

Das

Wachsthum von *Schistostega*.

Von H. Leitgeb.

Es ist bekannt, dass die Sprosse von *Fissidens*, entstehen sie nun am Protonema oder als normale Seitensprosse am Stämmchen, mit dreiseitiger Scheitelzelle angelegt werden, die dann aber allmählig in eine zweischneidige übergeführt wird. Ebenso weiss man, dass mit dieser Aenderung der Theilungsrichtung in der Scheitelzelle eine Aenderung der Blattstellung Hand in Hand geht, die in gleicher Weise aus $\frac{1}{3}$ in $\frac{1}{2}$ übergeht. Es stehen daher am erwachsenen Stämmchen die Blätter in zwei Längsreihen, und die Ebene, in der sich die vertikalen Spreitentheile ausbreiten, ist auf die Richtung der intensivsten Beleuchtung senkrecht gestellt.

Obwohl meines Wissens Versuche nicht angestellt sind, wird diese Veränderung des Wachsthumes als eine Wirkung des Lichtes aufgefasst, wenn auch der Umstand, dass die beschattete Seite von der beleuchteten in keiner Weise verschieden ist, nicht sehr für diese Ansicht spricht.

Zugleich mit *Fissidens* wird als Beispiel immer auch *Schistostega* angeführt, bei welcher Pflanze in gleicher Weise unter Einfluss des Lichtes die Segmentirung der Scheitelzelle und die Blattstellung aus $\frac{1}{3}$ in $\frac{1}{2}$ übergeführt werden soll. *)

Ich hatte schon früher bei Gelegenheit einiger, das Wachsthum von *Fissidens* betreffender Untersuchungen auch einige Stämmchen von *Schistostega* untersucht, und war zur Vermuthung gekommen, dass bei diesem Pflänzchen die dreiseitige Scheitelzelle auch an jenen sogenannten sterilen Sprossen, die durch

*) Hofmeister: Allgemeine Morphologie Pg. 141, 510, 515.

die genau vertikale Insertion der flachen am Grunde zusammenlaufenden Blätter das Aussehen eines Farrenblattes zeigen, erhalten bleibe. *)

Zahlreiche Untersuchungen haben mir später die Richtigkeit dieser Vermuthung bestätigt, und es schien mir nun von Interesse, zu erforschen, in welcher Weise die dreiseitige Segmentirung der Scheitelzelle mit der endlichen zweizeiligen Stellung der Blätter im Zusammenhang stände.

Wir wissen, dass bei den (Leber- und Laub-) Moosen die Segmentirung der Scheitelzelle mit der Blattstellung in Beziehung steht; dass bei *Fossombronia* und *Fissidens* die zweizeilige Blattstellung mit einer zweischneidigen Scheitelzelle, die dreizeilige Blattstellung bei den dreiseitig beblätterten *Jungermannieen* und *Fontinalis* mit einer dreireihigen Segmentation der Scheitelzelle verbunden ist, und dass dort, wo wie bei *Sphagnum*, *Polytrichum* etc. die Blätter in zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ liegenden Divergenzen geordnet sind, diess schon in der Segmentation der Scheitelzelle seinen Ausdruck findet. Anderseits haben wir aber Beispiele genug, wo Blattstellung und Segmentirung der Scheitelzelle verschieden sind. So finden wir bei den zweireihig beblätterten *Jungermannieen* eine dreiseitige Scheitelzelle; dasselbe ist bei *Marsilia* der Fall, während bei *Salvinia* die Blätter quirelig geordnet sind, die Scheitelzelle aber zweireihige Segmentirung zeigt. In allen diesen Fällen gelingt es jedoch, eine bestimmte Beziehung zwischen der Segmentirung der Scheitelzelle und der Blattstellung nachzuweisen, und es lag mir nun daran, auch bei *Schistostega* diesen Zusammenhang herauszufinden.

Die Untersuchungen wurden durchwegs an Herbarmaterial, das mir aber ebenfalls nur im beschränkten Masse zur Disposition stand, angestellt. Es reichte für den zunächst vorliegenden Zweck vollständig aus, während es für die Ermittlung anderweitiger Verhältnisse, namentlich in Bezug auf das Wachstum der Geschlechtsorgane, die Fruchtbildung und die Anlage der Sprosse nicht genügte, so dass ich in Betreff dieser Vorgänge, obwohl ich sie bei der Untersuchung nicht aus den Augen liess, nur Unvollständiges mittheilen kann.

*) Wachstum von *Fissidens*. Sitzungsber. d. W. Ak. Bd. LXIX, Pg. 19 des Separatabdruckes.

Die morphologischen Verhältnisse dieses zierlichen Pflänzchens wurden, insoweit sie sich bei schwachen Vergrößerungen ermitteln lassen, schon von Schimper in seiner vortrefflichen Bryologie (Bd. III.) vollkommen richtig dargelegt und durch ebenso schöne wie genaue Abbildungen illustriert. In jedem Rasen unterscheidet man leicht die beiden, von den Autoren als sterile und fertile Stengel bezeichneten Stammformen.

