

# Zur Morphologie der *Salvinia natans*.

Von

**N. Pringsheim.**

---

**D**er vorliegende Aufsatz soll nicht eine vollständige Entwicklungsgeschichte der *Salvinia* geben. Er bezweckt nur, einige in der Kenntniss dieser vielfach untersuchten Pflanze noch vorhandene Lücken auszufüllen und meine Auffassung ihres Wachsthum und ihrer Embryonalanlage, deren weitere Beziehungen ich bereits an anderer Stelle\*) hervorgehoben habe, ausführlicher, als es dort möglich war, darzulegen und zu begründen.

Er zerfällt in zwei Abschnitte. Der erste behandelt das Wachsthum der Sprosse und die Blattstellung; im Besonderen die Bildung des Vegetationskegels und den Ursprung der Blätter.

Der zweite bespricht den Bau und die Bildung der Geschlechtsorgane, namentlich die Entstehung der Samenfadenzellen und des Archegonium-Canals, sowie ferner die Entwicklung der Embryonalanlage, mit besonderer Rücksicht auf die Entstehung des Vegetationskegels und der ersten Seitenorgane des Embryo.

I. Die älteren Schriftsteller, welche über die *Salvinia* geschrieben haben, gingen bei der Darstellung des Wachsthum und bei der Beschreibung der Organe dieser Pflanze von der nicht näher begründeten, sondern stillschweigend als selbstverständlich angenommenen Anschauung aus, dass die Pflanze einen sich hier und da verzweigenden, horizontal auf dem Wasser niederliegenden

---

\*) Monatsberichte der Königl. Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1863. Sitzung vom 16. April.

Stengel besitze, der an seiner oberen Seite Blätter, an seiner unteren Seite Wurzeln, und zwischen diesen die Früchte trage.

Um diese damals herrschende Vorstellung genauer wiederzugeben, wird es genügen, einige Stellen aus den Werken von Bischoff anzuführen, dessen Monographien der kryptogamischen Gewächse bekanntlich ein Vierteljahrhundert hindurch die Hauptquelle für die organologische Kenntniss der höheren Cryptogamen waren, und noch jenem älteren Zeitraume angehören, in welchem die vergleichende Betrachtung der fertigen Zustände die alleinige Grundlage morphologischer Deutung der Organe bildete.

In dem der Naturgeschichte der *Salvinia* besonders gewidmeten Aufsätze\*) sagt er: „Die *Salvinia* hat einen ästigen, runden „Stengel.... Auf der oberen Seite ist er seiner ganzen Länge nach „mit zweizeiligen, gegenständigen Blättern besetzt.... Aus der „unteren Seite entspringt unter jedem Blätterpaare ein dichter „Büschel von 3—4 Zoll langen, fadenförmigen, schwimmenden Wurzel- „zäsern.... Unter den Blättern und zwischen den Wurzelzäsern „sitzen die kugeligen Früchte“.

Dieselbe Darstellung findet sich fast mit denselben Worten in seiner späteren Monographie der *Rhizocarpeen*\*\*) wieder.

In ähnlicher Weise fasst Schleiden den Bau dieser Pflanze auf, und fügt eine genauere Bezeichnung der Stellung und des Ursprungs der Früchte hinzu, indem er angiebt\*\*\*): „es entspringt „(bei *Salvinia*) an der Basis des Blattstiels ein kleiner ins Wasser „hängender Ast, an welchem sich ährenförmig gestellt eine Menge „kleiner Früchte ausbilden“. Aus diesem abwärts ins Wasser gesenkten Fruchtzweige soll dann das Wurzelbüschel hervortreten.

Von dieser Auffassung weicht wesentlich zuerst Mettenius ab. Er nimmt an†), „dass der Stiel der *Receptacula* (Fruchtast „nach Schleiden) das Ende des Stengels ist; dass jedes Internodium zwischen zwei Blattpaaren als ein Ast des vorhergehenden „zu betrachten sei, und dass jeder Ast in dem Stiel der *Receptacula* „endige“, während „ein neuer Seitenast zwischen den beiden Blät-

\*) Zur Naturgeschichte der *Salvinia natans* Nova Acta A. C. L. N. C. Vol. XIV. P. I. pag. 48 u. 49.

\*\*) Die kryptogamischen Gewächse. Nürnberg 1828. Die *Rhizocarpen* und *Lycopodien*, Seite 66, 68, 93, 94 und 95.

\*\*\*) Grundzüge der wissensch. Botanik. 2te Auflage, Theil II. Seite 104 u. 106. Fig. 132.

†) Beiträge zur Kenntniss der *Rhizocarpeen* Frankfurt a. M. 1846. S. 44 ff.

„tern des vorhergehenden entspringt“ und so den scheinbaren Hauptstengel fortsetzt. Die von den älteren Botanikern für Wurzelzäsern erklärten Bildungen hält er für sterile Zweige der ins Wasser herabhängenden und in die Früchte endigenden Spitze der Aeste.

Zu dieser Ansicht bestimmt ihn das Wachsthum der sogenannten Wurzelzäsern, deren Zellbildung, wie Mettenius zuerst erkannt hat, in der Endzelle fortschreitet; „so dass also die Wurzelzäsern sich wie eine Axe entwickeln“. Ferner der Umstand, dass man ausnahmsweise an der Spitze einzelner Wurzelzäsern *Receptacula* antrifft, „ein Beweis, dass die Wurzelzäsern als „Zweige der Hauptaxe zu betrachten sind“ (\*).

Ganz verschieden hiervon ist dagegen wieder die Anschauung von Nägeli, welcher entsprechend seiner allgemeinen Ansicht über den Bau der Farrnkräuter auch bei *Salvinia* die Unterscheidung von Blatt und Axe nicht gelten, sondern die einzelnen Wedel durch Sprossung unmittelbar auseinander hervortreten lässt.

Hiernach soll jeder Wedel an seiner Basis den neuen Wedel unmittelbar erzeugen, „von einem Stamme, der die Blätter trägt“, also von einer Vegetationsspitze, unterhalb welcher sie angelegt werden, soll „nichts zu sehen sein“. Die Blattstellung der *Salvinia*, wonach an dem „scheinbaren Stengel die scheinbaren Blätter „gegenüberstehen“, soll daraus zu erklären sein, „dass oft der „zweite Wedel sehr kurz gestielt ist“. Die Verästelung des scheinbaren Stengels der entwickelten Pflanze entsteht ferner nach ihm auch bei *Salvinia* dadurch, „dass an einem Wedel sich nicht blos „ein, sondern zwei neue Wedel bilden“ (\*\*).

Hofmeister endlich, der Letzte, dessen Ansichten hier eine Erörterung verlangen, und der, obgleich er selbst früher die Farrnwedel nicht für Blätter gehalten wissen wollte, dennoch dieser mit den Thatfachen nicht übereinstimmenden Anschauung von Nägeli durch den Nachweis der Vegetationsspitze an Farrnkräutern, *Equisetum*, *Pilularia* u. s. w. entgegengetreten war, stimmt in Bezug auf den Bau von *Salvinia* im Wesentlichen mit Mettenius überein. Er nimmt gleichfalls an\*\*\*), dass die Wurzelzäsern der älteren

\*) a. a. O. S. 50 u. 53.; ferner Beiträge zur Botanik von G. Mettenius. Heidelberg 1850. Seite 15. Anmerkung.

\*\*) Zeitschrift für wissensch. Botanik. Heft 3 u. 4. Seite 293 ff.; namentlich Seite 304 — 7.

\*\*\*). Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung

Botaniker Zweige sind; auch die Bildung des Stammes scheint er, sofern man seine bestimmten Angaben über die Bildung der ersten Axen der keimenden Pflanze auf die Bildung der späteren ausdehnen darf, aus einer fortgesetzten Verzweigung hervorgehen zu lassen; nur führt er diese, wenigstens bei Bildung der ersten Axen, abweichend von Mettenius auf eine Gabelung der noch blattlosen Spitze zurück. Seine Ansicht scheint demnach die zu sein, dass der Stamm sich an seiner Spitze jedesmal nach Anlage eines Blattpaares gabelt, dass der eine Gabelast zum ins Wasser herabhängenden Fruchttast wird, dessen fernere Gabelungen die sogenannten Wurzelasern bilden, während der andere den horizontalen, schwimmenden Stengel fortsetzt, sich nach Anlage eines neuen Blattpaares wieder gabelt, und dass derselbe Vorgang sich fortwährend von Neuem wiederholt.

Diese verschiedenen, aber in der Natur nicht begründeten Vorstellungen, sind dem Umstande zuzuschreiben, dass man es versäumt hat, sich eine genaue Kenntniss der Vorgänge an der Vegetationsspitze der *Salvinia*, zu verschaffen, eine Kenntniss, die bei allen Pflanzen mit deutlichem Vegetationskegel den Ausgangspunct jeder morphologischen Deutung der Theile bilden muss, und den aus der Analogie fertiger Zustände gezogenen Schlüssen erst die nöthige Sicherheit und die natürliche Richtung giebt. —

Hofmeister aber, dessen gründliche Untersuchungen der Gefässcryptogamen auch auf diesen Punct gerichtet waren, hat sich bei *Salvinia* durch eine Verwechslung der ersten Blattanlagen, die er für die Anlagen der sogenannten Wurzelasern hielt, täuschen lassen, wie dies aus der folgenden Darstellung genauer hervorgehen wird. —

Die Zerlegung des Endes wachsender Sprosse von *Salvinia* zeigt nämlich, dass diese Pflanze ebenso, wie andere Gefässcryptogamen, einen deutlichen, und zwar sehr entwickelten und ununterbrochen fortwachsenden Vegetationskegel (XXIV, 1—5., XXV, 7) besitzt, welcher die Ursprungsstelle der jüngsten Blattanlagen weit überragt, und sich weder in die *Receptacula* umwandelt, noch sich gabelt.

An seinem Umfange mehrere Zelllagen unterhalb seiner Spitze (XXIV, 1—5) werden die Blätter in ununterbrochener Reihenfolge

angelegt, und zwar treten auf gleicher Höhe immer drei Anlagen zu Seitenorganen ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $W$ ) aus dem Gewebe des Vegetationskegels hervor.

Der Stengel dieser Pflanze bildet daher — abgesehen von seinen wahren Verzweigungen, von welchen später die Rede sein soll — eine einzige aus zahlreichen Internodien bestehende Hauptaxe, welche an ihren aufeinanderfolgenden Knoten dreigliedrige Quirle von Seitenorganen trägt.

Es darf nun zum leichteren Verständniss des Nachfolgenden hier gleich vorweg bemerkt werden, dass von diesen drei ursprünglichen Anlagen eines jeden Quirls ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $W$ , XXIV, 1, 4, 5) zweie ( $L_1$  und  $L_2$ ) zu den beiden Blättern — Luftblättern — werden, welche jeder Knoten der *Salvinia* an seiner Oberseite trägt, während die dritte, gleich hohe Anlage zu dem aus der Unterseite eines jeden Knotens ins Wasser herabhängenden Organe sich ausbildet, welches, wie ich im Eingange bemerkt habe, von den früheren Schriftstellern in seiner Gesamtheit bald als Wurzelbüschel (Bischoff u. A.), bald als Fruchttast (Schleiden), oder metamorphosirte Zweigspitze (Mettenius) gedeutet wurde, welches ich aber im Gegensatze zu den Luftblättern als Wasserblatt bezeichnen werde. —

Ein gründlicher Nachweis des morphologischen Werthes jedes dieser drei Quirlglieder verlangt ein Zurückführen ihrer Entwicklung bis auf die frühesten Zustände am Vegetationskegel. Da aber ihre ursprünglichsten Anlagen (XXIV, 1, 4 der jüngste Quirl, 2, 3) sich kaum anders, als durch den Ort ihrer Entstehung am Vegetationskegel unterscheiden, so kommt zunächst Alles darauf an, einen festen Punct für die Bestimmung der relativen Lage dieser drei Anlagen am Stengel-Umfange zu gewinnen. Diesen bietet nun die Form der Scheitelzelle, oder genauer die Richtung ihrer Theilungswände dar.

Ferner lassen sich auch gewisse Beziehungen zwischen der Entwicklungsfolge der 3 Quirlglieder und dem wiederum von jenen Theilungsrichtungen in der Scheitelzelle abhängigen, verschiedenen Alter der Seiten jedes Stengelknotens nachweisen.

Alles dies verlangt nun ein ausführliches Eingehen auf die Bildungsgeschichte des Gewebes der Vegetationsspitze. Ich muss diese daher hier wenigstens bis an die Ursprungsstelle der jüngsten Blattanlagen verfolgen. —

Auch der Vegetationskegel der *Salvinia* wird — wie dies ja

von dem der Moose schon lange durch Nägeli, von dem der anderen Gefässcryptogamen durch Hofmeister bekannt ist — durch die auf einander folgenden Theilungen einer einzigen, keilförmig nach unten zugespitzten Zelle, die seinen Scheitel einnimmt (XXIV, 1, 3, 4) — jener oben genannten bei *Salvinia* sehr grossen und deutlichen Scheitelzelle — fortwährend erhöht.

Diese Scheitelzelle (XXV, 1, 2, 3) ist aber bei *Salvinia* nach unten nur zweiflächig zugespitzt, indem sie sich andauernd durch Scheidewände theilt, welche nach nur zwei Richtungen des Raums in der Lage der Figuren 1—3, Tafel XXV, nach rechts und links geneigt sind.

Die hiernach abwechselnd parallelen und ebenen Scheidewände schneiden die Axe des Vegetationskegels (xx in XXV, 1—3) unter einem spitzen Winkel, der etwas grösser als  $45^\circ$  ist, sich selbst also unter einem doppelt so grossen, stumpfen Winkel, aber in einer Linie, die nicht in der Axe, sondern abwechselnd rechts und links von dieser liegt.

In der Figur 1, Tafel XXV, ist der Vegetationskegel so gelegt, dass man die nach beiden Richtungen geneigten, abwechselnd parallelen Wände, ac, bce, def, gfh, durch welche die Scheitelzelle sich nacheinander getheilt hat, sieht. Eine zweite dieser völlig gleiche Ansicht bietet der Vegetationskegel dar, wenn man ihn  $180^\circ$  um seine Axe aus der Lage dieser Figur dreht. Ich will diese beiden Ansichten die Front-Ansichten des Vegetationskegels nennen.

Wird dieser aber nur  $90^\circ$  um seine Axe gedreht, so sieht man jetzt nur noch die nach einer Richtung, je nach der Drehung die nach rechts oder links, geneigten Scheidewände, als etwas gebogene Linien über die Peripherie des Vegetationskegels verlaufen. Diese Ansicht (XXV, 6) will ich die Seitenansicht des Vegetationskegels nennen. —

Es ist klar, dass, wie die beiden Front-Ansichten, so auch die beiden Seiten-Ansichten wesentlich mit einander übereinstimmen. —

Sucht man nun die verschiedenen Seiten des Vegetationskegels auf die ihnen entsprechenden Stengelseiten der erwachsenen Pflanze zu beziehen, so ergiebt sich Folgendes.

Man kann an dem schwimmenden Stengel der *Salvinia* die der Luft zugekehrte Oberseite als die Rückenfläche, die ihr abgekehrte als die Bauchfläche bezeichnen, und mit Bezug auf

die Richtung des Wachstums die beiden Seitenflächen des Stengels dann als rechte und linke unterscheiden.

Wenn man sich nun die fortwachsende Stengelspitze der Pflanze, welche bekanntlich fast senkrecht im Wasser herabhängt, in horizontaler Fortsetzung des Stengels auf dem Wasser schwimmend denkt, so erhält ihr Vegetationskegel die Lage der Figur 1, Tafel XXV. Es entsprechen daher die beiden Front-Ansichten des Vegetationskegels der Rücken- und Bauchfläche des Stengels, sowie dessen rechte und linke Seite den beiden Ansichten, die ich schon als Seitenansichten des Vegetationskegels bezeichnet habe. —

Nach dieser Orientirung wird es dann möglich, die Seitenorgane der entwickelten Pflanze, vorausgesetzt, dass ihr Stellungsverhältniss bekannt ist und bereits in den frühesten Entwicklungszuständen hervortritt, schon in ihren ersten Anlagen am Vegetationskegel wiederzuerkennen, und deren Lage zu den Theilungswänden der Scheitelzelle zu bestimmen.

Um nun einige feste Richtungen zu gewinnen, auf welche die Lage der Theile am Vegetationskegel sich leichter beziehen lässt, denke ich mir durch die Axe des Vegetationskegels (xx in XXV, 1—3) eine Ebene gelegt, welche den Winkel, den die aufeinanderfolgenden Scheidewände der Scheitelzelle mit einander bilden, halbirt.

Diese Ebene will ich die *Mittellebene* nennen; sie theilt den ganzen Vegetationskegel genau in zwei gleiche Hälften, eine rechte und eine linke, und schneidet seine Rücken- und Bauchfläche in einer Linie, welche diese beide Flächen halbirt, und die ich als ihre *Mittellinie* bezeichnen werde.

Unter Querschnitt des Vegetationskegels verstehe ich dann immer einen gegen die Axe senkrechten Schnitt, und unter Längsschnitt einen solchen, der durch die Axe, also senkrecht gegen den Querschnitt, geführt, und zugleich senkrecht gegen die Mittellebene ist. Da man gewöhnt ist, oben und unten am Vegetationskegel nach der Lage der Theile zur Spitze zu bestimmen, so will ich ferner auch hier im Anschluss an die gewöhnliche Anschauungsweise von der natürlichen Lage absehen, und bei den Bezeichnungen „oben“, „unten“ und „Höhe“ von der Vorstellung ausgehen, dass der Vegetationskegel mit seiner Scheitelzelle nach oben aufgerichtet sei. —

Durch die bereits erwähnten, aufeinanderfolgenden Theilungen der Scheitelzelle wird diese jedesmal — so zum Beispiel bei der

jüngsten Theilung in der Fig. 1, Taf. XXV — in eine neue Scheitelzelle und in eine primäre Gewebezelle für die eine Seite (X), und zwar abwechselnd für die rechte und linke Seite des Vegetationskegels getheilt. Dieser zeigt daher später zwei gleichartig gebaute Hälften, eine rechte und eine linke, welche jede für sich in derselben Weise aus den übereinandergelagerten und später gleichartig ausgebildeten primären Gewebezellen bestehen. Während aber die eine Hälfte, zum Beispiel in Figur 1, Tafel XXV, seine rechte von der ersten, dritten, fünften, . . . wird die andere, seine linke, von der zweiten, vierten, sechsten . . . Gewebezelle gebildet; oder umgekehrt, die rechte von der zweiten, vierten, sechsten, und die linke von der ersten, dritten, fünften, je nachdem nämlich die erste Wand rechts oder links liegt.

Nach der von Nägeli ursprünglich gebrauchten Terminologie\*) wären diese primären Gewebezellen als secundäre Zellen ersten Grades zu bezeichnen; um jedoch mit dem Namen die nöthige körperliche Anschauung zu verbinden, werde ich sie Stengel-segmente oder kurz Segmente nennen. Die aus ihnen hervorgehenden gleichartigen Stengelstücke, aus welchen der Stengel sich aufbaut, sind nämlich nicht ganze und zugleich senkrecht über einander gelagerte Stengelscheiben — wie etwa die gleich bei ihrer Bildung den ganzen Stengelumfang einnehmenden Gliederzellen der Charen — sondern sie sind ursprünglich unter spitzem Winkel gegen die Axe geneigte Stengelausschnitte, die nur einen Theil, nämlich die Hälfte des Stengelumfangs, umgreifen. Erst später, im Laufe ihrer weiteren Entwicklung, wie ich sogleich näher angeben werde, ändern sie ihre gegen die Axe des Vegetationskegels geneigte Lage in eine auf sie senkrechte um. —

Wie bereits erwähnt, schneiden sich die aufeinanderfolgenden Wände der Scheitelzelle in einer Linie, die abwechselnd rechts und links von der Mittelebene liegt, und hieraus folgt nothwendig, dass die Segmente jeder Seite des Stengels über die Mittelebene hinausgreifen.

