

12. N. Cholodnyj: Über die Metamorphose der Plastiden in den Haaren der Wasserblätter von *Salvinia natans*.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 29. Oktober 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

Wie bekannt, besitzen die Stengel von *Salvinia natans* zweierlei Blätter: grüne elliptische Luftblätter, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, und submersen Wasserblätter, welche die Form farbloser, büschelartig gruppierter dünner und langer, an ihrer ganzen Oberfläche mit Haaren bedeckter Ausläufer haben. Diese Haare bestehen aus einer Reihe von stark gestreckten, zylindrischen Zellen; nur die letzte Scheitelzelle, die sich außerdem auch durch ihre braune Farbe auszeichnet, hat die Form eines kurzen spitzen Kegels. Die Zahl aller das Haar bildenden Zellen schwankt gewöhnlich von 8 bis 12.

Die Herkunft dieser submersen Organe von *S. natans* wurde zuerst durch die klassische Forschung von N. PRINGSHEIM aufgeklärt¹⁾. Er konnte feststellen, daß die Blätter bei *S. natans* in dreigliedrigen Quirlen angelagert werden. In jedem Quirl verwandeln sich zwei Anlagen in typische, grüne, flache Blätter; die dritte aber, deren Entwicklung unter dem Wasser vor sich geht, zergliedert sich in dünne und schmale Teile und wird dadurch einem Wurzelbündel ähnlich, dessen einzelne Glieder an ihrer Oberfläche lange „Wurzelhaare“ tragen.

PRINGSHEIM betrachtet diese eigentümliche Metamorphose als eine Anpassung, welche sehr oft bei verschiedenen Wasserpflanzen, die zweierlei Blätter haben, zu beobachten ist. Wie bekannt, haben die submersen Blätter gewöhnlich eine stark zergliederte Spreite, während die schwimmenden oder Luftblätter derselben Pflanzen eine ganze und ganzrandige Spreite besitzen.

Soviel ich weiß, hat bis jetzt noch niemand diese Anschauung PRINGSHEIMS bestritten, und man kann sie als allgemein anerkannt betrachten. Die Frage über die Ursachen dieser Metamorphose der Wasserblätter bei *Salvinia*, welche PRINGSHEIM nur vorübergehend streift, verdient genauer aufgeklärt zu werden.

1) PRINGSHEIMS Jahrbüch. f. wiss. Bot., Bd. III (1863), S. 484.

Die Zergliederung der Spreite untergetauchter Blätter hat bei Wasserpflanzen einen bestimmten biologischen Zweck. Im Zusammenhang mit dem Leben in submersen Zustände hören diese Blätter auf, exklusiv der Kohlensäureassimilation zu dienen; sie übernehmen auch andere Funktionen, hauptsächlich die Absorption des Wassers samt den gelösten Salzen. Und die Kohlensäure selbst, soweit sie diesen Blättern noch notwendig ist, wird von ihnen nicht mehr aus der Luft, sondern aus dem Wasser, wo sie sich in gelöstem Zustande befindet, geschöpft. So wird die Absorption des Wassers und der in ihm aufgelösten Stoffe zur Hauptaufgabe des submersen Blattes. Dieser neuen Aufgabe entspricht die normale Struktur des Luftblattes offenbar nicht, wie von morphologischem, so auch von anatomischem Standpunkte betrachtet. Jetzt werden eine Vergrößerung der Oberfläche des Organs und die Verkleinerung der Dicke seiner einzelnen Teile wohl zweckmäßiger sein, und dies wird durch eine beträchtliche Zergliederung der Blattspreite und eine Reduktion der Zahl der Parenchymschichten erreicht.

So sehen wir, daß die Strukturveränderung hier mit einem teilweisen Funktionswechsel verknüpft ist. Bekanntlich ist die Aufnahme des Wassers und der darin gelösten Stoffe eine Hauptaufgabe der Wurzel, wodurch ihre ganze Organisation beeinflusst wird. So bekommen die Wasserblätter, indem sie sich ihrer neuen Aufgabe anpassen, die Merkmale, welche die typische Wurzel charakterisieren. Und je mehr sie von ihrer ursprünglichen Aufgabe abweichen und die ausschließlich absorbierende Funktion übernehmen, umso mehr müssen sie den Wurzeln ähnlich werden. Bei *Salvinia* haben wir es offenbar mit einer solchen scharf ausgeprägten Abweichung zu tun. Ihre Wasserblätter sind echten Wurzeln so sehr ähnlich, daß alte Botaniker sie sogar als „Wurzelsasern“ bezeichneten. Von diesem Standpunkte aus entspricht diese äußere Ähnlichkeit der inneren, physiologischen; mit anderen Worten, man kann annehmen, daß die Wasserblätter von *S. natans* alle Funktionen der fehlenden Wurzeln erfüllen.