Erstere, so wie die fertilen nur in ihrer oberen Hälfte beblättert, zeigen, wie schon oben erwähnt, genau vertikale Blattinsertionen und zweizeilige Blattstellung, und bekommen dadurch, dass die in einer Reihe stehenden Blätter an ihrem Grunde häufig verwachsen sind, das Aussehen eines einfach gefiederten Farrenwedels. Diese Verhältnisse finden wir bis in die Knospe beibehalten. Hier jedoch erkennt man immer deutlich eine spiralgige Blattstellung und bemerkt zugleich, dass die vertikale Insertion bei jedem höheren Blatte schiefer wird und endlich in eine horizontale übergeht. Ein Querschnitt durch die Vegetationsspitze (Fig. 7) zeigt uns nun die Spiralstellung der jungen Blätter und Segmente, so wie die dreiseitige Scheitelzelle, kurz dieselben Verhältnisse, wie wir sie bei vielen anderen Laubmoosen mit mehrseitiger Blattstellung beobachten. Die Blattdivergenzen liegen zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$, und man findet dieselben das eine Mal näher an $\frac{2}{5}$ das andere Mal näher an $\frac{3}{8}$ gelegen, und in gleicher Weise zeigen auch schon die die Scheitelzelle zunächst umgebenden Segmente die entsprechenden Divergenzen. In der Regel sind die Medianebenen auch der äusseren Blätter noch radial gestellt, doch findet man öfters Sprosse, an denen die Divergenz der Blattmedianen gegen die Radialebene den Uebergang zur zweizeiligen Blattstellung und zur vertikalen Insertion erkennen lässt (Fig. 9). Gegen den blattlosen Theil des Stammes hin werden die Blätter schmaler und die untersten sind nur auf eine Zellreihe reducirt. Auch hier stehen sie nicht mehr zweizeilig, sondern in kleineren Divergenzen.

Auch an den fertilen Sprossen beginnen die Blätter ungefähr in derselben Höhe und zeigen die gleiche Ausbildung; doch werden in der Regel nur wenige einzeln stehende Blätter gebildet, und es schliesst der Spross sogleich mit einem, die Geschlechtsorgane bergenden Blätterschopfe, dessen äusserste Blätter, wie schon Schimper bemerkt, häufig schiefe Insertionen zeigen. Blattstellung wie Segmentirung der Scheitelzelle stimmt vollkommen mit

den an sterilen Sprossen überein und ich verweise in dieser Beziehung auf Fig. 6 und 8, welche den Querdurchschnitt des Knospenendes eines männlichen und auf Fig 10, welche einen solchen eines weiblichen Sprosses darstellt.

Diese beiden Sprossformen sind jedoch nicht scharf von einander getrennt, sondern durch vielfache Uebergänge verbunden. So findet man nicht selten Geschlechtsprosse, welche in ihrem unteren Theile durchaus den sterilen Sprossen gleichen, bei denen sich aber die vertikale Blattinsertion nicht bis in die Spitze fortsetzt, sondern ganz allmählig und mit an jedem höher stehenden Blatte deutlicher hervortretender horizontaler Insertion in den die Geschlechtsorgane umschliessenden Blätterschopf übergeht. Ganz ausnahmslos beobachtet man, dass mit dieser Veränderung in der Neigung der Insertionsebene auch die Breite des Blattes abnimmt und ebenso, dass die zweizeilige Blattstellung successive in die spiralige sich auflöst. Andererseits beobachtet man auch Sprosse, welche in ihrem unteren Theile vollkommen deutlich die zweizeilige Blattstellung und die vertikale Blattinsertion erkennen lassen, dann aber spiralige Blattstellung und schiefe (oder selbst nahezu horizontale) Insertionen zeigen, endlich wieder in den Charakter steriler Sprosse zurückfallen und dann an ihrer Spitze erst allmählig auf die oben beschriebene Weise den die Geschlechtsorgane tragenden Blätterschopf ausbilden.

Dies Alles zeigt uns, dass ein Unterschied zwischen sterilen Sprossen und den fertilen nicht besteht, dass beide in ihrem Spitzenwachsthum vollkommen übereinstimmen und dass die Verschiedenheit, wie wir sie an ausgewachsenen Stengeln finden, erst Folge einer in den Segmenten auftretenden Wachstumsänderung ist. Es verdient ferner hervorgehoben zu werden, dass bei beiden Sprossarten der untere blattlose Theil ungefähr gleich lang ist, dass also in der Regel an dem einen in derselben Höhe die Geschlechtshülle sich befindet, in welcher an dem anderen die wedelartige Ausbildung ihren Anfang nimmt. Die Abbildungen in Schimper's Werke namentlich Fig 26, zeigen dies vollkommen klar. Es ist also kaum zweifelhaft, dass sich sämtliche Sprosse von ihrer Anlage an durch längere Zeit in ihrem Wachstume durchaus gleich verhalten, dass nun ein Theil der Sprosse mit der Bildung der Geschlechtsorgane abschliesst, der andere Theil aber, indem diese Bildung unterbleibt, in modificirter Weise weiter-

wächst, aber in jedem späteren Stadium durch Entwicklung der Geschlechtsorgane den verloren gegangenen Charakter wieder gewinnen kann.

Durch welche Wachstumsvorgänge wird nun der Uebergang der spiraligen Blattstellung in die zweizeilige und damit in Verbindung der Uebergang aus der schiefen (oder selbst horizontalen) Blattinsertion in die vertikale hervorgebracht?

