FLORA.

59. Jahrgang.

№ 12. Regensburg, 21. April 1876.

Inhalt. Dr. Velten: Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung.— J. Sachs: Zu Reinke's „Untersuchungen über Wachsthum.“ — Anzeige.
Beilage. Tafel VIII und IX.

Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung

von

Dr. Wilhelm Velten.

(Mit Tafel VIII und IX.)

Durch Bonaventuri Corti, [1]) welcher die Bewegung des Protoplasma im Jahre 1772 entdeckte, wissen wir, dass in der Kälte die Bewegung aufhört. Erst im Jahre 1837 erfahren wir aber durch Dutrochet etwas Näheres über die Einwirkung der Temperatur. Dutrochet [2]) zeigte bei *Chara flexilis*, dass eine langsame Bewegung des Plasma bei der Temperatur des schmelzenden Eises vorhanden ist, dass die Circulation (nach unserer jetzigen Begriffsbestimmung Rotation) mit Zunahme der Temperatur rascher

1) Osservazioni sulla tremella e sulla Circulazione del fluido in una pianta acquajolla. Lucca 1774.

2) Comptes rendus. Tome V. 1837. p. 777.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0179-1

wird, dass sie endlich bei 45° C. erlischt. Dutrochet steigerte ferner die Temperatur des Wassers, in dem die Pflanze sich befand mit einem Mal von 18° C. auf 27° dann auf 34°, endlich auf 40° und fand jedesmal, dass die Bewegung retardirt wird, dass aber unter dem dauernden Einfluss einer höheren Temperatur die Geschwindigkeit sehr rasch zunimmt. Es verging jeweils $^1/_4$—$^3/_4$ Stunden bis die Bewegung wiederum rapid wurde. Dutrochet drückt sich bei dieser Gelegenheit so aus: „die vitale Kraft, welche die Circulation bewirkt, hat von Neuem reagirt gegen den Einfluss der Wärme, welche sie unterdrückte." Sehr schroffe Temperaturwechsel, so ein Unterschied von 25° C. entweder nach auf- oder abwärts der Temperaturscala brachten in wenigen Minuten die Rotation vollständig zur Ruhe und sie erholte sich erst wieder nach ein bis zwei Stunden.

Im Jahre 1849 stellte alsdann Nägeli [1]) eine Untersuchung an *Nitella syncarpa* an, wobei sich ergab, dass die Zunahme der Geschwindigkeit der Rotation zwischen + $^1/_2$ und 37° C. für jeden folgenden Temperaturgrad einen kleinern Werth ausmacht. Gegen 0° war die Bewegung erloschen. Eine etwas höhere Temperatur als 37° C. sistirte momentan dieselbe. Beim Sinken der Temperatur stellte sich bald die der nunmehrigen Temperatur zukommende Geschwindigkeit ein.

Anno 1860 findet Nägeli [2]), dass auch die Bewegung der Schwärmzellen durch Wärme gesteigert wird.

Jürgensen [3]) bestätigte 1861 das für *Chara* gefundene Gesetz auch für *Vallisneria spiralis*, dass Herabsetzen der Temperatur die Circulation (Rotation) schwäche, Erhöhen bis zu einer gewissen Grenze kräftige. Nach weniger genauen Versuchen liegt nach ihm die Grenze der beschleunigenden Wirkung bei 25° R. Versuche über die Wirkung eines momentanen Temperaturwechsels ergaben, dass ein plötzliches Erwärmen auf 28°, auf 32 und 36° R. die Bewegung nicht aufhebt, während dies bei 40° R. der Fall war; die Zeit des Beobachtens ist indess bei diesen Versuchen unrichtig gewählt.

Einige Versuche, welche hier von Interesse sind, stammen ferner von Max Schultze [4]). Mittelst einer über der Lampe

1) Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. II. Heft p. 77.

2) p. 102.

3) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Herausgegeben von Heidenhain I. Heft p. 104.

4) Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen p. 47.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0180-2

erhitzten Cylinderblendung wurden die auf dem Objectträger befindlichen Zellen auf 30—40° C. erhitzt; es stellte sich heraus, dass die Schnelligkeit der verschiedenartigen Bewegungen sich mehr als verdoppelt, wenn man die Bewegung bei Zimmertemperatur als Einheit annimmt. Die grösste Schnelligkeit wurde auf diese Weise bei *Vallisneria* und *Chara* erhalten, so bei ersterer 0,015 Mm., bei letzterer 0;04 Mllm. in der Secunde. In allen Fällen verlangsamte sich die Bewegung von 30—40° an, kehrte aber, wenn die Temperatur nicht über 43° stieg, bei der Abkühlung meist bald zu der ursprünglichen Schnelligkeit zurück.

Von Wichtigkeit ist für uns ferner das Resultat, welches Sachs [1]) im Jahre 1864 veröffentlicht, dass nämlich bei Temperaturen, welche wenig unterhalb der tödtenden Grade liegen, das Protoplasma eine merkwürdige bisher unbekannte Veränderung erleidet, welche derselbe als „vorübergehende Wärmestarre" bezeichnet. Er sagt bei dieser Gelegenheit: „In diesem Falle erstarrt das Protoplasma scheinbar so, als ob es für immer getödtet wäre etc. Wärmestarre wurde durch Einwirkung von 47—48° C. während der Dauer von einer Minute, von 46—47° C. innerhalb zweier Minuten bei *Cucurbita Pepo* verursacht, wenn das Versuchshaar in Wasser lag. In Luft war sogar durch 25 Minuten lange Wirkung von 50—51° C. nur vorübergehende Wärmestarre eingetreten und andere Versuche sind ebendortselbst gleichlautend. In gleichem Sinne spricht Sachs auch von vorübergehender Kältestarre.

Kühne [2]) findet es nach im Jahre 1864 herausgegebenen Mittheilungen wahrscheinlich, dass Beschleunigungen der Bewegungen einerseits eintreten durch blosse Schwankungen, anderseits durch eine, wenn auch langsam, aber beträchtlich hoch steigende Temperatur. — Das Protoplasma der *Tradescantia*haarzellen wurde durch eine Abkühlung auf — 14° C. nicht alterirt.

1865 werden wir durch Max Schultze [3]) mit dem heizbaren Objecttisch bereichert, welcher gleich der ersten sinnreichen Vorrichtung Nägelis gestattet mikroskopische Präparate während der Beobachtung zu erwärmen, nachdem zuvor schon im Jahre 1828 C. A. S. Schultze, später Schweigger-Seidel, Beale, Thomé, Chevalier, Rollet und Andere sich primitiverer Vorrichtungen bedient

1) Flora 1864. p. 39.
2) Untersuchungen über das Protoplasma. p. 100.
3) Archiv für mikroskopische Anatomie von Schultze. I. Band.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0181-8

hatten; seine mit diesem Apparate gemachten Untersuchungen beziehen sich aber nur auf thierische Zellen.

In demselben Jahre spricht sich Sachs [1]) in Bezug auf die Verlangsamung der Bewegung bei höherer Temperatur dahin aus, dass es auch möglich sei, dass diese Erscheinung durch Temperaturschwankung hervorgebracht sei; eine Schwankung von 10—20° C. innerhalb der Grenzwerthe könne sogar nach Hofmeister die Bewegung aufheben.

Letzterer veröffentlicht hierauf 1867 seine diesbezüglichen Versuche [2]). Ein Präparat von *Nitella flexilis* wurde von ihm von 18,5° C. langsam auf 5° abgekühlt, alsdann unter das Mikroskop gebracht und beobachtet, dass die zuvor lebhafte Strömung stille stand. Dieselbe Erscheinung trat auch bei den Haaren von *Ecbalium agreste* ein, welche von 40°C. rasch auf 16° C. abgekühlt wurden. Nach kurzer Zeit aber stellte sich beim Verharren in der erniedrigten Temperatur die Bewegung wieder ein. Eben solche Erscheinungen zeigten sich auch bei plötzlicher Erwärmung, woraus Hofmeister den Schluss zieht, dass rascher und beträchtlicher Wechsel der Temperatur die Bewegungserscheinungen unterbricht.