Diese Anschauung wird von den meisten Botanikern vertreten und hat, soweit mir bekannt ist, nur einmal, nämlich in MAC-MILLANs') Mitteilung, Widerspruch erfahren. Leider stand mir diese Arbeit im Original nicht zur Verfügung, und ich konnte mich mit ihrem Inhalt nur aus einem kurzen Referat²⁾ vertraut machen. MAC-MILLAN betrachtet die Wasserblätter von *Salvinia*

1) MAC-MILLAN. *Botan. Gazette*, V. XXII, p. 249.

2) JUSTS *Botan. Jahresbericht*, Bd. XXIV (1896), I. Abt., S. 437.

natans als hauptsächlich zum Schutze der Sporokarprien gegen verschiedene kleine Wassertierchen bestimmte Organe, wobei er den spitzen Endzellen die Rolle des Schutzapparates zuschreibt. Zugleich hält er es für wahrscheinlich, daß diese Blätter auch als Gegengewicht dienen, welches der Pflanze ihre normale Lage im Wasser bei Wind zu erhalten hilft. Wenn der Referent den Inhalt der Mitteilung richtig wiedergibt, so kann man denken, daß MAC-MILLAN den Wasserblättern keine Absorptionsfunktion zuschreibt. Ist das auch die wirkliche Anschauung des amerikanischen Botanikers, so glaube ich doch, daß an der Absorptionsfähigkeit der Haare von *Salvinia* zu zweifeln absolut keine Gründe vorliegen. Die Sporokarprien entstehen nur in der zweiten Hälfte des Sommers, aber die Wasserblätter können wir schon im Frühjahr bei ganz jungen *Salvinia*-Exemplaren beobachten, zur Zeit, wo eine schützende Funktion selbstverständlich noch nicht in Betracht kommt. Sind MAC-MILLANs Vermutungen richtig, so kann man nur sagen, daß den submersen Blättern von *Salvinia* neben ihrer Hauptfunktion — das Wasser aufzunehmen, noch einige andere Funktionen zuzuschreiben sind.

Die Wasserblätter von *Salvinia* haben sich so gut ihrer neuen Funktion angepaßt, daß sie dieselbe auch in Fällen, wo sie sich nicht im Wasser, sondern im Schlamm befinden, weiter erfüllen. Im Sommer 1920 konnte ich in der Umgebung der Biologischen Station bei Kiew *S. natans* während einer starken Dürre beobachten. Infolge des Austrocknens der Wasserbehälter befand sich diese Pflanze stellenweise auf dem nicht mehr vom Wasser bedeckten Boden. Fast alle anderen das Wasser bewohnenden Organismen gingen hier bald zu Grunde, und nur *S. natans*, deren Wasserblätter sich im feuchten Schlamm festgesetzt hatten, war zwischen der abgestorbenen, braun gewordenen Flora an ihrer hellgrünen Farbe zu erkennen.

So können wir, wie es scheint, bestimmt behaupten, daß die submersen Organe von *S. natans* wirklich Blätter sind, welche die Wurzelfunktionen übernommen und im Zusammenhang damit ihre Struktur gründlich verändert haben. Selbstverständlich konnten sich die Blätter diesen neuen Funktionen nicht auf einmal anpassen; hier hat gewiß ein langer, komplizierter, phylogenetischer Prozeß stattgefunden, im Laufe dessen sozusagen eine Umwandlung des Blattes in eine Wurzel vor sich gegangen ist. Wir können auch jetzt Spuren dieses phylogenetischen Prozesses finden, wenn wir die Ontogenese dieser Organe beobachten werden. Über solch eine Tatsache will ich in diesem Aufsatz berichten.