Was den ersten Punkt betrifft, so wurde schon früher erwähnt, dass die Segmentirung der Scheitelzelle durchaus gleich bleibt. Weiters zeigt jeder Knospenquerschnitt, dass jedes Segment ein Blatt producirt. Es ist also auf Vorgänge, wie wir sie bei den zweireihig beblätterten Jungermannieen finden (wo die Segmente in Längsreihen stehen und die bauchständige Reihe keine Blätter producirt) nicht zu denken. Anderseits finden wir unter den höheren Pflanzen Beispiele, dass die in der Knospè mehrreihige Blattstellung einfach durch Drehung der Internodien in die zweizeilige übergeführt wird, sei es dass sich sämtliche Internodien in gleichem Sinne und nach dem kurzen Wege der Blattstellung drehen, oder dass die Drehung am zweiten Internodium in entgegengesetzter Richtung vom ersten stattfindet. *)

Was weiters die Veränderung in der Lage der Insertionsebene betrifft, so sehen wir fast ausnahmslos bei allen beblätterten Jungermannieen, die anfangs horizontale Blattinsertion in eine mehr oder weniger vertikale übergehen, sei es, dass, wie bei *Fossombronia* die Segmente zweizeilig oder wie bei den Jungermanniaarten dreizeilig angelegt werden. In allen diesen Fällen wird die Lagenveränderung durch das stärkere Längenwachsthum der Rücken- oder Bauchseite des Sprosses hervorgebracht, die Blätter beider seitlichen Reihen also durchaus in der Weise gerichtet, dass sie sämtlich dieselbe Seite, bei stärkerem Längenwachsthum der Sprossrückenseite ihre morphologische Unterseite (oberschlächlige Blätter), bei überwiegendem Längenwachsthum der Bauchseite des Sprosses ihre morphologische Oberseite (unterschlächlige Blätter) dem Lichte zukehren. Es ist dabei selbstverständlich, dass sich die Blätter beider Blattzeilen verschieden verhalten müssen, indem z. B. bei rechtsläufiger Spirale und unterschlächtigen Blättern die rechtsgelegenen Blätter an ihrem kathodischen (hinteren), die

*) Frank: Die natürliche wagrechte Richtung von Pflanzentheilen Pag. 11

linksgelegenen an ihrem anodischen (vorderen) Rande gehoben werden. *)

Wenn man Stengel von *Schistostega*, an denen eine spiralgige Blattstellung deutlich ist, in Bezug auf die Lage der Blattinsertionen untersucht, so findet man ausnahmslos, dass bei allen Blättern der gleichnamige Blattrand der tiefere weiter grundwärts liegende ist, und dass diese tiefere Lage immer den in der Grundspirale vorderen, anodischen Rand trifft.

Es lässt sich diess vollkommen deutlich bis in die Vegetationsspitze hinein verfolgen, und man kann an jedem höher stehenden Blatte die sich successive vermindernde Vertikaldistanz der beiden Blattränder nachweisen. Es fallen also bei rechtsläufiger Segmentspirale die schiefen Blattinsertionen der linken Seite an der dem Beschauer zugewendeten Sprosshälfte von dieser und vorne nach der abgewendeten und grundwärts ab; an der rechten Seite dagegen steigen sie von der abgewendeten Seite und vorne nach der dem Beschauer zugekehrten und grundwärts auf, und allgemein: ist die Segmentspirale rechtsläufig, so ist die Insertionsebene der von aussen besehenen Blätter linksläufig, d. h. von links nach rechts aufsteigend und umgekehrt. Dasselbe finden wir an den zweizeilig beblätterten Stengeln nach dem Grunde wie nach der Spitze hin.

Es folgt schon daraus unmittelbar, dass die vertikale Insertion der Blätter ihren Grund hat in dem bei allen Segmenten in gleicher Weise sich geltend machenden stärkeren Längenwachstum der kathodischen Hälfte und dass sich also die Segmente an der beleuchteten und die an der beschatteten Sprosshälfte durchaus gleich verhalten.

Dies ist, wie gesagt, der wichtigste Grund der schiefen und vertikalen Blattinsertionen. Welche andere Vorgänge dieses Moment noch unterstützen, werde ich später mittheilen.

Auch betreffs der Ursachen, welche die Veränderung der Blattstellung bewirken, belehrt uns die vergleichende Betrachtung der in dieser Beziehung verschieden gebauten Stengel. An solchen

*) An die Entstehung der vertikalen Insertion in der Weise, wie bei *Blasia* ist aus dem Grunde nicht zu denken, weil die Flächen auch der jüngsten Blätter, wie bei allen Laubmoosen den Hauptwänden der Segmente parallel sind.

mit spiraliger Blattstellung verlaufen die die Oberfläche derselben einnehmenden Zellreihen in Längslinien; an solchen mit zweizeiliger Blattstellung in Spirallinien, und zwar fand ich wieder ausnamslos, dass dieser Verlauf mit dem Verlaufe der Blatt- (resp. Segment)spirale übereinstimmt. Es weist diese Erscheinung offenbar auf eine Stengeldrehung hin, die also an jedem Internodium in gleichem Sinne und nach dem kurzen Wege der Blattstellung (in der Richtung der Segment-Spirale) stattfindet.

