

25. M. Möbius: Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Salvinia*.

(Mit Tafel IV.)

(Eingegangen am 18. April 1916.)

Nach der Zusammenstellung von SADEBECK in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ sind von der Gattung *Salvinia* 11 Arten bekannt. Außer den hier genannten führt CHRISTENSEN in seinem Index Filicum (1906) noch *S. adnata* Desv. und *nymphellula* Desv. an. Von allen diesen Arten ist die einzige bei uns einheimische Art, *S. natans*, in der Sporenbildung genauer untersucht als in ihren vegetativen Organen, während über die Fruktifikation der ausländischen Arten überhaupt wenig bekannt ist. Von letzteren wird *S. auriculata* Aubl. in botanischen Gärten und als Aquarienpflanze vielfach kultiviert, weil sie nicht wie *S. natans* im Herbst eingeht, sondern ausdauernd ist. Im Herbst des vorigen Jahres fand ich in der hiesigen Aquarienhandlung des Herrn KIEL, wo mehrere Wasserbecken mit den Pflanzen besetzt waren, auch fruktifizierende Exemplare. Obwohl das Material nicht genügend war, um die Entwicklung eingehend zu untersuchen, so möchte ich doch hier einiges darüber mitteilen.

S. auriculata ist zuerst von AUBLET beschrieben worden in Histoire des Plantes de la Guiane française (London et Paris 1775), T. II, p. 969. Sie wird von ihm zu den Algen gestellt und mit folgenden Worten diagnostiziert: *Salvinia (auriculata) foliis subrotundis, ad basim auriculatis; pedunculis florum femineis villosis, erectis et multifloris*“. Auf Tafel 367 wird sie abgebildet und zwar merkwürdigerweise so, daß die Früchte zwischen den Schwimmblättern aufgerichtet stehen, während das Wasserblatt die richtige Stellung einnimmt. Auch in anderen Einzelheiten ist die Abbildung fehlerhaft. Die Beschreibung der Früchte, die, wie schon aus der Diagnose hervorgeht, als weibliche Blüten gedeutet werden¹⁾, lautet: „Feminei flores tres, quatuor aut quinque, pedunculati, pilosi, axillares, longo pedicello piloso suffulti. Calix nullus. Corolla nulla. Germen subovatum, acutum, pilosum, quod in capsulam ovatam bilocularem, bivalvem mutatur et semina plurima, minima, placentae ramosae affixa, continet.“ Wie der Autor dazu kommt,

1) Die männlichen Blüten sind nach AUBLET vielleicht in den Papillen der Blattoberseite zu suchen.

die Frucht als eine zweifächerige Kapsel zu bezeichnen, ist nicht recht zu verstehen.

Eine bessere Abbildung findet sich in der *Flora brasiliensis* (Fasc. XCII, Tab. 81), wo außerdem auch *S. oblongifolia* und *Sprucei* dargestellt sind, und zwar mit Früchten. Von *S. auriculata* ist hier eine Varietät mit langgestielten Schwimmblättern abgebildet, wie ich sie noch nicht gesehen habe. Der Autor, M. KUHN, gibt in der Beschreibung an: „folia aerea subsessilia v. petiolo 8—10 mm longo praedita“. Die Früchte werden folgendermaßen beschrieben: „Sori (conceptacula) statu exsiccato flavi, globosi, apiculati, pilis 3—5 cellularibus hinc inde praediti, postea glabri, distichi, subsessiles s. inferiores longius petiolati velut corymbosi, illi ad 25 macrosporangia, alii numerosissima microsporangia includentes. Macrosporangia petiolata, petiolo e 2—3 seriebus cellularum formato insidentia, globosa, 0,37—0,41 mm diametro, flava, unam macrosporam includentia, microsporangia ad 0,22 mm diametro, pedicello ex una serie cellularum formato insidentia, numerosas microsporas ovales continentia“. Dieselbe Art soll unter den Namen *S. rotundifolia* und *biloba* von RADDI in seinen „Plantarum Brasiliensium Nova Genera et Species novae vel minus cognitae“ (1825, tab. I, fig. 4 u. 5) abgebildet sein, dieses Werk habe ich aber nicht einsehen können.