In ihren jüngsten Entwicklungsstadien haben die Wasserblätter von *Salvinia natans* die Form kurzer dichter pinselförmiger Büschel, deren einzelne Haare, wie auch das ganze Blatt, hellgrün gefärbt sind. Während des Wachstums des Blattes verlieren seine Zellen allmählich die grüne Farbe, so daß sie im reifen Zustande ganz farblos sind. Man könnte meinen, daß solch eine Entfärbung einfach das Resultat des Wachstums der Haarzellen ist, die im Laufe der Zeit beträchtlich an Länge zunehmen. Wenn wir voraussetzen, daß die Chlorophyllmenge in den Zellen dabei dieselbe bleibt oder wenigstens nicht beträchtlich zunimmt, so ergibt sich ohne weiteres, daß die Volumenvergrößerung Hand in



Abb. 1. Oben (a) zwei Plastiden (Chloroplasten) aus Zellen eines jungen Haares, Stärkeköerner enthaltend. Unten (b) vier degenerierte Plastiden (Leukoplasten) aus alten Zellen. Vergr. 920.

Hand mit einer Verblässung einhergehen müßte. Bei genauer Erforschung zeigt es sich aber, daß solch eine Erklärung ungenügend ist.

Wenn wir unter dem Mikroskop die Zellen von jungen und alten Haaren vergleichen, so stellt es sich heraus, daß die sich darin befindenden Plastiden ganz verschiedenes Aussehen haben. In jungen Zellen sind es typische hellgrüne, Stärkeköerner enthaltende Chloroplasten. Ihrer Form und Größe nach sind sie den Chloroplasten der grünen Luftblätter von *Salvinia* sehr ähnlich: es sind gewöhnlich etwas in die Länge gestreckte bisquitförmige Körperchen, welche zuweilen bis 20μ lang und 7μ breit sind (Abb. 1, a). Die Plastiden von alten Zellen haben ein ganz anderes Aussehen. Sie haben beträchtlich kleinere Dimensionen: ihre Dicke schwankt gewöhnlich um $0,5-1 \mu$, und die Länge übersteigt durchschnittlich nicht 10μ . Sie sind stark lichtbrechend, enthalten keine Stärke und sind blaßgrün gefärbt, oder, was noch öfter vor-

kommt, ganz farblos. Schließlich haben sie ganz merkwürdige Formen, wodurch sie den Chondriosomen gewissermaßen ähnlich sind (Abb. 1, b). Mit anderen Worten haben wir hier nicht mehr Chlorophyllkörner, sondern eher kleine chondriosomenförmige Leukoplasten vor uns.

Da beide Plastidenarten in den Zellen desselben Organs nur auf dessen verschiedenen Entwicklungsstufen zu finden sind, so ist es klar, daß diese beiden Formen untereinander genetisch verbunden sind. Und wirklich, wenn wir Zellen von Haaren verschiedenen Alters beobachten, können wir alle Übergangsformen zwischen den zwei beschriebenen äußersten finden. So unterliegt es keinem Zweifel, daß hier ein Fall von eigentümlicher regressiver Plastidenmetamorphose vor uns liegt, die mit dem Funktionswechsel des Wasserblattes eng verbunden ist. Die Metamorphose des Blattes hat eine Atrophie jener Teile des Organes, welche zur Ausübung der neuen Funktion überflüssig sind, zur Folge, und zu solchen Teilen gehören gerade die Chlorophyllkörner, welchen bei der Wasseraufnahme keine Rolle mehr zukommt.

Wenn wir die Haare der Wasserblätter von *Salvinia* unter dem Mikroskop betrachten, können wir leicht bemerken, daß auch in verschiedenen Zellen ein und desselben Haares die Plastiden nicht gleich sind. Wenn wir ein Haar, welches noch im Wachstum begriffen ist, aber schon eine beträchtliche Länge erreicht hat, nehmen, so finden wir an seiner Basis, wo die jüngsten Elemente liegen, in den Zellen typische, grüne, bisquitförmige Chloroplasten. Die Scheitelzellen desselben Haares enthalten zugleich nicht selten nur reduzierte Plastiden — die chondriosomenähnlichen Leukoplasten. In den Zwischenzellen können wir dabei alle Übergangsformen beobachten, so daß im allgemeinen jede Zelle das Bild eines bestimmten Stadiums der Plastidenmetamorphose darstellt. Offenbar machen die Scheitelzellen die Anpassung an die Wasseraufnahme schneller als die Basalzellen durch; mit anderen Worten, die Haarbasis behält den „Blattcharakter“ länger als der Scheitel. Im Zusammenhang damit verläuft auch die Plastidenumwandlung in verschiedenen Elementen des Haares nicht in ganz gleicher Weise. Um besser diesen Unterschied zu verfolgen, wollen wir uns zuerst mit den jüngsten, noch nicht entfalteten Wasserblättern befassen.