Da der Zweck der Internodiendrehung offenbar der ist, das Blatt in die seitliche Lage zu bringen, so ist es selbstverständlich, dass in Folge der schon der Anlage nach spiraligen Blattstellung, dieser Effect in dem einen Internodium früher als in dem anderen erreicht, und daher die Drehung der aufeinanderfolgenden Internodien der Grösse nach verschieden sein wird, dass in Folge dessen auch bei Sprossen mit zweizeiliger Blattstellung an dem einen oder dem andern Internodium ein spiraliger Verlauf der Zellreihen kaum zu beobachten sein wird.

Spiralige Blattstellung und schiefe (bis horizontale) Insertion ist immer mit geringerer Entwicklung der Blattflächen und gedrängterer Blattstellung, zweizeilige Stellung und vertikale Insertion mit grösserer Spreitenentwicklung und stärkerer Internodienstreckung verbunden. Streckung und Drehung sind also zwei Vorgänge, die mit einander in Causalbeziehung stehen und es scheint, dass letztere eine unmittelbare Folge der ersteren ist. Wo also, wie bei den Geschlechtssprossen, die Segmente und die Scheitelzelle zur Bildung der Geschlechtsorgane verwendet werden und ein weiteres Längenwachsthum unterbleibt, da finden wir denn auch die durch die Segmentirung der Scheitelzelle gegebene Blattstellung erhalten und die Blätter zeigen ihre ursprüngliche horizontale Insertion. Erst dort, wo die vegetative Sprossentwicklung fort dauert, und die kathodischen Hälften der Basilartheile ein überwiegendes Längenwachsthum zeigen und dadurch die Neigung der Blattinsertionen bewirken, wird auch in Folge dieses überwiegenden Längenwachsthums periferischer Gewebeschichten eine Stengeldrehung notwendiger Weise eintreten müssen.

Aus der Kenntniss der im Vorhergehenden geschilderten Vorgänge ergibt sich aber weiters noch eine andere interessante Thatsache. Der Umstand, dass bei allen schief oder vertikal inserirten Blättern der anodische Rand weiter grundwärts liegt, als

der kathodische und weiters, dass die Stengeldrehung immer nach derselben Seite hin stattfindet, hat zur notwendigen Folge, dass bei zweizeiliger Blattstellung die Blätter einer Seite eine andere Fläche dem Lichte zukehren müssen, als die der anderen Seite. So werden zum Beispiel bei rechtsläufiger Spirale die Blätter der rechten Seite ihre morphologischen Oberseiten, die Blätter der linken Seite ihre morphologischen Unterseiten dem Beschauer zuwenden; ein Unterschied, der freilich bei der durchaus gleichen Beschaffenheit beider Seiten (das Blatt ist eine Zellfläche) nicht weiter ins Gewicht fällt.

Ich gehe nun zur Besprechung der Vorgänge im Achsen-scheitel selbst über:

Es wurde schon oben erwähnt, dass das Spitzenwachsthum sämmtlicher Sprosse durch Theilungen einer dreiseitig pyramidalen Scheitelzelle erfolgt, und zwar in der Weise, dass die Segmente gleich nach ihrer Anlage an ihrer anodischen Seite breiter sind, als an ihrer kathodischen und daher in zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ liegenden Divergenzen und zwar in der grössten Mehrzahl der Fälle, in rechtsläufiger Spirale geordnet erscheinen. Wir haben also dasselbe Wachsthumsgesetz, wie ich es an anderen Orten *) für Sphagnum beschrieben habe. So wie dort, wird auch hier durch die Basilarwand, welche aber, wie es scheint, schon von ihrer Entstehung an eine geneigte Lage zeigt (Fig. 4a, Fig. 15, Wand *m*, der basiscopische Basilartheil abgeschnitten. Während nun aber bei Sphagnum (so wie bei Fontinalis) im akroskopischen Basilartheile durch eine Querwand der obere zur Blattfläche auswachsende Theil von einem unteren an der Stengelbildung sich betheiligenden abgeschnitten wird und die Blattscheitelzelle erst in jenem durch Auftreten von schiefen Wänden constituirt, **) sehen wir, dass bei Schistostega in dem akroskopischen Basilartheile mit Unterbleibung der Querwand sogleich schiefe Wände auftreten, und zwar in der Weise, dass die erste schiefe Wand immer vom anodischen Segmentrande ausgehend nach der Basilarwand hin verläuft (Wd. *a* in Fig. 15). Die zweite nach der entgegengesetzten Seite geneigte Wand (Wd. *b*) schneidet vom akroskopischen

*) Wachsthum des Stämmchens von Sphagnum. Sitzungsber. der Wien. Ak. Bd. LIX.

