© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber eine
biologische Eigentümlichkeit der Azolla caroliniana.

Von

Dr. M. Westermaier und **Dr. H. Ambronn.**

Hierzu Tafel III.

Die nachstehende Untersuchung wurde im Botanischen Institut des Herrn Professor Dr. Schwendener ausgeführt. Sie betrifft eine biologische Erscheinung bei *Azolla caroliniana.*

Die der Wurzelhaube zukommende Funktion ist, wie allgemein angenommen, der Schutz des Wurzelvegetationspunktes. Dauert das Scheitelwachstum der Wurzel lange Zeit, so ist auch in der ganzen Zeit der durch die Wurzelhaube gewährte Schutz unentbehrlich. Dies ist der normale Fall. Stellt hingegen der Vegetationspunkt der Wurzel seine zellenbildende Thätigkeit frühzeitig ein, so fällt hiemit auch frühzeitig das Bedürfnis nach einer schützenden Hülle hinweg, welche die embryonale Spitze bedeckt. In diesem seltneren Falle nun lässt sich von vornherein vermuten, dass entweder das überflüssig gewordene Organ keine Regeneration erfährt und dem allmählichen Absterben Preis gegeben ist, oder aber dass dasselbe in seiner Totalität abgeworfen wird. Die *Azolla caroliniana* verfährt in der zuletzt angegebenen Weise. Die entbehrlich gewordene Wurzelhaube wird vermittelst eines besonderen Wachstumsprozesses abgehoben.

Als Wurzelhaube fungirt ein Gebilde, dessen Entwickelung nach Strasburger (Ueber *Azolla* 1873) derart verläuft, dass seine beiden äussersten Zelllagen einer Zelle entstammen, welche von der Wurzelinitiale vor Konstituirung der dreiseitig-pyramidalen Scheitelzelle nach aussen abgeschnitten wurde, während die zwei innersten Zelllagen auf eine einzige von der Scheitelzelle abgeschiedene Kappenzelle zurückzuführen sind. Hierauf näher einzugehen lag nicht in unserer Absicht. Hervorzuheben aber ist, dass die Wurzelhaube die Spitze der Wurzel nicht während der ganzen Dauer ihres Bestehens umhüllt, dass vielmehr zu einer bestimmten Zeit junge Wurzelhaare die Haube abheben. Organe also, welche die normale Wurzelthätigkeit fördern, nämlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wurzelhaare, veranlassen zugleich die Entfernung eines unnützen Organs. Nachdem nun aber die jungen Wurzelhaare, welche schief nach abwärts, d. h. nach der Wurzelspitze hin, gerichtet sind, durch ihr Längenwachstum die Haube über den Wurzelscheitel hinweggehoben haben, liegt ein Organ vor, welches einerseits zur Nahrungsaufnahme dient und im Wasser untergetaucht ist, anderseits jedoch jenes immerhin charakteristische Merkmal der Wurzel, die Wurzelhaube, nicht mehr besitzt.

Durch die Funktion der Nahrungsaufnahme aus dem Wasser, also in physiologischer Hinsicht, stimmt das so umgewandelte Gebilde (vgl. Fig. 2) mit dem Wasserblatt von *Salvinia natans* überein, ausserdem aber noch in morphologischer Beziehung durch den Mangel einer Wurzelhaube, durch den Besitz eines centralen Gefässbündels und endlich durch regelmässig in Reihen gestellte Haare. Unterschiede morphologischer Natur zwischen beiden Organen liegen dagegen darin, dass das Wasserblatt von *alvinia natans* Seitenzipfel trägt und gegliederte Haare besitzt, während die metamorphosirte Wurzel unserer *Azolla* unverzweigt und mit ungegliederten Haaren versehen ist. Das Wasserblatt bei *Salvinia natans* entsteht, wie durch Pringsheim bekannt ist, exogen wie die Luftblätter dieser Pflanze. Die weitere Ausbildung aber macht aus der normalen Blattanlage ein zipfeliges, reichlich mit Haaren versehenes Organ, welches durch seinen Habitus sofort an den zweiten Zustand der Wurzeln von *Azolla caroliniana* (Fig. 2) erinnert. Bei letzterer ist das betreffende Organ seiner Entstehung und ersten Ausbildung nach eine Wurzel. Verschiedene entwicklungsgeschichtliche Wege führen, wie dies oft und oft geschieht, zu gleichem oder doch zu ähnlichem Ziele. Ein Gebilde, das weder eine normale Wurzel noch ein normales Blatt ist, entsteht hier durch Umwandlung einer ächten Wurzel, dort durch abnorme Ausbildung einer normalen Blattanlage.

