum des Archegoniums nach der Befruchtung nicht notwendiger Weise durch diese bedingt ist, dass auch heterogene Körper, im Falle sie durch ihre Vergrösserung einen Reiz auf die Archegoniumwand ausüben, hier den Anstoss zu Wachsthumerscheinungen geben, in gleicher Weise, wie auch in anderen Geweben Verletzungen etc. erregend wirken. Es spricht dies für meine oben ausgesprochene Ansicht von der selbstständigen, von einander unabhängigen, aber sich doch gegenseitig beeinflussenden Entwicklung der Calyptra und des Embryo.

theilungen eintreten, sich ebenfalls aus je 4 quadrantisch gelegenen Zellen zusammensetzen. Auch in diesen Querscheiben geht nun, wie *Kühn*¹⁾ für die Andraeaceen nachwies, die Theilung in gleicher Weise wie bei den Lebermoosen vor sich: es bilden sich 4 centrale Zellen quadratischer Form, die zusammen ein grösseres Quadrat bilden. Dieses Grundquadrat (*Kühn*) ist umschlossen von 8 peripherischen Zellen. Da, wie ich zeigte, auch bei vielen Jungermannieen die Sporenkapsel sich aus mehreren Querscheiben zusammensetzt, so gibt es allerdings ein Stadium der Entwicklung, wo der Aufbau des oberen Theiles des Sporogoniums bei Leber- und Laubmoosen durchaus gleich ist.

Ich vermisste nun leider in der Abhandlung *Kühn's* die Angabe, ob die 4 Zellenreihen, welche im Querschnitt das Grundquadrat bilden, vielleicht nicht genau die Differenzirung der Columella angeben, mit anderem Worte, ob diese sich nicht ausschliesslich aus diesen 4 axilen Reihen, die Urmutterzellen der Sporen aber aus der diesen Reihen angrenzenden Zellschicht entwickeln, oder ob die Sporenbildende Schicht aus den 4 axilen Zellreihen abgeschieden wird. Ist das erstere der Fall — und ich möchte dies vermuthen, so haben wir also die 4 Columella-bildenden Zellreihen des Laubmoossporogoniums gegenüber den 4 Sporenbildenden der Jungermannieen und jede weitere Vergleichung mit den Jungermannieen ist, weil Anhaltspunkte fehlen, zwecklos. Im hohen Grade lehrreich und interessant ist dafür die Vergleichung des Sporogoniums von *Anthoceros* mit dem der Andraeaceen:

Der Embryo von *Anthoceros* erscheint, wenn er kaum 39 Mik. gross ist, aus 3 Stockwerken aufgebaut, deren jedes aus 4 quadrantisch gelegenen Zellen besteht. Die Zellen des dritten Stockwerkes haben die Form von Kugeloctanten. Das untere Stockwerk bildet den später sich so auffallend ausbildenden Fuss: seine Entwicklung hat zum Zwecke der hier durchzuführenden Vergleichung weiter keine Bedeutung und möge daher hier unberücksichtigt bleiben. Die 4 Zellen des mittleren Stockwerkes zerfallen ganz nach demselben Theilungsmodus, nach welchem bei den Andraeaceen das »Grundquadrat«, bei den Jungermannieen der Sporenraum angelegt wird, in 4 Innen- und 8 Aussenzellen. In den 4 Scheiteloctanten bilden sich durch tangente Wände in gleicher Weise 4 Innen- und 4 Aussenzellen, letztere von der Form von 4 Kugelschalstücken (Deckelzellen): Die beiden Stockwerke von Innenzellen sind nun die Anlage der künftigen Columella. Aus den Aussenzellen, deren Zahl durch Radialtheilungen verdoppelt wurde, sondert sich durch eine in allen Zellen eintretende Tangentialtheilung die Sporenbildende Zellschicht von einer peripherischen ab, welche letztere dann durch spätere Tangentialtheilungen mehrschichtig wird. Ein Querschnitt durch einen in diesem Entwicklungsstadium befindlichen Embryo sieht täuschend ähnlich dem Querschnitte des Embryo von *Andreaea*, den *Kühn* auf Taf. VIII Fig. 58 abgebildet hat. Und sollte, wie ich vermute, die in dieser Figur an das centrale »Grundquadrat« anstossende Zellschicht die die Urmutterzellen der Sporen producierende sein, so wäre auch die morphologische Differenzirung in einer Weise gleichartig, wie sie unsere höchste Ueberraschung erregen muss.

¹⁾ *Schenk* u. *Lucrassen* Mittheilungen, Heft 1.

In gleicher Weise also wie bei *Andreaca* und *Sphagnum* erreicht die Columella den Scheitel nicht, und in gleicher Weise erscheint die Sporenbildende Schicht glockenförmig über sie hinübergewölbt¹⁾. Wenn wir nun weiters die gleichartige Ausbildung des Fusses bei *Sphagnum* und *Anthoceros*, dann die auch bei Laubmoosen vorkommenden Spaltöffnungen an der Kapselwand in Betracht ziehen, so liegt der Gedanke wohl sehr nahe, in diesen übereinstimmenden Merkmalen den Ausdruck einer näheren Verwandtschaft zu sehen, als man seit jeher anzunehmen geneigt ist.

Ich begnüge mich, auf diese gewiss merkwürdige Uebereinstimmung aufmerksam gemacht zu haben. Die Embryologie der Laubmoose ist noch zu wenig genau studiert, um mich zu Versuchen nach weiterer Vergleichung anzuregen.

Mit der Ausbildung des Sporogoniums geht auch die Umbildung des Archegoniums zur Calyptra Hand in Hand, womit immer auch eine Wucherung des Stengelgewebes am Grunde der Calyptra verbunden ist. Auch diese Vorgänge wurden von *Gottsche*²⁾ und *Hofmeister*³⁾ erschöpfend dargestellt. Am wenigsten klar sind die diesbezüglichen Verhältnisse bei *Trichoclea*, und ich möchte das Wenige, was ich über die Fruchtbildung dieser Pflanze erforschen konnte, hier mittheilen:

Der Fruchtkast entspringt in der Regel im Gabelungswinkel, in anderen Fällen ist er seitenständig⁴⁾, und im günstigsten Falle noch keinen Cm. lang. Ein gut geführter Längsschnitt zeigte mir deutlich, dass der obere Theil von der Calyptra gebildet war, da unter den am Scheitel des Fruchtkastes sitzenden (abgestorbenen) Archegonien sich immer eines finden lässt, das nur auf den Halstheil reducirt erscheint, an dem man aber deutlich den Uebergang in das Gewebe der Hülle beobachtet, die an dieser Stelle immer nur aus sehr wenigen Zellschichten besteht.

Sprosse, an welchen keine Früchte angelegt wurden, an denen also die Archegonien sämmtlich abgestorben waren, waren um die Hälfte kürzer. Auch hier fanden sich die Archegonien an der Sprossspitze in einer Gruppe beisammen, aber vielfach untermischt mit Haargebilden, die denjenigen gleichen, wie sie auch am vegetativen Stengel und von den

¹⁾ Die Columella von *Anthoceros* hört ziemlich weit unterhalb der Spitze des Sporogoniums auf. Es kommt dies daher, dass nach Anlage der Columella und der Sporenbildenden Schichte die 2 Deckelzellen einer Hälfte die durch überwiegende Entwicklung die beiden der anderen Hälfte vom Scheitel abdrängen und an der Spitze der jungen Frucht liegen, sich noch einige Zeit weiter theilen und eine Art Spitzenwachsthum zeigen, wodurch allerdings hie und da Zellgruppierungen entstehen, die denen beim Wachsthum mit zweischneidiger Scheitelzelle vorkommenden entsprechen. Ein Scheitelwachsthum mit einer Scheitelzelle kommt aber während der ganzen Entwicklung des Sporogoniums nicht vor; wie andererseits auch dieses eben erwähnte Scheitelwachsthum erst nach der Anlage der Columella und der Sporenbildenden Schichte stattfindet.

²⁾ Ueber *Haplomitrium* . . . und Fructification der *Geocalyceae* in N. A. XXI p. 11.

³⁾ Vergl. Unters. . . . und Entwicklung der Frucht von *Calypogeia* in: Berichten der k. sächs. Ges. der Wiss. 22. April 1854.

⁴⁾ Er ist wohl immer das Ende eines relativen Hauptsprosses, der rechts und links Seitenäste entwickelte. Entspringen diese auf gleicher Höhe, so erscheint der Fruchtkast im Gabelungswinkel; sind sie jedoch einen oder mehrere Segmentcyklen entfernt von einander angelegt, so erscheint der Fruchtkast, an dem einen Zweige hinauf gerückt, und so gewissermassen an ihm seitenständig.

Blattinsertionen entfernt, namentlich an seiner Rückenseite gefunden werden. Es sind also auch hier, ebenso wenig wie dort, diese Haargebilde etwa Theile von Blättern, sondern ganz selbstständig aus der Stengeloberfläche nach der Blattbildung hervorstehende Trichome.

Ueber die Anlage der Archegonien weiss ich nichts zu sagen, denn junge weibliche Blütenstände konnte ich bis jetzt noch nie auffinden. Wenn man aber diese abgestorbenen Anlagen mit der ausgebildeten Frucht vergleicht, so kann man sich über die Bildung der letzteren wohl eine Vorstellung machen: Bei anderen Jungermannieen mit stark entwickelter Calyptra findet man die abgestorbenen Archegonien entweder am Grunde derselben oder bis zur Mitte oder in seltenen Fällen bis über diese zerstreut. Es musste also in diesen Fällen der obere Theil der Calyptra durch selbstständiges Wachsen des Archegoniumbauches gebildet sein und alle jene Gewebetheile, an denen wir Archegonien inserirt finden, sind nicht aus diesem, sondern aus dem Stengelgewebe gebildet. Bei *Trichocolea* sind vor dem Stadium der Fruchtbildung die Archegonien wie bei den übrigen Jungermannieen am Scheitel des Sprosses zusammenstehend. Dieselbe Lage haben sie auch am Fruchteste, und man findet dicht neben dem Halse desjenigen Archegoniums, dessen Eizelle sich zum Embryo entwickelte, auch abgestorbene Archegonien. Dies zeigt uns, dass schon dieser Theil der Calyptra durch das Stengelgewebe und nicht durch den Archegoniumbauch gebildet wurde, dass sich dieser überhaupt nur in ganz unbedeutendem Grade an der Bildung der Fruchthöhle betheiligt. Da nun weiters die am Scheitel stehenden unbefruchteten Archegonien nicht sehr von einander entfernt stehen, also ihre gegenseitige Lage nur wenig verändert haben, so folgt daraus, dass die Wucherung des Stengelgewebes, welche zur Bildung der Calyptra führte, nicht unmittelbar am Scheitel, sondern im vorzüglichen Maasse etwas unterhalb des Scheitels vor sich ging. Es ist dies derselbe Theil des Stengels, der auch bei den Geocalyceen die Umbildung in den ausgehöhlten Fruchtest einleitet, und es unterscheiden sich beide Formen der Fruchtbildung — abgesehen von der ganz verschiedenen endlichen Ausbildung — nur dadurch von einander, dass bei *Calypogeia* z. B. auch der Bauch des befruchteten Archegoniums ein selbstständiges Wachstum zeigt, während bei *Trichocolea* die Archegoniumwandung, ohne sich selbstständig auszubilden, in die Gesamtwucherung einbezogen wird.

Keimung der Sporen.

Die Keimung der Lebermoossporen war schon vielfach Gegenstand der Untersuchung. Wenn wir von *Hedwig* absehen, der die Keimung der Sporen bei mehreren frondösen Lebermoosen zuerst beobachtete, waren es vorzugsweise *Nees v. Es.* und *Bischoff*, die auf Grund ihrer allerdings wieder nur an frondösen Formen ausgeführten Keimungsversuche als Vertreter der beiden gegentheiligen Ansichten betrachtet werden können, die noch dermalen unvermittelt neben einander fortbestehen. Entwickelt sich die Geschlechtsgeneration unmittelbar aus der keimenden Spore, wie *Nees* behauptet, oder wird zuerst ein Vorkeim gebildet, an dem sekundär das Pflänzchen entsteht, wie *Bischoff* meint? Die ersten genaueren Beobach-

tungen über die Keimung folioser Jungermannieen wurden von *Hofmeister*¹⁾ mitgetheilt. Nach diesem Forscher hätte man in dieser Pflanzengruppe drei wesentlich verschiedene Entwicklungsweisen zu unterscheiden, als deren Repräsentanten *Frullania*, *Jungermannia* (*bicuspidata*) und *Radula* angesehen werden könnten:

Bei *Frullania* und *Jungermannia* soll sich schon nach der Halbiring der Spore die Scheitelzelle des Pflänzchens constituiren, die Spore also direkt zum beblätterten Pflänzchen auswachsen, dieses also ohne Vermittlung eines Vorkеims gebildet werden. Ein Unterschied in der Entwicklung bestehe aber darin, dass bei ersterer Pflanze die Segmentirung der Scheitelzelle sich immer gleich bleibe und schon nach den ersten Theilungen ein massiger Zellkörper entstehe, während bei *Jungermannia* die Scheitelzelle zuerst durch sich wiederholende Quertheilungen einen Zellfaden bilde und erst später die Segmentirung durch schiefe Wände zeige. Bei *Radula* dagegen mache sich anfangs keine bevorzugte Wachstumsrichtung und keine Scheitelzelle bemerkbar und erst später werde am Rande des kuchenförmigen Gewebekörpers das Pflänzchen angelegt. *Frullania* und *Jungermannia* würden also der Bildung eines Vorkеims entbehren, *Radula* aber einen solchen in ganz ausgezeichneter Weise zeigen.

Auch *Grönland*²⁾ theilte über die Keimung folioser Jungermannieen manche schätzenswerthe Beobachtung mit und vertritt mit Entschiedenheit die Ansicht *Bischoff's*, dass die keimende Spore immer zuerst ein Protonema bilde, an welchem erst das Pflänzchen entstehe. Nach der Form dieses Protonema sollten 3 Typen in die Erscheinung treten, und es sei nicht zu verkennen, dass an Pflanzen, welche in dieser Beziehung denselben Typus folgen, auch im entwickelten Zustande eine gewisse habituelle Aehnlichkeit hervortrete. So sollen die rund- (ganz-) blättrigen Jungermannieen (*Jung. circulata*, *Alicularia scalaris*) sich dadurch auszeichnen, dass die Sporen sich zu kugeligen Zellkörpern umwandeln, die zahlreiche Rhizoiden zeigen und erst später das Pflänzchen producieren. Die Jungermannieen mit 2 spitzigen Blättern (*J. bicuspidata*, *bicrenata*, *divaricata*, *Sarcoscyphus*, *Lophocolca*) zeigen ein fadiges Protonema, an dem erst nach der Anlage des Pflänzchens Rhizoiden sich bilden. Die durch gemeinsamen Habitus sich auszeichnenden baumbewohnenden *Frullania* und *Radula* stimmen auch in der Bildung des Vorkеims dadurch überein, dass derselbe als kuchenförmige Scheibe auftritt, die an einer Stelle ihres Randes das Pflänzchen anlegt, während an der Unterseite Rhizoiden hervorwachsen.

Bevor ich meine eigenen Untersuchungen mittheile, will ich nur erwähnen, dass ich mit *Grönland* darin vollkommen übereinstimme, dass kein Lebermoos der Protonemabildung entbehrt, dass ich aber in der Form desselben durchaus nicht den Ausdruck natürlicher Ver-

¹⁾ Vergl. Unters. pg. 28.

²⁾ Mémoires sur la germination de quelques Hépatiques. Ann. des scienc. nat. 4 Série T. 1. Man findet in dieser Abhandlung auch eine vollständige Zusammenstellung der betreffenden Literatur, daher ich es für unnötig halte, dieselbe hier weitläufiger mitzutheilen.

wandtschaft zu erblicken vermag. *Grönland* selbst theilt mit, dass bei *Blasia* die ersten Keimungsstadien ganz verschieden verlaufen, je nachdem die Sporen dicht oder zerstreut ausgesät werden ¹⁾, und ich werde später Gelegenheit haben, eben solche Abweichungen auch bei foliosen Jungermannieen mitzutheilen.

Die ersten Stadien der Keimung von *Radula* hat *Hofmeister* sehr genau beschrieben: Die Spore zerfällt nach vorhergegangener Vergrößerung in 4 quadrantisch gelegene Zellen, durch deren weitere Theilungen endlich eine scheibenförmige Zellfläche gebildet wird, welche später in zwei Schichten zerfällt. Wir sehen einen solchen Entwicklungszustand in Taf. II Fig. 11. Die gleichartige Ausbildung sämtlicher 4 durch die ersten Theilungen gebildeten Quadranten in Bezug auf Wachstum und Theilung findet jedoch durchaus nicht ausnahmslos statt. Wir finden im Gegentheile, dass häufig sich ein Quadrant stärker entwickelt und in der Aufeinanderfolge einiger Zelltheilungen scheinbar ein Scheitelwachsthum mit zweischneidiger Scheitelzelle zeigt (Fig. 12), oder, dass zwei Quadranten im Wachsthum ganz zurückbleiben (Fig. 13). Andere Unregelmässigkeiten sehen wir in Bezug auf das Dickenwachsthum und die Fig. 14, 15, 16 mögen diesbezüglich als Beispiele dienen.

Hat die Zellscheibe eine gewisse Grösse erreicht, so beobachten wir am Rande derselben eine durch ihre Grösse ausgezeichnete Zelle (Fig. 17). Später finden wir an ihrer Stelle eine Zellgruppe, deren Abstammung aus einer Zelle sehr leicht erkannt werden kann (Fig. 22b, 19). Wenn wir nun aber diese Zellgruppe an der dem Substrate zugewendeten Seite der Vorkeimscheibe untersuchen, so finden wir hier die Sprossanlage (Fig. 22a, 18, 20) ²⁾. Betrachten wir nun genauer Fig. 18: Die in Rückenansicht der Protonemascheibe so deutlich hervortretende Zellgruppe (A + α in Fig. 19) erkennt man auch in der Ventralansicht wieder, aber über sie gewissermassen hinübergelagert liegen mehrere aus kleineren Zellen bestehende Zellkomplexe: der aus 2 Zellen bestehende Complex β , dann ein die Form eines Blättchens zeigender B und ein solcher α . An der Spitze des Complexes B sieht man eine kurze aber deutliche Papille. Ich deute diesen Zellkomplex wegen Form und Lage und in Folge der Vergleichung mit älteren Entwicklungszuständen (Fig. 20, 21) als Unterlappen eines Seitenblattes, den Complex C (bestehend aus 2 neben einander liegenden Zellen) als das nächste Seitenblatt, die Zelle n als das erste ventrale Segment. Aber auch die Zellgruppe A + α deute ich als schon zur Sprossanlage gehörig. Sie zeigt sich nämlich an älteren Entwicklungs-

¹⁾ Man vergl. Heft I pg. 52. Es wäre möglich, dass die fadenartige Ausbildung des ersten Stadiums des Protonema als Anpassungserscheinung aufzufassen sei. Durch die Bildung eines »Keimschlauches«, an dessen Ende sich der Sporenhalt ansammelt, werden offenbar die Nachteile, die mit der gehäuften Aussaat verbunden sind, gemindert, da dadurch die Anlagen der jungen Pflänzchen auf von einander entferntere Punkte verlegt werden.