**) Man vergleiche Pag. 5 der Separ. Abdr. meiner Abhandlung.

Segmenttheile ein in der kathodischen Hälfte gelegenes Stück ab, welches nun aber noch durchaus in der Stengeloberfläche liegt und sich bei der Bildung der freien Blattfläche nicht betheiliget. Man sieht diess vollkommen deutlich am Segmente 3 der Fig. 15. Die punktirte Linie bezeichnet uns den oberen Rand der Blattinsertion. Sie bildet einen nach der Spitze convexen Bogen und ist auch an jüngeren Segmenten in derselben Weise mit vollkommener Schärfe sichtbar. Ueber der Wand *b* und nur in ganz geringem Theile über der Wand *a* steht die freie Blattfläche auf und es wird der periferische Rindentheil des Segmentes fast nur von dem basiskopen Basilarstücke und dem über dessen kathodischer Hälfte gelegenen Segmenttheile gebildet. Die schiefe Blattinsertion ist also schon durch den schiefen Verlauf der Wand *b* bedingt. Sie wird nur wenig merkbar sein, wenn der Stengeltheil des Segmentes sich gar nicht oder nur unmerklich streckt. In dem Maasse aber als die Streckung erfolgt, muss notwendigerweise die Wand *b*, welche ja gewissermassen die Insertionsebene des Blattes bildet, schiefer und schiefer werden und sie kann endlich selbst in die Vertikallage kommen. Das in den Figuren 14 und 15 dargestellte Object ist einem sterilen Sprosse entnommen, der bis in die Vegetationsspitze zweizeilige Blattstellung zeigte. Da die Segmentspirale, wie die Scheitelansicht zeigte, rechtsläufig war, so hätten bei endlicher Sprosstreckung, in Bezug auf das Präparat 15 die Blätter 1, 3, 5 etc. auf die linke Seite gerückt werden müssen und sie würden ihre morphologischen Unterseiten dem Beschauer zuwenden. Bei Betrachtung der Lage der durch die Wand *a* abgeschnittenen Zelle gegen das Segment (Blatt) 1, wird es auch erklärlich, dass die Flächen der Blätter einer Seite am Grunde häufig verbunden sind. *)

*) Da wie oben erwähnt wurde, schon die Basilarwand geneigt angelegt wird und die nächste Wand mit entgegengesetzter Neigung sich an sie ansetzt, so wäre man wohl berechtigt zu sagen, dass der periferische Segmenttheil schon vom Anfange an mit zweischneidiger Scheitelzelle, d. i. nach dem Typus des Blattes wachse und es liesse sich meine Auffassung, dass der periferische Stengeltheil als Blatttheil und die ihn aus dem Segmente abschneidende Wand als Blattwand zu bezeichnen sei, um so mehr rechtfertigen. Es hat gegen diese Bezeichnung in neuester Zeit Hermann Müller (die Sporenvorkerne und Zweigvorkerne der Laubmoose, Leipzig 1874) Einsprache erhoben und den Ausdruck „Papillarwand“ vorgeschlagen. Ich habe bei *Fontinalis* obige

Auch die mit vertikaler Blattinsertion versehenen Sprosse bilden ihre beiden Seiten (Licht- und Schattenseite) in der Regel gleich aus. Oefters allerdings bemerkt man scheinbar an der einen Seite eine stärkere Ausbildung des Stammquerschnittes (Fig. 16). Diess hat aber seinen Grund nur darin, dass die Blattinsertionen mehr in der einen Hälfte liegen, was bei den selbst an Sprossen mit ausgebildet zweizeiliger Blattstellung häufig zu beobachtenden nicht genau vertikalen, sondern mehr weniger schiefen Blattinsertionen wohl erklärlich ist. Es bleibt sich daher auch diese scheinbar ungleiche Ausbildung der Querschnittshälften nicht durch den ganzen Stengel gleich, sondern wechselt in verschiedenen Höhen.

Querschnitte, wie der in Fig. 16 dargestellte, zeigen weiters, dass die Blattflächen nicht eben sind. Die Krümmung zeigt aber keine Beziehung zu Licht und Schatten, sondern ist durch innere Ursachen bestimmt, und geht immer in der Weise vor sich, dass die morphologische Oberseite concav wird.

Die stärkeren Stämmchen von *Schistostega* durchzieht häufig ein axiler, aus wenigen und zartwandigen Zellen bestehender Strang, der dann von zwei Schichten ziemlich stark verdickter und mit braunen Membranen versehener Zellen umschlossen ist (Fig. 16, 18). In anderen Fällen ist der Stammquerschnitt einfacher gebaut (Fig. 17) und es umschliesst die einschichtige Rinde das Bündel axiler Zellen, die dann aber viel weitere Lumina zeigen. Dass diese einfachere Bildung in dem Ausbleiben tangentialer Theilungen in den inneren Zellen ihren Grund hat, lehrt die Vergleichung mit Querschnitten jüngerer Entwicklungsstadien (Fig. 2 b).

Bezeichnung eingeführt und habe dort (Pag. 6) gesagt, dass ich „den ganzen äusseren Theil desshalb als Blatttheil bezeichne, weil er sich von dem innern — dem Stengeltheile — wesentlich verschieden verhält, weil ferner in ihm der Blatteharakter schon ausgesprochen ist, bevor noch weitere Theilungen eintreten und weil er in der That theilweise selbst an der Bildung der freien Blattfläche Antheil nimmt.“ Diess ist auch jetzt noch unzweifelhaft richtig, und ich sehe einen zwingenden Grund, diese Bezeichnung zu ändern, nicht ein, um so weniger, als der vorgeschlagene Ausdruck „Papillarwand“ hier denn doch auch Nichts über ihre Bedeutung aussagen würde. Wollte man schon die Ausdrücke „Blattwand“, „Blatttheile des Segmentes“ aufgeben, so würde sich dafür jedenfalls der Ausdruck „Rindenwand“, „Rindentheil des Segmentes“ mehr empfehlen.