Ueber die Metamorphose der Wurzel von *Azolla caroliniana*, sowie über die regelmässige Stellung der Haare an denselben sei im Nachstehenden noch Einiges mitgeteilt.

Bei der von uns untersuchten *Azolla caroliniana* besteht die Wurzelhaube an jungen Wurzeln aus zwei Zellschichten, welche jedoch die Wurzelspitze ungleich weit bedecken; die äussere Zellschicht bildet nämlich einen kürzeren, die innere einen längeren Sack. Die Wurzelhaare sind unverzweigt und ungegliedert. Ihre Anlagen erstrecken sich schon in einem jugendlichen Stadium der Wurzel bis nahe an die Spitze (Fig. 1), und zwar ist die Wachstumsrichtung der Wurzelhaare anfangs senkrecht auf derjenigen der Wurzel. Da aber um diese Zeit die Wurzelhaube die Spitze der Wurzel noch umhüllt, und an dem Scheitelpunkt des Wurzelkörpers ein fester organischer Zusammenhang zwischen Haube und Wurzelkörper besteht, so werden die Haare im Verlaufe ihres Längenwachstums dicht an den Wurzel-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

körper angedrückt. Der Vegetationspunkt des letzteren wird, wie bereits durch Strasburger bekannt, von einer dreiseitig-pyramidalen Scheitelzelle eingenommen. Die Stellung der Hauptmasse der Haare entspricht nun der dreireihigen Segmentirung der Scheitelzelle. Sie stehen nämlich in Horizontalreihen, von welchen jede etwa ein Drittel des Wurzelumfangs einnimmt. Die successiven Horizontalreihen liegen in ungleichem Niveau, und je eine liegt zwischen zwei Hauptwänden (Fig. 3). Die Anzahl der Glieder einer Querreihe ist in der nächsten Nähe der Wurzelspitze geringer als in einiger Entfernung hievon, indem die jugendlichen Papillen sich noch teilen können. Die Summe der den ganzen Umfang eines Querschnittes einnehmenden Wurzelhaare beträgt z. B. sehr nahe der Spitze 15, weiter von der Spitze entfernt 18; in andern Fällen ist schon nahe der Spitze die Summe der Glieder dreier auf einanderfolgender Horizontalreihen 24. In der Regel scheint sich ein mittlerer Höcker einer Querreihe behufs Vermehrung der Haare zu teilen. Die Randglieder einer jeden Horizontalreihe berühren im jugendlichen Stadium die Randglieder der nächst oberen und nächst unteren Reihe. Dieser Kontakt wird späterhin durch interkalares Wachstum aufgehoben. An den älteren Partieen der Wurzel stehen nämlich die successiven Querreihen in longitudinaler Richtung beträchtlich von einander ab (Fig. 2). Bei einer Drehung der Wurzelspitze um ihre Axe gewährt dieselbe dem Gesagten zufolge drei Mal die Ansicht Fig. 6, drei Mal das in Fig. 7 schematisch dargestellte Bild.

Ausser den eben besprochenen Wurzelhaaren, welche in Horizontalreihen geordnet sind, sprossen zwischen zwei senkrecht über einander befindlichen Reihen noch einzelne Haare oder kleinere Gruppen solcher hervor (z in Fig. 6 und 7).