²⁾ Nach *Hofmeister* (l. c. pg. 29) soll die Anlage des belüfteten Pflänzchens erst an zweischichtig gewordenen Vorkeimen sichtbar werden. Ich fand aber häufig Sprossanlagen an durchaus einschichtigen Vorkeimen und man findet überhaupt sehr häufig die Zweischichtigkeit nur auf die Flächenzellen (und nicht auch auf die Randzellen) ausgedehnt. An solchen einschichtigen Vorkeimflächen mit deutlichen Sprossanlagen mangeln dann an der Unterseite die Rhizoiden.

stadien an der Spitze immer zweilappig und diese beiden Lappen liegen nicht in einer Ebene, sondern stossen unter einem stumpfen gegen die Sprossanlage offenen Winkel aneinander (Fig. 18, 20, 21, 22). Dann wäre A als Oberlappen zum Unterlappen B gehörig, und α der Oberlappen eines Blattes (des ersten), dessen Unterlappen auf die Zellgruppe β reducirt erscheint. Zu dieser Auffassung bestimmt mich, ausser den schon angegebenen Momenten, namentlich der Umstand, dass an Sprossanlagen, die gleiches Entwicklungsstadium zeigen, immer diese Gruppierung der Zellen eingehalten wird, was schon ein Blick auf die Figuren 18, 20 u. 22 bestätigt. Weiters spricht dafür aber gewiss das Auftreten jener grösseren Randzelle, wie sie an dem in Fig. 17 dargestellten Protonema sichtbar ist und die unzweifelhaft an der Stelle gefunden wird, an der später die Sprossanlage entsteht. In dieser Zelle treten nun nacheinander zwei ihrer Längsachse parallele Wände auf, die gegen einander geneigt und sich schneidend, einen nach der Substratseite offenen Winkel bilden (Fig. 18b Wde. 1, 2). Von der mittleren der so gebildeten Zellen, die zwischen die 2 seitlichen eingeklemt ist, wird nun durch eine gegen ihre Längsachse und die Protonemafläche geneigte Wand das vom Protonemarande entfernte Stück abgeschnitten, das der Zelle n in Fig. 18 entspricht, während die 2 seitlichen Zellen jene 2 Zellgruppen bilden (A, α), die ich als die Blattoberlappen gedeutet habe. Nach diesen 3 Theilungen ist eine 3seitig pyramidale mittlere Zelle entstanden, die nun als Sprossscheitelzelle weiter fungirt. Ich habe mich vielfach von der strengen Gesetzmässigkeit dieser Theilungen überzeugt und halte meine Deutung, dass die am Rande der Vorkëimscheibe auftretende grössere Zelle als Sprossmutterzelle zu betrachten sei, für hinlänglich gerechtfertigt¹⁾.

Eine eben so scharfe Sonderung zwischen Vorkeim und Sprossanlage finden wir bei *Lophocola* (und *Chiloscyphus*), wenn auch die Ausbildung des Protonema in ganz anderer Weise stattfindet und statt Flächenvorkeimen Fadenvorkeime gebildet werden: Die mit einem braunen feingekörnten Exosporium versehenen Sporen wachsen an einer Seite oder an 2 diametral gegenüberliegenden Stellen zu einem Schlauche aus, der durch Quertheilungen sich verlängert. Es entsteht auf diese Weise ein gegliederter Zellfaden, der die ursprünglichen und nicht gedehnten Wandstücke der Spore an einer Endzelle des Fadens oder an einem Fadengliede erkennen lässt (Taf. VI Fig. 7, 15). Eine Verzweigung des Zellfadens tritt bei *Lophocola* seltener, bei *Chiloscyphus* häufiger ein, und ebenso sehen wir bei ersterer Pflanze den Protonemafaden immer aus wenigen Zellen (etwa 6) bestehen, während er bei letzterer oft aus 12 und mehr Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 15, 16a). Die Sprossanlage tritt immer in der Endzelle auf. Es bildet sich hier eine gegen die Fadenachse mehr weniger geneigte

¹⁾ Dass dieselbe auf die Unterseite des Vorkeimes gerückt erscheint und dass sie in der Randansicht nicht gesehen wird, ist nichts Abnormes, da, wie ich seinerzeit gezeigt habe, auch an entwickelten Sprossen wegen des zur Längsachse des Sprosses fast senkrechten Verlaufs der ventralen Seitenwand die freie Aussenfläche der Scheitelzelle weit nach der Bauchseite übergreift und somit in Spitzenansichten nicht an ihrer ventralen Begrenzung gesehen werden kann.

Wand, auf welcher bald eine nach der entgegengesetzten Seite geneigte nachfolgt. Ich bezeichne die so entstandenen Zellen als die beiden ersten Segmente des Sprosses (1 u. 2 in Fig. 8 et seq.). Schon durch die erste schiefe Wand ist die Bilateralität angelegt; das durch sie abgeschnittene Segment ist immer dem Substrate zugekehrt und zerfällt später in 2 Zellen, die zu Rhizoiden auswachsen (Fig. 10). Es kann als das erste ventrale Segment des Pflänzchens betrachtet werden. Die durch die zweite Theilungswand abgeschnittene Zelle ist als seitenständiges Segment zu betrachten, da sie häufig zu einer kurzen Zellreihe auswächst, in welcher Form ja so häufig die ersten Seitenblätter auftreten (Fig. 9—13). Mit der dritten Theilungswand ist die 3seitige Scheitelzelle constituirt, die nun weiters in spiralförmiger Folge Segmente bildet. Die seitenständigen Segmente wachsen anfangs zu einfachen Zellreihen aus (Fig. 12); aber schon im dritten oder vierten Segmentcyklus finden wir, dass jedem Segmente 2 am Grunde verbundene Zellreihen entsprechen. Es sind damit die beiden Blattlappen angelegt. Später finden wir die dem Oberlappen entsprechende Zellreihe in ihrer unteren Hälfte verbreitert und dort die Zellen längsgetheilt (Fig. 14 I A, II A), noch später wird auch die dem Blattunterlappen entsprechende Reihe in gleicher Weise verändert. Bis zu diesem Stadium der Entwicklung zeigen die ventralen Segmente noch keine Spur von Blattbildung. Diese tritt zuerst in der Weise in die Erscheinung, dass das ventrale Segment seiner ganzen Breite nach in eine Papille auswächst. In höheren Segmenten erscheint diese Papille auf einer Zelle über die Sprossoberfläche emporgehoben, ihre Tragzelle der Länge nach getheilt, später durch Quertheilungen in kürzere Zellen zerlegt, die da und dort zu Rhizoiden auswachsen. So erreichen die ventralen Blätter in gleicher Weise wie die seitenständigen erst allmählich ihre vollendete Gestalt; da aber ihre Entwicklung später beginnt, wird die Form wie wir sie an ausgewachsenen Pflänzchen finden, auch viel später, d. i. erst in höheren Segmentcyklen erreicht. Wenn man daher an Keimpflänzchen jene Stellen aufsucht, wo die Seitenblätter zuerst die vollendete Form zeigen, und sie in gleicher Höhe auf ihre Amphigastria untersucht, so werden wir immer finden, dass diese noch nicht die vollkommene Gestalt erlangt haben. Von dieser Stelle nach der Spitze des Pflänzchens hin nähern sie sich aber derselben immer mehr, nach dem Grunde hin werden sie einfacher.

Chiloseyplus stimmt in Bezug auf Keimung mit *Lophocolea* ziemlich überein. Wir finden in gleicher Weise ein späteres Auftreten der Amphigastria, und diese wie die Seitenblätter erreichen erst allmählich ihre definitive Ausbildung (Fig. 15—19). Auch hier wird in der Scheitelzelle des Protonemafadens sogleich die 3seitige Scheitelzelle constituirt (Fig. 15 a, c), aber ich fand in der Regel die Blattbildung nicht schon in den ersten so gebildeten Segmenten, sondern erst in späteren eintreten (Fig. 16, 17).

Nach den Zeichnungen *Hofmeister's* und *Grönland's* keimt *Jung. bicuspidata* ganz in gleicher Weise; natürlich muss in späteren Stadien sich der Unterschied geltend machen, dass bei dieser Pflanze keine Amphigastria gebildet werden, diese vielmehr auf dem Zustand der Primordialpapillen stehen bleiben.

Für *Alicularia* lauten die Angaben beider Forscher verschieden: Nach *Hofmeister* soll sich hier ebenfalls ein Fadenprotonema bilden, während *Grönland* angibt, dass allerdings hier und da ein solches gebildet werde, in der Regel aber sogleich ein Zellkörper entstehe, an dem nach Produktion von Rhizoiden die Sprossanlage auftrete. Es sei dieser Vorkeimkörper auch später noch, wenn das Pflänzchen schon weiter entwickelt ist, noch leicht von derselben zu unterscheiden.

Ich stimme vollkommen mit *Grönland* überein. Doch möchte ich glauben, dass in den meisten Fällen die beiden ersten Theilungen der Spore auf einander senkrecht stehen: Die erste Theilung erfolgt ganz in gleicher Weise wie bei *Lophocolea*, indem die Ausstülpung der Spore durch eine Querwand abgeschnitten wird und sich nun senkrecht auf die frühere Theilungsrichtung nochmals theilt. Die weitere Entwicklung aber kann sehr verschieden verlaufen. Es kann eine der beiden Zellen ganz unverändert bleiben und die andere in eine Zellreihe auswachsen¹⁾ (Taf. XI Fig. 14); es können beide Zellen, in denen ihre Wachstumsrichtungen divergiren, selbstständige Zellreihen bilden; es kann die eine Zelle eine Zellreihe, die andere ein Rhizoid bilden; es kann endlich jede Zelle durch eine auf den beiden ersten Theilungswänden senkrechte Wand in 2 neben einanderliegende Zellen zerfallen, so dass nun über der einen ursprünglich und ungetheilt gebliebenen Sporenhälfte 4 Zellen aufstehen, die dann durch Querwände in 2 Stockwerke zerfallen (Fig. 16). Es finden dabei vielfache Unregelmässigkeiten durch Ausbleiben von Theilungen in der einen oder der andern Zelle oder durch Veränderung in der Neigung der Theilwände statt, so dass eine bestimmte Regelmässigkeit nur in seltenen Fällen (Fig. 12) hervortritt. Die Anlage von Sprossen an Vorkeimkörpern oder Vorkeimfäden habe ich nicht beobachtet; und selbst an dem so vielzelligen Vorkeime, der in Fig. 19 abgebildet ist, war eine Sprossanlage nirgends zu erkennen.

Die durch die erste Theilungswand abgeschnittene und vom Exosporium überzogene Sporenhälfte bleibt meist unverändert; in einigen Fällen sah ich aber auch diese vergrössert und getheilt.

Auch *Trichocolea* verhält sich ähnlich: Die Sporen wachsen entweder zu Zellfäden aus (Taf. III Fig. 4), die an ihrer Spitze den Spross anlegen (Fig. 15); oder es bilden sich sogleich verschieden geneigte Wände und es entsteht ein oft sehr unregelmässig gestalteter Vorkeimkörper (Fig. 11), an dem dann durch das Auftreten regelmässiger Theilungen, die zur Bildung einer 3seitig pyramidalen Scheitelzelle führen, der Spross angelegt wird (Fig. 10, 9). Die ersten Segmente produciren keine Blattgebilde. In späteren Segmenten sehen wir dann die Seitenblätter zuerst als Zellreihen auftreten, während die ventralen Segmente noch keine Spur von Amphigastrien zeigen (Fig. 16, 17, 18).

Ich habe noch manche andere Jungermanniee (*Jung. trichophylla*, *J. hyalina*, *Lepidozia reptans*) in Bezug auf die ersten Keimungsstadien untersucht. Ich fand immer beide letz

¹⁾ Man überzeugt sich davon häufig durch Drehung des Vorkeimfadens, der in anderer Lage (Fig. 14 a) am Grunde als Zellreihe erscheint.

erwähnten Keimungsarten, wenn auch bei der einen das fädige Protonema häufiger auftrat (*Jung. trichophylla*), bei der anderen aber die Körperform desselben überwiegend war (*Jung. hyalina*, *Lepidozia*). Es ist also wohl wahrscheinlich, dass in diesen Fällen die Form des Protonemas mehr durch äussere Ursachen (Feuchtigkeit?) bestimmt werde, in gleicher Weise, wie wir auch bei der Keimung der Farrensporen das eine Mal das Prothallium durch einen sehr langen vielgliedrigen Keimschlauch mit der Spore verbunden finden, das andere Mal aber denselben auf ein oder zwei Zellen reducirt sehen.

Ich habe bis jetzt des Verhaltens des Exosporiums nicht gedacht. *Gottsche* und *Hofmeister* legen darauf grosses Gewicht ob dasselbe gesprengt oder gedehnt wird. Ich vermag darin kein wichtiges Merkmal zu erkennen. Wohl sehen wir bei *Grimmaldia*, *Fossombronia*, *Anthoceros* und andern, wo das Exospor sehr mächtig und namentlich leisten- und netzartig verdickt ist, durchwegs ein Aufreissen des Exospor. Aber bei nahen Verwandten mit minder stark verdicktem und gekörntem Exospor: bei *Marchantia*, *Fegatella*, wird dasselbe gedehnt (aber hie und da auch zerrissen). Unter den foliosen Jungermannieen und namentlich bei den in Bezug auf ihre Keimung oben angeführten Pflanzen hängt es ganz von der Art der Keimung ab, ob wir das Exosporium später an einer Zelle vorfinden oder nicht. Wo das Flächenwachsthum der Membran nur einen geringen Theil der Sporenhaut trifft, wie bei der Bildung fadenförmigen Protonemas, wo der übrige Theil der Sporenhaut unverändert bleibt, da wird am Protonema häufig eine Zelle mit dem Exospor bekleidet aufzufinden sein, während dort, wo der grösste Theil der Sporenhaut in das Wachsthum einbezogen wird, das Exospor nicht mehr aufzufinden sein wird. Aber auch im ersteren Falle zeigt eine genauere Beobachtung immer, dass die Abgrenzung des Exospor keine vollkommen scharfe ist, und dass es immer nur darauf ankommt, ob ein grösserer oder geringerer Theil der mit dem Exospor bekleideten Membran in das Flächenwachsthum einbezogen wird. Eine Vergleichung der auf Taf. VI Fig. 7 dargestellten Keimungsstadien von *Lophocolea*, dann die Fig. 5—7 auf Taf. III werden diesen Ausspruch bestätigen.

Ich habe bei der vorstehenden Schilderung des Baues und der Entwicklung der foliosen Jungermannieen nur die bilateralen Formen im Auge gehabt und des multilateralen *Haplomitrium* nur nebenbei Erwähnung gethan. Ich habe es für besser gehalten, dieses Moos, das in so vielen Beziehungen von jener Formengruppe durchaus abweicht, selbstständig zu schildern.

Es soll dies im Folgenden versucht werden:

Haplomitrium.

(Tafel XII.)

Wenn die nachfolgenden Untersuchungen über dieses so interessante Pflänzchen ziemlich dürftig ausgefallen sind, so mag dies durch den Umstand entschuldigt werden, dass es mir

leider nicht gelang, frisches Material zu erhalten, und ich daher gezwungen war, Herbarmaterial zu benützen, das mir durch die Güte Dr. *Grönland's* zur Verfügung gestellt wurde. Es ist selbstverständlich, dass bei der grossen Seltenheit der Pflanze auch mit diesem Materiale möglichst sparsam umgegangen werden musste, so dass das Wenige, was ich über die Pflanze zu sagen weiss, das Resultat der Untersuchung von etwa einem halben Dutzend Stämmchen ist ¹⁾).

Da durch *Gottsche's* vortreffliche Abhandlung ²⁾ die Morphologie der Pflanze mit vielleicht einziger Ausnahme der Vorgänge im Achselscheitel ohnehin vollständig bekannt war, so richtete ich meine Untersuchung vorzüglich:

1. auf das Spitzenwachsthum der Sprosse,
2. auf die Anlage der Seitensprosse,
3. auf die Anlage der Geschlechtsorgane.

In Bezug auf den ersten Punkt kann man sich von dem Vorhandensein der 3seitigen Scheitelzelle an der freipräparirten Spitze unschwer überzeugen. An den vertikalen d. h. beblätterten Sprossen ist sie ziemlich genau gleichseitig und es erscheinen auch die jüngsten Segmente am anodischen und kathodischen Rande gleich breit (Fig. 7). Da nun jedes Segment ein Blatt producirt, so müssten (in der Knospe wenigstens, wo wegen der noch nicht eingetretenen Segmentstreckung auch keine Drehung erfolgen konnte) die Blätter genau nach $\frac{1}{3}$ Divergenz geordnet sein. Aber auch hier, so wie es auch *Gottsche* für die entwickelte Pflanze angibt, ist diese Divergenz nicht eingehalten; das vierte Blatt, welches vor dem ersten stehen sollte, ist in der Spirale mehr weniger über dasselbe hinausgerückt. Mit dieser Thatsache übereinstimmend fand ich ein paarmal die Segmente zunächst der Scheitelzelle am anodischen Rande etwas breiter. Es wäre übrigens immerhin möglich, dass durch eine genauere Untersuchung an frischem Materiale auch schon in den Theilungen der Scheitelzelle selbst die ungleiche Breite der Segmente an ihren Seitenrändern und damit der Grund der complicirten Blattdivergenz nachgewiesen werden könnte, wie ja auch an blattlosen Sprossen die ungleichseitige Scheitelzelle immer deutlich hervortritt (Fig. 1.—3).

Haplomitrium ist meines Wissens das einzige Lebermoos, an dem keine Bilateralität in die Erscheinung tritt. Die Blätter sämtlicher 3 Blattreihen sind sich durchaus gleich, und da nun auch die Rhizoiden dem Pflänzchen gänzlich fehlen, so ist es unmöglich, eine Rücken- und Bauchseite zu unterscheiden und eine Blattreihe als Amphigastrienreihe zu bezeichnen. Auch in der Vegetationsspitze ist weder in der Form der Scheitelzelle noch in dem Wachsthum der Segmente nach keiner Seite hin eine Differenz herauszufinden.

An vegetativen Sprossen und ebenso an reproductiven, vor der Anlage der Geschlechtsorgane wächst jedes Segment zu einem Blatte aus (Fig. 7 und 5). Während nun bei allen

¹⁾ Wenn man die trockenen Stämmchen einige Stunden in Wasser aufweicht, dann einige Tage in Alkohol liegen lässt, so werden die präparirten Spitzen nach Zusatz von Kalilösung vollkommen durchsichtig.

²⁾ Ueber *Haplomitrium Hookeri*. N. A. A. C. L. Vol. XX P. I.