Aus meinen eigenen Beobachtungen möchte ich zunächst über die Fruktifikation folgendes mitteilen. Die Sporenfrüchte sitzen an dem mittelsten Strahl des Wasserblattes, das sich auf einem ca. 2 mm langen Stiel in 5—9 einfache Strahlen spaltet, von denen der mittelste am kürzesten ist und immer noch die Endknospe erkennen läßt. Aus Seitensprossen dieses mittleren Strahls entwickeln sich die Sporenfrüchte, und zwar sitzen sie, wenn es wenige sind, abwechselnd rechts und links oder, wenn es mehr sind, teils paarweise, teils abwechselnd übereinander, wie es die Abbildungen 8 und 9 zeigen, streng akropetal angelegt. Die Anzahl der Früchte an einem Blatt fand ich zwischen 4 und 11 schwankend, aber immer waren sie ganz oder fast ganz stiellos. Ihre Gestalt ist der einer Zitrone ähnlich, insofern sie an ihrem oberen Ende warzenförmig ausgezogen sind. In ihrer äußeren Form also etwas verschieden gleichen sie in ihrem Bau denen von *Salvinia natans*: sie haben eine doppelte Wandung, deren beide Schichten durch regelmäßig median verlaufende Lufträume getrennt werden und miteinander, zwischen den Lufträumen, durch einschichtige im Querschnitt drei Zellen hohe Lamellen verbunden sind. Die äußere Wand besteht aus einer Schicht von flachen, etwa sechseckigen Zellen

mit geraden Wänden, während die etwas größeren Zellen der inneren, ebenfalls einschichtigen Wand etwas gewellte Membranen besitzen. Spaltöffnungen, die von METTENIUS und STRASBURGER für die innere Wandschicht von *S. natans* angegeben werden, konnte ich bei *S. auriculata* nicht finden. Außen ist die Frucht stark mit spitzen Haaren besetzt, die von derselben Beschaffenheit sind wie die auf dem übrigen Teil des Wasserblatts und später noch beschrieben werden sollen. Der warzenförmige Fortsatz wird durch das Auswachsen der Wandungszellen an der Spitze zu papillenartiger Form erzeugt. Die Früchte mit Makrosporangien und die mit Mikrosporangien sind äußerlich wenig verschieden, doch sind die ersteren etwas kleiner, dichter behaart und sitzen an dem basalen Teil des fertilen Blattabschnitts, wie es auch KUHN als besondere Beobachtung seiner Beschreibung nachträglich hinzufügt. Die Untersuchung wurde an meinem Material dadurch erschwert, daß ein großer Teil der Sporangien verkümmert war, besonders bei den Mikrosporangien, aber auch bei den Makrosporangien. In einer Frucht fand ich 5 Makrosporangien von ca. 350 μ Durchmesser neben zahlreichen abortierten, die nur halb so groß waren. Als Makrosporangien sind die letzteren an dem zweireihigen Stiel zu erkennen, während die Mikrosporangien einen nur einreihigen Stiel besitzen. Die letzteren verkümmern ebenfalls sehr häufig, so daß manche Früchte nur abortierte Mikrosporangien enthalten.

Die Makrosporangien scheinen sich ganz wie die von *S. natans* zu verhalten. Die einzige Makrospore ist mit einem dicken Episporium umgeben, das über ihrem Scheitel die Vorwölbungen mit dem Zapfen in der Mitte bildet. Das Episporium widersteht nicht nur, wie schon STRASBURGER angibt, der Schwefelsäure, sondern auch der Kalilauge und bleibt selbst nach längerer Einwirkung dieser Reagentien in seinem Aussehen unverändert.