Es kommt nun ein Zeitpunkt, in welchem die Scheitelzelle der Wurzel und ihre jüngsten Segmente eine beträchtlichere Grösse zeigen als bisher; die Teilungen bleiben hinter dem Wachstum zurück; die genannten Zellen wölben sich papillös nach aussen vor (Fig. 4). Das Bestreben, in Haare auszuwachsen, wird immer deutlicher, es hat nun auch die Scheitelzelle und die jüngsten Segmente ergriffen. Das schliessliche Ergebnis dieses Vorganges ist die Entfernung der Wurzelhaube und die Herstellung eines Organs, das uns zu obigem Vergleich mit dem Wasserblatt von *Salvinia natans* Veranlassung gab.

Strasburger bespricht die Wurzelhaare und folglich auch die geschilderte biologische Erscheinung in seiner Arbeit über *Azolla* nicht. Vermutlich aber bezieht sich auf unsere Mitteilung eine Literaturangabe des eben genannten Forschers. Die von Martius (Icones selectae plant. crypt. Brasiliae 1827—1834 p. 124) bei *Azolla microphylla* abgebildeten „Anschwellungen“ an den Spitzen der Würzelchen veranlassten nämlich eine Bemerkung Meyens (Beiträge zur Kenntnis der *Azolla*. Leop.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Acad. 1836), die jetzt ihre Erklärung finden dürfte. Meyen konnte die Erscheinung der Anschwellung bei *Azolla microphylla* nicht überall finden, es lagen ihm also wohl teils jüngere, ächte Wurzeln mit Wurzelhaube („Anschwellung") vor, teils in der beschriebenen Art metamorphosirte. Martius führt übrigens l. c. an, dass die Wurzeln der von ihm beschriebenen *Azolla*-Art in ihrer frühesten Jugend eine Wurzelhaube besitzen.

Höchst wahrscheinlich kommt die im Vorstehenden mitgeteilte biologische Erscheinung auch bei anderen Arten der Gattung *Azolla* vor.

Figuren-Erklärung.

Fig. I. Habitusbild der Spitze einer jüngeren Wurzel.

Fig. II. Habitusbild der Spitze einer älteren, metamorphosirten Wurzel.

Fig. III. Querschnitt durch eine junge Wurzel sehr nahe der Scheitelzelle, von oben. Die von oben nach unten auf einander folgenden Einstellungsebenen zeigen die in ungleichem Niveau befindlichen Horizontalreihen von Haaren in der Reihenfolge I, II, III, IV. Jede Querreihe liegt zwischen zwei deutlich sichtbaren Ansatzlinien der Hauptwände.