übrigen Jungermannieen die durch die Halbierung des Segmentes angedeutete Bildung der beiden Blattlappen schon in den ersten Stadien der Blattentwicklung zu bemerken ist, indem über der Aussenfläche des Segmentes sich zwei Höcker erheben, welche durch eine der Segment- (Blatt-) mediane entsprechende Furche von einander getrennt sind, sehen wir bei *Haplomitrium* eine Halbierungswand nicht auftreten und das Auswachsen des Segmentes sich in derselben Weise vollziehen, wie bei den Laubmoosen, so nämlich, dass dasselbe gerade in seiner Mediane am stärksten wächst, wodurch schon das junge Blatt einen dreieckigen Umriss erhält (Fig. 4, 5). Das Blatt zeigt also anfangs immer nur eine Wachstumsspitze und diese wird von einer Scheitelzelle eingenommen, die sich mehrmals hinter einander durch Querwände theilt. Jedes so gebildete Segment theilt sich dann durch eine Längswand, die aber häufig gegen die Längsachse geneigt ist, ein Umstand, der dann eine ungleiche Ausbildung beider Segmentshälften und somit eine unregelmässige Form des Blattes mit sich bringt.

Gottsche (l. c. pg. 275) gibt an, dass der Ursprung eines Blattes immer durch das Auftreten farbloser »retortenförmiger« Zellen bezeichnet wird, und vermuthet, dass sie den Ursprung des Blattes bilden. Er bezeichnet sie desshalb auch als »cellulae primordiales« und vergleicht sie mit den ähnlich gebildeten Keulenpapillen, wie sie bei so vielen Lebermoosen theils an der Spitze theils am Seitenrande der Blätter gefunden werden. Es ist zweifellos, dass auch ganz junge Blätter, namentlich jene schmalen Läppchen, die in der Nähe der Geschlechtsorgane getroffen werden, sei es an der Spitze oder etwas unterhalb derselben (Fig. 6) oder wohl auch rechts und links am Grunde des Seitenrandes solche Keulenpapillen zeigen. Auch ist es leicht zu constatiren, dass dieselben auch an den normalen (breiten) Blättern da und dort am Rande in verschiedener Zahl vorkommen und neben Geschlechtsorganen auch unmittelbar an der Stengeloberfläche inserirt aufzufinden sind¹⁾. Doch glaube ich nicht, dass in Blattbildenden Segmenten die Blattbildung in jedem Falle mit der Bildung eines (oder mehrerer) solcher Keulenhaare beginnt, wenn es auch zweifellos ist, dass sie schon an sehr jungen Blättern auftreten. An dem in Fig. 5 dargestellten Blatte, welches am Grunde noch Stücke von der Stengeloberfläche angehörigen Zellwänden zeigt, war an der Spitze keine solche Primordialzelle wahrzunehmen, wohl aber fanden sie sich im untersten Gliedersegment an dessen beiden Seitenrändern und nach einwärts der Blattoberseite dicht anliegend. (Ihre Umrisse sind in der Zeichnung punktirt.)

Die Gesetzmässigkeit des Spitzenwachsthumes des Blattes durch Quertheilungen der Scheitelzelle hält in keinem Falle durch längere Zeit an. Es treten nun mehr weniger geneigte Wände auf, ja es kann die Scheitelzelle selbst durch überwiegendes und einseitiges Wachstum des an dieselbe anstossenden Segmentes zur Seite gedrängt und so gewissermassen eine neue Scheitelzelle gebildet werden. Es können sich auf diese Weise am Blattrande mehrere Scheitelpunkte herausbilden, in welchen eine Regelmässigkeit der Zelltheilung nicht mehr zu

¹⁾ Vergleiche *Gottsche* l. c. Taf. XV Fig. 7. Ich werde das Auftreten solcher isolirter Papillen an der Stengeloberfläche später bei Besprechung der Anlage der Geschlechtsorgane zu erklären versuchen.

beobachten ist. Als Folge dieses ungleichförmigen Wachsthumes erhält das Blatt einen unregelmässigen Umriss und es zeigen sich kaum zwei Blätter eines Stämmchens in ihrer Form vollkommen gleich ausgebildet.

Die Stämmchen dieser Pflanze zeigen immer ziemlich reiche Verzweigung. Die Zweige entspringen theils aus der Blattregion und zeigen sich bis zum Grunde beblättert, oder sie nehmen ihren Ursprung aus dem unterirdischen Stammtheile, sind dann am Grunde farblos und unbeblättert, ergrünen später an ihrer Spitze und bilden sich zu normal beblätterten Sprossen um (Stocksprossen nach *Gottsche*), oder haben durchaus einen wurzelartigen Charakter. Dass auch diese Organe mit unbedecktem Scheitel wachsen, also ebenfalls als Stengelorgane gedeutet werden müssen, wurde durch *Hofmeister*¹⁾ sichergestellt.

Alle diese so verschieden ausgebildeten Zweige entstehen interkalar. Eine Endverzweigung scheint überhaupt nicht vorzukommen. Die Zweige sind ringsum am Stengel inserirt und zeigen in ihrer Stellung keine bestimmte Beziehung zu den Blättern. Zwischen schon entwickelten Aesten findet man da und dort, meist wohl in der Nähe eines Blattrandes Sprossanlagen, die oft auf einen kaum merkbaren Höcker reducirt erscheinen.

Die Sprosse wachsen mit 3seitig pyramidaler Scheitelzelle. Die aus ihr abgeschnittenen Segmente zeigen in der Regel nicht genau $\frac{1}{3}$ Divergenz. Wir finden dies ebenso an den verlängerten (und noch blattlosen) Sprossen (Fig. 1, 2), als auch an den Sprossanlagen (Fig. 3). Schon die der Scheitelzelle zunächst gelegenen Segmente wachsen zu Keulenpapillen aus, die sich von allen Seiten über die Scheitelfläche hinüberlegen²⁾. In allen Fällen ist die Vegetationsspitze von einer ziemlich dicken Hülle zähen wasserhellen Schleimes umgeben, der wohl in gleicher Weise wie im Brutknospenbehälter von *Blasia* ein Produkt der Keulenpapillen sein dürfte.

Die männlichen Pflanzen tragen die Antheridien, einzeln oder zu 2 bis 3 beisammestehend, ringsum am Stämmchen. Eine bestimmte Beziehung ihrer Insertionsstellen gegenüber den Blättern vermochte ich nicht zu erkennen, weder an älteren Sprossheilen noch in dem spitzenständigen Blätterschopfe. Ein Querschnitt durch denselben (Fig. 9, 10), zeigt uns die jungen Antheridien häufig am Seitenrande der Blätter oder geradezu an der Stelle eines Blattes, und im ersten Falle beobachten wir immer, dass das betreffende Blatt bedeutend schmaler ist, als die benachbarten wenn auch in der Spirale höher stehenden Blätter. Schon dieser Umstand leitet auf die Vermuthung, es möchten die Antheridien theils an Stelle ganzer Blätter, theils an Stelle von Theilen derselben aus den Segmenten producirt werden. Und es wird diese Vermuthung durch die Untersuchung der Scheitelfläche durchaus bestätigt:

¹⁾ Zur Morphologie der Moose in Berichte der k. sächs. Ges. d. Wiss. 22. April 1854 pg. 97.

²⁾ Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass sämmtliche Sprosse exogen entstehen. Unter den foliosen Jungermannieen ist mir keine Pflanze bekannt, die in der Art der Anlage der Sprosse und der reichlichen Produktion von Keulenpapillen aus den der Scheitelzelle anliegenden Segmenten etwas ähnliches zeigen würde. Wohl aber haben die an der Ventralseite der Frons bei *Symphogyna* (und *Umbraculum*) häufig zu beobachtenden Sprossanlagen mit denen von *Haplomitrium* die grösste Aehnlichkeit.

Schon die der Scheitelzelle unmittelbar anliegenden Segmente (Fig. 7 a), die theils in 3, theils in 2 neben einanderliegende Zellen getheilt sind, erscheinen zu Antheridienanlagen ausgewachsen, und es zeigen die Längsschnitte (Fig. 7 b, 7 c, 11), dass die betreffenden Theile der Segmentaussenfläche in ihrer ganzen Höhe verwendet wurden, so dass an dieser Stelle für die Bildung eines Blatttheiles nichts mehr übrig blieb. Wird nun die Segmentaussenfläche in ihrer ganzen Breitenersreckung zur Bildung von (2 oder 3) Antheridien verwendet, so ist die Blattbildung in diesem Segmente selbstverständlich ganz unterdrückt; die Antheridiengruppe steht an Stelle eines ganzen Blattes. Das Auftreten einzeln (oder zu 2) stehender Antheridien neben schmalen Blattlappen möchte ich nun in der Weise erklären, dass ich annehme, in manchen Segmenten würden öfters von den neben einander und an der Oberfläche liegenden Zellen nur eine (oder 2) zur Antheridienbildung verwendet, während die übrigen in gleicher Weise, wie in sterilen Segmenten Blatttheile produciren¹⁾. Es wäre dies ein ganz ähnliches Verhältniss, wie es bei den bilateralen Jungermannieen bei der Zweigbildung aus einer Segmenthälfte vorkommt, wo ja in gleicher Weise durch die Sprossanlage nur an der betreffenden Stelle die Blattbildung unterdrückt wird, während die andere Segmenthälfte zu einem Blattlappen auswächst. Dass auch bei der Archegonienanlage dies in ganz gleicher Weise und zwar unzweifelhaft der Fall ist, werde ich später zeigen, und gerade die Art der Archegonienanlage spricht dafür, dass dieselben Vorgänge auch bei der Antheridienbildung stattfinden.

Die Art der Anlage der Antheridien unterscheidet also *Haplomitrium* von allen übrigen Jungermannieen ebensowohl dadurch, dass diese aus allen 3 Segmenten eines Unlaufes producirt werden können, als auch durch den Umstand, dass hier die Antheridien viel weiter gegen den Scheitel vorgedrungen sind und somit störend auf die Blattbildung einwirken, in gleicher Weise, wie dies bei den Laubmoosen der Fall ist (vergl. pg. 52).

Die Entwicklung der Antheridien geht ganz in gleicher Weise wie bei den übrigen Lebermoosen vor sich (Fig. 12). Der Stiel besteht aus 4 Zellreihen.

Die männlichen Pflänzchen zeigen sich sehr häufig verzweigt. Die Zweige tragen in der Regel in ihrem spitzenständigen Blätterschopfe ebenfalls wieder Antheridienstände.

»Der weibliche Blütenstand entwickelt sich am Ende des Stammes oder eines Astes und umgiebt diesen Endtheil der Achse im jüngsten Zustande büschelförmig«²⁾. Die in der Nähe der Archegonien stehenden Blätter sind weit schmaler und namentlich dem Scheitel näher auf schmale oft nur aus 2—3 Zellreihen bestehende Lappen reducirt: In dem in Fig. 13

¹⁾ Ich habe oben erwähnt, dass normal entwickelte Blätter am Grunde ihrer Seitenränder grosse Keulenpapillen tragen. Wenn nun am Segmentrande liegende Zellen, anstatt an der Blattbildung Theil zu nehmen, ein Antheridium produzieren, oder besser, wenn durch die Antheridienentwicklung die Blattbildung an dieser Stelle unterdrückt wird, so können wir uns immerhin denken, dass dabei jedoch die Bildung jener grundständigen Keulenpapillen nicht gestört zu werden braucht. Vielleicht erklärt sich in dieser Weise das freie Vorkommen solcher Papillen an der Stengeloberfläche und neben Geschlechtsorganen (Fig. 10).

²⁾ Gottsche l. c. pg. 314.

abgebildeten Querschnitte durch die Sprossspitze zeigen die Blätter I, II, III ihre volle Breitenausdehnung. An der Stelle, wo das Blatt IV stehen sollte, sehen wir nun 2 bedeutend schmalere Blattlappen, zwischen ihnen und auf gleicher Höhe ein Archegonium. An der Stelle, wo nach der Divergenz wieder ein Blatt erscheinen sollte, sieht man einen ungetheilten Blattlappen (V); der Lage des Blattes VI entsprechen dann in gleicher Weise wie bei IV zwei schmalere Lappen mit einem zwischen ihnen stehenden Archegonium. Ebenso verhält es sich in Bezug auf die der Stellung nach dem Blatte VII entsprechende Organgruppe. Bei tieferer Einstellung erkannte man nun deutlich die Scheitelzelle mit den anliegenden Segmenten, und was besonders wichtig ist, für die mit VI, VII, IX und X bezeichneten Complexe war deutlich durch stärkere Conturen, deren Verlauf in der Zeichnung durch punktirte Linien angedeutet ist, die Begrenzung der Segmente, aus denen sie entstanden waren, angezeigt. Ich hatte allerdings nur dieses eine Objekt, das mir eine junge weibliche Inflorescenz zeigte, aber die eben geschilderten Verhältnisse waren so klar vor Augen liegend, dass ich keinen Zweifel habe über die Art der Anlage der Archegonien.

Die Archegonien bilden sich aus den der Scheitelzelle zunächstgelegenen Segmenten ganz in derselben Weise, wie bei jenen bilateralen Jungermannieen, bei denen die fertilen Segmente kein Perianthium bilden, also durch Auswachsen der Aussenfläche der betreffenden Segmenttheile in ihrer ganzen Höhe. Doch wird nicht die ganze Breite der Segmentaussenfläche in die Archegoniumbildung einbezogen, sondern nur (ob immer?) ein mittlerer Theil, während aus den seitlichen Theilen Blattgebilde erzeugt werden.

Ich vermag bei dem Umstande, als mir nur dieses eine Objekt zu Gebote stand, nicht zu sagen, ob endlich auch die Scheitelzelle zu einem Archegonium auswächst (was wahrscheinlich ist), ebenso wenig, ob auch in den jüngsten Segmenten nebst dem Archegonium sich noch Blattgebilde entwickeln, oder ob etwa aus einem Segmente mehrere Archegonien producirt werden können.

In jedem Falle aber sind die Beziehungen zwischen der Anlage der Geschlechtsorgane und der der Blätter andere, als bei den übrigen Jungermannieen.

Wenn man nun weiters berücksichtigt, dass die Theilung der Segmente, das Wachsthum des Blattes ebenfalls in anderer Weise, als bei den bilateralen Formen Statt findet, so dürfte dann die Meinung genügend begründet sein, dass *Haplomitrium* von den übrigen Jungermannieen zu trennen sei.

Und da wirft sich nun von selbst die Frage auf: Sind die Blätter dieser Pflanze den Blättern der übrigen foliosen Jungermannieen morphologisch gleichwerthig, oder haben wir hier abermals eine andere Entwicklungsreihe vor uns, die aus blattlosen Jungermannieen zu beblätterten hinüber führt?

Es wäre immerhin auch das letztere denkbar: Ich wüsste wenigstens nicht, an welche Formengruppen unter den foliosen Jungermannieen man *Haplomitrium* anschliessen sollte, da es in Bezug auf die Art der Fruchtbildung nicht nur mit *Gymnomitrium* (welche Gattung bis nun als die nächstverwandte bezeichnet wurde), sondern ebenso mit *Trichocolea*, aber ganz in gleicher Weise mit manchen frondosen Jungermannieen, namentlich mit *Symphygyna* übereinstimmt, in vegetativer Beziehung aber von jenen Gattungen kaum in geringerem Grade, als von dieser verschieden ist.

Erklärung der Abbildungen.

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

Tafel I.

Fig. 1 — 16 *Lejeunia serpyllifolia* (Fig. 9, 10 u. 13 *L. calcarea*).

- Fig. 1 (350). Ein Sprossscheitel. Die Segmentspirale ist rechtsläufig. A, B, C sind die 3 Blatttheile jedes Segmentes, h: Haarpapillen.
a: In Spitzenansicht.
b: Das Praeparat vom Grunde aus gesehen. Der optische Querschnitt geht durch den Grund der Segmente I, II, III. Die Blätter I und II zeigen die in der Spitzenansicht nicht sichtbaren (weil zu tief liegenden) mit C bezeichneten Blatttheile, welche rechts und links das bauchständige Segment III begrenzen.
- Fig. 2 (350). Ansichten eines Seitensprosses, der als kaum erkennbarer Höcker am Grunde des Unterlappens eines Seitenblattes vorhanden war.
a: In Spitzenansicht. Der optische Querschnitt geht durch die Scheitelzelle (v), die von 3 Segmenten umgrenzt wird. Der um letztere herumliegende Zellenkranz ist der Durchschnitt der von den ersten Blättern des Seitensprosses gebildeten Hülle (H).
b: Der Seitenspross im optischen Längsschnitt. (Der Tragspross erscheint im Querschnitt.)
- Fig. 3 (350). Eine Sprossspitze mit der Anlage des Archegoniums und eines Seitensprosses.
a: Im optischen Längsschnitte. A: Archegonium; P: Perianthiumanlage; Sp: Seitenspross.
b: Im optischen Querschnitt in der Höhe x—y der früheren Figur. Die Bezeichnung der die Hülle (Perichaetium) bildenden Blätter wie in Fig. 1a.
- Fig. 4 (350). Seitenblatt eines unentwickelten Seitensprosses mit dem von der Haarpapille gekrönten ohrartigen Anhängsel.

- Fig. 5 (350). Lappen eines jungen Bauchblattes.
- Fig. 6 (350). Die beiden Lappen eines etwas älteren Bauchblattes.
- Fig. 7 (350). Flächenansicht des bauchsichtigen Randes eines Seitenblattes und des angrenzenden Theiles des Bauchblattes. (Aus dem zweiten Segmentumlaufe eines Seitensprosses.) Der Blattunterlappen (U) erscheint ganz rudimentär.
- Fig. 8 (350). Zur früheren Figur gehörig. Der Seitenspross vom Grunde gesehen. Der optische Querschnitt geht durch die Basen der in der früheren Figur dargestellten Blätter. Es ist auch die Lage der Blätter des ersten Umlaufes skizzirt. Der Pfeil sieht nach der Spitze des Tragsprosses.
- Fig. 9 (540). Seitenansicht eines Seitensprosses, der eben die Hülle durchbricht. Vergl. Text pg. 27.
- Fig. 10 (540). Vegetationsspitze in Bauchansicht. Man sieht die beiden Lappen der seitenständigen Blätter und das am Grunde des Unterlappens stehende Gliederhaar. (Die Bezeichnung entspricht der in Fig. 1 a.) Die bauchständige Segmentreihe erscheint als einfache Zellreihe. (Bei *L. calcarca* fehlen die Amphigastria.)
- Fig. 11 (350). Spitzenansicht eines männlichen Sprosses. Die punktirten Kreise bezeichnen die Lage der Antheridien. Das älteste hier sichtbare Bauchblatt war einlappig.
- Fig. 12 (350). Ein junges Antheridium im optischen Längs- und Querschnitt.
- Fig. 13 (350). Embryo von *L. calcarca*. Länge: 48 Mk.
a: Im optischen Längsschnitt.
b: Im optischen Querschnitt.
- Fig. 14 (540). Embryo von *L. serpyllifolia* im optischen Längsschnitt. Länge: 81 Mk.
ε: eine Schleuderzelle.
- Fig. 15 (540). Optischer Querschnitt durch die Kapsel desselben Embryo. Einige Schleuderzellen sind mit ε bezeichnet. α, β, γ sind die Grenzen der Quadranten.
- Fig. 16 (350). Stück eines Kapselquerschnittes durch einen etwas älteren Embryo.