Erst im Jahre 1867 werden wir mit dem Apparate vertraut, welchen Nägeli [3]) zu seinen früher genannten Untersuchungen benutzte. Derselbe ist im Mikroskop ausführlich beschrieben. Er zeichnet sich noch heute vor allen Andern und dadurch aus, dass das Object so gut wie genau dieselbe Temperatur besitzt, wie sie das neben demselben angebrachte Thermometer anzeigt.

Ein Jahr später macht Engelmann [4]) darauf aufmerksam, dass der Schultze'sche Objecttisch beträchtliche Fehler habe. Es wird von ihm nachgewiesen, dass die Temperatur des Präparates sehr wesentlich mitabhängt von der Temperatur des Objectivs, indirect von der Temperatur des ganzen Mikroskops. Die Fehler in der Temperaturbestimmung können nach ihm in extremen Fällen sogar 20—30° C. betragen. Engelmann meint alsdann ferner auch, dass der von Nägeli angegebene Apparat den an ihn gestellten Anforderungen nicht entspricht; es sei bei demselben keine Rücksicht auf die Abkühlung durch das Objectiv genommen. Im weitern Verlauf weist derselbe darauf hin, dass es am richtigsten

1) Pflanzenphysiologie p. 71.
2) Pflanzenzelle. p. 53.
3) Nägeli und Schwendener. Mikroskop. p. 466.
4) Archiv für mikroskopische Anatomie von Schultze. Band IV. p. 334.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0182-4

wäre Objectträger und System immer auf gleiche Temperatur zu bringen. Um dies annähernd zu bewerkstelligen, brachte Engelmann zwischen System und Tubus eine Elfenbeinröhre, um die Ableitung der Wärme, welche dem heizbaren Objecttisch entstammt, zu verhindern, wodurch aber immer noch ein Fehler von 5° C. möglich war. Schliesslich wird von ihm empfohlen, eine Thermometerscala dadurch herzustellen, dass man indifferente Körper benützt, deren Schmelzpunct constant und je um einen Grad in diesem von einander differire; diese gleichzeitig mit dem Object betrachtet würden Aufschluss über die Temperatur des letzteren geben.

1870 veröffentlicht de Vries [1]) Untersuchungen über den Einfluss plötzlichen Wechsels der Temperatur auf die Protoplasmabewegung. De Vries tauchte sein Studienobject einfach in heisses Wasser und zog es nach einigen Minuten rasch wieder aus demselben um es unter dem Mikroskop zu beobachten. Der Versuch wurde jeweils mehrmals wiederholt. So fand er in einem Wurzelhaar der *Hydrocharis morsus ranae*, deren Protoplasmabewegungsgeschwindigkeit bei 21,7° C. so gross war, dass das Plasma 1 mm. Weg innerhalb 205 sec. durchlief, dass nach dem Erwärmen auf 33° C. 240 sec. nöthig waren um dieselbe Strecke zurückzulegen. In einem zweiten und dritten Falle beim Erwärmen von 20,8, auf 27° und 24,3° C. trat dasselbe ein. Beim Erhitzen auf 34 und 33,1° stand die Bewegung still. De Vries schliesst hieraus, dass die Bewegung eine Verlangsamung erfährt, um so beträchtlicher als die Variation der Temperatur eine grössere Zahl von Graden in sich begreift. Derselbe constatirt ferner, dass durch plötzliche Abkühlung eine ähnliche Verlangsamung eintritt; so bei einer rapiden Schwankung von 28,4° auf 22°, von 40° auf 22°; bei einem Wechsel von 42,5° auf 22° C. trat Stillstand der Bewegung ein.