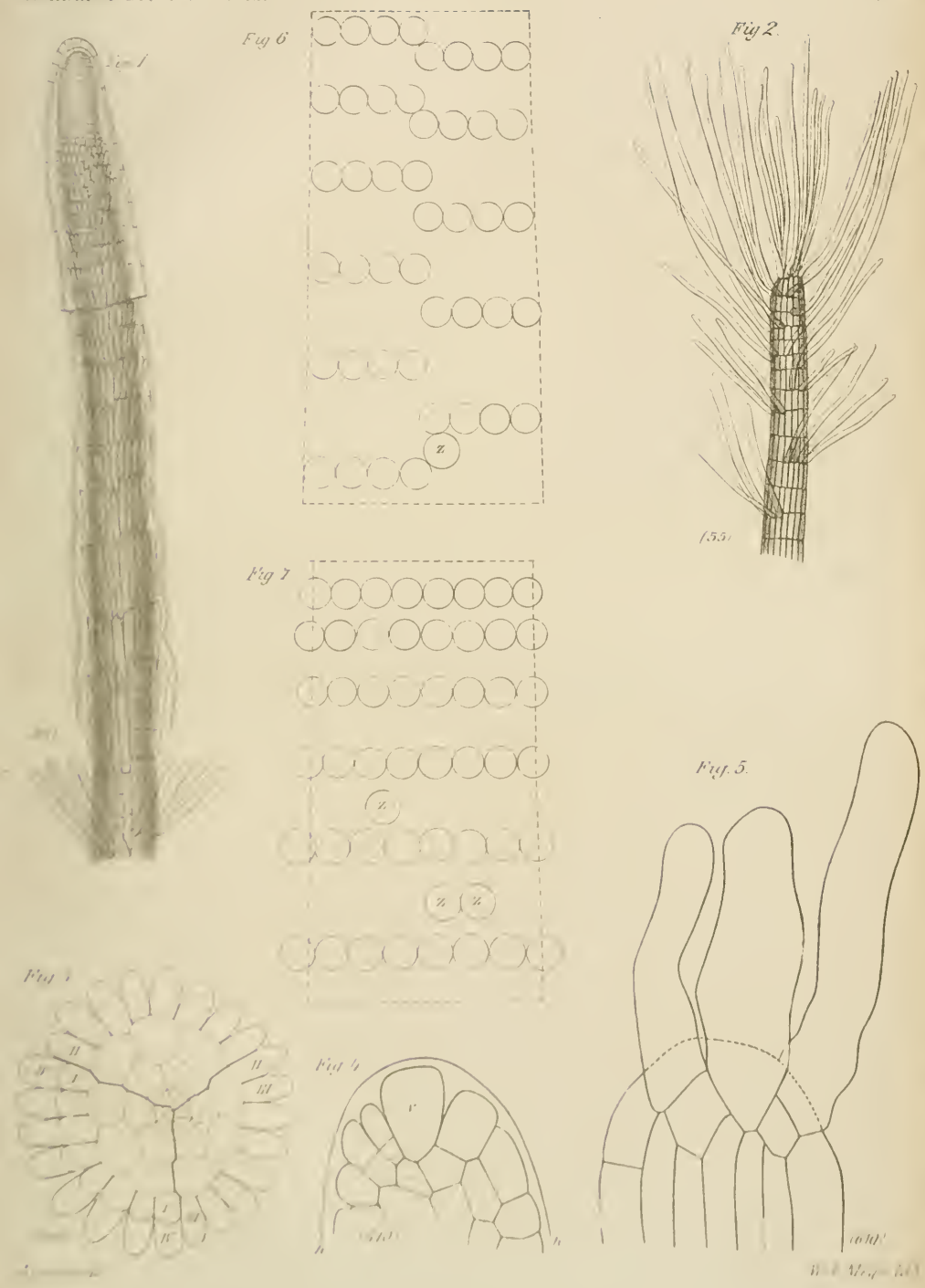
Fig. IV. Optischer Längsschnitt durch eine Wurzelspitze, deren Scheitelzelle und jüngste Segmente eine ungewöhnliche Grösse erreicht haben und sich anschicken, in Haare auszuwachsen; h—h ist die innere Begrenzungslinie der Wurzelhaube.

Fig. V. Optischer Längsschnitt durch eine Wurzelspitze, deren Scheitelzelle und jüngste Segmente bereits in Haare ausgewachsen sind.

Fig. VI. Darstellung der Stellung der Haare. Durch Rollen einer Wurzelspitze unter dem Mikroskop erhält man bei einer vollständigen Umdrehung drei Mal die Ansicht, welche in dieser Figur schematisch dargestellt ist, drei Mal das in

Fig. VII. schematisch dargestellte Bild. Diese Seitenansicht liegt zwischen je zwei Ansichten, welchen die Figur VI entspricht. z, z sind die im Text erwähnten, anscheinend regellos zerstreuten Haare.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: 22

Autor(en)/Author(s): Westermaier Max, Ambronn Hermann

Artikel/Article: Ueber eine biologische Eigentümlichkeit der Azolla caroliniana. 58-61