Fig. 17—28 *Frullania*.

Fig. 17 u. 18 *Fr. Tamarisci*; Fig. 19—24 *Fr. dilatata*; Fig. 25—28 *F. Hutchinsiae*.

- Fig. 17 (350). Eine Sprossspitze in Spitzenansicht. Um die Scheitelzelle herum liegen 2 Segmenteyklen. Im Segmente I sind die 3 Blatttheile schon isolirt, im Segmente II sind sie erst angelegt; im Segmente IV ist erst die Halbirungswand aufgetreten.
- Fig. 18 (350). Ein Querschnitt durch den Achsenscheitel, etwas über der Scheitelzelle geführt. (Bezeichnungen wie in Fig. I und 17.) Im Segmente v ist von den 3 Blatttheilen nur das Hauptblatt (A) sichtbar. Statt des Blattohres und des Stylus (B u. C) ist eine Sprossanlage vorhanden.

- Fig. 19 (350). Querschnitt durch die Vegetationsspitze eines weiblichen Pflänzchens. Der Scheitel ging durch den Stiel der beiden Archegonien (α), um die herum schon das Perianthium (P) erkennbar ist. Die in demselben sichtbaren Wände setzen sich bei tieferer Einstellung in die punktierten Linien fort.
- Fig. 20 (350). Ein frei praeparirter 39 Mik. langer Embryo. Auch in der Spitzenzelle war eine Längstheilung vorhanden, deren Richtung mit der in der grundständigen Zelle sichtbaren sich kreuzte. (Man vergleiche die über der Figur stehende Zeichnung des optischen Querschnittes, in dem auch der Querschnitt der grundsichtigen Zelle (p) eingetragen ist.)
- Fig. 21 (350). Ein etwas älteres Stadium.
- Fig. 22 (350). Länge des Embryo 75 Mik. (Ueber der Figur der entsprechende Querschnitt durch die obere Hälfte des Embryo.)
- Fig. 23 (350). Länge des Embryo 90 Mik.
- Fig. 24 (350). Länge des Embryo 114 Mik.
a: Im optischen Längsschnitt.
b: Im optischen Querschnitt, der durch die zum Kapselinhalte sich un-
bildende Zellenschichte geht.
- Fig. 25 (540). Achsenscheitel von *Fr. Hutchinsiae* in Spitzenansicht. Die Bezeichnung entspricht der in Fig. 17.
- Fig. 26 (540). Das Blatt I der früheren Figur in Längsansicht. Von dem eigentlichen Blatte (Blatttheil A) sieht man nur den Rand.
- Fig. 27 (350). Die 3 Blatttheile an einem ausgewachsenen Blatte. (Ansicht auf die Bauchfläche des Stengels.)
- Fig. 28 (350). Endogene Sprossanlage vor dem Durchbrechen der Stengeloberfläche.

Tafel II.

Fig. 1—4, 23, 24 *Madotheca platyphylla*.

- Fig. 1 (350). Spitzenansicht eines Achselscheitels mit Zweigbildung im Segmente IV. (Bei der Bezeichnung der Segmente ist das älteste Amphigastrium, weil einem früheren Cyklus angehörig, nicht mitgezählt.) v: Sprossmutterzelle, in der schon ein Segment gebildet ist.
- Fig. 2 (350). Sprossspitze mit einer älteren Astanlage (Sp.).
a: in Spitzenansicht. Die Zweigbildung erfolgte im Segmente I, am Zweige erkennt man die beiden Lappen des ersten (1) und die des zweiten (2) Blattes.

b: Seitenansicht auf den Seitenspross und die Fläche seines ersten Blattes. Ebenso sieht man das Blatt IV des Muttersprosses von aussen und von der Fläche. In der Zweiganlage erkennt man noch die weiteren Segmente 3 und 4.

Fig. 3 (350). Der Blattoberlappen I der früheren Figur von der Fläche gesehen.

Fig. 4 (350). Das Blatt II der Fig. 2 (d. i. die beiden Lappen) von der Fläche gesehen.

5—22 *Radula complanata*.

Fig. 5 (350). Frei praeparirte Embryo. Länge: 39 Mik.

Fig. 6 (350). Ein etwas älterer Zustand. Länge: 51 Mik.

a: In Längsansicht.

b: Gegen a um 90° gedreht.

Fig. 7 (350). Ein Embryo, 141 Mik. lang.

Fig. 8 (350). Ein etwas älterer Embryo.

Fig. 9 (350). Oberer Theil eines noch weiter entwickelten Embryo.

Fig. 10. (350). Der Kapseltheil eines älteren Embryo.

a: Längsansicht.

b: Gegen a um 90° gedreht.

c: Im optischen Querschnitt.

Fig. 11—22. Stadien der Sporenkeimung.

Fig. 11 (280). Einschichtige Zellscheibe mit gleich entwickelten Quadranten.

Fig. 12 (280). Einschichtige Zellscheibe mit überwiegender Entwicklung eines Quadranten.

Fig. 13 (280). Zellscheibe mit überwiegender Entwicklung von 2 Quadranten.

Fig. 14 (280). Abnorme Sporenkeimung.

a: In Oberflächenansicht.

b: Gegen a um 90° gedreht und im optischen Durchschnitte gesehen.

Fig. 15 (280). Ein fast kugelliger Zellkörper in drei auf einander senkrechten Richtungen gesehen.

Fig. 16 (280). Ziemlich gleiche Ausbildung der Quadranten und Zweischichtigkeit derselben.

Fig. 17 (280). Ein Vorkeim mit einer grösseren Randzelle.

Fig. 18 (280). Beginn der Entwicklung des Pflänzchens. Vergl. Text pg. 64.

Fig. 19 (280). Der Sprossbildende Rand des Vorkeims von der abgekehrten Seite gesehen. Die Sprossentwicklung war ungefähr in dem gleichen Stadium, wie in der früheren Figur.

Fig. 20 (350). Eine ältere Sprossanlage. p: Spitzenpapille des ersten Blattunterlappens (den mit B bezeichneten der Fig. 18 entsprechend).

Fig. 21 (350). Ein noch älteres Stadium. B ist wieder der Unterlappen des ersten Blattes. Vom zweiten Blatte erscheinen beide Lappen gleich entwickelt; auch hier erkennt man am Unterlappen die Papille p;

a: Ansicht wie in den früheren Figuren.

b: Optischer Querschnitt, etwa in der Höhe x—y geführt. Das mit der Spitzenpapille p_1 (in der früheren Figur) bezeichnete und dem Blatte C der Fig. 18 entsprechende Blatt erscheint hier im Querschnitt (Blatt C); der Blattunterlappen B liegt unterhalb der Schnittfläche, die Zellgruppe A wäre der dazugehörige Blattoberlappen; die Gruppe α entspricht der gleichbezeichneten Gruppe in Fig. 18; n, n sind Zellen der Vorkeimfläche.

Fig. 22 (350). Eine Sprossanlage etwa mit Fig. 18 gleichen Entwicklungsstadiums.

b: zeigt den sprossbildenden Randtheil von der abgekehrten Seite.

Fig. 23 (350). Eine Vegetationsspitze von *Madotheca platyphylla*, frei praeparirt.

a: Spitzenansicht; um die Scheitelzelle liegen 4 Segmente.

b: Seitenansicht; das Segment II der früheren Figur von aussen und von der Fläche gesehen. Es zeigt die ersten Theilungen.

c: Seitenansicht; das Segment I von aussen und von der Fläche gesehen.

d: Das Segment I und das ihm grundwärts anliegende im optischen durch den Blattunterlappen gehenden Längsschnitt. Die gleichbezeichneten Wände dieser und der früheren Figur entsprechen sich.

e: Der ältere Blattunterlappen der früheren Figur von aussen und von der Fläche gesehen.

Fig. 24 (350). Spitzenansicht eines Achsenscheitels mit 4 Archegonien, deren Lage durch punktirte Kreise markirt ist. Die seitlichen Archegonienbildenden Segmente betheiligen sich auch bei der Bildung des Perianthiums.

Tafel III.

Fig. 1—18 *Trichocolca tomentella*.

Fig. 1 (350). Vegetationsspitze eines Sprosses in verschiedenen Ansichten. Im Segmente I, und zwar in seiner bauchständigen Hälfte liegt die Sprossmutterzelle Sp.

a: In Spitzenansicht. Das Segment II ist wegen der starken Krümmung der Scheitelfläche nicht sichtbar.

b: Tieferer Einstellung (auf die Basen der Segmente I, II und III).

c: Die Vegetationsspitze in schiefer Ansicht und so gedreht, dass zugleich die Oberflächen der bauchständigen Segmente II und V und die der seitenständigen I und IV sichtbar werden.

Fig. 2 (350). Ein junges Antheridium.

a: Ansicht auf die Oberfläche in der Richtung des Pfeiles x der Fig. 2d.

- b: Ansicht in der Richtung des Pfeiles y der Fig. 2 d.
 c: Lage des Praeparates wie in Fig. 2a; mittlere Einstellung.
 d: Spitzenansicht.

- Fig. 3 (280). Stück der Oberfläche einer halbreifen Kapsel an der späteren Rissstelle.
 Fig. 4—15. Keimungszustände der Sporen. Die Figuren 5—8 sind bei 350maliger, die übrigen bei 160maliger Vergrößerung gezeichnet. Vergl. Text pg. 67.
 Fig. 16 (350). Ein Keimpflänzchen mit beginnender Blattbildung in Seitenansicht. v: die Scheitelzelle b_1 b_2 : bauchständige Segmente.
 Fig. 17 (280). Ein Keimpflänzchen in Rückenansicht. I—V die hier in Form gegliederter Haare erscheinenden Blätter der seitenständigen Segmente in ihrer Altersfolge.
 Fig. 18 (350). Keimpflänzchen im Beginne der Blattbildung. a b c d Segmente der bauchständigen Reihe; I—V die seitenständigen Blätter nach ihrer Altersfolge.
 a: In Bauchansicht.
 b: In Seitenansicht.
 c: Querschnitt in der Höhe des Segmentes a.
 d: Querschnitt in der Höhe des Segmentes c.

Fig. 19—31 *Plilidium ciliare*.

- Fig. 19 (350). Vegetationsspitze eines Sprosses mit einer Astanlage im Segmente II.
 a: In Spitzenansicht. Da die Vegetationsspitze etwas bauchwärts gekrümmt ist, so werden die Segmente der bauchständigen Reihe nur unvollkommen sichtbar.
 b: Seitenansicht auf die Oberfläche zweier Segmentreihen.
 c: Optischer Querschnitt durch die Vegetationsspitze in der Höhe des Astbildenden Segmentes.
 Fig. 20 (350). Eine Vegetationsspitze in Bauchansicht. 1—6 die Segmente in ihrer Aufeinanderfolge von der Scheitelzelle grundwärts.
 Fig. 21 (350). Eine Sprossspitze mit jungen Archegonien (A_1 — A_4) in Seitenansicht. Im Segmente, das das Archegonium A_2 producirt, beginnt die Bildung des Perianthiums. Das grundwärts anliegende Segment zeigt eine Sprossanlage.
 Fig. 22 (280). Stück eines Perianthiums, das noch kaum bis zur halben Höhe der entwickelten Archegonien reichte.
 Fig. 23 (350). Papillen an der Basis ausgewachsener Archegonien. (Junge Archegonien?)
 Fig. 24 (350). Junges Archegonium.
 a: In Seitenansicht.
 b: Um 180° und um die Längsachse gedreht.
 c: In Spitzenansicht.

- Fig. 25 (350). Ein etwas älteres Stadium.
 Fig. 26 (350). Ein junger Embryo, von Pilzfäden befallen, die theilweise auch in das Innere eingedrungen waren.
 Fig. 27 (350). Ein Embryo im axilen Längsschnitt. Wahrscheinlich ein abnormes Stadium.
 Fig. 28 (350). Eine ähnliche Ansicht.
 Fig. 29 (350). Ein junger Embryo im optischen Querschnitt nahe dem Scheitel.
 Fig. 30 (350). Axiler Längsschnitt durch den oberen Theil eines Embryo. Vergl. Text pg. 58.
 Fig. 31 (160). Spitze eines Embryo.

Fig. 32 *Sendtnera Sauteriana*.

- Fig. 32 (350). Die Vegetationsspitze mit den 3 jüngsten bauchständigen Segmenten in Längsansicht. Einstellung auf die die Keulenhaare tragenden Blatthälften. Vergl. Text pg. 9.

Tafel IV.

Mastigobryum trilobatum.

- Fig. 1 (350). Eine Sprossspitze in Spitzenansicht. Spirale linksläufig.
 Fig. 2 (350). Eine ähnliche Ansicht. Im Segmente I eine Sprossanlage mit 4 Segmenten (1—4).
 Fig. 3 (350). Eine Sprossspitze in Längsansicht. Man sieht von der Achse aus auf die Fläche des (seitenständigen) Segmentes S, in welchem die Theilungen, welche zur Anlage der 3 Blatzzähne führen, sichtbar sind.
 Fig. 4 (350). Querschnitt durch die Vegetationsspitze. Die Scheitelzelle des Hauptsprosses ist durch den Schnitt verletzt worden. Die Bezeichnung der Segmente (Blätter) wurde so gewählt, dass die Spirale in beiden Sprossen fortlaufend gedacht wurde. Im Segmente IV wurde ein Seitenspross angelegt. (Das mit IV bezeichnete Stück entspricht dem mit R bezeichneten der Fig. 2.) Die Segmentspirale ist in beiden Sprossen linksläufig.
 Fig. 5 (350). Ein Querschnitt etwas hinter der Spitze. Im bauchständigen Segmente sieht man die Theilung des Stengeltheiles. Der periphere Theil ist wohl der Rinden-theil des nächst tieferen Segmentes. Man vergleiche den Längsschnitt Fig. 6.
 Fig. 6 (350). Längsschnitt wie in Fig. 3; nur erscheinen zwei bauchständige Segmente in Flächenansicht, und man erkennt die Anlage der 4 Blatzzähne (1—4).
 Fig. 7 (280). Querschnitt durch einen Hauptspross in der Höhe der Insertion eines Amphigastriums. Man sieht die Sprossmutterzelle Sp.
 Fig. 8 (350). Ein Hauptspross im axilen Längsschnitt. Im ältesten Segmente erkennt man die grosse Zelle Sp (Sprossmutterzelle).

- Fig. 9 (280). Eine endogene Sprossanlage in der Achsel des Amphigastriums (A). Das Praeparat wurde durch einen radial und durch die Mediane eines Amphigastriums geführten Längsschnitt erhalten.
- Fig. 10 (350). Ein ganz junges seitenständiges Blatt von der Fläche gesehen.
- Fig. 11 (350). Ein älteres Stadium.
- Fig. 12 (350). Peripherisches Stück des Längsschnittes eines Seitensprosses. Es erscheinen 2 Blätter im Durchschnitte, und man bemerkt im Blatte B₁ die tangentialen Theilungen, wodurch die zu Rhizoiden auswachsenden Zellen (w) abgeschnitten werden.
- Fig. 13. Umriss zweier normalgebauter seitenständiger Blätter (a und b) und eines an der Gabelungsstelle stehenden c.
- Fig. 14 (350). Spitze eines halberwachsenen Amphigastriums.
- Fig. 15 (350). Spitze eines halberwachsenen seitenständigen Blattes.
- Fig. 16 (350). Spitze eines halberwachsenen, dem Blatte c der Fig. 13 entsprechenden Blattes.

Tafel V.

Fig. 1—12 *Lepidozia reptans*.

- Fig. 1 (350). Spitzenansicht eines Sprosses. Im ältesten Segmente 1 ist der bauchständige Segmenttheil (Sp) bedeutend vergrößert und deutet so die Anlage eines Sprosses an.
- Fig. 2 (350). Der nächst tiefere Querschnitt durch denselben Achselscheitel. Auch hier sieht man in dem rechts gelegenen Segmente eine Sprossanlage (Sp). Im Stengeltheile ist die Begrenzung der 3 Segmentscheiben durch punktirte Linien angedeutet.
- Fig. 3 (350). Eine Vegetationsspitze mit einer Sprossanlage.
 a: Ansicht wie in Fig. 1. Auch hier bemerkt man im bauchständigen Segmenttheil des ältesten links gelegenen Segmentes einen (hier schon weiter entwickelten) Seitenspross, dessen erstes Bauchblatt die 3 Blattzähne (a, b, c) und dessen nächst jüngeres Segment die beiden Hälften (d und e) zeigt. Die rückenständige Hälfte des sprossbildenden Segmentes zeigte zwei Blattzähne, die den Partieen A und B entsprechen. Die Bezeichnung ist in allen zu Fig. 3 gehörigen Figuren beibehalten.
 b: Seitenansicht desselben Praeparates in der Richtung des Pfeiles der Fig. a. Der optische Längsschnitt geht durch die Segmenttheile b und e des Seitensprosses.

c: Das Praeparat so gedreht, dass der Seitenspross vertikal steht und daher in Spitzenansicht erscheint.

d: Das Praeparat noch weiter gedreht, um den Anschluss des Blattlappens A an das erste Blatt des Seitensprosses zur Ansicht zu bringen.

Fig. 4 (350). Ein seitenständiges Segment S mit einer Sprossanlage im bauchständigen Segmenttheil. Es ist in derselben erst ein Segment gebildet.

Fig. 5 (350). Ein seitenständiges Segment mit einer Sprossanlage, in der zwei Segmente bemerkbar. (Der rückständige Segmenttheil des den Spross producirenden Segmentes ist in 2 Blattspitzen ausgezogen.) (Vergl. Fig. 3.)

Fig. 6 (160). Längsschnitt durch einen älteren Sprosstheil. Der Schnitt geht durch die Mediane eines Amphigastriums und legt eine Sprossmutterzelle (Sp) frei.

Fig. 7 (160). Querschnitt durch einen älteren Sprosstheil etwas über der Insertion des Amphigastriums A geführt.

Fig. 8 (350). Ein endogen angelegter Seitenspross nach seinem Durchbrechen durch die Oberhaut des Muttersprosses. A: Amphigastrium des Muttersprosses; E: durchbrochene Oberhaut; v: Scheitelzelle des Seitensprosses.

Fig. 9 (350). Mittleres Stück einer halbentwickelten Sporenkapsel im optischen Längsschnitt. (In der Richtung des Pfeiles x der Fig. 10.)

Fig. 10 (350). Optischer Querschnitt durch den in Fig. 9 dargestellten Kapseltheil.

Fig. 11 (350). Ein junger Embryo in seinem Kapseltheile im optischen Längsschnitt. (Der ganze Embryo war 330 Mik., der Kapseltheil 135 Mik. lang.)