Es fällt daher die Wand (cefhiklm, Fig. 1, Taf. XXV) welche im Innern des Vegetationskegels die rechte und linke Reihe der Stengelsegmente scheidet, und die nur von den inneren Stücken der ursprünglichen Theilungswände der Scheitelzelle gebildet wird,

\*) Wachsthumsgeschichte der Laub- und Leber-Moose in der Zeitschrift für wissenschaft. Botanik von Schleiden und Nägeli. Heft 2.



nicht mit der idealen Mittelebene zusammen, sondern bildet eine so zu sagen zickzackförmig gebrochene Ebene, welche abwechselnd rechts und links über die Mittelebene hinaustritt. Weiter unten, am Vegetationskegel (Imno) weicht diese Trennungswand der beiden Segment-Reihen aber schon weniger weit nach rechts und links von der Mittelebene ab, als oben, und fällt noch tiefer unten nach und nach immer mehr mit ihr zusammen. —

Diese Erscheinung hängt aber von einem ungleichmässigen Wachsthum der angelegten Segmente ab. Jedes einzelne Segment wächst nämlich unmittelbar nach seiner Anlegung bedeutend stärker in seiner vorderen, der Scheitelzelle zugekehrten Hälfte. Zum Beispiel das Segment IX oberhalb einer Ebene, welche man sich durch die Linie ez seiner hinteren Begrenzungswand parallel gelegt denken muss. Denn im Laufe der weiteren Entwicklung des Segmentes IX bildet sich das obere Stück desselben (bez) zu einem dem unteren Stücke (zefg) symmetrischen Stücke aus, so dass man sagen kann, es wachse einem jeden Segmente bei seiner Ausbildung — ganz so, wie die Desmidiaceen-Hälften nach der Theilung wachsen — zu der vorhandenen eine neue, symmetrische, vordere Hälfte hinzu. Hierauf beruht eben das im Verhältniss zu seiner Breitenzunahme bedeutend raschere Längenwachsthum des Vegetationskegels.

An den einzelnen Segmenten bewirkt nun dieser Wachsthumsvorgang eine Biegung der vorderen Wand längs der Linie, wo die nächst jüngste Theilungswand der Scheitelzelle sich ansetzt; eine Biegung, die nach und nach so weit vorschreitet, dass die beiden Stücke der ursprünglich ebenen Wand später fast senkrecht auf einander zu stehen kommen.

Auf der Front-Ansicht des Vegetationskegels (XXV. 1), auf welcher dieses Verhalten in die Erscheinung tritt, wird es dadurch kenntlich, dass die ursprünglich gerade Linie (ac, bce), welche den Durchschnitt der vorderen Wand eines jeden Segmentes darstellt, schon vom drittjüngsten Segmente an als eine gebrochene Linie (def, gfh) erscheint, deren Stücke einen stumpfen Winkel bilden, welcher, je weiter ab von der Scheitelzelle, sich immer mehr zu einem rechten (pkl, ons) verkleinert.

So erhalten die einzelnen Segmente, die doch ursprünglich (X. IX. VIII) unter spitzem Winkel gegen die Axe des Vegetationskegels geneigt waren, eine gegen diese fast senkrechte Lage (I. II), und nehmen immer mehr die Form von halben cylindrischen

Scheiben an. Fassen wir das bisher Gesagte zusammen, so sehen wir in Folge der nach zwei Richtungen abwechselnden Theilung der Scheitelzelle den cylindrischen Stengel von *Salvinia* von zwei Reihen von Segmenten gebildet, deren Trennungsebene nach beendetem Wachstume der Segmente — welche nun halbkreisförmige Scheiben geworden sind — mit der Mittelebene des Stengels zusammenfällt, so dass also die eine Reihe der Segmente seine ganze rechte, die andere seine ganze linke Hälfte aufbaut.

Wir sehen aber auch

- 1) dass die benachbarten Segmente in beiden Reihen (z. B. III und IV, oder IV und V) nicht in gleicher Höhe liegen, sondern immer um die halbe Höhe eines Segmentes über einander hervorragen,

und da jedes Segment der einen Reihe (z. B. IV) der Zeit seiner Entstehung nach zwischen die beiden angrenzenden Segmente (III und V) der anderen Reihe fällt, so sehen wir zugleich

- 2) dass jeder Querschnitt des Vegetationskegels oder jede senkrechte Querscheibe des *Salvinia*stengels überhaupt aus zwei Hälften von ungleichem Alter zusammengesetzt wird.

Die Beziehungen dieses Stengelbaues zu dem Alter der Quirlglieder werden später hervortreten; vorher muss ich zur Darstellung der Theilungen übergehen, welche in den einzelnen Segmenten nach ihrer Bildung stattfinden.

Hierbei werde ich des bequemerem Ausdruckes wegen ihre innere Begrenzungswand (z. B. ikl, XXV. 1), die, wie ja aus dem Früheren hervorgeht, ursprünglich von zwei verschiedenen und convergirenden Wandstücken gebildet wird, als Grundfläche, die auf ihrer Mitte errichtete Senkrechte (kr) als Axe des Segmentes bezeichnen. Ferner heissen die beiden einander nahezu oder ganz parallelen Begrenzungswände des Segmentes nach oben und unten (it und lu) seine Seitenwände und die freie, convexe Wand endlich, die das Segment nach aussen begrenzt und einen Theil des Stengelumfangs bildet, seine Aussenwand\*).

Wie man sieht, liegen diesen Bezeichnungen solche Segmente, die ihr Wachsthum schon beendet haben, zu Grunde, denn es folgt ja aus

---

\*) Ich folge hier der Bezeichnungsweise, welche Naegeli in seiner Wachsthumsgeschichte der Laub- und Leber-Moose (Zeitschr. für wissensch. Botanik, Schleiden und Naegeli, 2tes Heft, Seite 144) für die Begrenzungswände der secundären Zellen ersten Grades gewählt hat.

dem Vorhergehenden, dass, während ihres Wachsthumes ihre Gestalt, ihre Neigung, und also auch die Lage der Linie, die ich ihre Axe genannt habe, sich ändert.

Nur die ersten vier Theilungs-Richtungen der Segmente sollen uns hier beschäftigen. Sie lassen sich mit Ausnahme der zweiten auf der Front-Ansicht des Vegetationskegels (XXV. 2, 3) auf einmal übersehen; also dann, wenn er von seiner Rücken- oder Bauchfläche — die ja, wie bereits mehrfach hervorgehoben, dasselbe Bild geben — angesehen wird.

In der schematischen Figur 1, Tafel XXV sind die Scheidewände der Segmente nicht verzeichnet worden, um diese selbst deutlicher hervortreten zu lassen. In der Figur 2 dieser Tafel sind sie dagegen in jedem Segmente der Reihenfolge ihrer Entsehung nach mit den Zahlen 1 bis 4 bezeichnet, wobei jedoch in den älteren Segmenten nur die neu hinzutretenden Wände mit einer Ziffer versehen sind.

Die erste Theilung des Segmentes beginnt bald, nachdem dasselbe durch das Zuwachsen seiner vorderen Hälfte vervollständigt ist.

Sie erfolgt vermittelt einer Wand, welche durch die Axe des Segments geht, und seinen Seitenwänden parallel ist. Diese erste Wand ist daher sowohl auf der Front-Ansicht (1 in S und T. XXV. 2), als auf der Seiten-Ansicht (1 in B und C XXV. 6) sichtbar, und sie theilt, wie man sieht, das Segment — bei aufrecht gedachtem Vegetationskegel — in eine obere und untere Hälfte.

Die zweite Theilung erfolgt nun in jeder Hälfte durch eine Wand, welche ebenfalls durch die Axe des Segmentes geht, allein auf den Seitenwänden, also auch auf der ersten Theilungswand senkrecht steht. Sie kann daher nicht auf der Frontansicht, wohl aber auf der Seitenansicht (XXV. 6) des Vegetationskegels gesehen werden, und hier tritt sie als eine auf den Begrenzungswänden der Segmente und auf ihrer ersten Theilungswand (1) senkrechte Linie (2 in B und C) in die Erscheinung.

Jetzt besteht das Segment schon aus vier Zellen, von denen zwei auf der Rücken-, und zwei auf der Bauchseite des Vegetationskegels liegen.

In diesen vieren erfolgt noch gleichmässig die dritte Theilung durch eine Wand, die wieder nur auf der Front-Ansicht des Vegetationskegels als eine der Mittellinie ungefähr parallele

Linie (3, 3 in Q und R, XXV. 2) zum Vorschein kommt. Ihr eigentlicher Verlauf im Inneren des Vegetationskegels lässt sich nur auf dem Querschnitt des Vegetationskegels (XXV. 5), oder wenn dieser von oben betrachtet wird (XXIV. 6) übersehen.

Sie setzt sich (3 in XXV. 5) an die zweite Theilungswand des Segmentes (bei a) an, verläuft von hier aus bogenförmig nach aussen, und trifft den Umfang in einer Linie, welche den Quadranten in zwei Theile theilt, die sich wie 2:3 verhalten. —

Jedes Segment (Q, R, XXV. 2.) besteht nach Bildung dieser Wand aus 8 Zellen, welche nicht mehr gleichartig sind und sich auch nicht mehr gleichmässig theilen. Von diesen liegen vier auf der Rücken- und vier auf der Bauchseite des Vegetationskegels, es können daher auf einer Front-Ansicht desselben nur die vier der Rücken- oder die vier der Bauchseite, welche beide Seiten aber dasselbe Bild geben, auf einmal übersehen werden. —

Von den vieren der Rückenfläche werde ich die beiden, die an die Mittelebene angrenzen (d. d. in Q. XXV. 2.) Rückenzellen, die beiden anderen (s. s.) primäre Seitenzellen des Rückens nennen. Von den vier Zellen der Bauchfläche heissen dann die ihrer Lage nach den Rückenzellen entsprechenden — ihnen gegenüberliegenden — Bauchzellen, die beiden anderen, die an die primären Seitenzellen des Rückens anstossen, wieder primäre Seitenzellen der Bauchfläche.

Der Querschnitt der Segmente zeigt von diesen acht Zellen, da immer zwei gleichwerthige der Höhe nach übereinander liegen, natürlich nur viere, nämlich eine Rücken-, eine Bauchzelle, eine primäre Seitenzelle des Rückens und eine primäre Seitenzelle des Bauches. Da aber jeder Stengelquerschnitt zwei nebeneinanderliegende Segmente durchschneidet, so giebt der Querschnitt des Vegetationskegels um diese Zeit (XXV. 5.) das Bild eines in 8 Zellen getheilten Kreises, von diesen gehören die vier rechts von der Mittelebene (xx.) dem einen, die vier links von derselben dem anderen Segmente des Querschnittes an.

Die vierte und zugleich die letzte Theilung, die wir hier noch zu berücksichtigen haben, ist die der primären Seitenzellen.

Diese — sowohl die des Rückens, als die der Bauchfläche — theilen sich noch durch die Wand, welche in O. und P. Figur 2. Tafel XXV. mit 4 bezeichnet ist, in zwei gleich grosse und übereinanderliegende Tochterzellen. Wegen ihrer den Seitenwänden des Segmentes parallelen Lage ist diese Wand wiederum sowohl auf

der Front-Ansicht, als auch auf der Seitenansicht (4. 4 in A XXV. 6.) sichtbar. Auf dem Querschnitt kann sie natürlich nicht in die Erscheinung treten und daher giebt der Querschnitt durch den Vegetationskegel (XXV. 5.) auch nach dem vierten Theilungsschritte in den Segmenten, noch dasselbe Bild, wie nach dem dritten und erscheint noch immer nur als ein aus 8 Zellen bestehender Kreis. —

Diese Tochterzellen der primären Seitenzellen ( $s_2, s_2 \dots$  in O. XXV. 2. und A. XXV. 6.) werde ich secundäre Seitenzellen und zwar je nach ihrer Lage des Rückens oder der Bauchfläche nennen. —

Das Bisherige genügt, um über die Lage und den Werth einer jeden Zelle am Vegetationskegel oberhalb der jüngsten Blattanlagen Rechenschaft zu geben.

Zur genaueren Orientirung will ich jedoch hier nochmals die verschiedenen Ansichten und den Querschnitt des Vegetationskegels mit Rücksicht auf die jedesmal sichtbaren Zellen ganz kurz erläutern.

Jedes Segment in der Höhe der jüngsten Blattanlagen am Vegetationskegel (z. B. bei W. in XXIV. 3.) wird, wie wir sahen, von 12 Zellen gebildet, von welchen 6 auf seiner Rücken-, 6 auf seiner Bauchfläche liegen. Auf der Front-Ansicht des Vegetationskegels, auf welcher beide Reihen von Stengelsegmenten zum Vorschein kommen, werden von den Zellen jedes einzelnen Segmentes nur 6 auf einmal gesehen.

Von diesen sind zweie (d. d. in O. XXV. 2.), — die an die Mittelebene grenzen — die Rücken- oder Bauchzellen des Segmentes, je nachdem nämlich die Front-Ansicht die Rücken- oder Bauchfläche des Vegetationskegels wiedergiebt; die vier anderen ( $s_2, s_2 \dots$ ) sind die secundären Seitenzellen und zwar wiederum entweder die des Rückens oder die der Bauchfläche.

Sieht man den Vegetationskegel von der Seite an (XXV. 6.), so erblickt man nur die Segmente der einen — der rechten oder linken — Seite, welche in dieser Lage die ganze Breite des Vegetationskegels einnehmen und von den 12 Zellen eines jeden Segments (A.) kommen jetzt 8 zum Vorschein. Diese ( $s_2, s_2 \dots$ ) sind seine acht secundären Seitenzellen, von denen vier seiner Rücken- und vier seiner Bauchfläche angehören. Die Rücken- und Bauchzellen des Segmentes (die Zellen d. d. in O. XXV. 2. und die gleichliegenden der abgewendeten Seite des Vegetationskegels) sind auf dieser Seitenansicht des Vegetationskegels,

weil sie in dieser Lage schon zu seitlich liegen, nicht oder doch nur undeutlich sichtbar. Erst wenn der Vegetationskegel etwas gedreht wird und in eine Zwischenlage zwischen Fig. 6. und Fig. 2. Taf. XXV. gebracht wird, treten diese Zellen je nach der Drehung die Rücken- oder Bauchzellen wieder deutlicher hervor.

Von den acht Zellen, in welche der Querschnitt des Vegetationskegels (XXV. 5.) getheilt erscheint, gehören die vier auf der einen Seite der Mittelebene (xx.) dem einen, die viere auf der anderen Seite dem anderen der beiden Segmente an, die der Querschnitt durchschneidet.

Von den 12 Zellen eines jeden Segmentes zeigt der Querschnitt daher immer nur 4, nämlich eine Rückenzelle (d), eine Bauchzelle (v), und zwei secundäre Seitenzellen ( $s_2$   $s_2$ ).

Die Rücken- und Bauchzellen haben endlich, wie der Querschnitt zeigt, eine geringere peripherische Breite, als die Seitenzellen; sie umfassen nämlich an der Peripherie einen Bogen von  $36^\circ$ , während die Seitenzellen hier einen Bogen von  $54^\circ$  einnehmen; dagegen haben sie aber, wie man auf der Front-Ansicht (bei O in XXV. 2.) sieht, die doppelte Höhe der Seitenzellen, indem in ihnen der vierte Theilungsschritt unterblieben ist.

Schon in diese frühe Entwicklungsperiode der Segmente, noch während die bisher geschilderten Theilungsvorgänge in ihnen stattfinden, fällt die Bildung der Blätter, d. h. die beginnende Erhebung einzelner Zellen des Gewebes, als Scheitelzellen selbstständiger Seitenorgane.

Wir wissen bereits aus dem Vorhergehenden, dass auf gleicher Höhe am Vegetationskegel stets drei Seitenorgane auftreten (XXIV. 1. 4. 5.), und dass diese drei Seitenorgane, welche jeder Knoten der *Salvinia* trägt, die beiden Luftblätter und das Wasserblatt sind. Die Orientirung über die verschiedenen Seiten des Vegetationskegels, die wir bereits früher erlangt hatten, und die Kenntniss seiner Zellenbildungsfolge, gestattet jetzt die genauere Bestimmung derjenigen Zellen seines Gewebes, welche als Urzellen dieser drei Seitenorgane zu betrachten sind. —

Die Thatsache, welche sich zuerst feststellen lässt, und die die Grundlage jeder weiteren Bestimmung bildet, ist die, dass das ganze Gewebe des Stengels, welches später einen Blattknoten der *Salvinia* bildet, aus einer Scheibe des Vegetationskegels hervorgeht, welche nur die Höhe eines halben Segmentes einnimmt.

Eine jede zum Blattknoten werdende Scheibe — Knoten-

scheibe — des Vegetationskegels (z. B. die Scheibe  $\alpha$ .  $\beta$   $\gamma$ .  $\delta$ . in Fig. 2. Taf. XXV.) wird daher immer von zwei halben Segmenten gebildet, die in Folge der bereits früher hervorgehobenen Lagerung beider Segmentreihen des Stengels (siehe Seite 493.) ein verschiedenes Alter und einen ungleichen Werth besitzen.

Jede Knotenscheibe besteht nämlich aus der oberen Hälfte eines älteren und aus der unteren Hälfte eines jüngeren Segmentes.

So finden wir die bereits betrachtete Knotenscheibe  $\alpha$ .  $\beta$ .  $\gamma$ .  $\delta$ . Figur 2. Tafel XXV. zusammengesetzt aus der oberen Hälfte ( $\alpha$ .  $\beta$ .) des älteren Segmentes O, und aus der unteren Hälfte ( $\gamma$ .  $\delta$ .) des jüngeren Segmentes P. Es hat daher jede Knotenscheibe, die ursprünglich von 12 Zellen gebildet wird, eine ältere und eine jüngere Hälfte oder Seite.

Die zweite Thatsache, welche uns entgegentritt, ist die, dass das Wasserblatt (W. in XXV. 3.) zusammen mit dem ihm näheren Luftblatte ( $L_2$ ), welches ich das äussere Luftblatt nennen werde, aus der älteren, das vom Wasserblatte entferntere — das innere — Luftblatt ( $L_1$ ) dagegen für sich allein aus der jüngeren Hälfte der Knotenscheibe hervortritt.

Eine genauere Bestimmung der drei Zellen, welche sich als die Urzellen dieser drei Blätter des Knotens erheben, liefert dann folgendes Ergebniss.

Zum inneren Luftblatte ( $L_1$ ) wird immer eine Rückenzelle und aus der bereits hervorgehobenen Zusammensetzung der Knotenscheibe geht hervor, dass es immer die untere Rückenzelle eines Segmentes ist, welche die Urzelle dieses Luftblattes wird. — Zum äusseren Luftblatte ( $L_2$ ) wird dagegen eine Seitenzelle, die noch näher als eine Seitenzelle des Rückens zu bestimmen ist. Da aber jede Hälfte der Knotenscheibe 2 Seitenzellen des Rückens besitzt (man sehe J. in XXV. 3.), so muss jene Urzelle des äusseren Luftblattes noch genauer als die obere der beiden Seitenzellen des Rückens bezeichnet werden, und aus der bekannten Zusammensetzung der Knotenscheibe folgt dann wieder, dass von den vier secundären Seitenzellen (J. in XXV. 3.), die auf dem Rücken eines jeden Segmentes liegen, es immer die oberste ist, welche zur Urzelle des äusseren Luftblattes ( $L_2$ ) wird.

Während so die Urzellen beider Luftblätter auf der Rückenfläche des Vegetationskegels liegen, gehört die Urzelle des Was-

serblatts (W) dagegen seiner Bauchfläche an, und zwar ist es die primäre Seitenzelle der älteren Hälfte der Knotenscheibe, welche zum Wasserblatte wird, die aber, weil es in jeder Hälfte der Knotenscheibe nur eine primäre Seitenzelle giebt, keiner näheren Bestimmung bedarf.

Nehmen wir zugleich auf die Zeit der Erhebung Rücksicht, so finden wir also: das Wasserblatt (W) erhebt sich aus der Bauchfläche der älteren Hälfte der Knotenscheibe noch vor dem vierten Theilungsschritte im Segmente; das äussere Luftblatt ( $L_2$ ) ebenfalls aus der älteren Hälfte der Knotenscheibe, aber aus ihrer Rückenfläche und der Zeit nach erst, nachdem der vierte Theilungsschritt im Segmente bereits erfolgt ist. Das innere Luftblatt ( $L_1$ ) endlich erhebt sich aus der jüngeren Hälfte der Knotenscheibe, aus ihrer Rückenfläche und der Zeit nach noch vor dem vierten Theilungsschritte des Segmentes, dem er angehört. Hiernach lässt sich, wie wir sogleich sehen werden, das relative Alter der drei Quirlglieder genau bestimmen.