Die Mikrosporangien enthalten nicht wie bei *S. natans* 64 sondern nur 32 Mikrosporen, die in einer schaumigen Masse eingebettet liegen. Ja in manchen Sporangien schienen mir nur 16 Sporen gebildet zu sein. Ob diese Zahlen nun eine spezifische Eigentümlichkeit von *S. auriculata* gegenüber *S. natans* sind, oder ob es sich auch hierbei nur um eine Verkümmderung unter dem Einfluß der Kultur handelt, kann ich nicht sagen. Aus dieser geringen Zahl der Sporen erklärt es sich aber, daß man auf einem dünnen Schnitt so wenige zu sehen bekommt wie in Abb. 10: die zwei nebeneinander liegenden sind eben aus einer Tetrade entstanden. Die Mikrosporen sind von verschiedener Größe, 17—32 μ

Durchmesser, haben eine derbe, gelbglänzende Membran und zeigen auf dem Scheitel deutlich die drei zusammenstoßenden Linien. Die schaumige Masse, in die sie eingebettet sind, entspricht in ihrem chemischen Verhalten dem Episporium der Makrospore und ist wie dieses offenbar aus den Tapetenzellen und einem Teil der Archesporzellen hervorgegangen.

Nun aber kommen neben diesen anscheinend normalen Mikrosporangien, wie schon gesagt, sehr viele verkümmerte vor, auch in derselben Frucht. So fand ich in einer Frucht auf 10 vollkommene etwa 100 verkümmerte Mikrosporangien und in vielen Früchten, besonders den an der Spitze des Blattabschnitts befindlichen nur die letzteren. Es mögen 100—200 solcher kleiner Sporangien in einer Frucht gebildet werden. Sie sind nur halb so groß als die normalen, die ca. 220μ Durchmesser haben. Abb. 11 zeigt ein abortiertes Mikrosporangium im optischen Durchschnitt und läßt erkennen, wie die Mikrosporen, umgeben von der schaumigen Grundsubstanz, in einem Ballen an der einen Seite des sonst leeren Sporangiums liegen. Offenbar haben wir es hier mit einer Hemmungsbildung zu tun, die durch die veränderten Lebensbedingungen der in Kultur befindlichen Pflanzen hervorgerufen wird.

Zu erwähnen ist noch eine Eigentümlichkeit in den Wandungszellen der Sporangien, vor allem der verkümmerten Mikrosporangien. In ihrem Innern bildet sich, wahrscheinlich durch eine Art Gerinnung, eine fast den ganzen Innenraum durchsetzende Platte aus, die der Oberfläche parallel liegt. In der Mitte zeigt sie gewöhnlich einen Hohlraum und am Rande häufig kleine Einbuchtungen, in denen die Reste von plasmatischem Inhalt und kleine Stärkekörner liegen. Die Platte scheint aus demselben Stoff zu bestehen wie das Episporium, da sie weder von Kalilauge noch von Schwefelsäure angegriffen wird.

Von meinen Beobachtungen über die vegetativen Organe von *S. auriculata* möchte ich hier noch folgendes anfügen. An der wachsenden Spitze findet man die zwei jüngsten Schwimmblätter sehr ungleich entwickelt, das ältere etwa doppelt so groß als das jüngere (Abb. 3) oder das ältere schon ganz ausgebreitet, während das jüngere nach oben zusammengeschlagen ist. In welchem Entwicklungszustand das Wasserblatt desselben Quirls zu diesen beiden Schwimmblättern steht, läßt sich nach dem äußeren Ansehen nicht feststellen. Zwischen diesen drei Blättern liegt die Endknospe als Fortsetzung des Stengels. Schon am nächsten Quirl aber ist kein Unterschied zwischen den beiden Schwimmblättern in der Größe

zu sehen, und nur bei genauerer Untersuchung mit der Lupe erkennt man an der Beschaffenheit der Haare u. dgl., welches Blatt das ältere ist. Gemäß ihrer Entwicklung steht in den aufeinander folgenden Quirlen auf derselben Seite immer abwechselnd ein jüngeres und ein älteres Blatt, und unter dem ersteren entspringt regelmäßig eine Seitenknospe aus dem Stengel, genau zwischen dem Ansatz des Schwimmblattes und dem des Wasserblattes. Es sind also auch immer die Seitenzweige abwechselnd nach rechts und links gerichtet. (Abb. 1 u. 2.)