Fig. 12 (350). Theil einer Sporenkapsel von einem etwas älteren als dem in Fig. 10 dargestellten Entwicklungsstadium. Man sieht durch die Kapselwand (Kw.) auf die Oberfläche des Sporenraumes und in der Richtung der in einem Quadranten radial verlaufenden Zellreihen (in der Richtung des Pfeiles y der Fig. 10.)

Fig. 13—16 *Calypogeia Trichomanis*.

Fig. 13 (350). Junges Antheridium.

a: In Oberflächenansicht.

b: Im optischen Längsschnitt.

c: In Spitzenansicht.

d: Im optischen Querschnitt.

Fig. 14 (350). Ein halbreifes Antheridium von der Insertion des Stieles aus gesehen.

Fig. 15 (350). Die Vegetationsspitze eines Sprosses.

a: In Spitzenansicht.

b: Bei tieferer Einstellung. S, S Gewebe der seitenständigen, B des bauchständigen Segmentes.

c: Dasselbe Praeparat, aber vom Grunde aus gesehen. S, S: seitenständige Blätter mit den ihnen entsprechenden Segmenttheilen des Stengels, B, B: die beiden Lappen des Amphigastriums mit dem demselben Segmente angehörigen Stengeltheil.

Fig. 16 (280). Querschnitt eines Sprosses mit einem Seitensprosse im Längsschnitte. Das durch die Linie x—y bauchwärts abgegrenzte Gewebe ist im Allgemeinen dickwandiger, als das der bauchständigen den Seitenspross producirenden Hälfte.

Fig. 17 und 18 *Saccogyna viticulosa*.

Fig. 17 (280). Eine Vegetationsspitze in Seitenansicht. Man sieht ein Seitenblatt (S) von der Fläche und das Amphigastrium (A) im Durchschnitt.

Fig. 18 (540). Ein Sprossscheitel mit 2 jungen Archegonien in Spitzenansicht. Die beiden Archegonien (A) gehören den Segmenten VI und VII an. Die Amphigastrien sind II und V. Vergl. Text pg. 46.

Tafel VI.

Fig. 1—14 und Fig. 22 *Lophocolca bidentata*.

Fig. 1 (350). Spitzenansicht eines Geschlechtssprosses. In den Achseln der Blätter I und II stehen Antheridien (deren Lage durch punktirte Kreise angedeutet ist). Die Segmente IV, V und VI bilden das Perianthium; in den Segmenten VII, VIII und der Scheitelzelle sind junge Archegonien (vielleicht auch die Papille im Segmente IX). Im Segmente III sind die beiden aus je 1 Zellenreihe gebildeten Blattspitzen durchschnitten.

Fig. 2 (351). Ein ähnliches Praeparat. Die Segmente I, II, III bilden das Perianthium; Im Segmente IV sind 2, im Segmente V und VI je 1 Archegonium vorhanden, a: In Spitzenansicht.

b: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles x der Fig. a. Der optische Längsschnitt geht durch die Archegonien a und b und zugleich durch die Scheitelzelle, deren papillöse Hervorwölbung ebenfalls die Anlage eines Archegoniums (c) andeutet.

c: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles y. Der optische Längsschnitt geht durch die Scheitelzelle und durch, das mit dem Archegonium a demselben Segmente (IV) angehörige Archegonium d. Die punktirte Linie deutet an die Umgrenzung des auf das Segment II entfaltenden Perianthiumtheiles.

Fig. 3 (350). Ein ähnliches Praeparat. Doch ist erst ein Archegonium (α) angelegt. In der Achsel des Blattes II ein junges Antheridium.

- Fig. 4 (540). Ein Archegonienbildendes Segment von der Fläche gesehen. α : Archegonium.
- Fig. 5 (540). Spitzenansicht eines Sprosses mit Antheridienbildenden Segmenten. Vergl. Text pg. 42.
- Fig. 6 (350). Ansicht der Stengeloberfläche aus der Achsel eines Amphigastriums einer brasilianischen (der *L. bidentata* nahestehenden) *Lophocolea*. (Endogene Sprossanlage.) Vergl. Text pg. 35.
- Fig. 7 (350). Sporenkeimung.
- Fig. 8 (350). Sprossanlage in der Endzelle eines Vorkeimfadens. Die mit 1 bezeichnete Zelle ist das durch die erste schiefe Wand abgeschnittene und stets dem Substrate zugekehrte Segment, das auch in den folgenden Figuren gleich bezeichnet ist.
- Fig. 9 (540). Ein weiter entwickeltes Keimpflänzchen in seiner Verbindung mit der Spore.
- Fig. 10 (350). Ein ähnliches Stadium. Das Segment I war längsetheilt und die Zellen waren zu Rhizoiden ausgewachsen, wie man sich bei Drehung des Präparates (Fig 10b) überzeugte.
- Fig. 11 (540). Sprossanlage in einem zwischen den in Fig. 8 und 9 dargestellten Stadien befindlichen Entwicklungszustand.
- a: Bei mittlerer,
b: bei oberflächlicher Einstellung.
- Fig. 12 (350). Ein Keimpflänzchen in Ansicht von der Rückenseite. Das Segment I ist noch theilweise sichtbar. Die seitenständigen Segmente (ohne Rücksicht auf die bauchständigen mit fortlaufenden Zahlen bezeichnet) sind sämtlich schon zu rudimentären Blättern ausgewachsen.
- Fig. 13 (350). Ein dem in der früheren Figur dargestellten Keimpflänzchen ähnliches Präparat, aber von der Seite und bei axiler Einstellung gesehen, um die Reihe der bauchständigen Segmente zu zeigen, denen durchaus jede Blattbildung fehlt.
- Fig. 14 (540). Ein etwas weiter entwickeltes Keimpflänzchen von der Bauchseite gesehen, und auf die Stengeloberfläche eingestellt. Das Keimpflänzchen war 300 Mik. lang. Das älteste der hier gezeichneten Blätter (I) war im vierten Segmentumlaufe gelegen.

Das Seitenblatt I ist schon in 2 Lappen gespalten, von denen der rückenständige (I A) am Grunde 2 Zellen breit ist, während der bauchständige (I B) noch eine einfache Zellenreihe darstellt. Aehnlich entwickelt ist das zweite Seitenblatt (II A + II B) auch das III. und das IV. zeigt beide Zähne. Dagegen liegen die Aussenwände der 3 bauchständigen Segmente b, b₂, b₃ ganz in der Stengeloberfläche. Die eigenthümliche Form der Scheitelzelle v und des jüngsten Segmentes v erklärt sich aus der Lage der bauchsichtigen Wand der Scheitelzelle, die aus Fig. 13 sichtbar wird.

Fig. 15—21 *Chiloscyphus pallescens*.

- Fig. 15 (160). Keimungszustände der Sporen. In den Stadien a, b, c beginnt die Anlage des beblätterten Pflänzchens.
- Fig. 16. Ein etwas weiter vorgeschrittenes Keimungsstadium.
- a (160): Die Stelle, von der die Keimung ausging, d. h. die Lage der Spore ist in diesem Gebilde nicht mehr zu erkennen.
 - b (350): Die verdickte Spitze stärker vergrößert. Man erkennt deutlich die zwei Segmentreihen.
 - c (350): Gegen Fig. b um nahe 180° gedreht und bei oberflächlicher Einstellung gezeichnet. Man erkennt die dritte Segmentreihe. (Die punktierten Linien geben die Zellengruppierung bei tieferer Einstellung, die selbstverständlich der von Fig. b entspricht.
- Fig. 17 (280). Ein Keimling mit beginnender Blattentwicklung b. v: Scheitelzelle.
- a: In Rückenansicht.
 - b: In Seitenansicht, um die Segmente der Bauchseite zur Anschauung zu bringen, deren eines zu einem Rhizoid (rh) auswächst.
- Fig. 18 (160). Ein Keimpflänzchen. b: sind Zellreihen und wohl die ersten (rudimentären) Blätter; 1 und 2 sind die ersten seitenständigen Blätter, die am Grunde schon eine Zellfläche darstellen; 3 A und 3 B und ebenso 4 A und 4 B sind die zwei folgenden und schon 2spitzigen Seitenblätter; I ist das erste Bauchblatt, II (über den Scheitel hinübergekrümmt) das zweite. Es sind dies Zellreihen, deren Spitzenzelle hyalin (Keulenhaar) ist.
- Fig. 19 (350). Die Spitze des in der früheren Figur dargestellten Pflänzchens. Die Bezeichnung ist so gewählt, dass das älteste der hier gezeichneten Blätter (das Bauchblatt II der früheren Figur) auch mit II bezeichnet ist, es folgen dann in der Segmentspirale III und IV als seitenständige und V als bauchständiges Segment.
- a: In Spitzenansicht. Da das Blatt II nur aus einer Zellreihe besteht, erscheint es hier als Kreis.
 - b: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles der Fig. a.
- Fig. 20 (350). Ein Embryo von 45 Mik. Länge.
- a: Gegen b um 90° gedreht.
 - c: Optischer Querschnitt durch den oberen Theil eines etwas älteren Embryo, der in
 - d: dargestellt ist.
- Fig. 21. Schematische Darstellung der Theilung eines seitenständigen und Antheridien producirenden Segmentes.

B wächst zum Blattunterlappen, A zum Blattoberlappen aus, und es geht aus der Zelle *a* das ohrartige das Antheridium einschliessende Anhängsel hervor. Die Zelle *st* wird zum Stengeltheil des Segmentes.

Fig. 22. Ein Embryo von *Lophocolea bidentata*, 90 Mik. lang.

Tafel VII.

Jungermannia bicuspidata.

Fig. 1 (350). Eine Sprossspitze in verschiedenen Ansichten.

- a: In Spitzenansicht. Einstellung auf die Scheitelfläche. *p u*, *p v*: Papillen der bauchständigen Segmente II und V.
- b: Ansicht von der Bauchseite. In den Segmenten V und II ist die Insertion der Papillen durch punktirte Kreise angedeutet. Die Papille *q* gehört dem nächst tieferen bauchständigen Segmente an.
- c: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles *x* der Fig. a.
- d: Lage des Praeparates wie in Fig. a, aber bei tieferer Einstellung. Das Segment VI ist noch nicht so weit horizontal geworden, um im Querschnitte ähnlich dem Segmente IV zu erscheinen.
- e (540): Das Segment VI von der Fläche und von der Scheitelzelle aus gesehen.

Fig. 2 (350). Das in Fig. 1 dargestellte Praeparat vom Grunde gesehen. *p*: Papille des bauchständigen Segmentes.

Fig. 3. Wahrscheinliches Theilungsschema für den in der früheren Figur dargestellten Querschnitt.

Fig. 4 (350). Ein bauchständiges Segment mit den rechts und links anstossenden seitenständigen Blättern.

Fig. 5 (350). Ein junges Blatt. Der links liegende (kürzere) Lappen sieht nach der Bauchseite des Sprosses.

Fig. 6 (540). Ein etwas älteres Blatt. Die Lage wie in der früheren Figur.

Fig. 7 (540). Ansicht wie Fig. 2. Von den seitenständigen Segmenten bleiben an der Rückenseite 2 Zellen frei, die sich nicht an der Blattbildung betheiligen. Vergl. Fig. 10.

Fig. 8 (350). Gehört mit den beiden folgenden Figuren demselben Praeparate an. Die sich entsprechenden Zellen sind gleich bezeichnet. Das Stammstück im Querschnitte.

Fig. 9 (350). Das Stammstück von der Bauchseite gesehen.

Fig. 10 (350). Dasselbe von der Rückenseite gesehen.

Fig. 11 (350). Ein Stammstück von der Bauchseite gesehen. *p* sind die Papillen, die an dem akroskopen Rande jedes bauchständigen Segmentes sich bilden.

- Fig. 12. Eine endogene Sprossanlage.
 a (280): In Ansicht auf die Oberfläche des Tragsprosses.
 b, c und d (350): Successive tiefere Einstellungen.
- Fig. 13 (350). Eine etwas jüngere Sprossanlage.
 a: Ansicht auf die Stengeloberfläche.
 b: Etwas tiefere Einstellung. Vergleiche Fig. 14 a.
 c: Theilungsschema zu Fig. 12 b.
 d: Seitenansicht auf die Sprossoberfläche.
- Fig. 14 (350). Querschnitte aus dem nämlichen Objekte wie Fig. 13.
 a: In der Höhe x—y.
 b: In der Höhe v—z.

Tafel VIII.

Jungermannia bicuspidata.

- Fig. 1 u. 2 (350). Querschnitte durch Stengeltheile mit endogenen Sprossanlagen. (Man vergl. die Fig. 12, 13 u. 14 der früheren Tafel.)
- Fig. 3 (350). Aehnliche Querschnitte. Der Adventivspross wurde in einer Zelle der Stengeloberfläche angelegt.
 a: Die Sprossanlage im axilen Längsschnitt.
 b: Einstellung auf deren Oberfläche.
- Fig. 4 (350). Eine Sprossanlage an der Spitze eines aus der Bauchseite des Stengels entspringenden Gliederhaares.
- Fig. 5 (350). Eine ähnliche Sprossanlage in verschiedenen Ansichten, die sich durch die in allen Figuren gleiche Bezeichnung der Zellen leicht verstehen lassen.
 In Fig. 5 f ist das durch Combinirung dieser Ansichten sich ergebende Theilungsschema dargestellt.
- Fig. 6 (350). Objekt und Ansichten wie in der früheren Figur.
- Fig. 7 (160). Oberflächenansicht eines weiter entwickelten Sprosses ähnlicher Entstehung.
- Fig. 8 (350). Sprossanlage aus der Zelle eines Blattes.
 a: Flächenansicht auf die Blattoberseite.
 b: Flächenansicht auf die Blattunterseite.
 c: Seitenansicht vom Blattrande aus. (In der Richtung des Pfeiles f.)
 Die sich entsprechenden Wände und Zellen sind gleich bezeichnet.
- Fig. 9 (350). Ein etwas älteres Stadium. Die Ansicht entspricht der in Fig. 8 b dargestellten.
- Fig. 10 (350). Spitzenansicht eines Sprosscheitels mit Keimkörnerbildung.

- Fig. 11 (350). Antheridienanlage. a ist der Blattunterlappen; b und c gehören dem Oberlappen an.
 a: Oberflächenansicht auf das das Antheridium deckende Blatt.
 b: Das Praeparat nach rechts gedreht. Der Lappen b liegt über der (optischen) Schnittebene.
 c: Noch weiter nach rechts gedreht.
 d: Die einzelnen Blatttheile und das Antheridium in Horizontalprojektion.
- Fig. 12 (350). Körper eines Antheridiums vom Grunde gesehen. Der central gelegene axile Kreis fixirt die Stelle des Ansatzes des Antheridienstieles.
- Fig. 13 (280). Theil eines Blattes mit einem aufgesprungenen Antheridium. Der Blattlappen a ist weggeschnitten. (Vergl. die Bezeichnung in Fig. 11.)
- Fig. 14 Theilungsschema für ein Antheridium.

Tafel IX.

*Jungermannia.*Fig. 1—10 *J. hyalina*; Fig. 11—18 *J. crenulata*.

- Fig. 1 (350). Spitzenansicht eines Adventivsprosses. Einstellung etwas über die Scheitelfläche, über welche die aus den bauchständigen Segmenten entspringenden Keulenhaare (p) hinübergekrümmt sind.
- Fig. 2 (350). Dasselbe Praeparat bei gleicher Lage und Einstellung auf die Scheitelzelle.
- Fig. 3 (350). Dasselbe Praeparat; Längsansicht in der Richtung des Pfeiles. Die beiden der Scheitelzelle links anliegenden Segmente sind bauchständige, was an dem älteren schon durch die Haarpapille p erkennbar ist.
- Fig. 4 (350). Eine ähnliche Ansicht, wie in der früheren Figur; sie ist die in der Richtung des Pfeiles gewonnene Seitenansicht des in Fig. 5 dargestellten Objektes.
- Fig. 5 (350). Dasselbe Objekt in Spitzenansicht. Das zweitälteste bauchständige Segment ist papillös ausgewachsen. Das Segment S ist in Fig. 4 in Flächenansicht sichtbar; sein Umriss und seine Theilungen sind dort durch punktirte Linien angedeutet.
- Fig. 6 (350). Ein Querschnitt nahe der Vegetationsspitze vom Grunde gesehen. Die stärker gehaltenen Linien umgrenzen das einem bauchständigen Segmente angehörige Stengelgewebe (b).
- Fig. 7 (350). Eine Sprossspitze mit Archegonien in verschiedenen Ansichten.
 a: Spitzenansicht; Einstellung über die Scheitelfläche. Das älteste Archegonium (a₁) ist durchschnitten; die Scheitel der beiden andern (a₂, a₃) liegen etwas tiefer. p: Keulenhaare der bauchständigen Segmente.

- b: Tiefere Einstellung auf die die Archegonien producirenden Segmente VII, VIII und IX, in denen die Lage der Archegonien durch punktirte Kreise angedeutet ist.
- c: Noch etwas tiefere Einstellung mit Rücksicht auf das Segment VII, an dem die Insertion (und Theilung) des Archegonienstieles sichtbar wird. (Vergl. Fig. 8.)
- d: Längsansicht in der Richtung des Pfeiles x der Fig. a. Der optische Längsschnitt geht durch das Archegonium a, das in seiner Verbindung mit dem Perianthiumbildenden Theile des Segmentes VII sichtbar wird.
- e: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles y. Der optische Längsschnitt geht durch die Scheitelzelle und das Archegonium a₃.
- f: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles z auf den zum Perianthium auswachsenden Wall des Segmentes VII. Die punktirte Linie gibt den Umriss des Blattes IV.
- g: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles γ. Das Segment VIII und das aus ihm entspringende Archegonium a₂ ist im Längsschnitte getroffen.
- h: Lage des Praeparates wie in Fig. 7 f, aber bei Einstellung auf das Segment VIII gezeichnet.

Fig. 8 (350). Das in der früheren Figur dargestellte Objekt vom Grunde gesehen. Die optische Schnittebene entspricht nahezu der in Fig. 7 c dargestellten.

Fig. 9 (350). Junges Archegonium im optischen Längsschnitt.

Fig. 10 (350). Eine aus einem bauchständigen Segmente sich entwickelnde Papillengruppe.

Jungermannia crenulata.

Fig. 11 (350). Spitzenansicht des Achsenscheitels.

Fig. 12 (350). Ein etwas tieferer Querschnitt. b: Begrenzung des bauchständigen Segmentes.

Fig. 13 (350). Ein ähnlicher Querschnitt. p: Papillen des bauchständigen Segmentes, etwas unter der Schnittfläche inserirt. Vergl. die folgenden Figuren.

Fig. 14 }
 Fig. 15 } (350). Stücke der Stengeloberfläche in Bauchansicht, um die aus der bauchständigen
 Fig. 16 } Segmentreihe entspringenden rudimentären Blättchen (p) zu zeigen.

Fig. 17 (350). Eine (endogene) Sprossanlage.

a: In Oberflächenansicht. Die punktirten Linien entsprechen dem Verlaufe der der zweiten Zellschicht angehörigen Zellen.

b: Seitenansicht. Man sieht die vergrößerte Sprossmutterzelle (Sp.)