Fig. I (Abb. 2) ist von einem sehr jungen Härchen, welches aus 7 Zellen, ohne die spitze Endzelle zu zählen, bestand. Im linken Quadrat sind die Plastiden der ersten Basalzelle, im rechten die der letzten siebenten, von der Basis gerechnet, gezeichnet. Wie wir sehen, sind in diesen beiden Zellen (sowie auch in allen

Zwischenzellen) die Plastiden noch ganz gleich. Das sind kleine hellgrüne, Stärkekörnchen enthaltende Chloroplasten von typischer Bisquitform. Es ist klar, daß auch vordem diese Plastiden sich



Abb. 2. In den linken Quadranten ist die Entwicklungsgeschichte der Plastiden in einer Basalzelle des Haares dargestellt, in den rechten dasselbe bei einer Apikalzelle. Vergr. 600.

aus den kleinsten in den Embryonalzellen vorhandenen Anlagen in ganz gleicher Weise entwickelten. Aber im weiteren Verlaufe bekommt die Plastidenumwandlung in den Basal- und in den Apikalzellen einen verschiedenen Charakter.

Wenn wir ein Haar aus dem nächsten, etwas früher entstandenen Quirl entnehmen, so sehen wir, daß in seinen Basalzellen die Plastiden sich vergrößert haben, wobei sie ihre grüne Farbe und die Fähigkeit Stärke abzulagern behielten (Fig. II, links). In Blättern noch früherer Herkunft (Fig. III, links) enthalten die Basalzellen der Haare noch größere Chloroplasten, die der Form noch ganz den grünen Plastiden von Parenchymzellen des Luftblattes entsprechen. Mit anderen Worten behalten die Basalzellen des Haares hier noch ihren ursprünglichen Blattzellencharakter und dementsprechend hat auch die Plastidenmetamorphose soweit alle Merkmale einer progressiven Entwicklung.

Ein anderes Bild beobachten wir in den Apikalzellen derselben Haare (Fig. II und III, rechts). Hier verlieren die immer kleiner werdenden Plastiden ihre grüne Farbe, die Fähigkeit Stärke abzulagern und nehmen allmählich chondriosomenähnliche Formen an. So haben wir in diesem Falle das Bild der regressiven Metamorphose vor uns, was darauf hindeutet, daß die betreffenden Zellen ihren Blattzellencharakter allmählich verlieren und zu ihren neuen Funktionen übergehen.

Wenn wir noch ältere Haare beobachten (Fig. IV), so bemerken wir, daß auch in den Basalzellen die Plastiden sich allmählich in gleicher Richtung zu verändern anfangen, wie das in den Scheitelzellen der Fall ist: sie werden kleiner, verlieren die Stärke und bekommen eine höchst unregelmäßige Form. So erstreckt sich schließlich der Funktionswechsel auch auf diese Zellen.

Wenn wir nun von den aus unmittelbarer Beobachtung gewonnenen Tatsachen zu Überlegungen von phylogenetischem Charakter übergehen, so kann man, glaube ich, den Schluß machen, daß auch historisch der Funktionswechsel und die damit verbundenen Veränderungen der Haarzellen denselben Weg, wie es uns die Entwicklungsgeschichte zeigt, gegangen sind, d. h. daß diese Metamorphose zuerst die Apikalzellen der Haare, dann die Zwischen- und schließlich die Basalzellen getroffen hat. So haben wir es hier mit einem Falle zu tun, welcher dafür spricht, daß das sogenannte „biogenetische Gesetz“ von HAECKEL vielleicht auch für die Entwicklungserscheinungen im Pflanzenreiche gilt.