Der Stamm zeigt denselben Bau des Vegetationspunktes wie der von *S. natans*. Auch im Querschnitt ist er nach demselben Typus gebaut, doch ist er beträchtlich dünner, was auf einer geringeren Ausdehnung der Rinde beruht. Diese ist von großen Lufträumen durchsetzt, die durch einschichtige Parenchymplatten getrennt werden. Bei *S. natans* scheinen regelmäßig 8 Lufträume und 8 Platten vorhanden zu sein, welche die Epidermis, deren Zellen zum Teil in Borstenhaare ausgewachsen sind, mit dem Zentralteil verbinden. (Vgl. die Abbildung in meinem mikroskopischen Praktikum für systematische Botanik, II. Teil, S. 240, Abb. 96 B.) Bei *S. auriculata* fand ich dagegen 10—12 Platten, die aber kürzer sind entsprechend der geringeren Höhe der Lufträume. Das Gefäßbündel ist dagegen bei *S. auriculata* stärker entwickelt als bei *S. natans*, was offenbar damit zusammenhängt, daß erstere Art ausdauernd, die letztere aber einjährig ist. Die Holzgefäße bilden einen halbkreisförmigen Bogen, der nach oben offen ist, das ganze Bündel aber hat kreisförmigen Querschnitt und wird wie bei vielen Farnen von einer Scheide umgeben, deren Zellen sich durch verdickte und gebräunte Wände auszeichnen. Darauf folgen nach außen größere Parenchymzellen, die teilweise schon die innersten Zellen jener einschichtigen, radial verlaufenden Platten sind. Der Bau des Stammes bedarf für die verschiedenen Arten von *Salvinia* noch einer eingehenderen vergleichenden Untersuchung.

Die Schwimmblätter sind oval, etwas länger als breit, zurzeit der Fruktifikation etwa 1 cm lang, dann werden im Winter viel kleinere gebildet, die nur etwa halb so lang und ganz flach, d. h. am unteren Rand nicht eingerollt sind. In der sehr charakteristischen Nervatur stimmt *S. auriculata* mit *S. natans* überein. Von ersterer wird sie in der Flora brasiliensis l. c. abgebildet, aber so, daß das Charakteristische nicht recht zum Ausdruck kommt. Ich gebe deshalb in Abb. 4 eine bessere Abbildung, aus der das Prinzip der Verästelung der Bündel leicht zu erkennen ist. Wir sehen also, daß von dem Hauptnerven, der das Blatt in der Mitte der

Länge nach durchzieht, eine Anzahl ziemlich gleichwertiger Seitennerven abgehen, daß diese sich in gewissem Abstand von der Mitte verdoppeln, nachdem sie sich untereinander verbunden haben, und daß dieser Vorgang sich mehrmals wiederholen kann je nach der Größe des Blattes. Die Nervenendigungen sind ungefähr senkrecht auf den Blattrand gerichtet und treffen ihn in ziemlich gleichen Abständen voneinander. Zwischen den vom Mittelnerven nach dem Rand strahlenden Seitennerven bildet die Blattoberseite Reihen von konischen Erhebungen, deren jede in vier Haare ausläuft. Diese Haare dienen, wie auch frühere Autoren schon angeben, zum Festhalten von Luft und somit zur Verhinderung des Benetztwerdens der Blattoberseite. Sie bestehen aus je einer Reihe von etwa acht zylindrischen Zellen, die unten kürzer und dicker, oben länger und dünner sind; die Endzelle ist oben abgerundet, nicht zugespitzt wie bei den Borstenhaaren. Mit dem Älterwerden der Blätter vertrocknen die Haare, und die darunter liegenden Erhebungen werden zu 2 mm hohen Zapfen. Diese sind hohl, denn sie sind nur die erweiterten Hohlräume, von denen das Blatt wie bei *S. natans* durchsetzt ist, was bereits SACHS in seinem Lehrbuch (III. Aufl. S. 390, Fig. 295) vortrefflich dargestellt hat. Während aber bei *S. natans* die Hohlräume der oberen und der unteren Schicht annähernd gleich groß sind, bleiben die unteren bei *S. auriculata* viel niedriger, indem die Zwischenwände nur eine Zelle hoch sind.