Vorher sollen jedoch die gemachten Angaben über den Ursprung der Blätter noch durch die Berücksichtigung ihrer Stellung am Querschnitte (XXV. 5.) vervollständigt werden.

In dieser Figur ist angenommen, dass links von der Mittelebene (xx.) die jüngere, rechts von derselben die ältere Segment-Hälfte der Knotenscheibe liegt; mn. ist die Trennungslinie der Rücken- und Bauchfläche. —

Wir sehen alsdann das innere Luftblatt ( $L_1$ ) aus der Rücken- zelle (d) des jüngeren Segmentes; das äussere Luftblatt ( $L_2$ ) aus der secundären Seitenzelle des Rückens ( $s_2$ ), die dem älteren Segmente angehört; das Wasserblatt (W) endlich aus der Seitenzelle ( $s_2$ ) der Bauchfläche dieses älteren Segmentes hervortreten. Das Wasserblatt tritt aber, wie bereits angegeben, aus dieser Seitenzelle schon vor Entstehung der Theilungswand 4 (XXV. 2.), die aber auf dem Querschnitt nicht sichtbar wird, hervor.

Das relative Alter der drei Glieder dieses Quirls (W,  $L_1$ ,  $L_2$ .) lässt sich nicht unmittelbar, wie es sonst wohl geschehen kann, nach ihrer äusseren Erscheinung, ihrer Grösse und ihrem Entwicklungsgrade in solchen Quirlen, die noch in Bildung begriffen sind, beurtheilen. Deshalb nämlich, weil das Wasserblatt in seiner weiteren Entwicklung einen so verschiedenartigen Gang einhält, dass die Grösse und die Ausbildung seiner Gestalt keinerlei sichere, auf das Alter zurückführbare Verglei-



chungspuncte mit der Gestalt und dem Ausbildungsgrade der Luftblätter an die Hand giebt. Für die beiden Luftblätter, deren Entwicklungsgang, obgleich sie ungleichwerthigen Zellen der Knotenscheibe — das eine einer Rücken-, das andere einer Seitenzellen — entspriessen, dennoch ein durchaus gleichartiger ist, ist dies dagegen der Fall und man kann schon nach dem äusseren Aussehen der beiden Luftblätter in noch jugendlichen Quirlen mit Sicherheit folgern, dass das innere Luftblatt älter ist, als das äussere.

Für die Bestimmung der Altersfolge zwischen dem Wasserblatt und den beiden Luftblättern ist man aber ganz allein auf die Beobachtung der Erhebungszeit ihrer ersten Zellen — der Blatt-Ur-Zellen — aus dem Gewebe des Vegetationskegels angewiesen. Diese hängt nun wieder von dem relativen Alter der Gewebezellen, welche zu den Blatt-Ur-Zellen werden, ab.

Das Alter dieser Zellen lässt sich aber, wie eine kurze Ueberlegung zeigt, nach dem Theilungsschritte in den Segmenten, durch welchen sie angelegt werden, bestimmen.

Das relative Alter der beiden Blätter, welche demselben Segmente angehören, — des Wasserblattes und des äusseren Luftblattes — ist hiernach leicht nachweisbar. Denn die Urzelle des Wasserblattes (W. XXV. 3.) ist durch den dritten, die des äusseren Luftblattes ( $L_2$ ) durch den vierten Theilungsschritt des Segmentes angelegt worden. Die erstere ist daher um einen Theilungsschritt älter, als die zweite. Dem entsprechend erhebt sich, wie die unmittelbare Beobachtung dann auch zeigt, das Wasserblatt beständig früher aus dem Gewebe des Vegetationskegels, als das äussere Luftblatt.

Für die Altersbeziehung zwischen Wasserblatt und äusserem Luftblatte ( $L_1$ ) muss aber noch auf das verschiedene Alter der beiden Segmente (F. und G.; — J. und K. XXV. 3.) denen die beiden Blätter entspriessen, Rücksicht genommen werden. Die Urzelle für das Wasserblatt — eine primäre Seitenzelle — und die Urzelle für das innere Luftblatt — eine Rücken zelle — sind beide durch denselben, den dritten Theilungsschritt in ihrem Segmente angelegt worden. Da aber das Segment (G.), aus welchem das innere Luftblatt hervortritt, jünger ist, als das Segment (F.), aus welchem das Wasserblatt entspringt, so ist offenbar die Urzelle für das Wasserblatt älter, als die für das innere Luftblatt und auch dies Verhältniss entspricht wieder der beobachte-

ten Aufeinanderfolge in dem Hervortreten jener Zellen aus dem Gewebe des Vegetationskegels.

Demnach ist das Wasserblatt des älteste des Quirles.

In Bezug auf das relative Alter der beiden Luftblätter ist es bereits hervorgehoben worden, dass schon die Vergleichung ihrer Entwicklungszustände in solchen Quirlen, die noch in Bildung begriffen sind, den Nachweiss liefert, dass das innere Blatt älter ist als das äussere.

Mit Bestimmtheit lässt sich dies noch aus dem Entstehungsalter ihrer Urzellen erschliessen.

Die Urzelle für das innere Luftblatt ( $L_1$ ) gehört zwar einem jüngeren Segmente, die für das äussere Luftblatt ( $L_2$ ) einem älteren Segmente an; allein die Theilungsfolge in den Segmenten lehrt, dass der dritte Theilungsschritt im jüngeren Segmente immer früher stattfindet, als der vierte im nächstälteren. Die Anlegung neuer Segmente in der Scheitelzelle schreitet nämlich rascher vor, als in den gebildeten Segmenten der vierte Theilungsschritt auf den dritten folgt. —

Die Altersfolge der drei Glieder des *Salvinia*-Quirles ist daher dahin bestimmbar, dass das Wasserblatt (W) das älteste, das innere Luftblatt ( $L_1$ ) das zweite und das äussere Luftblatt ( $L_2$ ) das dritte ist.

Um nun mit der Blattstellung abzuschliessen, bleibt noch übrig, die gegenseitige Stellung der aufeinanderfolgenden Quirle zu berücksichtigen.

Wie schon eine kurze Ueberlegung zeigt, hängt diese, da die Zusammensetzung jeder Knotenscheibe aus der oberen Hälfte eines älteren und der unteren Hälfte eines jüngeren Segmentes ebenso constant ist, wie die Erhebung der drei Quirglieder aus den für sie bestimmten Urzellen, mit der Länge des Stückes am Vegetationskegel zusammen, welches später zu dem Stengelinternodium wird. — Die Beobachtung zeigt nun, dass jedes Internodium seiner ganzen Länge nach von einer Scheibe des Vegetationskegels gebildet wird (J G H. in XXV. 3.), welche der Höhe eines einzigen, ganzen Segmentes entspricht. Hieraus folgt dann, wegen der Lage der beiden Segmenthälften des Stengels, dass die entsprechenden Hälften der aufeinanderfolgenden Knoten eine entgegengesetzte Lage haben müssen.

Wenn zum Beispiel die eine Knotenscheibe (die untere in XXV. 3.) ihre ältere Hälfte rechts, ihre jüngere links hat, so

muss dann bei dem Bau des Salviniastengels, weil das Internodium gerade die Höhe eines Segmentes einnimmt, der darauf folgende Knoten (der obere in XXV. 3.) seine ältere Hälfte links und seine jüngere Hälfte rechts haben. Und hieraus folgt dann wieder, da der Ursprung eines jeden der Quirlglieder an eine bestimmte Zelle der älteren oder jüngeren Hälfte der Knotenscheibe gebunden ist, dass dieselben Glieder in den aufeinanderfolgenden Quirlen auf verschiedenen Seiten der Mittelebene liegen und nicht in dieselbe Blattreihe fallen können.

Während daher so die Quirle alterniren, würden sie offenbar opponirt sein, wenn — was doch auch möglich wäre — das Internodium immer von einer Scheibe des Vegetationskegels gebildet würde, die der Höhe eines halben, oder von anderthalb, oder dritthalb u. s. w. Segmenten entspräche. So hängt bei dieser spitzwinkligen Theilungsrichtung der Scheitelzelle die gegenseitige Stellung der aufeinanderfolgenden Quirle mit der Länge der Internodien zusammen.

Anschaulicher als in der Figur 3. Tafel XXV. wird die gegenseitige Stellung der Quirle, wenn man, wie in Figur 4. Tafel XXV., mehrere aufeinanderfolgende Quirle in ihrer gegenseitigen Stellung nach Art der Blüthendiagramme verzeichnet, wobei, wie früher in der Figur 5. derselben Tafel, xx. die Mittelebene, welche die Segmente der rechten und linken Seite von einander scheidet und mn. die Grenze zwischen Rücken- und Bauchfläche, ferner W. wieder das Wasserblatt,  $L_1$  das innere und  $L_2$  das äussere Luftblatt bezeichnet.

Man sieht dann, dass von den 8 ursprünglichen Zellen des Querschnittes jeder Knotenscheibe zwei Zellen, die beiden Bauchzellen (v. v.), ohne Ausnahme in allen Quirlen von der Blattbildung unberührt bleiben. Aus ihnen geht später das Gewebe der dem Wasser zugekehrten Seite des Knotens der *Salvinia* hervor. Von den sechs anderen Zellen werden in jedem Quirl nur drei für die Blattbildung verwandt, die drei anderen ruhen. In den aufeinanderfolgenden Quirlen wechseln die ruhenden und blattbildenden Zellen ab. Man sieht nun, dass die *Salvinia* nicht, wie man bisher annahm, zwei, sondern sechs Blattreihen besitzt; zwei Reihen Wasserblätter und vier Reihen Luftblätter.

In den aufeinanderfolgenden Quirlen liegen die aus den Seitzellen der Bauchfläche hervortretenden Urzellen für die Wasserblätter abwechselnd rechts und links und daher liegen die bei-

den Reihen Wasserblätter auf der dem Wasser zugekehrten Bauchfläche der Pflanze seitlich rechts und links von der Mittelebene. —

Die vier Reihen Luftblätter liegen, übereinstimmend mit der Ursprungsstelle ihrer Urzellen, sämtlich auf der der Luft zugekehrten Rückenfläche der Pflanze. Die beiden inneren unmittelbar an der Mittelebene liegenden Reihen ( $L_1$   $L_1$ ) werden von den älteren Luftblättern, die beiden äusseren, mehr seitlichen Reihen ( $L_2$   $L_2$ ) von den jüngeren Luftblättern der Quirle gebildet.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass, wie gleichfalls aus der Figur 4. unmittelbar ersichtlich wird, die aufeinanderfolgenden Quirle nicht bloss alterniren, sondern auch eine entgegengesetzte Wendung haben.

Eine auffallende Thatsache, die hier noch eine nähere Besprechung verdient, möchte aber vielleicht darauf hinweisen, dass diesen bei *Salvinia* in die Erscheinung tretenden dreigliedrigen Quirlen eigentlich eine andere, als eine dreitheilige Blattstellung zu Grunde liegt.

Die seitlichen Abstände zwischen den drei Gliedern des Quirles sind nämlich, wie man sieht (XXV. 5, 4.) schon ursprünglich ungleich. Querschnitte durch sehr junge Blattknoten zeigen aber, dass der nächste Abstand zwischen den beiden Luftblättern ( $L_1$  und  $L_2$ ), dem Abstände zwischen dem äusseren Luftblatte ( $L_2$ ) und dem Wasserblatte (W) gleich ist und dass dieser Abstand bei unmittelbarer Messung des Centriwinkels — wenn man die Fehlergrenzen der Methode in Anschlag bringt — genau als  $\frac{1}{2}$  des Kreisumfangs bestimmt werden kann. —

Zwischen den beiden Luftblättern ändert sich dieser Abstand auch im Laufe der späteren Entwicklung nicht und man wird auf genau senkrechten Querschnitten durch ältere Knoten der Pflanze den Centriwinkel, welchen die Mittellinien der beiden in die Luftblätter verlaufenden Gefässbündel bilden, noch immer gleich  $72^\circ$  finden.

Dagegen vergrössert sich der Abstand zwischen dem Wasserblatte und dem äusseren Luftblatte später durch eine ungleichmässige Entwicklung und noch mehr in Folge des Auftretens einer Seitenknospe zwischen beiden Blättern sehr bedeutend, so dass hier die an den älteren Knoten gefundene Divergenz nicht mehr für den ursprünglichen Abstand maassgebend ist.

Da auch bei der ersten Anlegung derjenigen Zellen im Gewebe des Vegetationskegels, welche für die Blätter bestimmt

sind, schon eine auf eine Fünftel-Stellung bezügliche Theilung des Kreisumfanges eintritt, indem, wie ich bereits hervorhob, die mit 3 bezeichneten Theilungswände der Segmente (XXV. 5; XXIV. 6.) jeden Quadranten genau im Verhältniss von 2 : 3 theilen, so kann wohl mit vollem Rechte die ursprüngliche Divergenz der drei Quirlglieder von *Salvinia* als  $\frac{1}{5}$  des Kreisumfanges bestimmt werden.

Dies führt aber in Verbindung mit der als sicher erkannten Altersfolge der Glieder zu der Annahme, dass der Blattstellung dieser Pflanze alternirende Quirle mit  $\frac{1}{5}$  oder  $\frac{2}{5}$  Divergenz zu Grunde liegen möchten, in welchen jedoch jedesmal nur drei bestimmte Glieder (bei  $\frac{1}{5}$  die Glieder I. IV. V.; bei  $\frac{2}{5}$  die Glieder I. II. IV. oder auch II. III. V.) auftreten, die beiden anderen aber unterdrückt sind. —

Ueberblicken wir nun die Beziehungen, welche zwischen der Zellenfolge im Vegetationskegel, dem Stengelbau und der Blattstellung der *Salvinia* sich herausstellen, so fällt sogleich ins Auge, dass die Ansicht, wonach die Theilungsrichtung der Scheitelzelle die Blattstellung unmittelbar bestimmt, wenigstens was die Wirtel betrifft, nicht begründet ist; dass namentlich die vorhandenen Beziehungen zwischen beiden, die durch den bestimmenden Einfluss der Theilungsrichtung der Scheitelzelle auf den Stengelbau vermittelt werden, ihren Ausdruck nicht — wie dies wiederholt angedeutet wurde — in der übereinstimmenden Anzahl der Theilungsrichtungen der Scheitelzelle und der vorhandenen Blattreihen finden. Als positives Ergebniss folgt dagegen, dass der nächste Einfluss der Theilungsrichtung der Scheitelzelle sich im Stengelbau, nämlich in dem gleichen oder ungleichen Alter der verschiedenen Seiten eines senkrechten Stengelquerschnittes, geltend macht.

Wenn, wie bei den Charen, die Theilung der Scheitelzelle stets senkrecht gegen die Achse stattfindet, dann wird offenbar der Stengel aus einer einzigen Reihe übereinandergelagerter, ganzer Scheiben, die schon ursprünglich gegen die Achse senkrecht stehen, aufgebaut und ein Querschnitt des Stengels kann dann offenbar keine Altersungleichheiten seiner Seiten besitzen, welche auf Vorgänge in der Scheitelzelle zurückführbar wären. Denn jede zur Achse senkrechte Stengelscheibe ist ja auf einmal in der Scheitelzelle entstanden.

Wenn in solchem Falle, wie bei den Charen, an den Blattwirteln der Knoten dennoch Altersungleichheiten der Quirlglieder eintre-

ten, so hängen diese nachweisbar von der späteren Theilungsfolge in der auf einmal gebildeten Knotenscheibe ab, deren Ursache nicht mehr in der Scheitelzelle zu suchen ist.

Solche Fälle, die gewiss nicht auf die Charen beschränkt sind, liefern einen eclatanten Beweis für die Unabhängigkeit des Alters und der Zahl der Quirlglieder von der Theilungsfolge in der Scheitelzelle.

Wird aber, wie bei *Salvinia*, die Scheitelzelle durch Wände getheilt, die die Achse unter spitzem Winkel schneiden, dann muss diese spitzwinklige Theilungsrichtung nothwendig eine Altersungleichheit der verschiedenen Seiten jedes zur Achse senkrechten Stengelquerschnittes zur Folge haben.

Je nachdem die Scheitelzelle, wie bei *Salvinia*, nach nur zwei oder, wie bei *Equisetum*, nach drei Richtungen des Raumes sich theilt, wird der Stengel von zwei oder drei nebeneinanderliegenden Reihen von Stengelsegmenten aufgebaut, welche Anfangs unter spitzem Winkel gegen die Achse geneigt, erst später durch ein ungleichmässiges Wachsthum eine zur Achse senkrechte Lage erhalten und, wie bei *Salvinia*, so angeordnet sind, dass die aufeinanderfolgenden Segmente um die Hälfte, oder bei Theilung der Scheitelzelle nach drei Richtungen des Raumes, um ein Drittel ihrer Höhe über einander hervorragen.

Nothwendig muss in Folge hiervon jede zur Achse senkrechte Scheibe in dem einen Falle von zwei, in dem anderen von drei ungleichaltrigen Stücken zusammengesetzt sein, und so könnten noch complicirtere Fälle auftreten, sobald auch die vierte Theilungswand in der Scheitelzelle der ersten noch nicht parallel wäre.

Die Blattknoten zeigen daher bei dieser spitzwinkligen Theilung der Scheitelzelle eine Altersungleichheit ihrer verschiedenen Seiten, und hiernach ist ein Altersunterschied der auf den verschiedenen Seiten dieser Knoten stehenden Quirlglieder schon aus den Vorgängen in der Scheitelzelle abzuleiten.

Allein die Anzahl der Quirlglieder und das besondere Alter jedes einzelnen wird dann noch durch die in den entstandenen Segmenten eintretende Theilungsfolge bestimmt, die wieder von der Theilungsrichtung der Scheitelzelle ganz unabhängig erscheint. Der bemerkenswerthe Umstand endlich, dass gleichwerthige Quirlglieder — z. B. die beiden Luftblätter von *Salvinia* — aus ungleichwerthigen — d. h. nicht durch denselben Theilungsschritt gebildeten — Tochterzellen der Segmente hervortreten können, zeigt sogar, dass die

Anzahl der Blattreihen nicht einmal immer Multipla der Theilungsrichtungen sein müssen.

Kehren wir nun zu dem Entwicklungsgange der *Salvinia*-Blätter zurück, so finden wir, dass die drei Urzellen der Quirlglieder, kurz nachdem sie aus dem Gewebe des Vegetationskegels hervorgetreten sind, einen verschiedenen Entwicklungsverlauf nehmen.

Alle drei vermehren sich zwar anfänglich ganz gleichartig, nämlich durch gegen ihre Achse spitzwinklige Theilung nach nur zwei Richtungen des Raumes (XXIV. 1. 4. 5.), so dass also die Blätter der *Salvinia*, die aus ihnen hervorgehen, nach demselben Gesetze, wie der Stengel in die Länge wachsen. Allein die in der Scheitelzelle angelegten Segmente befolgen bei ihrer weiteren Entwicklung in zweien von ihnen, den Luftblättern nämlich, einen anderen Entwicklungsgang als in dem dritten, dem Wasserblatte.

In dem vorliegenden Aufsätze beabsichtigte ich nicht, die mehr in der Darstellung als in der Wirklichkeit complicirte Entwicklungsgeschichte dieser drei Blätter weiter von Zelle zu Zelle zu verfolgen, und ich will nur noch auf die äusserlich zwischen dem Wasserblatte und den Luftblättern hervortretenden Unterschiede aufmerksam machen.

Die Luftblätter ( $L_1$  u.  $L_2$ ) wachsen sehr rasch in die Breite (XXIV. 4. 5.) und ihre Ränder erscheinen zugleich, in Folge sehr früh im Laufe der Entwicklung eintretender Wachstumsvorgänge der Randzellen, schon kurz nach ihrer Anlegung um die Mittelrippe gefaltet (XXIV. 1.), so dass also die beiden Seiten der Blattspreite von Anfang an mit ihrer später der Luft zugekehrten Oberfläche sich berühren und erst später sich auseinanderschlagen.

Bei dem Wasserblatte (W. in Fig. 5. 4., 1. Taf. XXIV.) unterbleibt dagegen das Breitenwachsthum, und dasselbe bildet sich vielmehr zu einem stielartigen Zipfel aus. Aber aus seinen in der Scheitelzelle gebildeten Segmenten treten (Z. Z. in Fig. 4. Taf. XXIV.) in der Reihenfolge, in welcher die Segmente entstehen, Randzellen hervor und werden zu neuen Scheitelzellen, die sich in derselben Weise, wie die Scheitelzelle des Hauptzipfels, zu diesem gleichartigen Seitenzipfeln ausbilden.