Die regressive Metamorphose der Plastiden bei *Salvinia natans* ist noch von einem anderen Gesichtspunkte aus interessant. Es ist bekannt, wie groß die Literatur über die Plastidenherkunft ist. Die von G. LEWITSKY vorgeschlagene Theorie, wonach Plastiden aus Chondriosomen entstehen, hat noch bis jetzt viele Gegner,

welche eifrig die ältere Anschauung vertreten und die Plastiden als Organe sui generis, die von Zelle zu Zelle vererbt und nie neugebildet werden, betrachten. Diese beiden Theorien wurden von ihren Vertretern auf dem Materiale basiert, welches uns die Entwicklungsgeschichte der Chromatophoren liefert, d. h. auf Erscheinungen der progressiven Plastidenmetamorphose. Soweit mir bekannt, wurden bis jetzt Beispiele von regressiver Metamorphose oder Degeneration der Plastiden noch nicht beschrieben, obgleich auch sie unzweifelhaft wertvolles Material zur Lösung der umstrittenen Frage bieten würden. Könnte man z. B. beweisen, daß bei der Degeneration die Plastiden schließlich in Chondriosomen übergehen, so würde dies sicher zugunsten der Neubildungstheorie sprechen. Und umgekehrt, wenn die Plastiden ihre Individualität sogar in Fällen von extremer Degeneration beibehalten würden, so würde dieser Umstand eher die Permanenztheorie unterstützen.

Diese Überlegungen und die eigentümlichen Umriss der degenerierten Plastiden von *S. natans*, welche unwillkürlich das Bild der Mitochondrien in der Erinnerung erwecken, hatten auch mir den Anlaß gegeben, deren Beziehung zu Chondriosomen aufzuklären. Die Untersuchung in vivo erschien mir für diesen Zweck als ungenügend, und deshalb bin ich zum Studium von fixiertem Material übergegangen. Abgeschnittene Wasserblätter und einzelne Haare wurden nach FAURÉ-FREMIET (2 % Osmiumsäure mit nachfolgender Bearbeitung mit 10 % Pyrogallol) fixiert, nach Durchspülung mit Gentianaviolett gefärbt und in toto mikroskopisch in Glycerin untersucht. Es zeigte sich, daß diese einfache Methode gute Resultate gab. Das Protoplasma war gewöhnlich nicht geschrumpft, der Zellinhalt war gut fixiert und gefärbt. Dabei stellte es sich sofort heraus, daß in den Haarzellen neben den chondriosomenähnlichen Plastiden immer auch echte Chondriosomen vorhanden sind, die ein ganz anderes Aussehen haben. In der Mehrzahl der Fälle hatten sie die Form sehr dünner und langer Fäden. Die Plastiden und die Chondriosomen färbten sich ganz gleich. Als ich den Charakter der Chondriosomen an fixiertem Material kennen lernte, konnte ich schon ohne besondere Schwierigkeiten sie auch in lebendigen Zellen finden. Dabei konnte man bemerken, daß sie von den Plastiden auch durch ihre beträchtlich schwächere Lichtbrechung zu unterscheiden waren.

So ergibt sich aus der Erforschung des fixierten Materiales der Schluß, daß die Plastiden von *Salvinia* im Laufe ihrer regressiven Metamorphose nie zu echten Chondriosomen werden und sogar in den ältesten Zellen, im äußersten Degenerationszustande dennoch.

ihre spezifischen Merkmale beibehalten. Diese Tatsache spricht eher zugunsten der Chromatophorenpermanenztheorie.

Aus den Beobachtungen an degenerierenden Plastiden von *Salvinia* ergibt sich noch eine Frage. Wie ich schon bemerkt hatte, geht ihre Umwandlung in farblose Körper — die Leukoplasten — mit beträchtlicher Volumenreduktion vor sich. Es wäre interessant festzustellen, auf welche Art diese „Abmagerung“ der Plastiden entsteht. Ob nicht dabei in das Plasma irgendwelche Stoffe abgeschieden werden, etwa in Form der Ausscheidung oder Abgliederung von ebensolchen Chondriosomen? Manche Bilder, welche ich unter dem Mikroskop an gefärbten Präparaten beobachten konnte, nämlich die Fälle von engen Zusammenhänge der Plastiden mit fadenförmigen Chondriosomen, lassen sich von diesem Standpunkte aus erklären. Diese Vermutung wird durch A. LÖWSCHINS Untersuchungen¹⁾ über Chondriosomenbildung in Blättern auch von rein theoretischer Seite wahrscheinlich gemacht. Übrigens sind zur endgültigen Entscheidung dieser Frage feinere und ausführlichere cytologische Beobachtungen, über die ich noch nicht verfüge, nötig.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