Die Geschlechtsorgane werden in ganz gleicher Weise, wie bei den übrigen typischen Laubmoosen angelegt.

Die männlichen Sprosse bilden zuerst die Scheitelzelle zum Antheridium aus; dann entsteht je eines aus den umliegenden Segmenten, die dann später rechts und links von diesen noch weitere Antheridien ausbilden (Fig. 8, 12, *b*). Wir haben also ganz dieselbe Entwicklungsfolge, wie ich es bei *Fontinalis* und Kühn *) bei den Andraeaceen beobachtete.

Die weiblichen Sprosse bilden in der Regel nur ein Archegonium aus, das aus der Sprossscheitelzelle hervor geht (Fig. 10, 11, 13). Kühn für die Andraeaceen und Janeczowski **) für viele Laubmoose geben an, dass die das Archegonium bildende Zelle (eventuell Scheitelzelle des Sprosses) zuerst papillös auswächst, dann durch eine Querwand getheilt wird, und dass dann in der oberen Zelle erst die Ausbildung des Archegoniumkörpers erfolge. Es würde also in dem Falle, als das Archegonium aus der Sprossscheitelzelle hervorgeht, die Theilungsweise der Scheitelzelle unterbrochen, um später gewissermassen in derselben Weise (mit ähnlicher Divergenz der Theilungswände) wieder zu beginnen. Ich hatte nur wenige und nicht sehr günstige Präparate zur Beobachtung; doch es will mir scheinen, dass die Sprossscheitelzelle ihre schiefen, nach drei Richtungen fallenden Theilungen unmittelbar in das Archegonium hinein fortsetzt, dass also eine Unterbrechung der Theilungsweise durch Auftreten einer Querwand nicht statt hat; in gleicher Weise etwa, wie ja auch bei *Fontinalis* bei Bildung des ersten aus der Sprossscheitelzelle hervorgehenden Antheridiums eine solche Querwand nicht auftritt. Aber — wie gesagt — ich habe hierüber keine volle Sicherheit und beschränke mich auf die oben ausgesprochene Bemerkung (Fig. 13).

Die Geschlechtsorgane sind nie mit Paraphysen untermischt. Doch findet man an den weiblichen Sprossen ausnahmslos vor den Medianen der äusseren, die Blüthenhülle bildenden Blätter je ein gegliedertes Haar in gleicher Ausbildung, wie wir solche bei anderen Moosen normal in den Blattachseln beobachten (Fig. 10).

*) Entwicklungsgeschichte der Andraeaceen in Mittheilungen v. Schenk & Lucrassen. Heft 1.

**) Entwicklungsgeschichte des Archegoniums. Bot. Zeitg. 1872, Nr. 22.

Die Sprossanlagen am Protonema stehen an der Spitze kurzer Seitenzweige. *) Hofmeister **) gibt an, dass die Scheitelfläche der Scheitelzelle an den noch blattlosen Sprossen ein gleichseitiges Dreieck sei. Soweit meine Beobachtungen reichen, zeigen schon die jüngsten, aus nur wenigen Segmenten bestehenden Sprosse dieselbe Divergenz der Segmente, wie sie an beblätterten Sprossen zu beobachten ist (Fig. 1, 2, 3). Dasselbe finden wir an Sprossen, an denen endlich die Blattbildung beginnt (Fig. 4) Die ersten Blätter stellen einfache Zellreihen dar, welche aus der Mediane des Segmentes hervorstechen; und es wird die Form der vollkommenen Blätter erst nach und nach erreicht.

Schimper (l. c.) gibt an, dass die Sprosse sich gleich nach ihrer Entstehung verzweigen. Ich habe diess nie beobachtet. Wohl hängen häufig zwei oder mehrere Stämmchen am Grunde innig zusammen; doch lässt es sich bei sorgfältiger Isolirung leicht nachweisen, dass dieser Zusammenhang nur durch Protonemastücke stattfindet. Es kommt nämlich häufig vor, dass die zahlreichten aus den tiefsten, am oder im Boden befindlichen Stammtheilen entspringenden Protonemafäden sehr kurz bleiben und sogleich einen Spross anlegen, woher es auch kommt, dass man häufig bei sorgfältiger Isolirung einzelner Stämmchen an deren Grunde scheinbar unmittelbar eine junge Sprossanlage anhaften findet.

Ich habe überhaupt eine Zweigbildung bei Schistostega nicht beobachtet.

*) Das mir zur Untersuchung dienende Herbarmaterial war nicht geeignet, an demselben die von H. Müller in seiner schönen Arbeit über „die Sporen- und Zweigvorkeime der Laubmoose“ gemachten Beobachtungen zu wiederholen. Zweifellos ist es, dass in den Hauptästen die schiefen Wände nach 3 Richtungen geneigt sind. Das Entstehen der Papille und ihre Entwicklung zum „Blattvertreter“ eventuell zum Sprosse, ist meist mit den dort gemachten Angaben übereinstimmend. Nicht selten beobachtet man, dass unter der akroskopischen Hauptwand des Segmentes 2 (oder 3) Seitenäste entspringen. Ich habe in Fig. 5 ein Präparat gezeichnet, wo die an normaler Stelle stehende Papille zu einem Rhizoide wurde, während der diametral gegenüberliegende Zweig secundär einen Spross anlegte.