Der Unterschied, den ich daher in der Entwicklungsgeschichte der Luftblätter und des Wasserblattes sehe, ist der-

selbe, wie der zwischen der Entwicklung ungetheilter parenchymreicher und vieltheiliger parenchymarmer Blätter.

Bekanntlich tritt diese letztere Blattform bei den ganz untergetauchten Blättern der Wasserpflanzen sehr häufig auf und ich sehe daher keinen Grund gegen die Annahme, dass die *Salvinia*, wie manche phanerogamische Wasserpflanzen, Blätter von zweierlei Art, untergetauchte vieltheilige und schwimmende ungetheilte besitzt.\*)

Die schon von Mettenius vollkommen richtig beobachtete Thatsache, dass die sogenannten Wurzelasern — die Zipfel des Wasserblattes — an der Spitze wachsen, kann jetzt, nachdem vielfache Erfahrungen darüber vorliegen, dass das Spitzenwachsthum kein ausschliessliches Attribut der Achsenorgane ist, um so weniger gegen die Blattnatur der sogenannten Wurzelasern sprechen, als ja, wie ich schon bemerkt habe, auch die Luftblätter mit einer fortwährend nach Art der Scheitelzelle des Stengels sich theilenden Scheitelzelle in die Länge wachsen.

Ich vermeide es absichtlich, näher auf die Frage einzugehen, ob in der Entwicklung absolute Unterschiede zwischen Achsen- und Seitenorganen und unter den letzteren zwischen Blättern und Epidermisbildungen hervortreten. Ich bemerke nur, dass die Entwicklungsgeschichte allerdings eine Einsicht in den Gestaltungsprocess der Form gewährt; wenn aber die Form selbst nicht entscheidet, darf man dann die Entscheidung von ihrem Bildungsmodus erwarten? Wo Zweifel möglich sind und die Vorgänge am Vegetationskegel das Verhältniss nicht unmittelbar klar vor Augen legen, wird man bei der Bestimmung daher immer noch auf die Analogie sicher erkannter Fälle angewiesen bleiben.

Nun kann bei *Salvinia* nach der blossen Betrachtung des bis auf die jüngsten Quirle entblätterten Vegetationskegels (XXIV. 1. 4. 5. XXV. 7.) von einer Gabelung seiner Spitze keine Rede sein, und ebenso wenig davon, dass sich seine Spitze in das Organ, welches ich als Wasserblatt bezeichnet habe, verwandele. Endlich hat auch die Annahme, dass dieses letztere Organ ein steriler, d. h. blattloser, einem Adventivprosse des Stengels gleichwerthiger Fruchtzweig ist, offenbar viel weniger für sich, als die von mir adoptirte, wonach die drei in gleicher Höhe seitlich am Ve-

---

\*) Es liegt auf der Hand, dass diese Betrachtung auch auf *Azolla* anwendbar ist.



getationskegel und tief unter seiner Spitze hervortretenden Bildungen (W.  $L_1$  und  $L_2$  in XXIV. 1. 4. 5.) als morphologisch gleichwerthige Organe zu betrachten sind. Ich halte es daher mit Rücksicht auf die sich darbietenden Analogien mit den vieltheiligen Blättern der Wasserpflanzen für gerechtfertigt, jenes Organ in seiner Gesamtheit für ein vieltheiliges Blatt zu erklären.

Zu den entscheidenden Analogien rechne ich ferner auch die Entwicklung der Früchte, deren Bildung ja in der ganzen Gruppe der Farrnkräuter an die Blätter gebunden ist.

Diese sind aber bei *Salvinia* nur metamorphosirte Seitenzipfel des Wasserblattes. Die obersten, aus den Segmenten des Hauptzipfels hervortretenden Randzellen (Z. Z. in XXIV. 4.), welche bei den unfruchtbaren Wasserblättern zu den jüngsten Seitenzipfeln werden, gestalten sich bei den fructificirenden Wasserblättern durch einen Zellbildungsvorgang, dessen weitere Darlegung ich einem zweiten Aufsätze vorbehalten muss, zu den Früchten, welche deshalb auch dasselbe Stellungsverhältniss, wie die Seitenzipfel, zeigen. —

Hiernach findet auch der von Mettenius\*) beobachtete, interessante Fall, dass „man ausnahmsweise auch an der Spitze einzelner Wurzelasern *Receptacula* antrifft“, in der Natur der Zipfel als Fruchtblatt-Abschnitte, seine einfache Erklärung.

Bisher habe ich von den Organen, welche die *Salvinia* erzeugt, nur die Blätter berücksichtigt. Sie bringt jedoch, wie bekannt, noch zweierlei Haarbildungen und ausserdem noch Knospen, durch welche sie sich verzweigt und die eine ganz regelmässige Stellung am Stengel aufweisen, hervor.

Ueber diese Organe will ich hier nur das für die Orientirung Nothwendigste, soweit es mit der Aufgabe des vorliegenden Aufsatzes zusammenhängt, anführen.

Die Entstehung der Knospen war ich bisher noch nicht im Stande, mit völliger Sicherheit bis auf die erste für sie bestimmte Zelle zurückzuführen. — Gewiss ist nur, dass an jedem Knoten eine Knospe entsteht und dass diese, wenn man in der Entwicklung vorgeschrittenere Knoten untersucht, in dem Raume zwischen Wasserblatt und äusserem Luftblatte liegt, sich aber mit ihrer Basis noch bis vor das Wasserblatt erstreckt. Dass diese Knospe in ihrer Entstehung zu dem Wasserblatte Beziehungen hat, darauf weisen die Fälle hin, in welchen man sie ein Stück

\*) *Rhizocarpeen*, Seite 35.

weit an der Basis des Wasserblattes heraufgerückt findet. Sie scheint dann direct aus dem Gewebe des Wasserblattes und zwar aus der dem äusseren Luftblatte zugekehrten Seite zu entspringen. Anderseits geht aber, wie Querschnitte durch ältere Knoten lehren, bei normaler Lage der Knospe ihr Gefässbündel direct von dem Gefässbündel des Stengels aus, und ich gestehe, dass ich Anfangs dieser Thatsache einen grossen Werth für die Beurtheilung des Knospenursprungs beigelegt habe. Nachdem aber Hofmeister\*) in äusserst scharfsinniger Weise die, wie mir scheint, richtige Würdigung dieses Verhältnisses bei den Farn hervorgehoben hat, scheint sie mir nicht mehr maassgebend und ich halte es auch bei *Salvinia* für gewiss, dass die Seitenknospen, auf welchen die Verzweigung der Pflanze beruht, Adventivsprosse des Wasserblattes sind.

Wie diese stehen sie abwechselnd rechts und links an den aufeinanderfolgenden Knoten und ebenso stehen natürlich auch die aus ihnen hervortretenden Seitenzweige der Pflanze, die in keiner wesentlichen Eigenschaft von dem Hauptstengel abweichen.

Noch eine andere Thatsache, die ebenfalls auf den Ursprung der Seitenknospen aus den Wasserblättern hinweist, kann ich erst später bei der Beschreibung der Keimpflanze anführen.

Von den zweierlei Haaren, welche *Salvinia* besitzt und die bekanntlich den frühesten Beobachtern schon Gelegenheit zu vagen Vermuthungen über das Geschlecht dieser Pflanze gegeben haben, treten die einen fast nur an den jungen Theilen der Pflanze auf und fallen bald nach vollendeter Entwicklung des Theiles, auf welchem sie vorkommen, ab. Es sind dies diejenigen, welche in ihren Zellen das Phaenomen der Molecularbewegung in so äusserst schöner Weise zeigen.

Die zweite Art, die durch ihre braune und zugespitzte Endzelle kenntlichen Haare, sind dagegen beständig und gehen erst mit dem Theile, der sie trägt, zu Grunde. —

Beiderlei Haare entstehen am Vegetationskegel immer unterhalb der jüngsten Blätter und ihre frühesten Anlagen sind schon hierdurch leicht von den Blattanlagen zu unterscheiden. Dass sie, ähnlich wie die Blätter, genau in bestimmte Reihen gestellt sind, sieht man am leichtesten an den Zipfeln der Wasserblätter. (h, h. in XXV. 7.)

---

\*) Flora, 1863. Seite 173.

Ich gehe nun zu dem zweiten Theile dieses Aufsatzes, zu der Darstellung der Embryobildung von *Salvinia*, über, und nehme dieselbe mit der beginnenden Entwicklung der Micro- und Macrosporangien auf.

Untersucht man Microsporangien im Frühjahr, wenn die Entwicklung der Pflanze von Neuem beginnt, so findet man die Microsporen innerhalb der grosszelligen, einschichtigen und langgestielten Microsporangien-Hülle in eine Zwischenmasse eingebettet, welche ein kleinzelliges Aussehen besitzt (XXVI. 15.).

An Microsporangien; die in meiner Wohnung im stets warm gehaltenen Zimmer überwinterten, beobachtete ich die ersten Entwicklungserscheinungen schon in den ersten Tagen des Februar.

Man sieht (XXVI. 10.) kurze gekrümmte Schläuche aus dem Microsporangium hervortreten.

Sie erscheinen durch eine Wand in zwei Theile getheilt; in eine vordere, stark mit Inhalt erfüllte kurze Spitze (ae. Fig. 11. Taf. XXVI.) und ein längeres, ganz oder fast ganz leeres, unteres Stück (b.), welches sich in das Microsporangium verliert.

Die als besondere Zelle abgegliederte Spitze wird zum Antheridium. Der ganze Schlauch, namentlich aber die zum Antheridium gewordene Spitze, zeigt ein auffallend stärkeres Wachsthum der einen Seite. In Folge dessen tritt eine starke Krümmung des Schlauches ein und er legt sich häufig mit seiner concaven Seite (XXV. 16.) so eng an das Microsporangium an, dass er oft ganz von den aufklappenden Zellen der Microsporangiumhülle, durch welche er hindurchgetreten war, verdeckt wird. Dieser Umstand entzieht die Schläuche, wenn man sie nicht direct sucht, häufig der Beobachtung.

Das Antheridium theilt sich (XXVI. 11.) in zwei Zellen von ziemlich gleichem Volumen; dies geschieht dadurch, dass die Theilungswand (cd.) eine gegen die Grundfläche des Antheridiums (ef.) geneigte Lage hat. Während sie nämlich die convexe Seite des Schlauches etwa in der Mitte der Höhe des Antheridiums trifft, schneidet sie die concave Seite ganz in der Nähe der Grundfläche. Hin und wieder ist die Neigung dieser Wand von vorn nach hinten sogar so stark, dass sie noch ein Stück der Grundfläche abschneidet (XXV. 15. 16.).

Die beiden Antheridien-Zellen bilden ihren Inhalt gleichmässig aus. Er zieht sich von der Wand zurück und gestaltet sich zu einem ziemlich scharf umschriebenen, meist in den engen Win-

kel der Antheridienzelle spitz verlaufenden Klumpen (XXV. 15.), neben welchem noch ein zweites kleineres bläschenartiges Gebilde liegt (XXVI. 11.). Bald bemerkt man in dem Klumpen jeder Antheridienzelle Trennungslinien auftreten; erst nach einer, dann nach einer zweiten, zur ersten senkrechten Richtung. Sie deuten eine Theilung des Klumpens in 4 Theile an.

Kurz darauf brechen die Antheridienzellen zugleich oder nach einander auf und dies geschieht immer in höchst regelmässiger Weise durch einen Querriss, welcher, an der convexen Seite beginnend, sich ringsherum mehr oder weniger weit bis fast an die concave Seite erstreckt. Hier aber bleiben die beiden durch den Riss getrennten Stücke noch mit einander in Verbindung (XXV. 14., XXVI. 12. 13.).

Nun tritt der getheilte aber noch zusammenhängende Klumpen aus dem Antheridium hervor, indem er das obere Stück der gesprengten Antheridienzelle deckelartig aufhebt, und zerfällt sogleich, nachdem er hervorgetreten ist, in vier isolirte und mit grosser Schnelligkeit entweichende Spiralfadenzellen (XXVI. 13.).

Bei ihrem Hervortreten aus der Antheridiumzelle haften gewöhnlich die 4 Spiralfadenzellen noch einen Augenblick zusammen, bevor sie sich trennen und entweichen. Es sieht so aus, als ob sie von einer gemeinsamen Hülle oder Gallerte umgeben wären, aus der sie sich erst befreien müssen. Darauf deutet auch der Umstand hin, dass man, wenn die Spiralfadenzellen einzeln hervortreten — ein Fall welcher ebenfalls öfters eintritt — noch eine besondere Membran (XXVI. 12.) sieht, die sich unterhalb des Querrisses der eigentlichen Antheridium-Membran ausbreitet und eine kleine schnabelförmige Oeffnung für den Austritt der Spiralfadenzellen zeigt. Die kleinen Bläschen, welche neben dem Klumpen in jeder Antheridienzelle vorhanden waren, bleiben in der entleerten Antheridie zurück (XXVI. 12. XXV. 14.) und gehen mit den Membran-Resten derselben zu Grunde.

Dieses ist der normale und constante Vorgang bei der Bildung und dem Entweichen der Spiralfadenzellen von *Salvinia*. —

Hofmeister\*) hat zuerst die Spiralfadenzellen der *Salvinia*

---

\*) Vergleichende Untersuchungen, Seite 109, und Beiträge zur Kenntniss der Gefässcryptogamen. II., 1857. (Abhandl. der Sächs. Gesellschaft d. Wiss.) Seite 667.

genau beschrieben. Meine Beobachtungen stimmen hierin mit den seinigen überein.

Es sind sehr zartwandige Bläschen (XXVI. 13 XXV. 14 a.), welche einen spiralig gewundenen, das Licht schwach brechenden Faden und ausserdem noch mehrere kleinere Stärkekörner enthalten.

Der Spiralfaden liegt im Inneren der Spiralfadenzelle einer Stelle ihrer Membran dicht an und trägt eine Anzahl äusserst zarter und langer Cilien (XXVI. 14).

Ich habe nicht gesehen, dass er die Zelle, in welcher er liegt — die Spiralfadenzelle — abstreift. Jedenfalls geschieht dies nicht vor seinem Eintritt in das Archegonium und es ist auffallend dass seine äusserst rasche Bewegung nicht durch die Zelle, in welcher er liegt, gehindert wird.

Ob seine Cilien oder sein äussert fein zugespitztes Ende aus der Spiralfadenzelle im unverletzten Zustande derselben frei hervorragen und die rasche Bewegung der Zelle, in welcher der Faden noch eingeschlossen erscheint, vermitteln, dies zu entscheiden, dazu reichen die mir zugänglichen optischen Mittel nicht aus.

Ueber die Entstehung der Schläuche und ihr Verhältniss zu den Microsporen ist es ziemlich schwer, eine klare Anschauung zu gewinnen, weil die scheinbar zellige Zwischenmasse, in welcher die Microsporen eingebettet sind (XXVI. 15.) und die geringe Grösse des Microsporangium einer genauen Zergliederung viel Hindernisse in den Weg legen.

Bei Anwendung von verschiedenen Reagentien, die die innere Structur des Microsporangiums deutlicher hervortreten lassen, ferner auf gelungenen Durchschnitten, sowie endlich, wenn man, wie dies Hofmeister gethan hat, die Microsporangien unter gelindem Drucke zu öffnen sucht, erhält man Bilder, welche es mir überaus wahrscheinlich machen, dass die Microsporen in den reifen und normal ausgebildeten Microsporangien\*) nicht einen unregelmässigen Haufen (XXVI. 15.) sondern, abgesehen von der Zwischenmasse, nur eine einschichtige Lage unmittelbar unter der Mi-

---

\*) Diejenigen Abbildungen, welche innerhalb einer durchsichtigen Microsporangiumhülle einen Haufen von Microsporen zeigen, die das Centrum des Microsporangium einnehmen und nur wenig Zwischensubstanz aufweisen (z. B. Mettenius, Rhizocarpeen, Taf. I. Fig. 40.), gehören solchen Microsporangien an, deren Entwicklung eine Bildungshemmung erfahren hat. Die zuletzt im Herbst angelegten Früchte, die nicht mehr zur vollen Ausbildung gelangen, zeigen diese Zustände am häufigsten.

crosporangium-Hülle bilden. — Unzweifelhaft ist aber, dass die Schläuche aus einer Entwicklung der Innenzelle der Microsporen hervorgehen.

Die äussere Membran der Microspore klappt längs der bekannten drei leistenartigen Linien ihrer Oberfläche spaltenartig auf (XXV. 12.) und lässt die Innenzelle hervortreten. Diese durchbricht, sich zum Schlauche verlängernd, die Microsporangiumhülle unmittelbar an der Stelle, wo die Microspore lag, indem sie ohne die Zellen der Hülle zu zerreißen, zwischen ihren auseinanderweichenden Fugen hierdurch tritt.

Die getheilten Zellen, welche Hofmeister durch Herausdrücken aus dem Microsporangium gewonnen hat, und die man gewöhnlich nicht in unbeschädigtem Zustande aus den Microsporangien befreien kann (XXV. 13.), geben keine klare Anschauung von der Entwicklung des Antheridiums und der Spiralfadenzellen. Sie sind offenbar Jugendzustände der Schläuche und beweisen nur, dass die Theilungen der Schläuche und der Antheridien schon stattfinden, bevor der Schlauch noch aus dem Microsporangium hervorgetreten ist.

Die Befreiung der Samenfadenzellen aus den Antheridien findet jedoch nie durch eine blossе Zerstörung des Microsporangiums, sondern immer in der beschriebenen Weise durch das Hervortreten der Schläuche und das regelmässige Aufbrechen der Antheridienzellen Statt.

Eine Andeutung der hervortretenden Schläuche hat bereits Milde\*) gegeben; jedoch steht seine Abbildung, sowie seine Beschreibung der Schläuche und der in ihnen vorhandenen Spiralfadenzellen mit meinen Beobachtungen nicht im Einklange. Er bildet 9 freie Spiralfadenzellen in einem ungetheilten Schlauche ab und erwähnt Nichts von dem eigentlichen zweizelligen Antheridium, in welchem die Spiralfadenzellen entstehen.

Nach der von mir beobachteten Entwicklung können aber nur 8 Spiralfadenzellen in einem Schlauche vorhanden sein, und eine Lagerung der Spiralfadenzellen in dem ungetheilten, sowie ihre Bewegung in dem noch ungeöffneten Schlauche, wie es Milde angiebt, wäre nur unter abnormen Verhältnissen möglich.

Allein noch viel früher hat Pietro Savi in einem kleinen,

---

\*) Beiträge zur Keimung von *Salvinia* und *Pilularia* Nova Acta Acad. C. L. N. C. Vol. XXIII. P. II. pag. 642.

aber inhaltsreichen Aufsätze\*), der eine grössere Würdigung, als ihm geworden ist, verdient hätte, die aus den Microsporangien von *Salvinia* hervortretenden Schläuche gesehen und abgebildet.

Wenn auch seine Beschreibung unseren jetzigen Anforderungen an Genauigkeit nicht mehr genügt, so hat er doch schon damals — im Jahre 1834 — die Existenz beweglicher Bildungen, die aus den Schläuchen hervortreten, constatirt und die Vermuthung ausgesprochen, dass sie in die Archegonien, die er gleichfalls wesentlich richtig erkannte, eintreten, und dort eine befruchtende Function ausüben. Ich habe in die Note unter dem Text\*\*) die hierauf bezüglichen, wichtigsten Stellen seines Aufsatzes mit seinen eigenen Worten aufgenommen.

Die erste Entwicklung der Macrosporen, d. h. das Hervortreten der Proembryonen, bemerkte ich bei den in meinem Zimmer cultivirten Sporen wenig später, als die Entwicklung der Schläuche an den Microsporangien.

Beide nebeneinanderlaufende Erscheinungen konnte ich nachher bis Ende April an den verschiedenen Sporangien fortwährend beobachten.

Den Bau der Macrospore setze ich als aus den Untersuchungen von Mettenius und Hofmeister zur Genüge bekannt voraus, und kann mich daher hierüber ganz kurz fassen.

Es ist unzweifelhaft, dass der Proembryo im Inneren des Sporensackes (Embryosack, Schleiden) entsteht.

Das dicke, scheinbar zellige Exosporium bricht an seiner Spitze

\*) Continuazione delle ricerche sulla fecondazione della *Salvinia natans* in: Nuovo giornale dei letterati Pisa. T. XXVIII. pag. 64.