Fig. 18 (350). Eine ältere Sprossanlage.

a: Ansicht auf die Zellen der Stengeloberfläche.

b: Tiefere Einstellung auf die Scheitelzelle des Adventivsprosses.

Tafel X.

Fig. 1—4 *Jungermannia crenulata*.

- Fig. 1 (350). Querschnitt durch ein Stämmchen mit einer endogenen Sprossanlage. Die Sprossmutterzelle (Sp) ist durch eine schiefe Wand getheilt.
 Fig. 2 (350). Ein ähnlicher Schnitt mit einer älteren Sprossanlage.
 Fig. 3 (350). Praeparat wie in Fig. 1; die Sprossmutterzelle aber ungetheilt.
 Fig. 4 (350). Ein junges Amphigastrium mit den benachbarten seitenständigen Blättern. Man vergleiche Taf. IX Fig. 13—16.

Fig. 5—13 *Jungermannia acuta*.

- Fig. 5 (350). Spitzenansicht eines Stämmchens.
 Fig. 6 (350). Frei praeparirter Embryo. Länge 48 Mik.
 Fig. 7 (350). Ein Embryo gleicher Länge.
 Fig. 8 (350). Der frei praeparirte Embryo 66 Mik. lang.
 Fig. 9 (350). Embryolänge 75 Mik.
 Fig. 10 (350). Embryolänge 81 Mik. Die Zellinhalte sind durch Salzsäure contrahirt; die Membranen aufgequollen.
 Fig. 11 (350). Embryolänge 114 Mik.
 a: In Längsansicht.
 b: Optischer Querschnitt durch den oberen Theil.
 Fig. 12 (350). Obere Hälfte eines bedeutend weiter entwickelten Embryo.
 a: In Oberflächenansicht.
 b: Bei gleicher Lage im axilen Längsschnitt gesehen.
 c: Gegen Fig. b um 90° gedreht.
 d: Im optischen Querschnitt.
 Fig. 13 (350). Ein abnorm ausgebildeter Embryo.
 Fig. 14 (350). Ein frei praeparirter Embryo von *J. hyalina*.

Plagioclila.

Fig. 15 *P. interrupta*; Fig. 16—23 *P. asplenioides*.

- Fig. 15 (350). Sprossscheitel in Spitzenansicht. Vom Segmente II sieht man nur die Papillen der (rudimentären) Amphigastrien.
 Fig. 16 (350). Eine ähnliche Ansicht. Bei höherer Einstellung (über die Scheitelzelle) erscheinen über den Scheitel 4 aus dem Segmente II entspringenden Haare gebogen. (Man vergl. folgende Figur.) Das Segment V ist ebenfalls in 2 median gelegene Papillen ausgewachsen, die in der Zeichnung im Durchschnitt erscheinen.

Fig. 17 (350). Eine höhere Spitzenansicht auf einen männlichen Spross. Die Lage der Antheridien ist durch punktierte Kreise bezeichnet.

Fig. 18 (350). Ein Antheridentragender Sprossspitze in verschiedenen Ansichten.

a: Einstellung auf die Scheitelzelle. Die ganz jungen Antheridien A und A₁ erscheinen etwas über ihrer Insertion durchschnitten.

b: Tiefere Einstellung auf die Insertion der beiden Antheridien.

c: Das Stützblatt des Antheridiums A₁ (dessen Umriss punktiert) von aussen in der Richtung des Pfeiles x gesehen.

d: Das Antheridium A und dessen Stützblatt im Durchschnitte, in der Richtung des Pfeiles y gesehen.

e: Das Antheridium A₁ und dessen Stützblatt im Durchschnitte, in der Richtung des Pfeiles z gesehen.

Fig. 19 (350). Ein junges Seitenblatt von der Fläche gesehen.

Fig. 20 (350). Jüngeres Stadium eines Seitenblattes. (Der bauchständige Rand liegt nach links.)

Fig. 21 (540). Ein junges Antheridium in verschiedenen Ansichten.

a: Ansicht auf die Oberfläche.

b: Bei gleicher Lage und mittlerer Einstellung.

c: Bei gleicher Lage und tiefster Einstellung. (Ansicht auf die abgekehrte Wand.)

d und e: Optische Längsschnitte, das Objekt um Weniges nach rechts und links gedreht.

f: Spitzenansicht.

g: Optischer Querschnitt.

Fig. 22. Theilungsschema für dieses Antheridium.

Fig. 23 (350). Ein (rudimentäres) Amphigastrium.

Tafel XI.

Fig 1—11 *Scapania nemorosa*.

Fig. 1 (350). Querschnitt durch die Vegetationsspitze: vom Grunde aus gesehen. Da die Vegetationsspitze sehr flach ist, sieht man zu gleicher Zeit auf den Grund der Blätter I, II, IV u. V. Hier erscheinen diese Blätter durch tangente Theilungen zweischichtig und es sind einzelne Zellen der rückenständigen Blatthälften zu Haarpapillen (p) ausgewachsen. Die dem bauchständigen Segmente III entsprechende Papille ist in der Zeichnung nicht vorhanden, wohl aber die dem Segmente VI entsprechende.

Fig. 2 (350). Ein ähnliches Praeparat.

a: In Spitzenansicht. Hier sieht man die den bauchständigen Segmenten I und IV entsprechenden Papillen.

b: Längsansicht in der Richtung des Pfeiles y. Es erscheint die bauchständige Segmentreihe im Durchschnitt, und man sieht von der Scheitelzelle aus auf die Fläche des seitenständigen Segmentes VI (in der Zeichnung schraffirt), in dem die ersten Theilungen erkennbar sind.

Fig. 3 (350). Ein Schüppchen in der Achsel eines älteren Blattes, von der Fläche gesehen.

Fig. 4 (280). Ein ähnliches Schüppchen in seiner Verbindung mit dem Tragblatte B. St: Theil des Stengelgewebes.

Fig. 5 (350). Eine Haarpapille aus der Achsel eines Blattes.

Fig. 6 (540). Querschnitt durch ein junges (abgestorbenes) Antheridium. Die punktirten Linien zeigen die Lage der Quadrantenwände in der obersten (den Körper des Antheridiums stützenden) Stielzelle.

Fig. 7 (540). Ein junges Archegonium.

a: Im optischen Längsschnitt.

b: Im optischen Querschnitt.

Fig. 8 (350). Ein 120 Mik. langer Embryo im optischen Längsschnitt.

Fig. 9 (350). Stück aus der Wand einer halbreifen Sporenkapsel. Länge des Sporenraumes: 420 Mik.

Fig. 10 (540). Partie aus dem Inhalte einer halbreifen (Fig. 9 entsprechenden) Kapsel, die längere Zeit in Alkohol gelegen. Ohne Wasserzusatz.

Fig. 11 (540). Die Zellinhalte nach Verflüssigung der Wände durch Wasserzusatz.

Fig. 12—22 *Alicularia scalaris*.

Fig. 12—19. Keimungsstadien der Sporen.

Fig. 20. Junger weiblicher Blütenstand in Spitzenansicht. Die beiden Hüllblätter sind an der Spitze (und in ihrer Mediane) eingefaltet und zurückgeschlagen. Aus der Falte des jüngeren Blattes sieht ein Archegonium hervor.

Fig. 21 (540). Eine Vegetationsspitze mit Archegonienanlagen in verschiedenen Ansichten.

a: In Spitzenansicht. Vom bauchständigen Segmente II erscheinen 3 Haar-papillen im Durchschnitt. In den Segmenten IV u. VI ist je ein Archegonium angelegt, das im Segmente VI schief seitlich sichtbar wird.

b: Längsansicht in der Richtung des Pfeiles y. Das Segment VI und das aus ihm entspringende Archegonium erscheinen im optischen Längsschnitt.

c: Längsansicht in der Richtung des Pfeiles x. Das Segment VI erscheint von der Fläche gesehen.

d: Ansicht auf die Aussenfläche des Segmentes VI, in der Richtung des Pfeiles z der Fig. b. Es erscheint die Wand n, welche im Segmente

den zum Perianthium werdenden Theil von dem die Archegonien bildenden scheidet, im Durchschnitt. Der punktirte Kreis bezeichnet einen höheren Durchschnitt des Archegoniums.

Fig. 22 (350). Ein junges Amphigastrium.

Fig. 23 — 25 *Gymnomitrium concinnatum*.

Fig. 23 (540). Eine Vegetationsspitze in verschiedenen Ansichten.

- a: In Spitzenansicht. Die bauchständigen Segmente II u. V sind zu Haarpapillen ausgewachsen. Im Segmente X ist ein Archegonium angelegt.
- b: Die Scheitelzelle und die benachbarten Segmente vom Grunde gesehen.
- c: Der Scheitel im optischen Längsschnitt, der genau durch die in der Mediane des Blattes VII gelegene Bucht geht.
- d: Das Segment VII mit seinen beiden Blattlappen von aussen und von der Fläche gesehen. Der Umriss des dahinter liegenden Segmentes X ist durch die punktirte Linie angedeutet.
- e: Querschnitt etwas unter der Spitze, um die geringe Breitenentwicklung des bauchständiges Segmentes zu zeigen. S. S: seitenständige Segmente.

Fig. 24 (350). Vegetationsspitze eines sterilen Sprosses.

Fig. 25.

a (60): Halbreifes Sporogonium. 480 Mik. lang. (Länge des Kapselraumes 170 Mik.)

b (350): Stück eines Längsschnittes durch die Sporenkapsel.

Fig. 26 (250). Keimungsstadium einer Spore von *Jungermannia tersa*.

Tafel XII.

Haplomitrium Hookeri.

Fig. 1 (350). Vegetationsspitze eines Sprosses, der etwa 1 Mm. lang war, aber keine Blattbildung zeigte.

a: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles x. Die mit a und b bezeichneten Haarpapillen entsprechen den gleichbezeichneten der Fig. b.

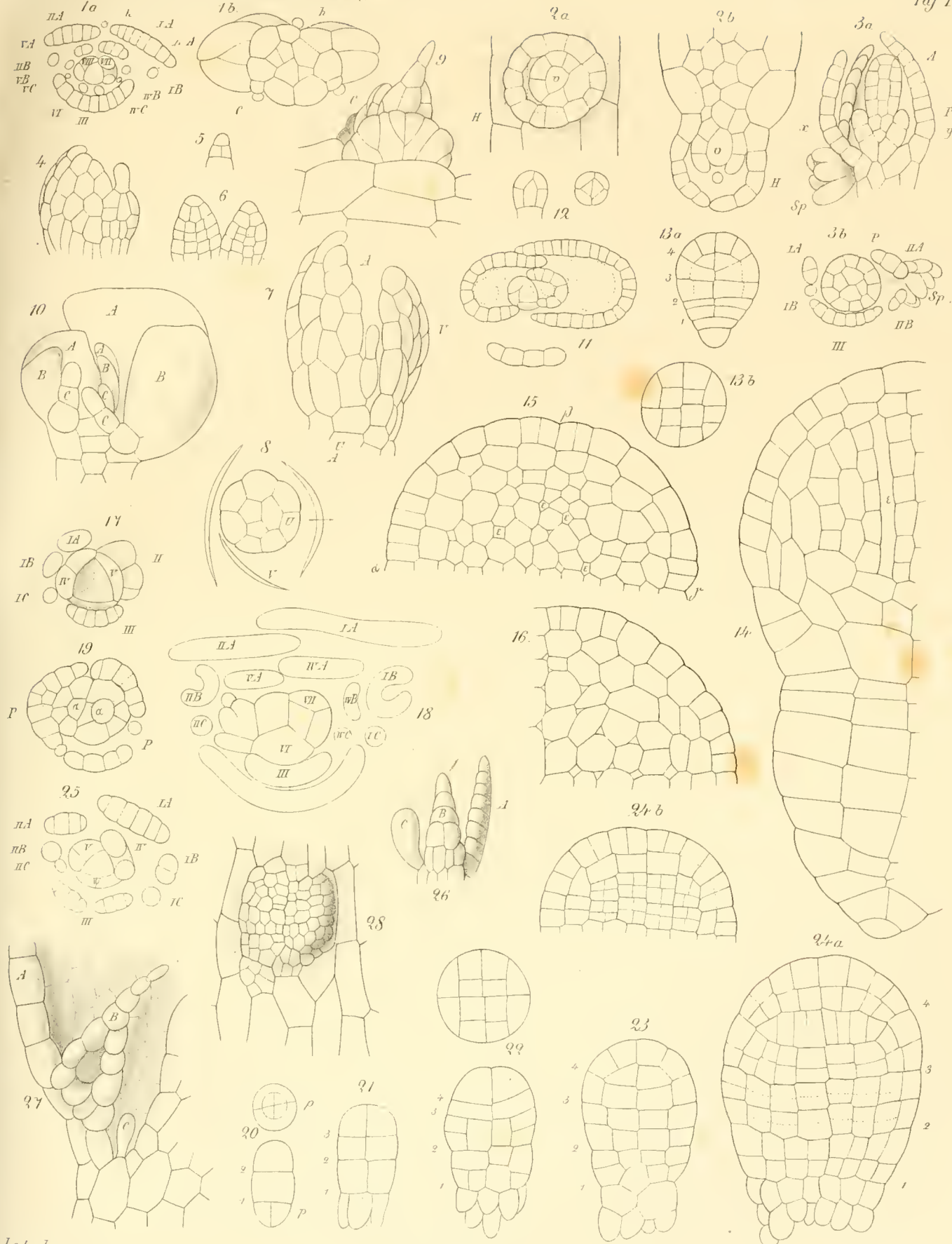
b: In Spitzenansicht. Die Kreise bezeichnen Ursprungsstellen von Haarpapillen, die sämmtlich über die Scheitelfläche zusammenneigen.

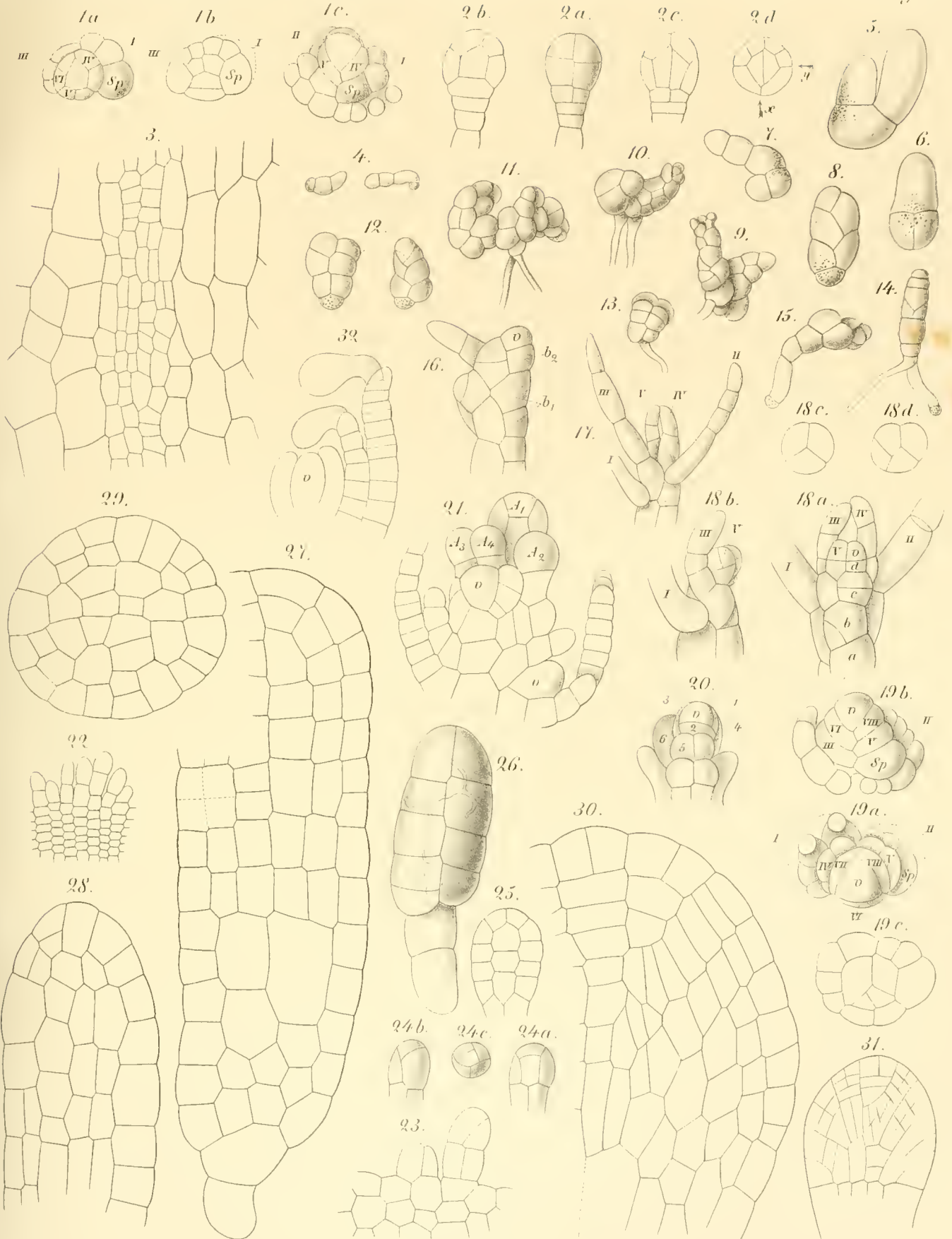
Fig. 2 (350). Spitzenansicht eines etwa 1.5 Mm. langen blattlosen (wurzelartigen) Sprosses. Die Kreise bezeichnen auch hier die Insertionsstellen der Haarpapillen.

Fig. 3 (350). Ansicht einer Sprossanlage, die kaum als Höcker über die Stengeloberfläche hervorgetreten war. Ueber die Scheitelfläche neigen von allen Seiten Haarpapillen zusammen. Die Richtung des Pfeiles gibt die Richtung nach der Spitze des Tragsprosses an.