**) Allg. Morphol. I Pag. 141.

Die wichtigsten Ergebnisse vorliegender Untersuchung sind folgende:

1. Die Sprosse von *Schistostega* wachsen von ihrer ersten Anlage an durchaus mit dreiseitig pyramidalen Scheitelzelle; möge ihre endliche Ausbildung zu fertilen (mit spiraliger Stellung und schiefer oder horizontaler Blattinsertion) oder zu sterilen Sprossen (mit vorwiegend zweizeiliger Stellung und mehr oder weniger vertikaler Blattinsertion) erfolgen.

2. Während der ganzen Entwicklung bleibt die Segmentirung in Bezug auf Divergenz der Segmente gleich und ist fortwährend grösser als $\frac{1}{3}$ und kleiner als $\frac{1}{2}$.

3. Der Uebergang aus der horizontalen Blattinsertion und der spiraligen Blattstellung in vertikale Insertion und zweizeilige Stellung der Blätter ist die Folge der Streckung der Segmente. Es wird dabei immer der kathodische Rand der Blattinsertion gehoben, und der betreffende Stengeltheil in der Richtung der Segmentspirale gedreht, und es verhalten sich in dieser Beziehung die Segmente (an der Licht- und Schattenseite) durchaus gleich.

4. Es ist eine notwendige Folge dieser Vorgänge, dass (an Sprossen mit zweizeiliger Blattstellung) die dem Beschauer zugekehrten Blattseiten morphologisch ungleich sind, dass daher immer die Blätter einer Längsreihe ihre morphologischen Oberseiten, die der andern ihre morphologischen Unterseiten dem Beobachter zuwenden.

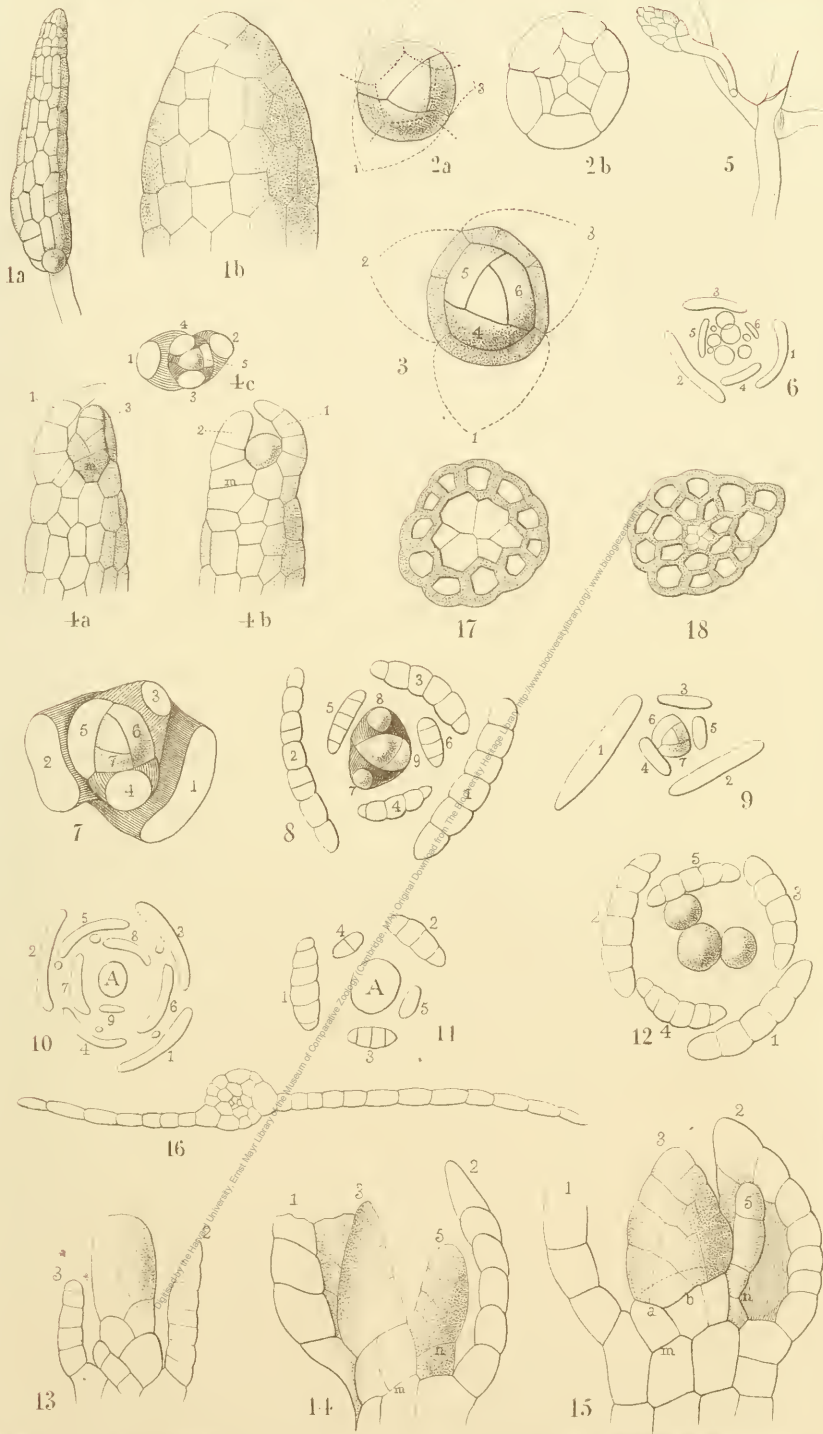
5. Ueberhaupt lässt sich in Bezug auf den Bau ein Unterschied zwischen Licht und Schattenseite nicht erkennen, und es hat erst durch Versuche festgestellt zu werden, in wie weit äussere Einflüsse auf die Ausbildung der „sterilen“ Sprosse Einfluss nehmen.