\*) Er sagt hierüber: I budelli articolati emessi da questi granelli pollinici (Microsporangien) contengono, come ho detto, granellini di grandezza differente, alcuni minutissimi e immobili, altri maggiori e mobili. Opino io che questi ultimi siano il risultato di un' ulteriore vegetazione, e sviluppo dei primi; per il che questi perfezionati acquistino il maximum dell' eccellenza dell' organismo, quella cioè che li rende capaci di fecondare i germi, e di riprodurre la specie. La deiscenza dei budelli e l'ingresso ora velocissimo, ora lento dei granellini pollinici (die Samenfadenzellen) per un moto loro proprio è un fenomeno nuovo nella storia della fecondazione. . . . I germi poi li credo contenuti entro quelle borse (so nennt er die Archegonien) che ho descritto, e penso che dall' apertura circondata dalle quattro cellule, entrino i granellini pollinici e apportino la fecondazione. Una tale struttura mi pare in qualche modo analoga a quella che Mirbel osservò nei pistilli della *Marchantia*, nei quali pure trovasi una cavità sferica, o ellittica, comunicante all'esterno mediante un'apertura circondata da cellule disposte regolarmente. . . .

mit drei Lappen auf; ebenso reisst die zellige Hülle, welche die ganze Microspore umgiebt.

Der Proembryo tritt (Fig. 1 — 4. Taf. XXVII.), nachdem er zuerst die innere, braune Membran des Sporensackes durchrisen hat, zwischen den Lappen des Exosporium hervor. Er ist, wie Durchschnitte (Fig. 1. und 2., Taf. XXIX.) zeigen, einer hin und wieder stellenweise schwach gelblich gefärbten, sonst glasshellen Membran (d. XXIX. 2.) fest aufgewachsen, welche sich tiefer nach unten an die braune Sporenmembran (c.) anlegt und hier als eine zweite, innere Schicht derselben erscheint.

Die Bildung der farblosen Schicht muss offenbar mit der Bildung der ersten Zelle des Proembryo zusammenfallen, denn auf Durchschnitten durch die noch ungeöffnete Macrospore sieht man den Proembryo in dem Raume zwischen den beiden Schichten der inneren Sporen-Membran, zwischen der braunen und der glasshellen Schicht, sich ausbreiten. Abgesehen von der grosszelligen äusseren Hülle, (a. XXIX. 2.), welche die ganze Macrospore umgiebt, besitzt diese daher zu äusserst ein dickes, scheinbar kleinzelliges Exosporium (b) und eine zweite innere, die Höhle (S) des Sporensackes umkleidende Membran (c), welche letztere aber wieder aus zwei Schichten, einer äusseren bräunlichen (e) und einer inneren glasshellen (d), auf welcher eben der Proembryo fest sitzt, besteht.

Dies wird zur Orientirung über die Lage dieser Theile genügen. Ausführlicher muss ich jedoch auf die Form des Proembryo und auf den Bau und die Stellung der Archegonien eingehen. —

Der zwischen den drei Lappen der Macrospore (l, l, l. XXV. 8.) hervortretende Proembryo hat eine im Grundriss etwa dreieckige Form (abc.). Von seinen drei Seiten entwickelt die eine (bc.) später ihre beiden Kanten b. und c., zu den beiden flügelartigen Fortsätzen des Embryo, welche längs der Macrospore herunter wachsen (2. 3. 5. 6. 8. 9. XXVII.).

Diese Seite bestimme ich als die Vorderfläche des Proembryo. Wie wir bald sehen werden, ist diese Bestimmung mit Bezug auf die Wachstumsrichtung der jungen Pflanze, die sich aus dem Proembryo erhebt, getroffen.

Die beiden hinteren Seiten (ab. und ac.), die allmähig sich krümmend in einander übergehen, werde ich zusammen als die Hinterfläche des Proembryo oder seinen Rücken bezeichnen.

Eine Linie von der Mitte (d) der Vorderseite des Grund-



risses nach der Mitte (a) der Hinterfläche gezogen soll die Mittellinie und der wichtigste Schnitt durch den Proembryo, der Schnitt, welcher durch diese Mittellinie senkrecht auf die Grundfläche geführt wird, der Mittelschnitt heissen. —

Einen solchen Mittelschnitt stellt die Figur 1. Taf. XXIX. und die Fig. 9. Taf. XXV. dar; wir sehen daher, dass der Proembryo an seiner Vorderfläche (bei d.) am höchsten ist und von hier aus allmählig nach hinten abfällt. Ebenso aber fällt er zugleich von dem Mittelschnitt aus nach beiden Seiten ab, so dass Schnitte durch ihn senkrecht gegen den Mittelschnitt und zugleich senkrecht auf der Grundfläche das Bild der Figur 10. Taf. XXV. geben.

Bei beginnender Entwicklung der flügelartigen Fortsätze der Vorderfläche hat daher die Macrospore (Taf. XXVII.) mit dem hervortretenden Vorkeime, je nachdem sie vom Rücken (Fig. 1.), von der Seite (Fig. 2.) oder von vorn (Fig. 3.) gesehen wird, ein ganz verschiedenes Aussehen, und der Proembryo selbst hat die Gestalt eines sattelförmig nach beiden Seiten abfallenden Hügels, der sich zugleich in der Richtung von hinten nach vorn allmählig erhebt. —

Die Archegonien liegen auf dem Rücken dieses Hügels (XXVII. 1.; XXV. 9. 11.); in seltenen Ausnahmen — worüber später Näheres — auch auf der Vorderfläche. —

Das erste Archegonium liegt immer im Mittelschnitte, also auf der Mittellinie des Rückens und zwar an einer Stelle (XXV. 9. XXIX. 1, m.) unmittelbar vor der Vorderfläche. Dieses erste Archegonium nimmt daher fast die höchste Stelle am Proembryo ein. Wie aber die Vorderfläche ihre beiden Kanten später nach unten in die beiden flügelartigen Fortsätze verlängert, so wächst sie später auch an ihrer Spitze noch in die Höhe. Hierdurch bekommt der Vorkeim auf dem Mittelschnitte die Form der Figur 11. Taf. XXV. und das erste Archegonium erscheint hierdurch weiter nach hinten und zugleich tiefer gerückt. —

Ausser diesem ersten Archegonium treten noch andere auf.

Ohne Ausnahme noch zweie, welche auf den beiden abfallenden Seiten des Proembryorückens rechts und links von dem ersten Archegonium liegen (XXVII. 1.).

Diese drei Archegonien, welche regelmässig auf dem Proembryo auftreten, fallen aber in eine über den Rücken desselben verlaufenden Linie, welche ungefähr parallel dem Umrisse der Vorderfläche ist (XXVII. 1.).

Daher lässt sich etwa senkrecht zum Mittelschnitt (9. XXV.) ein Schnitt (10. XXV.) durch den Proembryo führen, welcher diese drei Archegonien auf einmal bloss legt. —

Wenn, was der gewöhnliche Fall ist, eines dieser drei Archegonien befruchtet wird, dann wird durch die rasch eintretende Entwicklung des Embryo die weitere Ausbildung des Proembryo gehindert und die Anzahl der gebildeten Archegonien bleibt auf die Dreizahl beschränkt. Tritt jedoch keine Befruchtung ein, so entwickelt sich der Proembryo noch weiter. Es wächst nämlich das vordere Stück zwischen der ersten Archegonienreihe (a. XXVII. 2.) und der Vorderfläche (d) noch bedeutend und in diesem Stück bildet sich nun parallel zur ersten eine zweite, dann auch eine dritte und vierte Archegonienreihe aus (XXVII. 4.). Die späteren Reihen haben, da der Proembryo nach vorn immer mehr an Breite gewinnt, auch mehr als 3, bis 7 und mehr Archegonien; immer aber kann man erkennen, dass sie in unter einander etwa parallelen Reihen auf dem Rücken des Proembryo angeordnet sind und dass in jeder Reihe die am höchsten, d. h. auf der Mittellinie des Rückens liegenden Archegonien die ältesten sind. —

In sehr seltenen Fällen — unter mehreren Hundert an zweien — habe ich an übermässig erwachsenen, unfruchtbaren Proembryonen auch auf der Vorderfläche Archegonien gefunden. Im Freien werden derartige Proembryonen offenbar häufiger vorkommen, als es bei meinen Culturen der Fall war, bei welchen ich die Befruchtung absichtlich möglichst erleichterte.

Jedes Archegonium, gleichviel wo und in welcher Reihe es liegt, hat aber eine mit der Längsrichtung des Proembryo von hinten nach vorn gleichlaufende Streckung seiner Centralhöhle.

Auf allen Schnitten durch den Proembryo, die dem Mittelschnitte parallel sind und die ein Archegonium treffen, bildet die Centralzelle desselben — wenn das Archegonium erwachsen ist — daher immer einen Sack, der sich von der Mündung nach vorn, nämlich nach der Vorderfläche des Proembryo hin, erstreckt (Fig. 9. Taf. XXVI., Fig. 1—3. Taf. XXVIII., Fig. 1. Taf. XXIX. etc.). Während auf gegen die Mittelebene senkrechten Schnitten, die, richtig geführt, auf einmal eine ganze Archegonienreihe — in dem gewöhnlichen Falle der Dreizahl der Archegonien also dreie — durchschneiden, die Centralzelle wie ein nach allen Seiten gleich weiter Sack unterhalb der Mündung des Archegoniums erscheint (XXV. 10.).

Dieser Bau der Centralhöhle des Archegoniums wird für die Orientirung über die Theile des Embryo wichtig, denn seine Abhängigkeit von der äusseren Form des Proembryo gestattet es, die Schnitte durch die Macrospore nicht aufs Gerathewohl, sondern mit Rücksicht auf eine verlangte Anschauung in ganz bestimmter Richtung durch den Embryo zu führen. —

Bevor ich jedoch auf diese Beziehungen weiter eingehe, verlangt der Bau und die Entwicklung der Archegonien selbst noch einige nähere Andeutungen. Es ist bekannt, dass das Archegonium von einer im Inneren des Vorkeims verborgenen Centralzelle (c. Fig. 9. Taf. XXVI.) gebildet wird, auf welche ein von vier übers Kreuz gestellten Zellen umgebener, offener Kanal hinführt (XXIX. 3. 4., XXVI. 9.).

Diesen Kanal fand ich in allen von mir untersuchten Fällen nur von der Höhe einer einzigen Zelllage. In seltenen Fällen soll nach Hofmeister dieser Kanal länger sein und die Centralzelle dann nicht, wie gewöhnlich, unmittelbar unterhalb der obersten Zelllage des Proembryo, sondern tiefer in seinem Inneren verborgen liegen. Mir sind solche Archegonien nicht vorgekommen. —

Die Entstehung des Archegonium-Kanales bei Moosen und Farrnkräutern führt Hofmeister bekanntlich darauf zurück, dass entweder die Zellen des Archegonienhalses mit ihren inneren Berührungskanten auseinanderweichen, und so zwischen ihnen ein Hohlraum entsteht, oder dass ein ursprünglich vorhandener, mittlerer Zellstrang des Halses später resorbirt wird.

Für *Salvinia* speciell giebt er an\*), dass die vier Schlusszellen des Archegoniums auseinanderweichen und den Kanal zwischen sich bilden.

Mettenius, der, soviel ich weiss, zuerst durch die gründlichere Darstellung des Baues der Archegonien der Farrnkräuter den Nachweis geführt hat, dass die Angaben von Suminski über die directe Verwandlung der Saamenfäden in die Embryoanlage auf der Verwechslung des veränderten Kanal-Inhaltes mit Saamenfäden beruhen\*\*), giebt doch selbst nichts Bestimmtes über die Ent-

\*) Beiträge zur Kenntniss der Gefässcryptogamen. Leipzig 1857. Keimung von *Salvinia natans*, Seite 666.

\*\*) Beiträge zur Botanik, Seite 21 ff. Dass Suminski durch diese Verwechslung getäuscht wurde, geht aus seinen Zeichnungen: Zur Entwicklungsgeschichte der Farrnkräuter, Berlin 1848. Taf. III. Fig. 3. 4. 6., wo die Spiralfäden in den geschlossenen Archegonien gezeichnet werden, mit Evidenz

wickelung des Archegonium-Kanales und seines Inhaltes an und sagt nur, dass er seine Entstehung nicht habe verfolgen können.

Was sepeciell den Bau der Archegonien von *Salvinia* betrifft, so führt er noch besonders an\*), dass ihre vier oberflächlichen Zellen nicht selten in Papillen auswachsen und durch Querwände in zwei übereinander stehende Zellen abgetheilt werden; eine Angabe, die mit einer gleichen bei Hofmeister\*\*) übereinstimmt. Meine Wahrnehmungen hierüber weichen jedoch hierin von denen der genannten Forscher ab und ich glaube diesen Widerspruch durch die Vermuthung lösen zu können, dass jenen Angaben wahrscheinlich die nicht genügend verfolgte Beobachtung des eigentlichen, bisher übersehenen Halses der Archegonien von *Salvinia* zu Grunde liegt.

Die Entstehung des Archegonium-Kanales fällt aber mit der Bildung eben dieses Halses zusammen. —

Die Archegonien der *Salvinia* haben nämlich ganz wie die Archegonien der anderen Farnkräuter einen zwar niedrigen, aber deutlich ausgebildeten, freien Halstheil, welcher in Form einer kleinen, kuppelartig sich oben zusammenschliessenden Erhebung auf den vier bekannten Schlusszellen des Archegoniums aufsitzt — (Fig. 1. 2. Taf. XXVI.). Dieser ganze Halstheil wird später noch vor dem Eintreten der Samenfäden vollständig abgeworfen. Er besteht aus 4 Reihen von je 2, manchmal 3 übereinanderstehenden Zellen, von denen eine jede Reihe je auf einer der 4 Schlusszellen aufsitzt (3. 4. XXIX.).

Die Zellen des Halses nehmen, je höher nach der Spitze, immer mehr im Durchmesser ab (2. 5. 7. XXVI.); dadurch erhält der Hals seine eigenthümliche Gestalt und daher rühren die mehrfachen Kreise, die man sieht, wenn jugendliche Archegonien von oben betrachtet werden (4. XXIX.).

Ebenso rührt der Kreis (a. 3. XXIX.) auf der Oberfläche der gebräunten Schlusszellen alter Archegonien — die ihren Halstheil

---

hervor. Wer diese Zustände noch nicht aus der Natur kennt, der vergleiche nur diese Bilder mit der Zeichnung von Mettenius (Beiträge zur Botanik, Taf. III. Fig. 18.) und der dort von ihm gegebenen Erklärung dieser Figur. Zu diesem Irrthum wurde Suminski durch einen zweiten Irrthum inducirt, indem er nämlich annahm, dass der Halstheil der Archegonien erst nach erfolgter Befruchtung entstehe.

\*) Ebendasselbst Seite 5.

\*\*) a. a. O. Seite 666.

bereits abgeworfen haben — von dem Abdrucke der Ansatzstelle der untersten Zellen des Halses her. —

Dem frühen Abwerfen des Halses — eine Erscheinung, welche ja wenigstens theilweise auch bei *Equisetum* eintritt — geht hier immer eine Bräunung der oberen Membran der Schlusszellen, auf welchen der Hals aufsitzt, vorher (1. 2. XXVI.); während dann die Bräunung weiter vorschreitet und sich noch über die inneren Membranen der Schlusszellen ausbreitet, schlagen sich die vier Zellreihen des Halses zurück (8. XXVI.) und bleiben noch eine Zeit lang im zurückgeschlagenen Zustande an der Oberfläche der Schlusszellen haften, bis sie endlich ganz abfallen. Man findet noch spät vor der tief gebräunten Mündung alter Archegonien einzelne dieser Zellen, deren Bedeutung mir Anfangs ganz dunkel war und die leicht zu falschen Vermuthungen führen können, liegen (XXVI. 9).\*)

Noch bevor der Halstheil abgeworfen ist, sieht man aber, dass die vier grossen Zellen, auf welchen der freie Hals aufsitzt und die nach seiner Abwerfung zu den Schlusszellen werden, von einer Zelle, die sich zwischen sie gedrängt hat, auseinander getrieben werden (XXVI. 1. 2.).

Diese Zelle, die ich die Canalzelle nenne, erstreckt sich bis in den freien Hals hinein. Wird dieser dann abgeworfen, so öffnet sie sich und lässt ihren körnigen und schleimigen Inhalt, ähnlich wie es die Oogonien von *Vaucheria thun*, hervortreten.

Auch bei anderen Rhizocarpeen und Farren ist man schon hier und da auf eine vor der Mündung geöffneter Archegonien befindliche, schleimig körnige Masse, die zu irrigen Vorstellungen Veranlassung gegeben hat, aufmerksam geworden. Ihr Ursprung dürfte überall derselbe sein. Ob sie das Anhaften und Festhalten ankommender Samenfäden erleichtert oder bewirkt, ist durch Beweise kaum zu belegen.

---

\*) Es ist mir kaum fraglich, dass es diese Zellen sind, welche Mettenius (Rhizocarpeen Seite 36. Taf. II. Fig. 1. u. 2.) im Anschluss an die Anschauung von Schleiden für die Microsporen (Pollenkörner) gehalten hat. Doch kommt unter diesen Zellen auch unzweifelhafte Spiralfaden-Mutterzellen vor. Ueberhaupt sind die Bildungen von bestimmter und unbestimmter Form, die man vor der Mündung geöffneter Archegonien liegen sieht, dreierlei verschiedenen Ursprungs. Die bestimmt geformten Zellen sind nach dem, was so eben gesagt wurde, entweder abgeworfene Zellen des Archegoniumhalses oder Mutterzellen der Spiralfäden. Die Massen kleiner Körper von unbestimmter Gestalt, die oft Molecularbewegung zeigen, aber — wie ich oben im Text noch weiter ausführen werde — aus der Centralzelle des Archegoniums ausgetretener Zellinhalt.

Bemerkenswerth ist aber, dass der Inhalt in der noch geschlossenen Canalzelle eine Streifung oder Gruppierung in Reihen zeigt (XXVI. 1.), welche auffallend an jene Beschaffenheit des Inhalts in der Spitze der Embryobläschen der Phanerogamen erinnert, welche Schacht veranlasst hat, demselben den Namen des Fadenapparates beizulegen.

Die Entwicklung der Canalzelle nun und ihre Beziehung zur Centralzelle des Archegoniums einerseits und anderseits zur Bildung des freien Halstheils, ist aber folgende:

In frühen Zuständen findet man bekanntlich — wie dies Hofmeister gezeigt hat — die Centralzelle als eine grössere, inhaltsreiche Zelle unmittelbar unter vier Zellen liegen, die der äussersten Zelllage des Proembryo angehören und von denen man auf der Durchschnittsansicht natürlich nur zweie auf einmal sehen kann. —

In diesem Zustande (3. XXVI.) ist also von dem freien Halstheil, welcher sich erst später bildet, noch keine Spur vorhanden.

Jene ersten vier Deckzellen des Archegoniums werden aber bald darauf durch gegen die Achse geneigte Wände (a in 4. XXVI) in vier innere und vier äussere Zellen getheilt. Die Theilungswand ist in jeder der vier Zellen von innen und unten nach oben und aussen gerichtet. Die äusseren Zellen (c) theilen sich nicht mehr; in den inneren, keilförmig nach oben sich erweiternden Zellen erfolgt dagegen später noch eine (b. 4. XXVI) und hin und wieder noch eine zweite Theilung durch Wände, die der ersten parallel sind. —

Die äusseren, nach unten breiteren Tochterzellen der ursprünglichen vier Deckzellen (c. 4. XXVI) — in welchen keine weitere Theilung mehr stattfindet — werden zu den späteren Schlusszellen des reifen Archegoniums.

Die inneren, nach unten sich verschmälernden Zellen — in welchen noch eine Theilung erfolgt war — werden zum freien Halstheil des Archegoniums, und dies geschieht dadurch, dass sie von der inzwischen im Innern der Centralzelle entstandenen Canalzelle (d. 4. XXVI) in die Höhe gehoben werden.

Ob diese eine frei entstandene, oder durch Theilung gebildete Tochterzelle der Centralzelle ist, ist schwer zu sagen, wenn man nicht Vermuthungen für Thatsachen ausgeben will.