- Fig. 4 (350). Junges Blatt (zunächst der Scheitelzelle).
- Fig. 5 (350). Ein etwas älteres Blatt. Ansicht auf die convexe (Unter-) Seite. Es ist dies das Blatt des Segmentes III in Fig. 7 a.
- Fig. 6 (350). Ein noch älteres Stadium. Vergl. Text pg. 70.
- Fig. 7 Spitze eines Sprosses, in dessen spitzenständigem Blätterschopfe Antheridien vorhanden waren.
- a (350): In Spitzenansicht. Im Segmente IV waren 2, im Segmente V jedoch 3 Antheridienanlagen (hier durch punktierte Kreise angedeutet) vorhanden. Eine ganz kleine Papille im Segmente VI war möglicher Weise ebenfalls ein (sehr junges) Entwicklungsstadium eines Antheridiums. (Vergl. Fig. 7 c.)
- b (350): Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles x. Das hier mit a bezeichnete Antheridium entspricht dem im Segmente V der früheren Figur median gelegenen.
- c (540): Das Praeparat der früheren Figur etwas nach links gedreht, um die Papille b des Segmentes VI im optischen Längsschnitt zu erhalten.
- Fig. 8 (540). Ein Segment mit 3 Antheridienanlagen, ähnlich dem Segmente V der Figur 7 a in Flächenansicht.
- Fig. 9 (60). Horizontalprojektion der Sprossspitze mit Antheridien, um deren Lage zu den Blättern zu zeigen.
- Fig. 10 (350). Spitzenansicht einer Sprossspitze mit Antheridien (A).
- Fig. 11 (350). Dasselbe Praeparat in Seitenansicht (in der Richtung des Pfeiles x). Man erkennt, dass das Antheridium Ax nicht in einer Blattachsel, sondern neben einem Blatte (B) und zwar auf gleicher Höhe mit diesem steht. h sind die auch in der früheren Figur gleich bezeichneten Haarpapillen, die am Rande benachbarter Blätter entspringen.
- Fig. 12 (350). Ein junges Antheridium.
- a: Im optischen Querschnitt.
- b: Querschnitt des Antheridiumstieles.
- c: Im optischen Längsschnitt.
- Fig. 13 (280). Horizontalprojektion der Spitze eines weiblichen Sprosses, dessen Archegonien jedoch sämtlich abgestorben waren.
- Die Segmente IV, VI, VII sind je in 3 Theile (2 Blatttheile und 1 Archegonium) aufgelöst. Bei tieferer Einstellung erkannte man deutlich die Scheitelzelle mit den anliegenden Segmenten XI, XII, XIII; und ebenso waren die Grenzen der Segmente VI, VII, IX, X genau so wie sie in der Figur durch punktierte Linien angedeutet sind, vollkommen deutlich erkennbar.

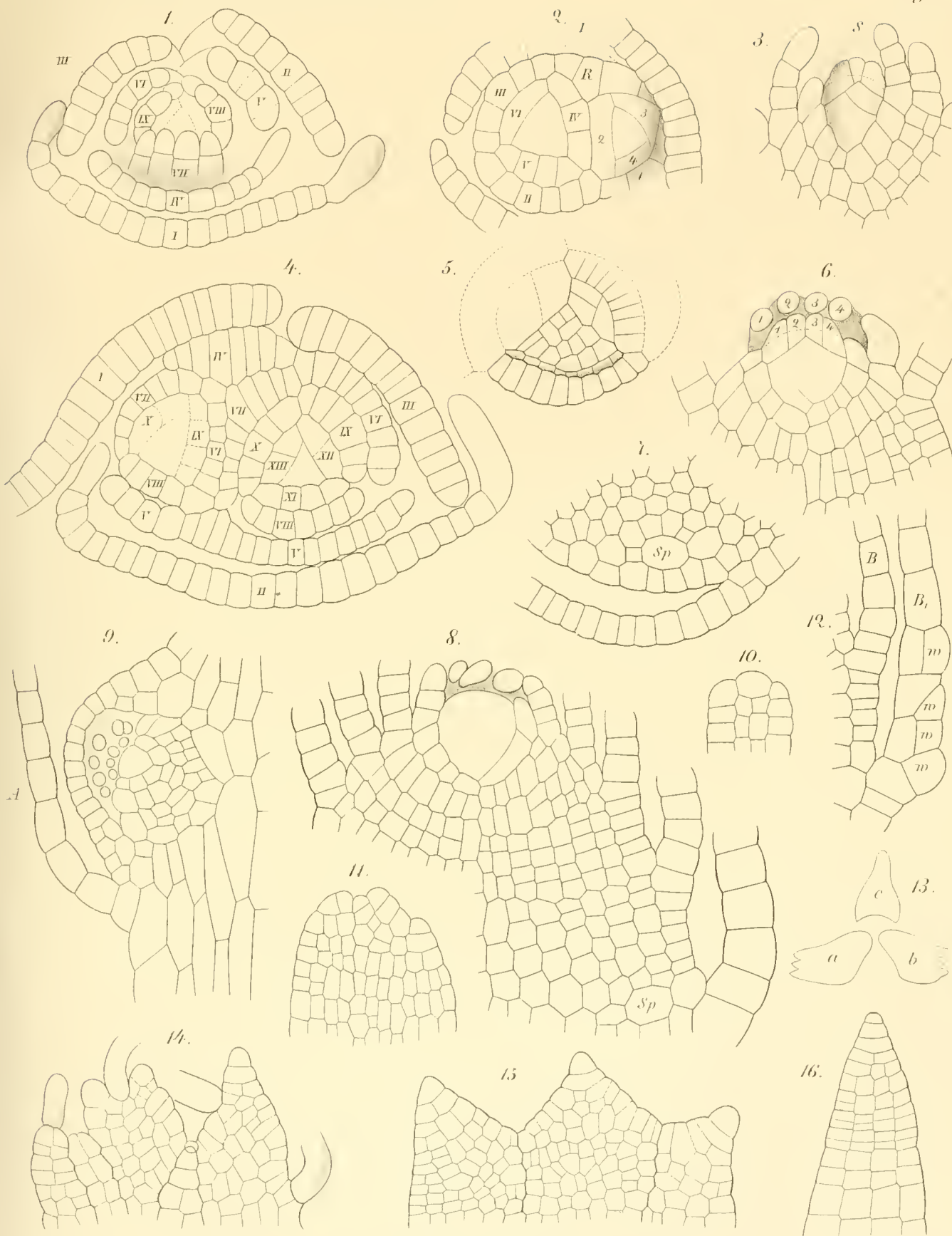
Weimar. — Hof-Buchdruckerei.

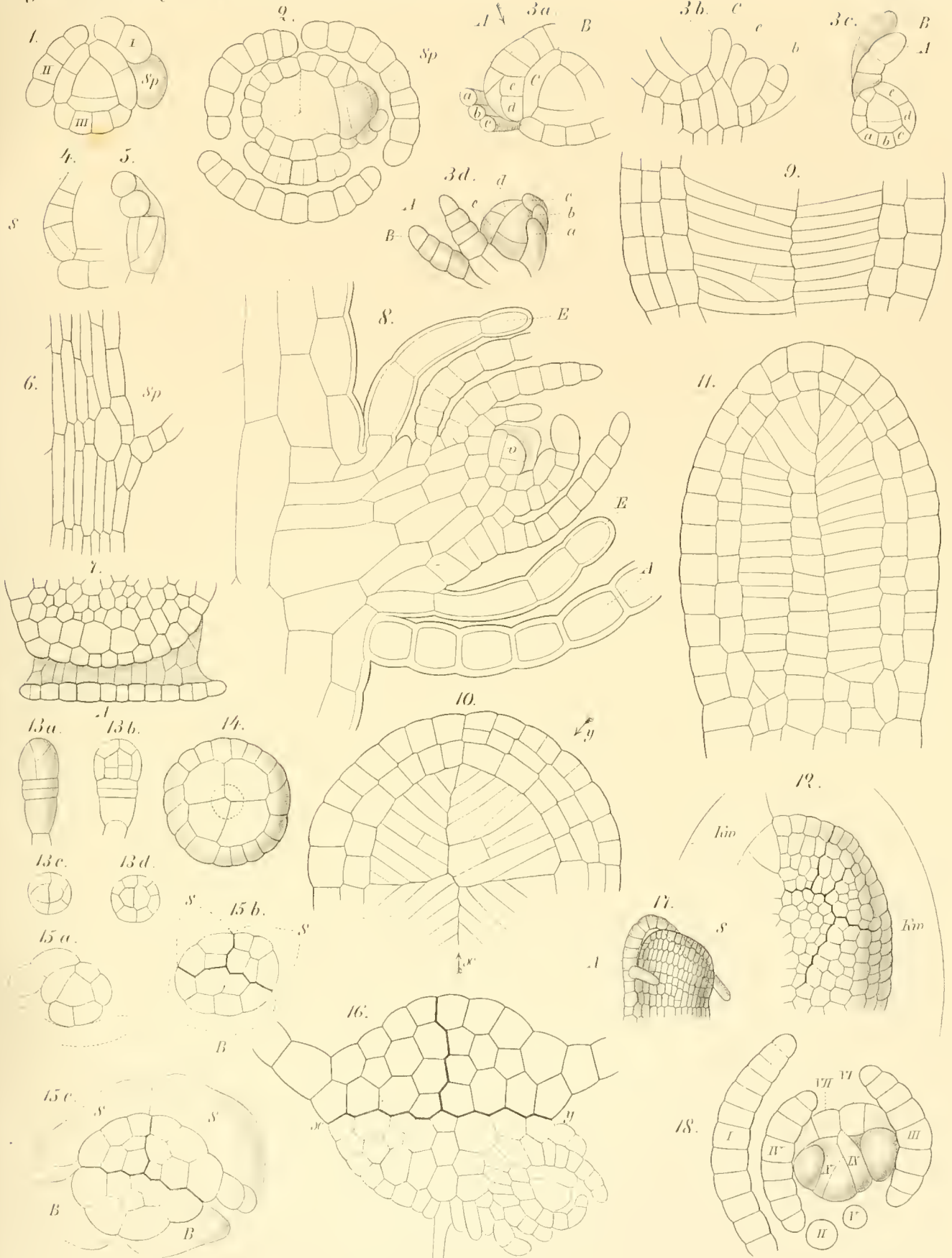


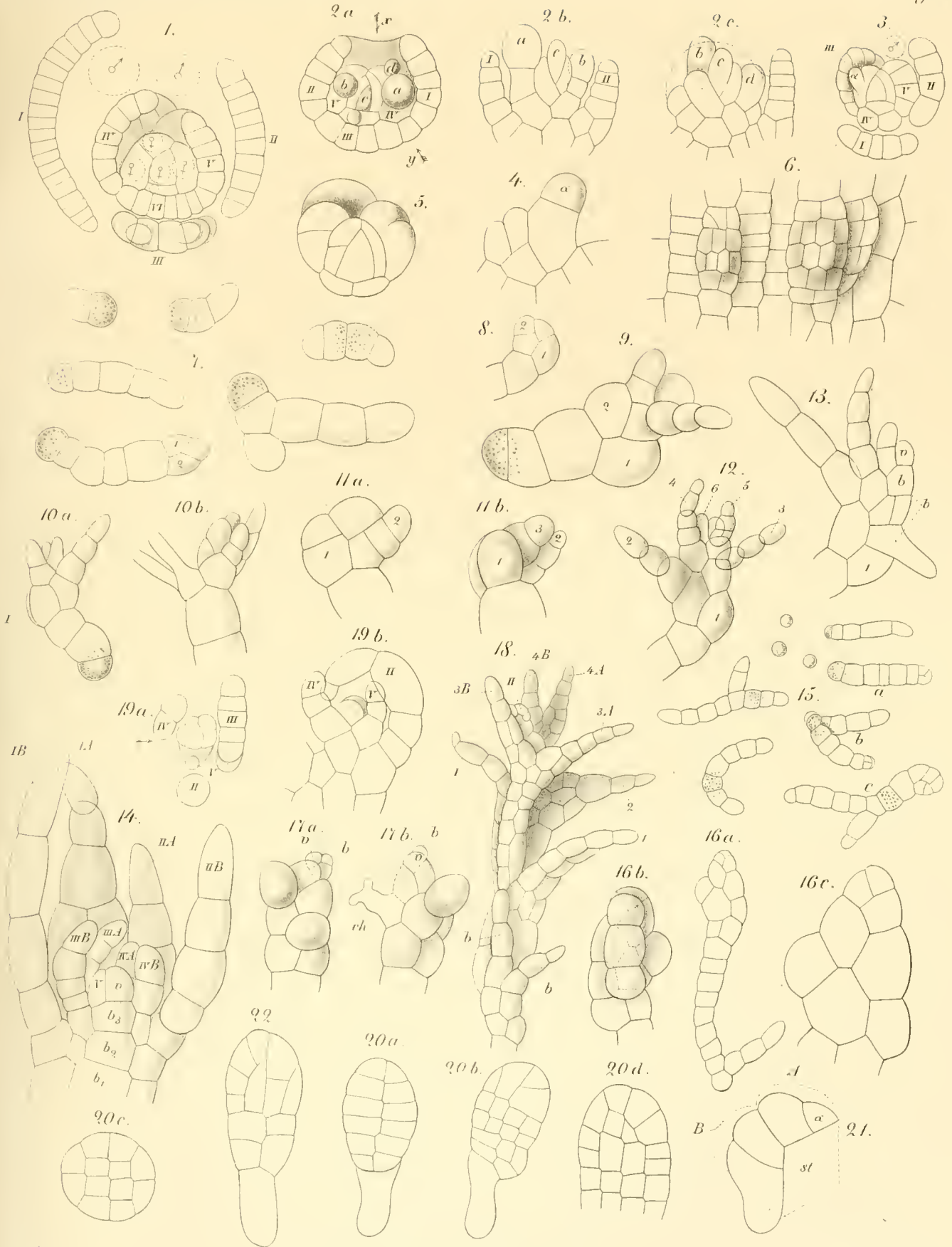


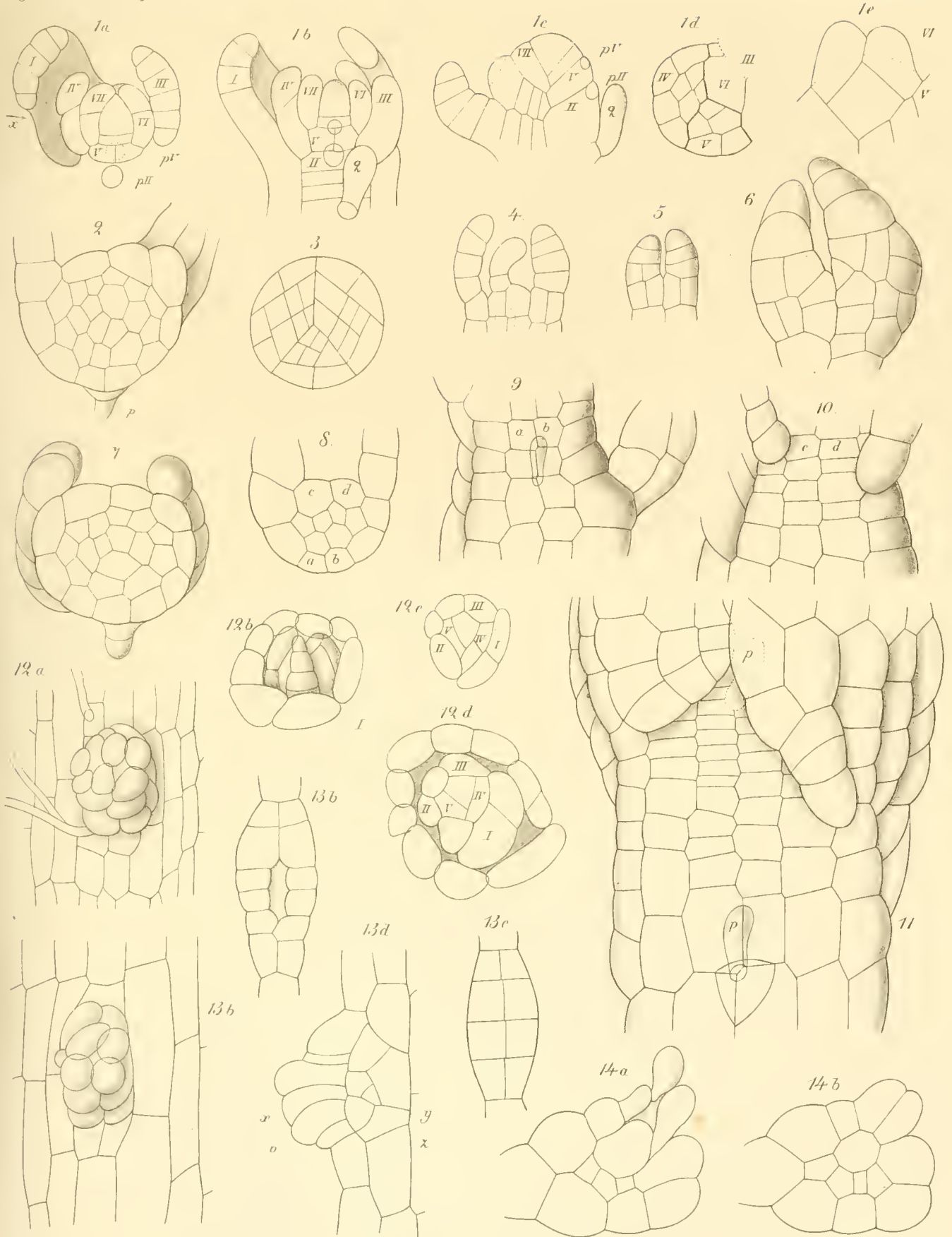
Ptilidiaceae.