Die Entwicklung der Schwimm- und Wasserblätter folgt dem Typus von *S. natans*: man kann bei beiden Blattformen die Scheitelzelle an den jungen Anlagen deutlich erkennen, und zwar beim Wasserblatt am Ende eines jeden Strahles. Über den Aufbau dieses Blattes wurde oben schon das wesentliche gesagt, so daß nur übrigbleibt, die Borstenhaare zu beschreiben, die sich am reichlichsten an diesem Blatt und den Früchten, aber auch am Stengel und auf der Unterseite der Wasserblätter finden. Man beobachtet bei ihnen eine Eigentümlichkeit, die sich auch bei den gleichen Organen von *S. natans* zeigt, bisher aber der Beachtung entgangen zu sein scheint, nämlich daß die unterste Zelle des Haares noch eine Zelle nach der Seite, und zwar immer nach der basiskopen Seite des Organs, an dem das Haar sitzt, abgliedert. Diese seitliche Zelle stellt einen sonderbaren Sporn dar, der immer einzellig bleibt. An jugendlichen Organen läßt sich dieser Prozeß der Abgliederung leicht beobachten, er ist in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt, an denen zugleich zu erkennen ist, daß die Bildung des Haares durch Teilungen über der Basalzelle erfolgt.

Die Haare selbst mit ihrer spitzen und dickwandigen Endzelle scheinen mir viel eher als Stacheln und somit als Abwehrorgane gegen die Angriffe kleiner Wassertiere zu dienen denn als Absorptionsorgane, während man die letztere Funktion vielleicht dem Sporn an der Basis zuschreiben könnte, da er doch wohl eine gewisse Bedeutung besitzen muß.

Aus den vorstehenden Mitteilungen dürfte hervorgehen, daß nicht nur in Hinsicht auf die Fortpflanzungsorgane, sondern auch in vegetativer Beziehung die verschiedenen Arten von *Salvinia* noch eingehender zu untersuchen sind. Selbst für *S. natans* ist der Bau der einzelnen Organe nicht so gut bekannt wie für *Azolla*, da man besonders der Entwicklung am Stammscheitel und der der Früchte größere Aufmerksamkeit geschenkt hat. Die Literatur darüber findet sich zusammengestellt in der letzten Arbeit über diesen Gegenstand, nämlich der von ZAWIDZKI in den Beiheften zum botanischen Centralblatt, Bd. 28, Abt. I, S. 17–65 (1912), auf die ich hiermit verweise.

Erklärung der Tafel IV.

(Alle Figuren beziehen sich auf *S. auriculata* aus Kultur.)

1. Ansicht eines wachsenden Sprosses von unten, etwas schematisiert a, b c die jüngeren Schwimmblätter in den 3 Wirteln, unter b und c eine Seitenknospe.
2. Ein Blattquirl von vorn gesehen, unter dem jüngeren Schwimmblatt links eine Seitenknospe.
3. Ende eines Sprosses von oben: neben dem jüngeren Schwimmblatt das Wasserblatt w und die Endknospe des Stengels v.
4. Linke Hälfte eines kleineren Schwimmblattes mit der Nervatur.
5. Entwicklung des Borstenhaares, die Basalzelle noch ungeteilt, aber bereits mit einer Ausbuchtung nach hinten.
6. Dasselbe, der hintere Fortsatz bereits abgegliedert.
7. Ansatz eines ausgewachsenen Haares mit seinem Sporn, im Längsschnitt gesehen.
8. Ein Fruchtstand, in den Früchten scheinen die Sporangien durch, in der obersten Makro-, in den 3 unteren Mikrosporangien. (13/1.)
9. Ein größerer Fruchtstand. (11/1.)
10. Ein normales Mikrosporangium im Durchschnitt, nur 2 Mikrosporen liegen in der Schnittebene, der Raum innerhalb der Wandung durch schaumiges „Epiplasma“ ausgefüllt. (Nach Mikrotomschnitt).
11. Ein verkümmertes Mikrosporangium im optischen Längsschnitt. Die Sporen bilden mit dem Epiplasma einen einseitig liegenden Ballen. Bei st der Ansatz des aus einer Zellenreihe bestehenden Stieles.
12. Das untere Stück eines Mikrosporangiums von außen, um die Platten in den Wandungszellen zu zeigen.



N. Möbius gez.

B. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntnis der Gattung Salvinia 250-256](#)