Gewiss ist nur, dass während der Zeit, während welcher die Theilung in den Deckzellen stattfindet, zugleich in dem Scheitel

der Centralzelle eine ihn — den Scheitel — ausfüllende Zelle auftritt, die einen deutlichen Cytoblasten besitzt und durch eine scharfe Grenzlinie gegen den unteren Raum der Centralzelle abgegrenzt ist (3. 4. XXVI).

Ebenso gewiss ist aber auch der fernere Verlauf, dass diese Zelle nämlich allmählig nach oben in einen konischen Zapfen auswachsend (5. 6. 1. 2. XXVI), das über ihr liegende Mittelstück der vier Deckzellen mit den in demselben gebildeten, nach oben sich erweiternden Tochterzellen, in die Höhe hebt und so zwischen die äusseren Tochterzellen der Schlusszellen sich hindurchdrängend, zur Canalzelle wird und dass sie endlich nach dem bereits beschriebenen Abwerfen des so entstandenen Halstheils sich öffnet und ihren Inhalt heraustreten lässt.

In Folge dieses eigenthümlichen Wachsthumsvorganges sind daher die zuerst sich bräunenden oberen Wände der späteren Schlusszellen (1. 2. XXVI) — soweit nämlich bei entwickeltem Archegonium der Halstheil auf ihnen aufsitzt — ursprünglich die inneren Seitenwände derselben (a. 4. XXVI) gewesen, während die späteren inneren Seitenwände derselben ursprünglich einen Theil der Basis der Deckzellen gebildet haben.

Wie verhält sich aber bei diesem Hervorwachsen der Canalzelle die Membran der Centralzelle?

Da es gewiss ist, dass die Canalzelle im Innern der Centralzelle entsteht, so muss die Membran der letztern, worüber die Beobachtung allerdings keinen ganz sicheren Aufschluss giebt, entweder mit in die Höhe wachsen oder durchbrochen werden.

Aus manchen Erscheinungen, die bei Störung der normalen Inhaltsordnung eintreten, vermuthe ich das Erstere.

Unzweifelhaft ist aber offenbar, dass, nachdem die Canalzelle sich geöffnet hat und ihr Inhalt herausgetreten ist, auch die Membran der Centralzelle zerrissen sein muss, gleichgültig, ob sie den sich kegelartig erhebenden Zapfen der Centralzelle überzieht oder schon früh von demselben durchbrochen wurde. —

Es finden daher die Samenfäden, wenn sie nach Zerstörung der Canalzelle in den entstandenen Archegonium-Canal eintreten, die Membran der Centralzelle nicht etwa als eine die Basis des Canals verschliessende und ihrer Vereinigung mit dem Inhalte der Centralzelle hinderliche Membran vor. —

Nach Allem, was ich gesehen habe, muss ich ferner annehmen, dass der ganze Inhalt des unteren Raumes der Centralzelle — d. h.

also desjenigen Raumes, welcher durch die scharfe Grenzlinie von der entstehenden Canalzelle abgeschlossen ist — zu einer durch die Samenfäden zu befruchtenden Befruchtungskugel wird.

Wird die Centralzelle noch ungeöffneter Archegonien durch den Schnitt verletzt oder die normale Inhaltsanordnung gestört, so sieht man, was hier beiläufig bemerkt werden mag, den Inhalt der Canalzelle in zwei verschiedene Massen sich sondern (XXVI. 1), in einen grossen fadig-schleimigen Klumpen, der die ganze Spitze ausfüllt, und einen kleineren, tiefer liegenden Klumpen, welcher der veränderte Zellkern der Canalzelle zu sein scheint. Unterhalb der Canalzelle sieht man aber den Inhalt des unteren Raumes der Centralzelle immer als eine einzige Masse, die den ganzen Raum der Centralzelle ausfüllt und, wo sie sich von der Wand ablöst, erkennen lässt, dass ihre peripherische Umgrenzung von einer eigenthümlich gallertartig aufquellenden Substanz gebildet wird.

Diese ganze Masse halte ich für die Befruchtungskugel.

Ein besonderes Embryobläschen, welches in diesem unteren Raume der Centralzelle entsteht und allmählig wachsend den ganzen Inhalt derselben verdrängt, habe ich nie gesehen, und die erste Zelle des Embryo füllt nach der Befruchtung jedesmal, so frühe Zustände man auch aufsucht, immer den ganzen Raum der Centralzelle vollständig aus.

Die Zelle aber, welche Hofmeister bei *Salvinia* als Embryobläschen in Anspruch nimmt, ist die zur Canalzelle werdende Tochterzelle der Centralzelle.

Kurze Zeit nachdem die Canalzelle sich entleert hat, beginnen die umgebenden Schlusszellen sich wieder nach Innen auszudehnen, und hierdurch verengt sich — gleichgültig ob inzwischen die Befruchtung erfolgt ist oder nicht — der ursprünglich ziemlich weite Canal bis auf das geringe Lumen, welches er bei alten, geöffneten Archegonien (XXVI. 9. XXVIII. XXIX.) zeigt.

Ich will an dieser Stelle die Frage nicht weiter untersuchen, in wie weit die Bildungsvorgänge des Archegoniums von *Salvinia*, namentlich die Wachsthumerscheinungen der Centralzelle, und die Bildung und Entleerung der Canalzelle, eine allgemeinere Gültigkeit haben und gebe unter blosser Hinweis auf die Analogie mit dem Oogonium von *Coleochaete* einerseits und den sogenannten Embryobläschen der Phanerogamen andererseits, so gleich zu der Darstellung der Theilungsfolge über, welche nach der Befruchtung in der ersten Zelle des Embryo eintritt, um



zu untersuchen, ob diese von den Theilungsvorgängen in der Scheitelzelle des Stengels — die wir bereits kennen gelernt haben — abweicht oder mit ihnen übereinstimmt.

Es ist bereits angeführt, dass die Archegonien ohne Ausnahme eine bald mehr bald minder stark ausgeprägte, aber immer deutliche Längsstreckung ihrer Centralzelle in der Richtung von hinten nach vorn am Vorkerne zeigen. Auf Schnitten durch den Vorkern, die dem Mittelschnitte parallel geführt werden, erscheint demnach die Centralzelle als eine bauchartige Aussackung, die sich im Gewebe des Proembryo vom Rücken und hinten nach vorn und unten erstreckt (9. 11. XXV.). Die Spitze der Centralzelle (XXVIII. 1—9. XXIX) sieht also nach der Vorderfläche; ihre Basis, an welcher die gebräunten Schlusszellen liegen, nach dem Rücken des Proembryo.

Die Centralzelle wird — wie gleichfalls bereits erwähnt — nach der Befruchtung von der ersten Zelle des Embryo ganz ausgefüllt. Die erste Theilung in dieser erfolgt nun immer durch eine Wand, welche das hintere Stück der Centralzelle, an welchem die Archegonium-Mündung befestigt ist, von ihrem vorderen, meist grösseren Stücke scheidet (a in Fig. 1. XXVIII).

Diese Wand schneidet nämlich oben, gewöhnlich unmittelbar an der Mündung des Archegoniums oder nur in geringer Entfernung von derselben ab. Sie ist senkrecht zum Mittelschnitte und fast senkrecht gegen die Basis des Proembryo. —

Von den beiden Zellen des nun zweizelligen Embryo theilt sich die grössere, den ganzen Vordertheil des Archegoniums ausfüllende (v in Fig. 1 Taf. XXVIII) durch eine Wand, welche zur ersten etwa senkrecht und zugleich der Basis des Proembryo etwa parallel ist (2 in Fig. 2 Taf. XXVIII).

Theilt man den Winkel, welchen diese beiden ersten Theilungswände des Embryo mit einander machen — wobei er gerade in der Mitte durchschnitten gedacht wird — durch eine Linie, so ist diese Linie (c d. Fig. 2. Taf. XXVIII) die Wachstumsachse der entstehenden jungen Pflanze, gegen welche, wie wir im ersten Theile dieses Aufsatzes gesehen haben, die Theilungswände der Scheitelzelle eine bestimmte Lage bewahren. —

Die untere der beiden vorderen Zellen des Embryo (v. 2. XXVIII) erkennt man nun als seine Scheitelzelle, die beiden durch die ersten Theilungen abgeschnittenen Stücke des Embryo (I. u. II in 2. XXVIII) als das erste und zweite Stengelsegment.

In der Scheitelzelle des jungen Embryo setzt sich nun die Theilung nach dem früher für die Scheitelzelle von *Salvinia* beschriebenen Gesetze abwechselnd nach zwei Richtungen des Raumes fort, wodurch die folgenden Segmente (III u. IV. Fig. 3 Taf. XXVIII.) gebildet werden.

Wenn dies so ist, d. h. also, wenn die vordere und untere der drei Zellen (v. 2. XXVIII) wirklich die Scheitelzelle der entstehenden Pflanze wird, so ist klar, dass wir die befruchtete, erste Embryozelle schon als die erste Scheitelzelle der Pflanze zu betrachten haben, deren Achsenrichtung natürlich erst aus der Lage der beiden ersten Theilungswände erkannt werden kann.

Indem nun der Embryo sehr stark an Umfang gewinnt (4. 6. 7. 9. Taf. XXVIII), durchbricht er, wie bekannt, den Vorkeim (XXIX. 2) und tritt als eine gestielte, auf dem Wasser schwimmende Scheibe (XXVII 7. 5. 6) zu Tage. —

Diese lässt drei verschiedene Stücke unterscheiden.

Einen im Proembryo festsitzenden und von der Spore aus in die Höhe strebenden cylindrischen Stiel (XXVII. 5a. 6a. 7a.) — Stielchen nach Bischoff —.

Dann eine vorn tief ausgeschnittene, und daher zweilappige Scheibe (b) — Schildchen nach Bischoff —, in welche das Stielchen auf der Unterseite und zwar unmittelbar vor der tiefsten Stelle der Ausbuchtung mündet.

Drittens eine noch sehr junge Knospe (c), welche in dem Winkel liegt, welchen Stielchen und Schildchen vorn mit einander bilden und die, wenn man den jungen Embryo von oben ansieht (XXVII. 5), Anfangs noch von dem Schildchen verdeckt ist.

Diese Knospe entwickelt sich später zu dem horizontal auf dem Wasser niederliegenden Hauptstengel (XXVII. 5. 6. 8. 9) und das Schildchen (b) ist daher mit seinem Ausschnitte, den ich deshalb auch den Vorderrand nenne, der Wachstumsrichtung des Hauptstengels zugekehrt. Die constante Lage des Embryo im Proembryo ist nun dahin bestimmbar, dass sein Schildchen und die darunter verborgene Terminalspitze nach der Vorderseite, das Stielchen nach der Hinterseite des Proembryo hinsieht (XXIX. 2. XXVII. 7). Es ist daher seine Wachstumsrichtung parallel dem Mittelschnitte und die Bezeichnung von vorn und hinten fällt bei ihm mit vorn und hinten am Proembryo, wie ich dieselbe gewählt habe, zusammen\*).

\*) Schon Mettenius (*Rhizocarpeen* Seite 38) hat diese constante Richtung

Schon im Proembryo lassen sich daher die Theile des Embryo und die künftige Wachstumsrichtung der jungen Pflanze nach ihrer Lage zu den Mündungs- oder Schlusszellen des Archegoniums bestimmen. Denn diese liegen, wie aus dem Vorhergehenden folgt, ohne Ausnahme an der Hinterfläche des Embryo (XXIX. 2; XXVII. 7. 6.), d. h. an der der Wachstumsrichtung der jungen Pflanze abgekehrten Seite des Stielchens.

Betrachten wir nun eine grössere Reihe von Proembryo-Durchschnitten (XXVIII; XXIX; XXVII. 7), welche verschieden weit entwickelte Embryonen zeigen und die sämtlich so geführt sind, dass sie Mittelschnitte oder doch diesem parallele Schnitte durch den Proembryo darstellen, so sieht man, unter Berücksichtigung der angegebenen Lagerung der Theile gegen einander, sofort, dass das Stielchen aus dem ersten Stengelsegment (I in XXVIII. 1 und 2), das Schildchen aus dem zweiten Stengelsegment (II in XXVIII. 2) und die Knospe aus der Scheitelzelle (v, in XXVIII. 2) hervorgeht.

Wir sehen ferner, dass der Embryo vorwiegend durch das Wachstum seines Stielchens und Schildchens — d. h. also durch die bedeutende Zellvermehrung in seinen beiden ersten Segmenten (XXVIII. 1—7) den Proembryo sprengt und dass dies in einem Risse geschieht, welcher (XXIX. 2) den Rücken und die Vorderfläche des Proembryo von einander trennt, die dann beide als zwei vertrocknende Lappen erscheinen (XXVII. 5. 6. 8. 9), zwischen welchen das Stielchen hervortritt.

Von diesen Lappen hat, wie aus dem Früheren folgt, der mit den Mündungszellen des Archegoniums versehene, den Rücken, der andere die Vorderfläche des Proembryo, gebildet.

Gegenüber dieser raschen Zellvermehrung in den ersten Stengelsegmenten des Embryo bleibt die Entwicklung seiner Scheitelzelle (v in XXVIII. 1—7) zum Vegetationskegel und somit zur Terminalknospe der jungen Pflanze bedeutend zurück; erst, nachdem diese aus dem Proembryo sich befreit hat, beginnt der Vegetationskegel sich in immer steigendem Grade rascher zu der ihm normalen Höhe (XXIV. 1—4) zu entwickeln, die er dann schon nach Anlegung des vierten oder fünften Internodiums erreicht und behält.

---

des Embryo im Proembryo richtig erkannt; ich bemerke jedoch, um Missverständnisse zu beseitigen, dass er diejenige Seite des Proembryo, die ich, der Uebereinstimmung mit der Wachstumsrichtung des Embryo zu Liebe, die Vorderseite genannt habe, sich nach hinten gerichtet denkt.

Verfolgen wir zunächst die junge Pflanze noch weiter in ihrer Entwicklung bis zur Anlegung der ersten normalen Blattquirle, so sehen wir schon äusserlich an ihren unteren Theilen nicht unwesentliche Abweichungen von dem Verhalten auftreten, welches wir im ersten Abschnitte dieser Abhandlung beschrieben haben. Dies gilt nicht etwa bloß von dem Schildchen, dessen Gestalt so auffallend von den Blattgestalten der *Salvinia* abweicht, sondern auch von den höher an der Pflanze auftretenden Seitenorganen. —

Während diese nämlich, wie wir jetzt wissen, dreigliedrige Quirle bilden, sehen wir, dass gewöhnlich die beiden auf das Schildchen folgenden Knoten keimender Pflänzchen (I u. II in Fig. 8 u. 9 Taf. XXVII) nur je ein Blatt und zwar nur ein Luftblatt erzeugen\*), und dass erst der dritte Knoten hinter dem Schildchen einen dreigliedrigen Quirl, aus zwei Luftblättern und einem Wasserblatte bestehend, hervorbringt.

Allein auch dieser Quirl ist noch nicht regelmässig. Sein Wasserblatt (W. in Fig. 9 Taf. XXVII) besteht nämlich nur aus einem einzigen Zipfel.

Von nun an entwickeln die folgenden Knoten zwar regelmässig drei Seitenorgane — zwei Luftblätter und ein Wasserblatt —, aber dieses letztere erreicht nur allmählig seine normale Ausbildung, indem es in den aufeinanderfolgenden Quirlen immer mehrzipfliger wird, bis es endlich an den höheren Blattknoten die Normalzahl der Zipfel erreicht. —

Hierbei wird jedoch nicht immer genau dieselbe Aufeinanderfolge eingehalten, sondern es machen sich Schwankungen in der Entwicklungsfolge bemerkbar, die mehrere Gänge unterscheiden lassen. —

Wenn wir die Knoten der Reihe nach, wie sie von unten nach oben an der Pflanze folgen, nummeriren und mit dem Schildchen beginnen, so lassen sich, wenn man nur die Anzahl und Beschaffenheit der Blätter, die jedesmal am Knoten auftreten, berücksichtigt, folgende Fälle genauer feststellen:

Erstens der häufigste (A):

- I. Schildchen,
- II. ein Luftblatt,

---

\*) Diese Thatsache allein widerlegt schon die Ansicht von Mettenius, dass jeder Zweig der Pflanze ein Internodium lang wird und seine Spitze in den Fruchtstand umbildet.

III. ein Luftblatt,

IV. dreigliedriger Quirl = { einzipfiges Wasserblatt u.  
2 Luftblätter,

V. dreigliedriger Quirl = { zweizipfiges Wasserblatt  
und 2 Luftblätter,

VI. dreigliedriger Quirl = { dreizipfiges Wasserblatt  
und 2 Luftblätter.

Und so weiter von nun an immer regelmässig dreigliedrige Quirle aus zwei Luftblättern und einem Wasserblatte, welches, bis es die Normalzahl der Zipfel erreicht, an jedem folgenden Knoten immer einen Zipfel mehr erhält. — Die Pflänzchen 8 und 9 Tafel XXVII. stellen diesen Entwicklungsgang bis IV. dar.

Zweitens der minder häufige (B):

I. Schildchen,

II. ein Luftblatt,

III. zweigliedriger Quirl aus zwei Luftblättern bestehend,

IV. dreigliedriger Quirl = { einzipfiges Wasserblatt  
und 2 Luftblätter.

V. VI. und folgende, wie unter A.

Drittens der gleichfalls seltenere (C):

I. Schildchen.

II. ein Luftblatt,

III. ein Luftblatt,

IV. zweigliedriger Quirl aus zwei Luftblättern bestehend,

V. dreigliedriger Quirl = { einzipfiges Wasserblatt  
und 2 Luftblätter.

Von nun an weiter wie unter A und B dreigliedrige Quirle mit zunehmender Vervollkommnung des Wasserblattes.

In den drei unter A. B. C. dargestellten Gängen lassen sich noch zwei untergeordnete Fälle in Bezug auf die Wendung der Blattstellung unterscheiden, je nachdem die Pflanze nämlich mit einem rechts- oder mit einem linksläufigen Quirle beginnt. Sie unterscheiden sich sofort dadurch, dass in dem einen Falle das erste einzeln stehende Luftblatt (II. unter A. B. C.) links (XXVII 9), in dem andern Falle dagegen (XXVII. 8) rechts steht.

Da aus dem Vorhergehenden bereits bekannt ist, dass die Quirle der aufeinanderfolgenden Knoten nicht nur mit ihren Gliedern

alterniren, sondern auch entgegengesetzte Wendung haben, so ist hierdurch die Stellung und Wendung aller folgenden Quirle bestimmt.

Nach meinen bisherigen Beobachtungen treten beide Fälle gleich häufig auf, dass heisst es kommen, wie es scheint, gleich viel Keimpflänzchen mit erstem rechtsläufigen, als solche mit erstem linksläufigen Quirle vor.

Die wachsende Vervollkommnung des Wasserblattes schreitet jedoch in den aufeinander folgenden Quirlen nicht immer so regelmässig fort, als es die unter A und B. Seite 527 u. 528 angeführten Schemata aufweisen.

Häufig folgt auf den Quirl mit dem einziffligen Wasserblatte — IV. unter A und B — noch ein oder selbst mehrere Quirle mit Wasserblättern, die wieder nur einzifflig sind und dann folgen erst die Quirle mit den zwei- und mehrziffligen Wasserblättern.

Ebenso können auch in den folgenden Quirlen einzelne vom Wasserblatte erreichte Stufen der Ausbildung sich in mehreren aufeinanderfolgenden Quirlen wiederholen, bevor die nächst höhere Stufe auftritt.

Hierdurch wird die endliche Erreichung der Normalbildung nur länger aufgehalten\*).

Bezüglich der Fruchtbarkeit des Wasserblattes endlich muss hier gleichfalls bemerkt werden, dass, soweit meine Beobachtungen der Keimlinge reichen, an dem ersten Knoten der jungen Pflanze niemals Früchte auftreten.

Dagegen, und dies verdient wegen der Beziehungen des Wasserblattes zu den Seitenknospen eine besondere Hervorhebung, tritt schon vom ersten dreigliedrigen Quirle (IV in dem Schema A und B Seite 528) an, an der inneren, dem äusseren Luftblatte zugekehrten Seite des Wasserblattes jedesmal eine Seitenknospe (XXIV. 5. m. vgl. die Erklärung d. Fig.) auf, die sich niemals an den vorhergehenden Knoten, die nur Luftblätter tragen, vorfindet. — (m. vgl. Seite 508 und 509).