6. Die Antheridien werden ganz in derselben Weise, wie bei *Fontinalis* angelegt. Auch hier ist das erste Antheridium die unmittelbare Fortsetzung der Sprossscheitelzelle.

7. Es wird in der Regel nur ein Archegonium und zwar ebenfalls durch Auswachsen der Sprossscheitelzelle gebildet.

Erklärung der Tafeln.

- Fig. 1. *a* (160). Ein noch blattloser, an einem Vorkeimfaden sitzender Spross.
- Fig. 1. *b* (540). Die Spitze dieses Sprosses, stärker vergrössert.
- Fig. 2. *a* (540). Scheitelansicht eines ähnlichen Sprosses. 1, 2, 3: genetische Folge der Segmente.
- Fig. 2. *b* (540). Derselbe Spross in gleicher Lage, aber bei tieferer Einstellung. Das hier sichtbare axile Fünfeck ist auch in Fig. 2 *a* durch punktirte Linien angedeutet.
- Fig. 3. (540). Scheitelansicht eines ähnlichen Sprosses.
- Fig. 4. (360). Spitze eines Sprosses mit beginnender Blattbildung.
a u. *b*: in Seitenansicht; *c*: in Spitzenaussicht.
 In allen drei Figuren haben die sich entsprechenden Segmente gleichen Zeiger.
 In Fig. 4 *a* sieht man das Segment (Blatt) 3 von der Fläche. *m*: Basilarwand.
- Fig. 5. (160). Protonema mit einer Sprossanlage. Vergleiche Text Pag. 14 Anm.
- Fig. 6. (160). Querdurchschnitt des Knospenendes eines männlichen Sprosses. Die Blattspirale ist rechtsläufig. Innerhalb der von sechs Blättern gebildeten Hülle befindet sich eine Gruppe von Antheridien, deren Lage und relatives Entwicklungsstadium durch die Lage und Grösse der Kreise angedeutet ist.
- Fig. 7. (540) Querdurchschnitt des Knospenendes eines sterilen Sprosses.
- Fig. 8. (350). Querdurchschnitt des Knospenendes eines männlichen Sprosses. Die Segmente 7 und 8 ebenso die Scheitelzelle sind papillös (zu Antheridien) ausgewachsen.



Digitized by the Harvard University, Emory Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library (<http://www.biodiversitylibrary.org/>) <http://www.biodiversitylibrary.org/>

- Fig. 9. (160). Querdurchschnitt des Knospenendes eines sterilen Sprosses, mit linksläufiger Blattspirale. Die zweizeilige Blattstellung setzte sich am Sprosse bis in die Knospe fort, und sie ist auch in der Lage der Blätter 1 und 2 angedeutet.
- Fig. 10. (160). Querdurchschnitt eines Knospenendes eines weiblichen Sprosses. Das eine aus der Scheitelzelle entwickelte Archegonium (*A*) ist von der aus neun Blättern gebildeten Hülle umgeben. Vor den Blättern 1—5 steht genau median je ein Gliederhaar.
- Fig. 11. (350). Ein ähnliches Präparat; es ist jedoch nur der innerste Blattring gezeichnet (Vergl. Fig. 13).
- Fig. 12. (350). Querdurchschnitt des Knospenendes eines männlichen Sprosses mit drei halb entwickelten Antheridien. (Vergl. Fig. 6 und 8).
- Fig. 13. (350). Längsansicht des in Fig. 11 im Querdurchschnitt gezeichneten Knospenendes. Die Blätter 2 und 3 (und theilweise das Blatt 5) erscheinen im Durchschnitt.
- Fig. 14. (540). Seitenansicht des Knospenendes eines sterilen Sprosses. Einstellung auf die Basen der Blätter 3 und 5.
- Fig. 15. (540). Dasselbe Präparat in ähnlicher Ansicht, nur etwas gedreht, dass das Blatt 3 von der Fläche sichtbar wird. Die punktirte Linie bezeichnet den Verlauf des oberen Randes der Blattinsertion. In dieser und der früheren Figur sind die sich entsprechenden Blätter und Wände gleich bezeichnet. *m*: Basilarwand des Blattes 3; *n*: Basilarwand des Blattes 5.
- Fig. 16. (160). Querschnitt durch einen sterilen Spross mit zweizeilig angeordneten Blättern. Der Spross zeigte in der Knospe rechtsläufige Blattspirale.
- Fig. 17 u. 18. (350). Querschnitte durch ältere blattlose Sprosstheile.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Leitgeb Hubert

Artikel/Article: [Das Wachstum von Schitsostega. 3-17](#)