1. In den Haaren der Wasserblätter von *Salvinia natans* erfahren die Plastiden während des Wachstums der Zellen eine eigenartige regressive Metamorphose: in den jungen Zellen stellen sie typische Chloroplasten von regelmäßiger Bisquitform und ziemlich großen Dimensionen dar; in alten erscheinen sie als kleine farblose Körper (die Leukoplasten) mit unregelmäßigen und mannigfaltigen Konturen.

2. Diese Erscheinung steht wahrscheinlich mit dem Funktionswechsel der Wasserblätter, welche aus Assimilations- zu Resorptionsorganen werden, in Zusammenhang.

3. In verschiedenen Haaren verläuft die Plastidenmetamorphose nicht ganz gleich: in den Basalzellen bieten die Chromatophoren in ihren frühen Entwicklungsstadien viel größere Ähnlichkeit mit Chloroplasten von Luftblättern und behalten diesen ursprünglichen Charakter viel länger, als das in den Apikalzellen der Fall ist.

4. Daraus können wir schließen, daß die Apikalzellen des Haares sich früher und vollkommener als die Basalzellen ihrer neuen Funktion angepaßt haben.

1) A. LÖWSCHIN: Experimental-cytologische Untersuchung der Blätter in Zusammenhang mit der Frage über die Natur der Chondriosomen. (Russ.) 1917.

5. Obgleich die degenerierten Plastiden bei *Salvinia* äußerlich den Chondriosomen ähnlich sind, haben sie mit diesen Gebilden nichts Gemeinsames.

6. Dieser Umstand kann gewissermaßen als ein Beweisgrund zugunsten der Plastidenpermanenztheorie betrachtet werden.

13. G. v. Ubisch: 4. Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste.

(Eingegangen am 30. Oktober 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

In meinem 3. Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste¹⁾ habe ich gezeigt, daß die Kapuze als eine Art von Mißbildung beim Zusammenwirken zweier nicht zueinander passenden Grannenfaktoren auftritt. Diese Faktoren hatte ich A und K genannt. Danach sind also alle aakk-, AAkk-, aaKK-Pflanzen Grannengersten (selbstverständlich auch die Heterozygoten aaKk, Aakk); alle, die mindestens einmal A und K gemeinsam haben, dagegen Kapuzengersten. Die Heterozygoten unterscheiden sich dadurch von den Homozygoten, daß die Kapuzen „gestielt“ sind, also auf einer kurzen Granne aufsitzen. Es kommt dann noch ein dritter Faktor J dazu, der die Länge der Granne, die durch A bedingt wird, verlängert. Lange Grannen haben demnach die Formeln AAkkJJ (und die entsprechenden Heterozygoten); kurze die Formeln aaKKJJ, aaKKii, AAkkii, Kapuzen die Formeln AAKKJJ und AAKKii. (In der erwähnten Arbeit steht versehentlich p. 200 für Kapuzengerste zweimal AAKKii statt AAKKJJ und AAKKii und für kurze Grannen H. 34 AAkkJJ statt AAkkii).

Wie nun meine diesjährigen F₁-Pflanzen von Kreuzungen begrannter mit unbegranneten Formen zeigen, treten hier in gewissen Kombinationen Kapuzen auf, so daß der Verdacht nahe liegt, daß die zur Kreuzung verwendeten grannenlosen Formen den einen der Faktoren, die Grannengersten dagegen den anderen der Faktoren enthalten, die zusammen Kapuze ergeben (also die einen A, die anderen K), und daß in den Fällen, wo keine Kapuzenbildung auftritt, beide denselben Grannenfaktor führen

1) Ztschr. ind. Abstamm. und Vererbungslehre 25, p. 198—209, 1921.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Cholodny Nikolai Grigorjewitsch

Artikel/Article: [Über die Metamorphose der Plastiden in den Haaren der Wasserblätter von *Salvinia natans*. 70-79](#)