Nachdem wir so über die Theile des Embryo und seine Lage

---

\*) Es wäre wohl interessant zu wissen, in wie weit bei der Keimung anderer, namentlich phanerogamer Wasserpflanzen mit vieltheiligen und fiedertheiligen Blättern ähnliche Entwicklungsstufen in den aufeinander folgenden Knoten durchlaufen werden. Dass dies bei der Entwicklung sich ablösender Knospen der Fall ist, habe ich schon zu beobachten Gelegenheit gehabt.

im Proembryo, sowie über die erste Theilungsfolge in der befruchteten Embryozelle orientirt sind und auch eine genauere Bekanntschaft mit den Keimpflänzchen erlangt haben, wollen wir nochmals zur Zellenfolge im Embryo zurückkehren, um die Theilungsvorgänge in seinen ersten Segmenten genauer zu verfolgen.

In seinem dreizelligen Zustande (XXVIII. 2) haben wir bereits an dem Embryo den — noch auf die Scheitelzelle reducirten — Vegetationskegel (v); die beiden ersten noch einzelligen Segmente (I und II) des Hauptstengels und die durch die Lage der Theilungswände bestimmte Wachstumsrichtung (c d) unterschieden.

Aus dem ersten Segment, das wissen wir bereits, geht das Stielchen hervor und die Figuren der Taf. XXVIII und XXIX, welche verschiedene Entwicklungszustände des Embryo darstellen, zeigen ungefähr den Gang, welchen dieses hintere, unter der Archegonium-Mündung befindlichen Stück des Embryo bei seiner Entwicklung einhält.

Dass die Entwicklung und Zellenfolge dieses ersten Segmentes nicht mit der der höher am Stengel gebildeten Segmente übereinstimmt (man vergleiche Seite 494—497), sieht man sofort.

Zunächst theilt es sich durch eine mehr oder weniger geneigte und im Bogen verlaufende Wand (g in XXVIII. 2), in eine obere, der Mündung des Archegoniums zugekehrte (a) und in eine untere, der Mündung abgekehrte Zelle (b).

Diese Theilung des ersten Segmentes erfolgt meist schon gleichzeitig mit der Bildung des zweiten Segmentes (II in XXVIII. 2) durch die Entstehung der zweiten Theilungswand (2) in der Scheitelzelle (v) des Embryo.

Daher trifft man auch junge Embryonen so häufig in jenem vierzelligen Zustande (XXVIII. 2) mit übers Kreuz gestellten Zellen, auf welchen, wie mir dünkt, Hofmeister zu viel Werth gelegt hat und dessen Erklärung sich einfach aus dem bereits hervorgehobenen Umstande ergibt, dass in der ersten Entwicklungsperiode des Embryo die Fortbildung des Vegetationskegels langsamer vorschreitet, als die Entwicklung der ersten angelegten Segmente des Embryo.

Die beiden Hälften des ersten Segmentes (a u. b in XXVIII. 2) verhalten sich von nun an wesentlich gleichartig; nur insofern scheinen sie verschieden, als die späteren Theilungsvorgänge in der oberen Hälfte früher eintreten, als in der unteren (XXVIII. 3. 4. 8; XXIX. 1).

Auf Theilungen durch Wände, welche der ersten Wand (g in XXVIII. 2) gleichgerichtet sind (XXIX; 1; XXVIII 8) folgen dann gegen diese senkrecht geneigte, aber den Mittelschnitten parallele Wände — die in den Figuren der Tafel XXVIII. und XXIX. nicht sichtbar sind —. So wird das entstehende Stielchen von einer grösseren Zahl in der Richtung von Vorn nach Hinten am Proembryo gestreckter, schon ursprünglich etwas gekrümmter, d. h. nach unten bogenartig geneigter, länglicher Zellen (XXIX. 1; — XXVIII. 8) zusammengesetzt.

In dem Maasse, als diese Zellen wachsen, werden sie durch Wände, welche gegen beide frühere Theilungsrichtungen senkrecht stehen (r. r. . . in XXVIII. 3. 4) in kleinere Zellen abgetheilt, deren ursprüngliche Anordnung in bogenförmig gekrümmte Reihen man noch spät auf Durchschnitten (XXVIII. 6. 7; XXIX. 2) und in sehr vorgeschrittenen Zuständen des Embryo noch am Rindengewebe des Stielchens erkennen kann (XXVIII. 9).

Während die Zellvermehrung dieser Reihen, wie es scheint, ausschliesslich in der vordersten Zelle (XXVIII. 4) stattfindet, verwachsen die hintersten Zellen der Reihen mit den benachbarten Zellen des Proembryo und so entfernt sich, da der Proembryo um diese Zeit zu wachsen aufgehört hat, die Vorderwand des Stielchens, welche doch der Wand a in Figur 1 Tafel XXVIII. entspricht, immer mehr von der Mündung des Archeoniums (XXVIII. 4. 6. 7; XXIX. 2).

Das Stielchen geht demnach ohne sich differenzirende, durch besondere Scheitelzellen angedeutete, verschiedene Wachstumsrichtungen aus einer gleichmässigen Umbildung des ganzen ersten Segmentes hervor. Aber dieses hält hierbei, man vergleiche Seite 494 ff., auch jenen Entwicklungsgang, welchen die zu Internodien werdenden Segmente befolgen, nicht genau ein.

Die Entwicklungsgeschichte schiebt daher die Frage, ob das Stielchen als das unterste Internodium, oder als das erste Blatt zu betrachten ist, unentschieden zu lassen, da dieses weder genau wie ein Blatt, noch genau wie ein Internodium entsteht. —

Die unleugbare Analogie mit dem Theile, welchen man bei dem Embryo der Farrnkrauter den Fuss genannt hat, das Anwachsen seiner Spitze an den Proembryo und die seitliche Richtung, welche das Stielchen in seinem Wachstume gegen die Wachstumsachse des Embryo befolgt, haben mich an anderer



Stelle\*) veranlasst, dasselbe für das erste Blatt der *Salvinia* zu erklären, obgleich ich nicht verkenne, dass es, wenn die Entwicklungsgeschichte allein entscheiden soll, richtiger ist, Blatt und Achse in demselben noch als ungetrennt zu bezeichnen. —

Dies wird noch deutlicher, wenn man den Entwicklungsgang des zweiten Segmentes der jungen Pflanze (II in XXVIII. 2) zum Schildchen genauer verfolgt.

Nachdem dieses sich längere Zeit wie die Scheitelzelle des Stengels und der Blätter abwechselnd nach nur zwei Richtungen des Raumes getheilt hat (XXVIII. 3. 4. 8; — XXIX. 1), tritt in den so angelegten Zellen eine Theilung nach allen Richtungen des Raumes ein und hierdurch entsteht oberhalb des inzwischen weiter gebildeten Vegetationskegels des Embryo (v) ein sich wulstartig erhebender Körper (XXVIII. 4—9. XIX. 1. 2), der noch immer deutlich die ursprüngliche Scheitelzelle (s) an der Spitze trägt und durch ihre Theilungen in die Länge wächst.

Durch die gleichzeitige starke Entwicklung seiner Basis und seiner Vorderfläche krümmt er sich (XXVIII. 6. 7) und drängt den langsam wachsenden Vegetationskegel in den immer enger werdenden Winkel zwischen sich und das unterdess herangewachsene Stielchen hinein. Zugleich treten auf beiden Seiten seiner Vorderfläche aus seiner Basis zwei Zellen (z in XXVIII. 5; von denen man in dieser Lage der Figur natürlich nur die eine sehen kann) hervor, welche sich als neue Scheitelzellen zweier hier vorspringender Seitenlappen verhalten.

So erhält das Schildchen, aus dem zweiten Segmente der Hauptachse des Embryo hervorgehend, seine spätere Form. Seine beiden vorderen Lappen oder Flügel (z. z. in XXVII 5.) verdanken ihre Entstehung den beiden aus dem Gewebe hervortretenden Scheitelzellen (z. in XXVIII. 5), welche eine neue Wachstumsrichtung des Gebildes einleiten, während der hintere Theil desselben (s. in XXVII. 5) von der die ursprüngliche Wachstumsrichtung einhaltenden Scheitelzelle (s. in XXVIII. 4—7) angelegt wird\*\*).

---

\*) Monatsberichte der Königl. Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1863. Sitzung vom 16. April.

\*\*) Die Entwicklung des Schildchens zeigt daher, dass seine beiden vorderen Lappen zu beiden Seiten des bereits vorhandenen Mittelkörpers aus diesem

Auch das zweite Segment des Hauptstengels befolgt daher in seiner Ausbildung noch einen eigenthümlichen, vom normalen Verlaufe abweichenden Entwicklungsgang. Auch hier lässt sich der dem Knoten als solchem angehörige Theil noch nicht mit solcher Schärfe von denjenigen Theilen, die zu den Seitenorganen werden, sondern, wie dies bei den höher stehenden Knoten und ihren Wirteln, wie wir früher sahen, möglich ist. Doch ist hier schon eine grössere Trennung durch die besonderen Wachstumsrichtungen angedeutet, aus welchen die Seitenlappen hervorgehen.

Eine scharfe Sonderung zwischen Knoten und Blatt in der Weise, dass das Blatt, wie früher dargestellt, sich aus einer bestimmten Zelle des Segmentes als ein besonderes selbständiges Seitenorgan erhebt, tritt erst bei den nun folgenden Knoten der Hauptachse (II. u. III. des Schema A. u. B. Seite 528) ein, welche aber, wie erwähnt, noch die Unregelmässigkeit besitzen, dass aus ihnen nur isolirte Luftblätter\*), nicht vollständige Quirle hervortreten, (I. u. II. in XXVII. 8 u. 9), bis endlich mit dem ersten, einen vollständigen Quirl tragenden Knoten die normale Zellenfolge und Entwicklung der Segmente sich herausstellt und die noch vorhandenen Abweichungen nur noch die mangelhafte Ausbildung der normal angelegten Wasserblätter betreffen. —

Schliesslich muss ich hier noch auf eine Drehung aufmerksam machen, welche der Vegetationskegel des Embryo schon in seiner frühesten Entwicklungsperiode ausführt und wodurch die auf Mittelschnitten durch den Proembryo ursprünglich seitliche Lage seiner Rückenfläche (XXIX. 1) eine der natürlichen Lage der Pflanze im Wasser entsprechende Richtung nach oben (XXIX. 2) erhält. Neben ihr tritt noch eine Krümmung des Stielchens nach unten ein (XXVII. 8. 9). Beide Erscheinungen wirken in demselben Sinne auf die Lage der Theile der jungen

---

hervorwachsen, und nicht aus der Spaltung seiner ursprünglich zusammenhängenden Vorderhälfte in zwei Lappen hervorgegangen sind. Hiernach ist die Angabe von Mettenius (Rhizocarpeen, S. 37 u. 38) zu berichtigen.

\*) Die Anlagen zu diesen ersten Luftblättern der Pflanze hat Hofmeister, wie ich bereits Seite 487 bemerkte, an frei herauspräparirten Embryonen (Vergl. Unters. Seite 110. Taf. XXII; Fig. 11b., und Abhandl. d. S. Gesellsch. 1857. Taf. XIII. Fig. 28 u. Seite 169: „Während diese . . . sich nähern, gabelt sich zweimal die noch blattlose Spitze des beblätterten Sprosses“ etc. . . .) für die Anlagen von Wurzelasern gehalten und wohl in Folge hiervon sich der Mettenius'schen Deutung derselben angeschlossen.

Pflanze. Jene Drehung der Vegetationsspitze — dies ist bei der Nachuntersuchung nicht zu übersehen — erschwert Anfangs die Deutung der Durchschnitte ausserordentlich, da sie bewirkt, dass in gleicher Richtung durch den Embryo geführte Schnitte nicht dasselbe Bild des Vegetationskegels geben. —

Fassen wir nun den geschilderten Entwicklungsgang der Embryonalanlage zur Pflanze kurz zusammen, so ergibt sich, dass die erste Embryozelle selbst zur Scheitelzelle der Hauptachse wird, dass sie aber nur langsam zu dem hohen Vegetationskegel heranwächst, den man an der Spitze entwickelter Sprosse findet, indem Anfangs, entgegen dem späteren Verhalten, die aus ihr gebildeten Segmente sich rascher entwickeln, als in ihr selbst neue Theilungen stattfinden, also neue Segmente von ihr angelegt werden. Neben diesem langsamen Wachsthum des Vegetationskegels, welcher die beginnende Pflanze auszeichnet, macht sich aber noch eine eigenthümliche Ausbildung der ersten Segmente geltend, die einen bestimmenden Einfluss auf die äussere Erscheinung der untersten Theile des Hauptsprosses ausübt.

Erst allmählig und zwar in steigender Schärfe an den der Höhe nach folgenden Knoten bildet sich nämlich bei der Entwicklung der Stengelsegmente jene scharfe Sonderung zwischen dem dem Knoten selbst und dem den Seitenorganen angehörigen Gewebe aus, welche bei den höher am Sprosse auftretenden Gliedern die Selbständigkeit des Blattes zur Erscheinung bringt.

Am Schlusse dieser Abhandlung wird es gut sein, die erlangten Resultate übersichtlich zusammenzustellen.

Es ergab sich:

#### I. Für das Wachsthum und den Bau der Sprosse von *Salvinia*:

- 1) Die Sprosse von *Salvinia* endigen mit einem ununterbrochen sich fortentwickelnden Vegetationskegel, der an seiner Spitze eine deutliche Scheitelzelle trägt. —
- 2) Durch gegen ihre Achse spitzwinklige Theilung der Scheitelzelle abwechselnd nach nur zwei Richtungen des Raumes wächst der Vegetationskegel in die Länge.
- 3) Der Stengel von *Salvinia* wird in Folge dieser Theilungen der Scheitelzelle von zwei nebeneinander stehenden und sich zum Cylinder zusammenschliessenden Reihen von

nacheinander gebildeten Stengelsegmenten aufgebaut, die um ihre halbe Höhe übereinander hervorragen.

- 4) Jede gegen die Achse senkrechte Querscheibe des Stengels besteht daher aus zwei Hälften von ungleichem Alter.
- 5) Jeder Knoten der *Salvinia* wird von einer Scheibe des Vegetationskegels gebildet, welche ihrer Höhe nach einem halben; jedes Internodium von einer Scheibe, welche der Höhe nach einem ganzen Segmente entspricht.

## II. Für die Seitenorgane von *Salvinia*:

- 1) Die Blätter erheben sich aus der Lage und der Theilungsfolge nach fest bestimmten Zellen der Knotenscheibe, und treten auch genau in derselben Reihenfolge, in welcher ihre Urzellen entstanden, aus dem Gewebe des Knotens seitlich hervor.
- 2) Die Blätter stehen in drei-zähligen Quirlen.
- 3) Die ursprüngliche Divergenz der Blätter ist jedoch  $\frac{1}{3}$  des Kreisumfanges.
- 4) Jeder Quirl besteht aus zwei ungetheilten Luftblättern und einem vieltheiligen Wasserblatte.
- 5) In jedem Quirl ist das Wasserblatt das älteste, das ihm entferntere Luftblatt das zweite und das ihm nähere das der Entstehung nach dritte Glied.
- 6) Die aufeinanderfolgenden Quirle alterniren und haben entgegengesetzte Wendung.
- 7) An den fructificirenden Wasserblättern gehen die jüngsten Zipfel in Früchte über.

## III. Für den Bau der Stengel überhaupt und das relative Alter der Quirglieder:

- 1) Die Theilungsrichtungen der Scheitelzelle bedingen zwei wesentlich verschiedene Arten des Stengelbaues, indem dieser entweder — wie es scheint der häufigste Fall — von unter spitzem Winkel gegen die Achse gerichteten Stengelsegmenten aufgebaut wird, die nur einen Theil des Stengeldurchschnittes repräsentiren; oder — der, wie es scheint, seltene Fall — von senkrecht übereinander gelagerten ganzen Stengelscheiben.
- 2) In Folge hiervon zeigt jede zur Achse senkrechte Stengelscheibe in dem einen Falle Altersungleichheiten ihrer verschiedenen Seiten, die für die Blattstellung von Wich-

tigkeit werden; in dem anderen Falle sind solche Ungleichheiten eines Stengelquerschnittes nicht vorhanden.

- 3) Die Theilungsrichtungen der Scheitelzelle sind nur mittelbar, insofern sie Altersungleichheiten der verschiedenen Seiten eines Stengelquerschnittes bewirken, von Einfluss auf das Alter der Quirlglieder.
- 4) Die Anzahl, die Stellung und das relative Alter der einzelnen Quirlglieder wird im Uebrigen nicht durch die Theilungsrichtung in der Scheitelzelle, sondern durch die von dieser unabhängige Theilungsfolge in den Segmenten oder Scheiben, die den Stengel aufbauen, bestimmt.

#### IV. Für die Bildung und den Bau der Sexualorgane von *Salvinia*:

- 1) Die Samenfadenzellen werden in der als besonderes zweizelliges Antheridium abgegliederten Spitze der Microsporenschläuche zu je vieren in einer Mutterzelle gebildet und durch ein gesetzmässiges Aufklappen der Antheridienzellen entleert.
- 2) Die Archegonien von *Salvinia* haben einen niedrigen, kappenförmigen Halstheil, der vor der Befruchtung abgeworfen wird.
- 3) Der durch Theilung der Schlusszellen entstandene Halstheil wird durch ein besonderes Wachstum der Centralzelle, die sich mit ihrer Spitze zwischen die Schlusszellen hindurchdrängt, in die Höhe gehoben.
- 4) Der Archegonium-Canal entsteht daher nicht durch ein Auseinanderweichen der Schlusszellen, sondern durch jenen Wachstumsvorgang der Centralzelle, welcher durch die Bildung einer besonderen Zelle — der Canalzelle — eingeleitet wird.
- 5) Der Inhalt der Spitze der Centralzelle — welche von der Canalzelle ausgefüllt ist — hat ein streifig körniges Aussehen und erinnert an die Beschaffenheit der Spitze der Keimbläschen von *Watsonia*, *Gladiolus* etc. . . ; er wird nach dem Abwerfen des Halstheils unter Oeffnung der Spitze der Canalzelle entleert.
- 6) Der ganze Inhalt der Centralzelle, soweit er nicht in die Bildung der Canalzelle eingegangen ist, wird nach erfolgter Befruchtung zur ersten Zelle des Embryo.

## V. Für die Entwicklung der Embryonalanlage zur Pflanze:

- 1) Die erste Zelle des Embryo wird selbst zur bleibenden Scheitelzelle des Hauptsprosses.
- 2) Die gebildeten Segmente lassen nur allmählig die Sonderung zwischen dem dem Achsentheile des Knotens und dem den Seitenorganen angehörigen Gewebe in die Erscheinung treten.

## Erklärung der Abbildungen.

(Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Salvinia natans*. Die in Klammern beigefügte Zahl giebt die Vergrößerung an.)

**Taf. XXIV.**

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind 580mal vergrößert und stellen Vegetationskegel der Sprosse, von verschiedenen Seiten gesehen, dar. Die Lage der sichtbaren Zellenwandungen ist in allen genau mit der Camera aufgenommen; der Zelleninhalt ist in einigen weggelassen. — In allen Figuren bedeutet W Wasserblatt; L<sub>1</sub> älteres; L<sub>2</sub> jüngeres Luftblatt des Quirls.

- Fig. 1. Frontansicht eines Vegetationskegels von einer ganz jungen Pflanze — etwa gleich 5 Tafel XXVII. — Die Figur kehrt dem Beschauer den Rücken zu. Der untere Quirl der Figur war zugleich der erste dreizählige Quirl der Pflanze überhaupt (IV. unter A. Seite 528), daher das Wasserblatt (W) desselben nur einzipflig. Der jüngste Quirl unter der Spitze beginnt eben, mit der Erhebung seines Wasserblattes (W) sich zu bilden. Da dieses aus der Bauchseite entspringt, so ist es in der Figur, die den Rücken dem Beschauer zukehrt, nicht vollständig sichtbar.
- Fig. 2. Seitenansicht des Veget.-Keg.; R seine Rücken-, B seine Bauchfläche. Die Veget.-Keg. zeigen stets diese Krümmung der Spitze nach oben, wodurch der Rücken concav, der Bauch convex wird.
- Fig. 3. Frontansicht des Veget.-Keg. einer alten Pflanze. Dem Beobachter ist die Bauchfläche zugekehrt.
- Fig. 4. Seitenansicht des Veget.-Keg. einer noch ganz jungen Pflanze; dem untersten Quirle der Figur waren an der Pflanze schon andere dreizählige Quirle vorhergegangen, daher wird das Wasserblatt (W) schon mehrzipflig (z. z.).
- Fig. 5. Seitenansicht eines Veget.-Keg. einer eben ihre Entwicklung beginnenden Seitenknospe des Hauptstengels einer jungen Pflanze. Die

ganze Knospe ist in der Figur dargestellt. Sie bestand zur Zeit erst aus einem Vegetationskegel und dem ersten dreigliedrigen Quirle, woraus also hervorgeht, dass die Seitenzweige gleich mit dreizähligen Quirlen beginnen. Die Knospe war dem Wasserblatte des ersten dreigliedrigen Quirls einer jungen Pflanze entsprossen (s. Seite 529).