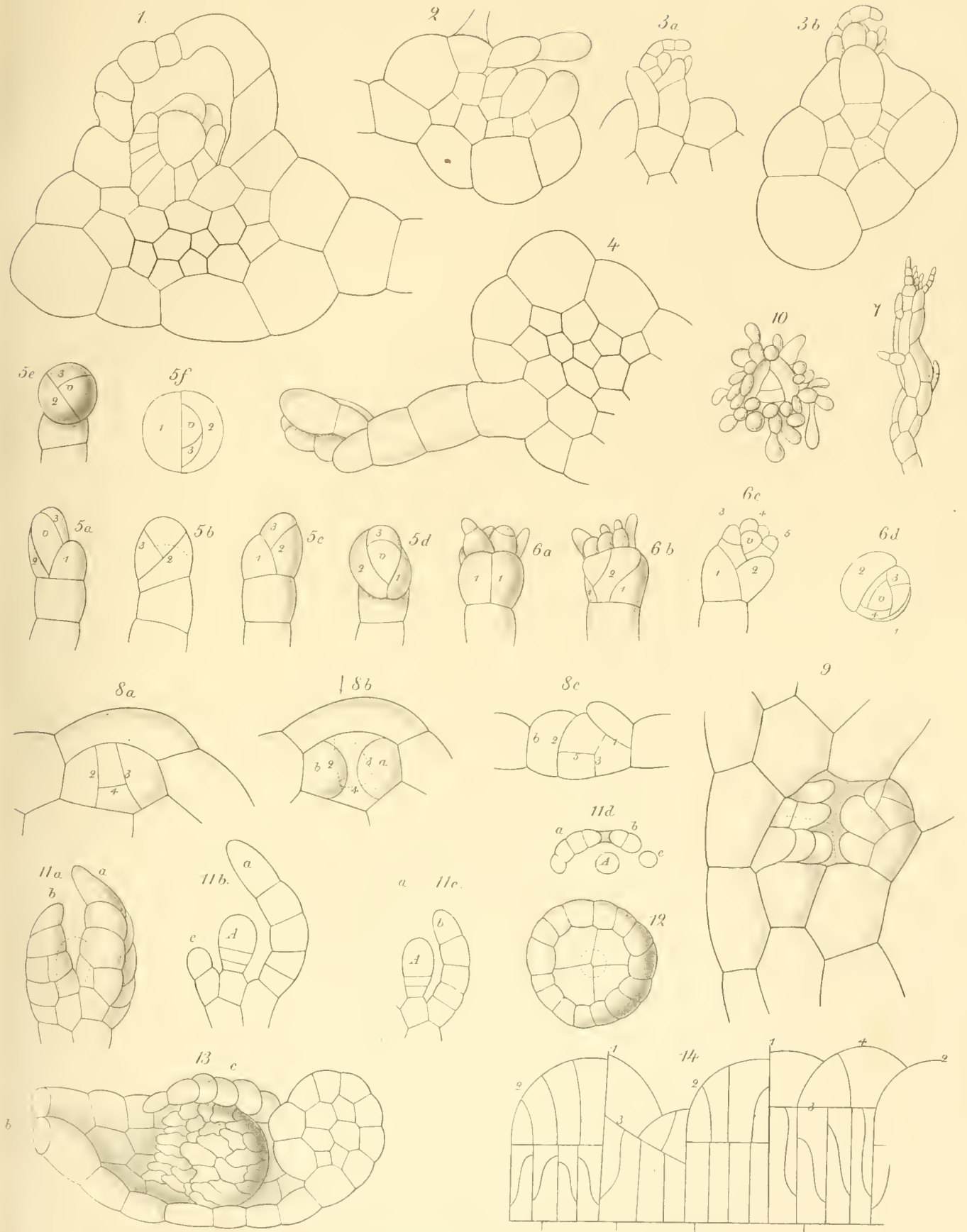
Lith. von Haue

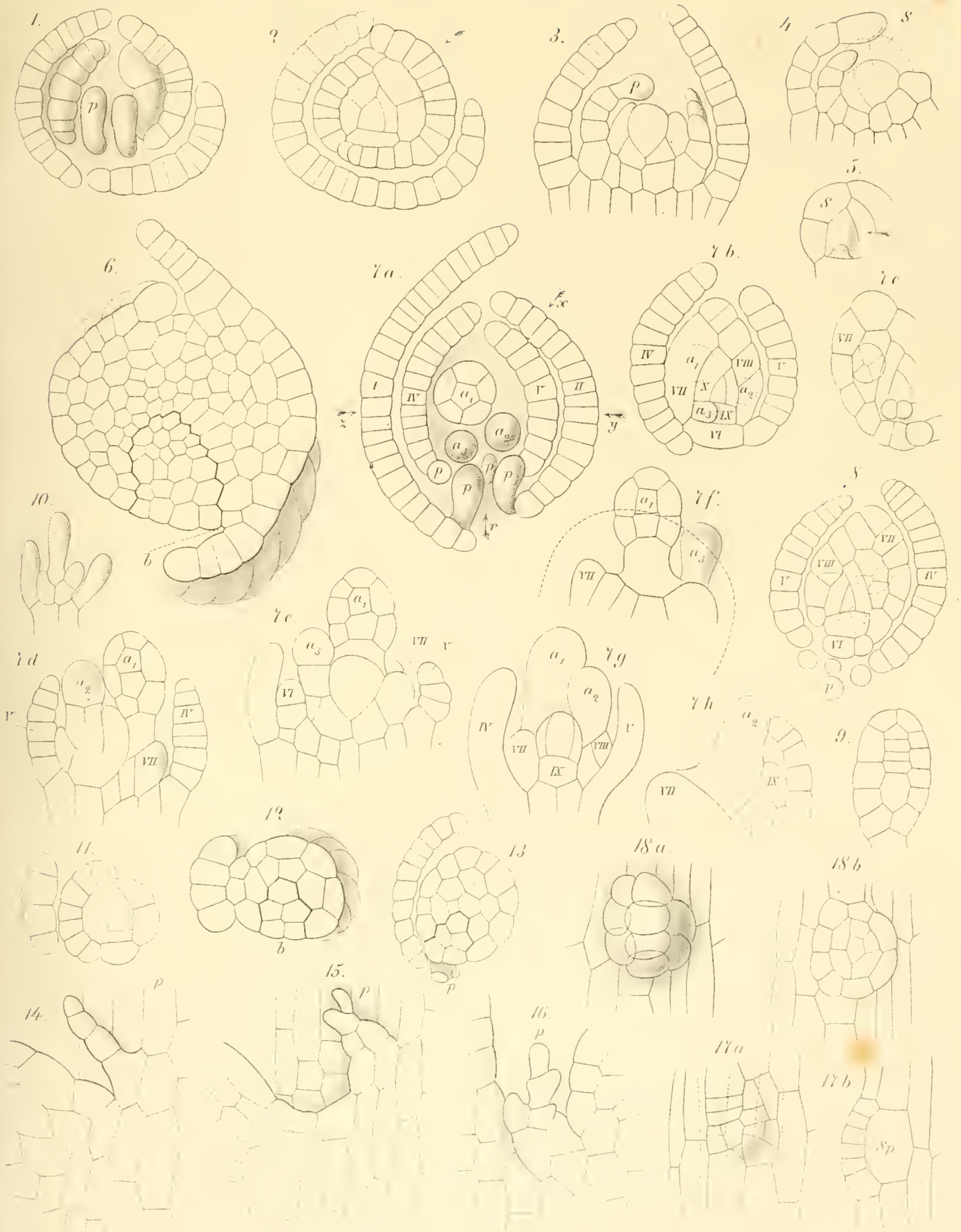


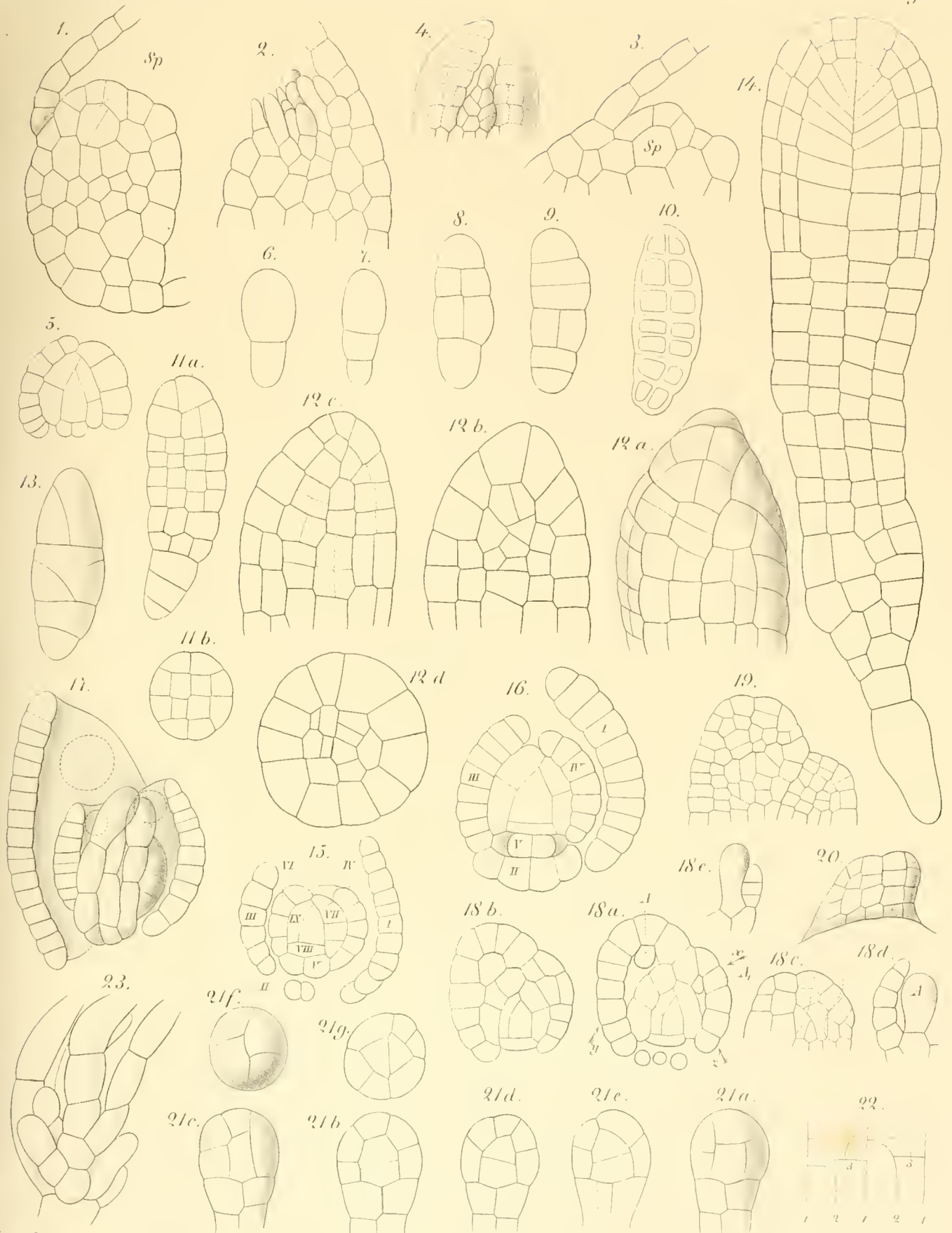








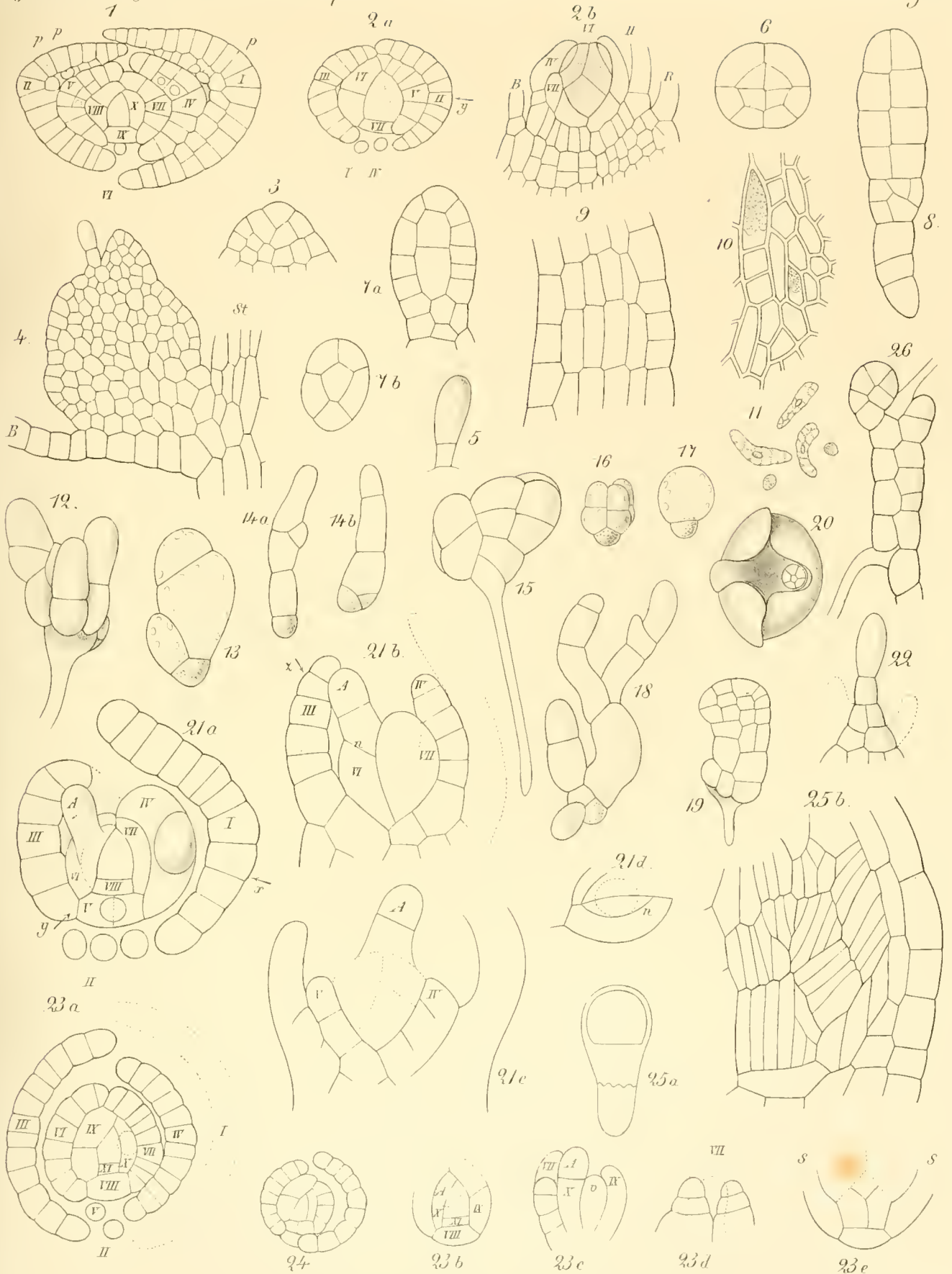


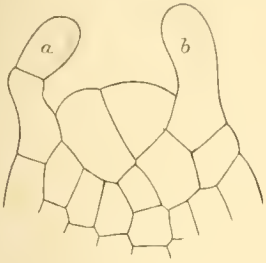


Leptogb. qcz.

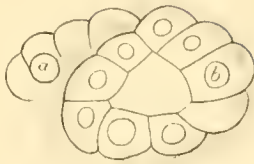
Jungermannia, Plagiochila

Lith von Laue





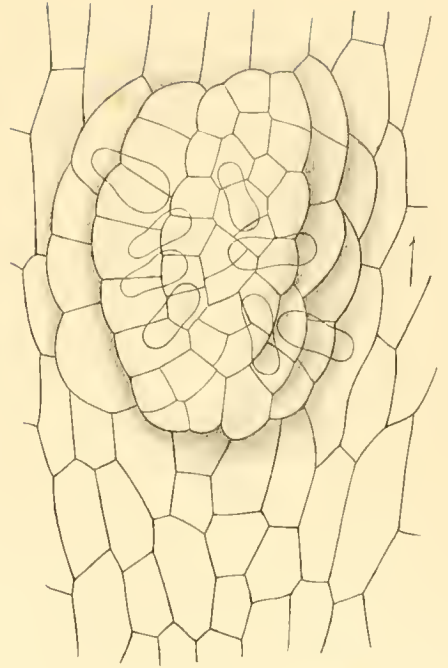
16



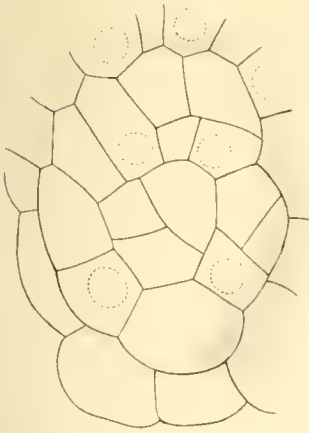
5



3



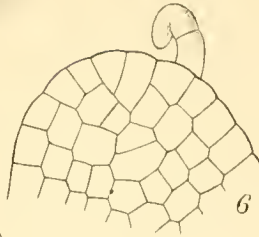
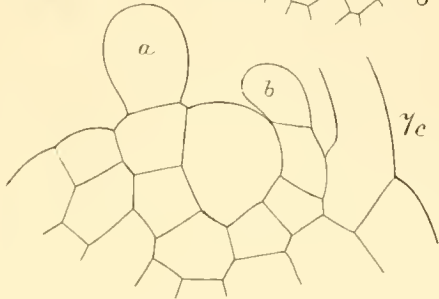
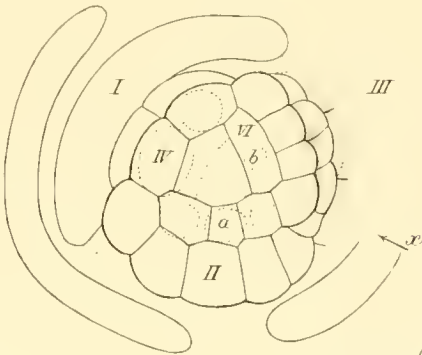
2



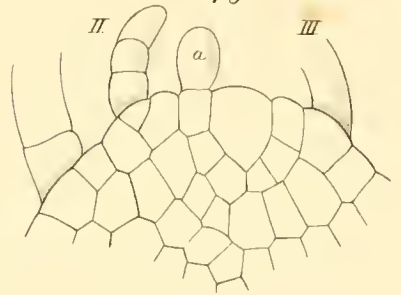
4.



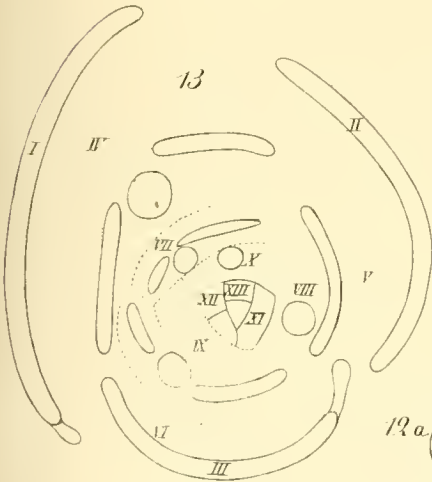
6

 γ_c  γ_{11} 

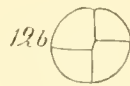
76



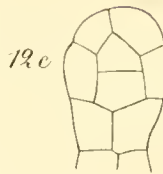
13



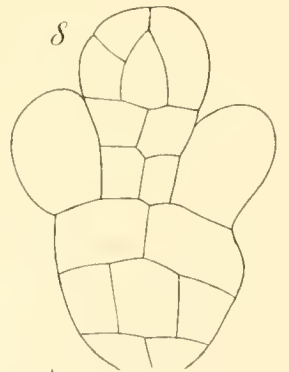
126



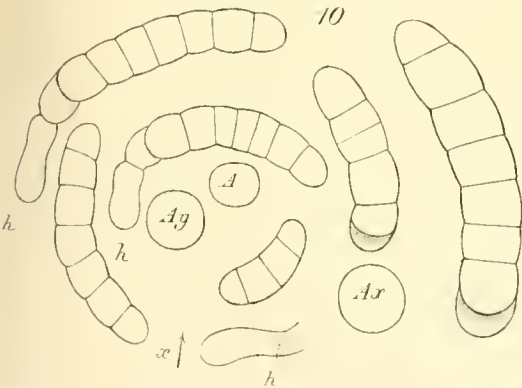
12c



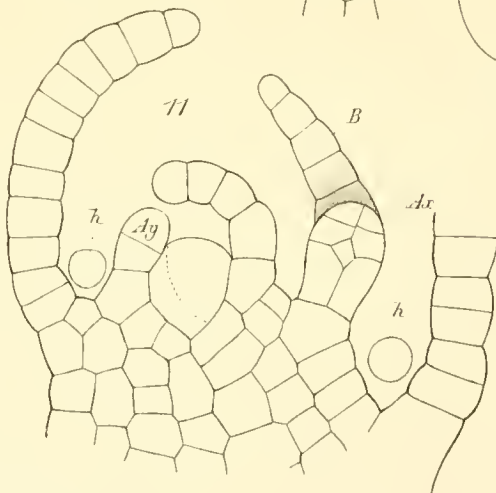
S



10



11



9