Fig. 6. Ansicht eines Veget.-Keg.-Durchschnittes, wie er sich bei Betrachtung des Veget.-Keg. von oben darstellt.

### Taf. XXV.

Fig. 1—6. sind schematisch (Erkl. Seite 489—504).

In den Figuren 1, 4 und 5 sind einige der zur Bezeichnung dienenden Buchstaben, auf welche im Text (Seite 492, 493, 495, 497, 499 und 502) Bezug genommen ist, aus Versehen weggelassen worden.

In der Fig. 1. sollten die Endpunkte der von n, l, i nach rechts an den Umriss der Figur verlaufenden Linien der Reihe nach mit s, u, t bezeichnet sein.

Ebenso sollte in den Figuren 4 und 5 der von oben nach unten verlaufende Kreis-Durchmesser mit x—x; der von rechts nach links verlaufende mit m—n bezeichnet sein.

Fig. 7. (580). Frontansicht eines Veget.-Keg. einer ganz jungen Pflanze. Der untere Quirl der Figur zugleich der erste dreizählige der Pflanze überhaupt; daher sein Wasserblatt (W) nur einzipflig, während das Wasserblatt (Z) des folgenden Quirls zweizipflig wird, indem das eine Segment (z) so eben als Scheitelzelle eines zweiten Zipfels hervortritt. — Die Figur kehrt dem Beschauer die Bauchfläche zu.

Fig. 8—11. schematisch (siehe Seite 515 ff.). 8. Ansicht von oben auf die Spitze einer Macrospore, aus welcher der Proembryo eben hervorbriecht, etwa Entwicklungsstufe Fig. 1. Taf. XXVII; 9—11. Durchschnitte durch den Proembryo.

Fig. 12. (580). Aufbrechende Microspore.

Fig. 13. (580). Innenzelle einer Microspore schon geteilt, wie sie durch Herausdrücken aus dem Microsporangium erhalten wird.

Fig. 14—16. (508). Die Microsporangiumhülle durchbrechende Microsporenschläuche; 14. bereits entleert; 14. bereits entleert; vor der einen Antheridiumzelle die aus ihr hervorgetretene Spiralfadenzelle (a); 15 und 16. noch ungeöffnet; die beiden Antheridiumzellen enthalten jede neben dem in die Spiralfadenzellen sich umwandelnden Klumpen ein nicht bei jeder Lage in jeder Zelle sichtbares, aber immer vorhandenes kleineres Bläschen.

### Taf. XXVI.

Fig. 1—7. (300). Verschiedene Entwicklungszustände des Archegoniums vor Abwerfen des Halstheils.

Jüngster Zustand Fig. 3; die Schlusszellen oberhalb der Centralzelle sind noch ungeteilt; in der Centralzelle ist die Canalzelle be-

reits gebildet. Hierauf folgt Fig. 4.; die Canalzelle (d) beginnt in die Höhe zu wachsen, die Schlusszellen haben ihre Theilung vollendet; Fig. 5. zeigt wieder einen späteren Zustand, die Canalzelle ist zwischen die Schlusszellen hineingewachsen und hat den mittleren Theil derselben in die Höhe gehoben. — Fig. 1 und 2. noch spätere Zustände; Fig. 6. ein Durchschnitt durch das Archegonium, etwa auf der Entwicklungsstufe, die der Figur 1. entspricht. — Fig. 7. abnormer Fall. Der Hals ist nicht abgeworfen, die Canalzelle durch die Schlusszellen (m), die sich zu früh erweiterten, zusammengedrückt. Es ist nicht zur Entleerung der Canalzelle gekommen, die Befruchtung kann nicht vollführt werden.

Fig. 8. (420). Ein Archegonium in dem Zustande, nachdem es sich eben geöffnet hat, schief von oben gesehen, der Halstheil ist in vier zweizellige Lappen auseinandergeschlagen. Der zum Archegonium-Canal gewordene Raum, den die bereits vorher geöffnete und entleerte Canalzelle eingenommen hat, ist durch die darauf eintretende Erweiterung der Schlusszellen wieder bedeutend verengt worden. Die Befruchtung ist bereits erfolgt. Die Centralzelle nur im oberen Theil und im Umriss deutlich sichtbar.

Fig. 9. (300). Mittelschnitt durch einen Proembryo, der gerade durch die Mitte des ältesten, schon vorher geöffneten Archegoniums gegangen war. c, Centralzelle, ihr Inhalt durch den Schnitt zerstört; m. m, Schlusszellen, dazwischen der bereits wieder verengte Canal, vor dessen Mündung unter Resten des ausgetretenen Inhalts der Canalzelle einige grössere Zellen, die dem abgeworfenen Halstheil angehört hatten.

Fig. 10. (250). Vollständiges Microsporangium mit, die Hülle an mehreren Stellen durchbrechenden, Microsporenschläuchen in verschiedenster Lage, die einen schon entleert, die anderen noch gefüllt.

Fig. 11—13. (580). Microsporenschläuche aus der Hülle (h) des Microsporangium hervorstehend; 11. noch ungeöffnet; ef, die Scheidewand zwischen Spitze und Basis des Schlauches; af, das durch die Wand cd zweizellige Antheridium, in dessen jeder Zelle der sich in die Samenfadenzellen theilende Klumpen und daneben das kleine Bläschen sichtbar ist; — 12. schon aufgebrochen und entleert; 13. eben aufgebrochen, aus jeder Antheridiumzelle sind die vier Samenfadenzellen, die vor der Oeffnung liegen, hervorgetreten.

Fig. 14. (790). Getödtete Samenfadenzelle.

Fig. 15. Microsporangiuminhalt von der zelligen Hülle befreit und mit verdünnter Chromsäure behandelt. Der ganze Inhalt scheint von einer besonderen, eigenen Membran umgeben.

### Taf. XXVII.

Fig. 1—4. (72). Macrosporen mit dem hervortretenden Proembryo. 1—3. Dieselben von verschiedenen Seiten; 1. vom Rücken, auf welchem die 3 erstgebildeten Archegonien sichtbar sind, gesehen; 2. von der Seite, man sieht zu oberst (a) das älteste, weiter unten an dem sichtbaren rech-



ten Vorderflügel des Proembryo eins der beiden jüngeren Archegonien; 3. von vorn; man sieht beide noch sehr kurze flügelartige Arme des Proembryo; die Archegonien, die auf dem Rücken liegen sind bei dieser Lage natürlich nicht sichtbar; 4. eine Macrospore mit Proembryo, in deren Archegonien keine Befruchtung stattgefunden hat; der Proembryo hat sich übermässig entwickelt und eine grosse Anzahl von Archegonien gebildet, die in etwa parallelen Reihen stehen und auch auf der Vorderfläche vorhanden sind. Wird eins der drei ersten Archegonien befruchtet, so verhindert die eintretende Ausbildung des Embryo solche übermässige Entwicklung des Proembryo.

Fig. 7. (47.) Mittelschnitt durch Macrospore, Proembryo und Embryo, nachdem der Embryo bereits den Proembryo durchbrochen hat. Das kurze Stielchen (a) hat sich noch nicht gestreckt und das Schildchen (b) noch nicht in die spätere fast horizontale Lage gebracht; c. Terminalknospe des Embryo, m. Mündung des befruchteten Archegoniums; s, hinteres Stück des Schildchens = s in Figur 5. und s in den Figuren der Tafel XXVIII. und XXIX.

Fig. 5—6. und 8—9. (20). Verschiedene junge, noch mit der Macrospore verbundene Pflänzchen; a, Stielchen; b, Schildchen; c, Terminalknospe des Hauptsprosses; I, ältestes einzeln stehendes; II, zweites einzeln stehendes Blatt; W, Wasserblatt; L<sub>1</sub> älteres, L<sub>2</sub> jüngeres Luftblatt des ersten dreigliedrigen Wirtels.

### Taf. XXVIII.

Sämmtliche Figuren sind 300fach vergrössert.

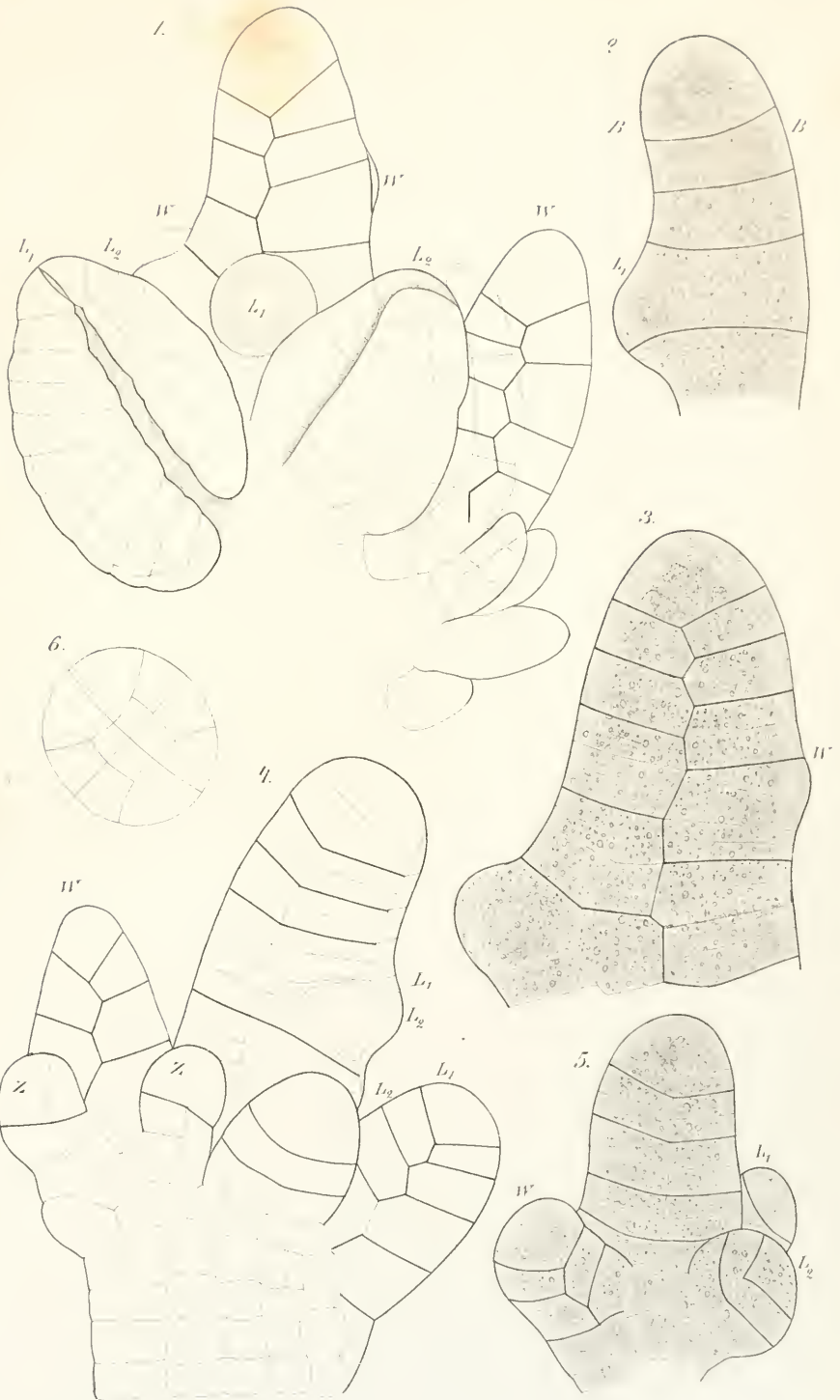
Fig. 1—4. und 6. 7. Dem Mittelschnitte parallele Schnitte durch Proembryonen mit in verschiedenem Grade entwickelten Embryonen; die stärker hervortretenden Linien zeigen die aufeinanderfolgenden Theilungswände der Scheitelzelle; die schwächeren Linien die Theilungen in den gebildeten Segmenten; mit I. II. III. etc. . . . sind die nacheinander gebildeten Segmente bezeichnet; v die Scheitelzelle des Embryo; s die Zelle, durch deren fortwährende Theilungen die eine Wachstumsrichtung des Schildchens, welche deren hinteren Theil hervorbringt, bestimmt wird; m, die braunen Schlusszellen des Archegoniums, in welchem der Embryo entsand. In Fig. 2. giebt die punctirte Linie cd, in Fig. 3. mn die Richtung der Wachstumsachse des entstehenden Embryo an. In Fig. 4. sind im Veget.-Keg. und in der Schildchenanlage des Embryo die Zellkerne der Zellen verzeichnet, sonst in allen Figuren nur das Zellnetz genau wiedergegeben.

Fig. 5—9. Freipreparirte Embryonen mit den Schlusszellen des Archegoniums (m) v. u. s. wie vorstehend; z, Zelle, welche die Wachstumsrichtung des einen Seitenlappens des Schildchens bestimmt: dessen Scheitelzelle. I. erstes einzelnstehendes Blatt der jungen Pflanze.

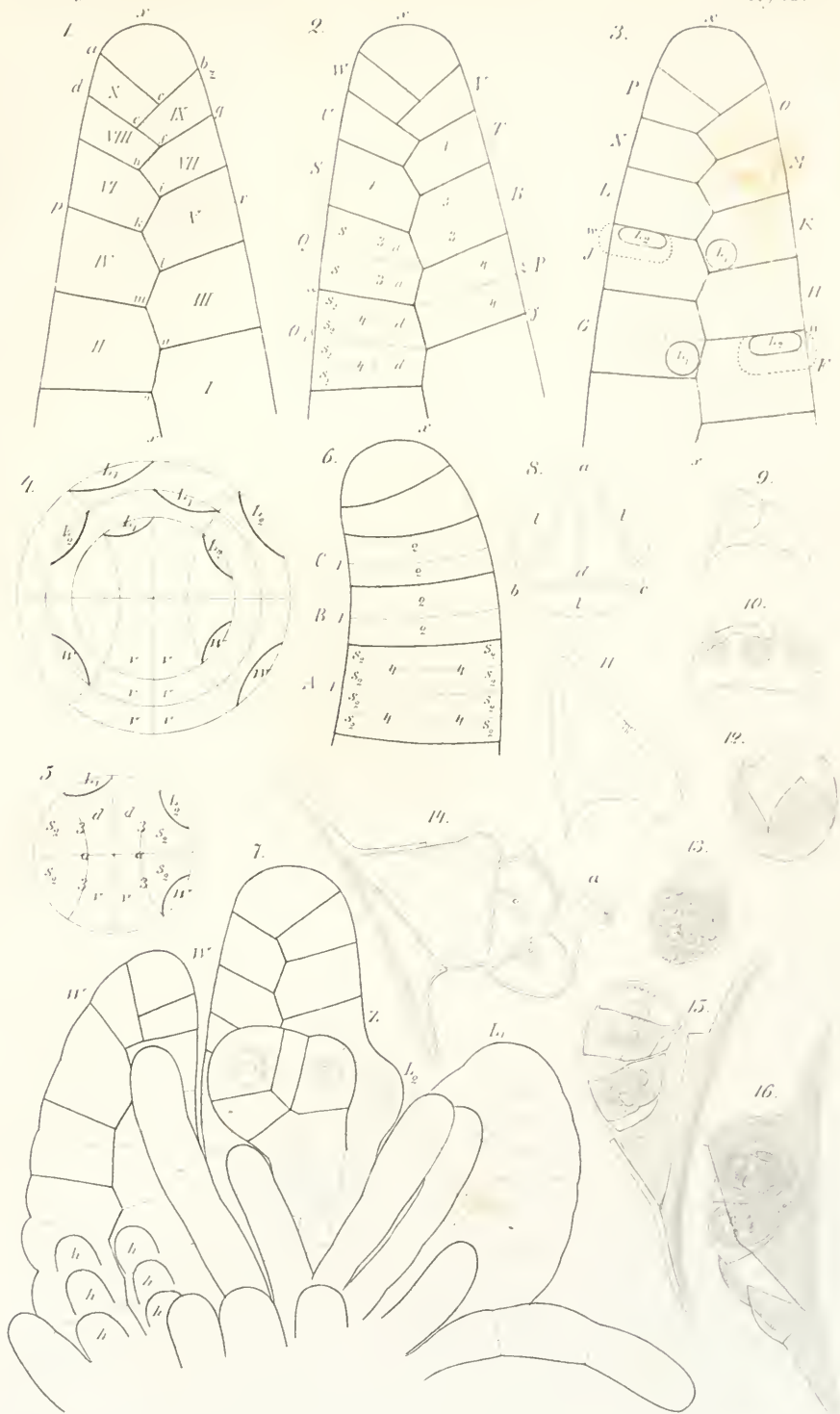
Fig. 8. Mittelschnitt durch den vollständigen Proembryo, der einen noch jungen Embryo enthält. Bezeichnung und Bedeutung der stärker und schwächer vortretenden Linien wie vorstehend.

## Taf. XXIX.

- Fig. 1. (300). Mittelschnitt durch den ganzen Proembryo, der auf der glashellen, inneren Schicht (c) der Membran des Sporensackes aufsitzt, die sich weiter unten an die innere Seite der braunen Schicht anlegt, auf welcher nach aussen das scheinbar kleinzellige, dicke Exosporium (b) folgt. d, Spitze der Vorderseite des Proembryo; m, Mündung des befruchteten Archegoniums.
- Fig. 2. (150). Mittelschnitt durch Macrospore, Proembryo und Embryo zur Zeit des Durchbruchs des Embryo durch den Proembryo. — S, Sporensack; c, braune innere Haut desselben; d, e, deren beide Schichten, von denen die äussere, braune (e) sich an das Exosporium (b) anschliesst, während auf der glashellen inneren Schicht (d) der Proembryo aufsitzt, der eben von dem Embryo durchbrochen wird. v, Vegetations-Keg.; s, hinterer Theil des Schildchens; m, Archegoniumsmündung; I. u. II., die beiden ersten einzeln stehenden Blätter der jungen Pflanze = I. und II. in Fig. 8. und 9. Taf. XXVII. — a die äussere grosszellige Hülle der Macrospore.
- Fig. 3. (300). Die Zellen des Proembryo, welche die Archegonienreihe bilden, von oben gesehen mit dem ältesten Archegonium (a), welches den Halstheil bereits abgeworfen und seine Schlusszellen gebräunt hat, und dem jüngeren Archegonium (b), welches noch in der Bildung des Halstheils begriffen ist. In den Schlusszellen ist erst die erste schiefe Theilung = a in Fig. 4. Taf. XXVI. eingetreten.
- Fig. 4. (420). Ein noch jugendliches Archegonium mit bereits gehobenem, aber noch nicht abgeworfenem Halstheil von oben gesehen. Es sind drei schiefe Theilungen in jeder Schlusszelle entstanden. Der innere, fast viereckige, mit Inhalt erfüllte Raum, ist die noch nicht geöffnete Canalzelle, die noch von den Halszellen bedeckt wird. Die Zellen des Halstheils hängen noch ganz fest aneinander, dies erkennt man daran, dass die ursprünglichen Trennungslinien der vier Schlusszellen sich noch über der viereckigen Durchschnittsansicht der Canalzelle hinziehen. Dass diese aber sich unten schon zwischen die Schlusszellen hineingedrängt hat und der Halstheil hier schon gehoben ist, erkennt man eben an dem Auftreten jenes viereckigen, inhaltserfüllten Raumes, der z. B. auf einem früheren Zustande (b. Fig. 3.), wo erst eine Theilung in den Schlusszellen und noch keine Hebung stattfand, noch nicht in die Erscheinung tritt. Die punctirte Linie unter dem Gewebe zeigt den Umriss der Centralzelle und man kann an dessen Längsstreckung sogleich Hinten und Vorn, wie es der Pfeil anzeigt, erkennen.

























# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Pringsheim Nathanael [Nathan]

Artikel/Article: [Zur Morphologie der \*Salvinia natans\* 484-541](#)