1871 macht Stricker [2]) sehr bemerkenswerthe Angaben über die Erwärmung der mikroskopischen Objecte mittelst des constanten elektrischen Strom's. Auf Grund der Thatsache, dass die Erwärmung eines Drahtes, der in den Leitungsbogen einer constanten Kette eingeschaltet wird, zunimmt mit der Abnahme des Querschnittes dieses Drahts, nach Riess mit dem Biquadrate des

---

1) Extrait: des Archives Néerlandaises Tom. V. 1870. De invloed der temperatuur op de levens verschijnselen der planten.

2) Handbuch der Lehre von den Geweben. p. X.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0183-0

Durchmessers desselben, lässt man einen solchen oder besser einen Stanniolstreifen um die Versuchszelle herumlaufen und kann diese durch Schliessung des Stromes erwärmen. Ein zweiter Stanniolstreifen von gleicher Breite wird an einer Stelle um das Gefäss eines Thermometers gelegt, welches dann die Temperatur zu gleicher Zeit des Centrums des Objectträgers angiebt, allerdings unter der Voraussetzung, dass an beiden Stellen genau dieselben Bedingungen herrschen. Diesem aber wird von Stricker Rechnung getragen durch Auswerthen des Thermometers mittelst Fetten von bekanntem Schmelzpunkte. Das Princip des Ganzen ist, nur das Centrum des Objectträgers oder aber nur das Deckgläschen zu heizen.

Um die Einwirkung von Temperaturschwankungen zu untersuchen leitet Stricker bald Eiswasser bald warme Dämpfe durch einen metallischen Objectträger; dabei wird der Raum, in dem sich das Object befindet, von dem Wasser umspült.

1873 endlich beschreibt Sachs [1]) einen neuen Apparat, um mikroskopische Objecte einer beliebigen Temperatur auszusetzen, wobei man während der Einwirkung das Präparat betrachten kann; es ist ein Wärmkasten, welcher Object und das ganze Mikroskop zu gleicher Zeit erwärmt. —

(Fortsetzung folgt.)

Zu Reinke's „Untersuchungen über Wachsthum"

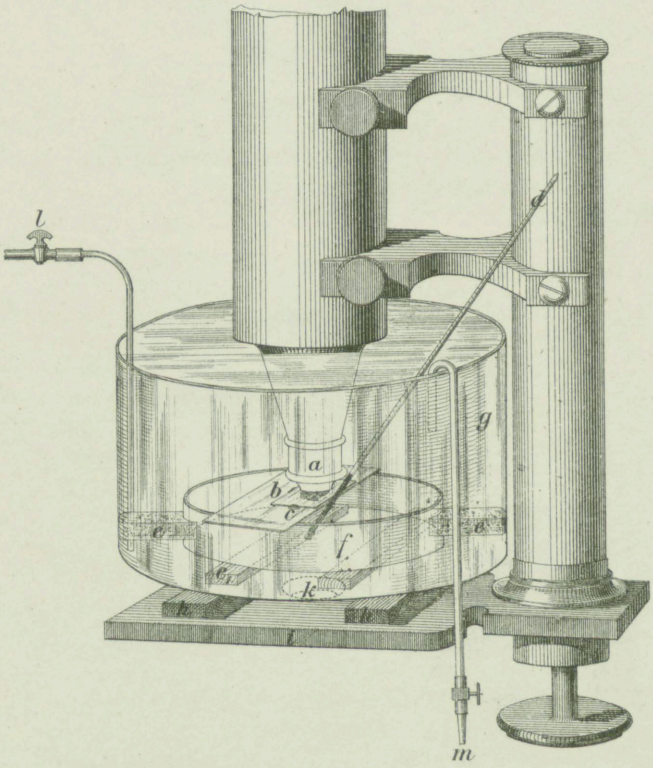
(botan.-Zeitg. 1876 Nr. 5—11) von J. Sachs.

(Fortsetzung.)

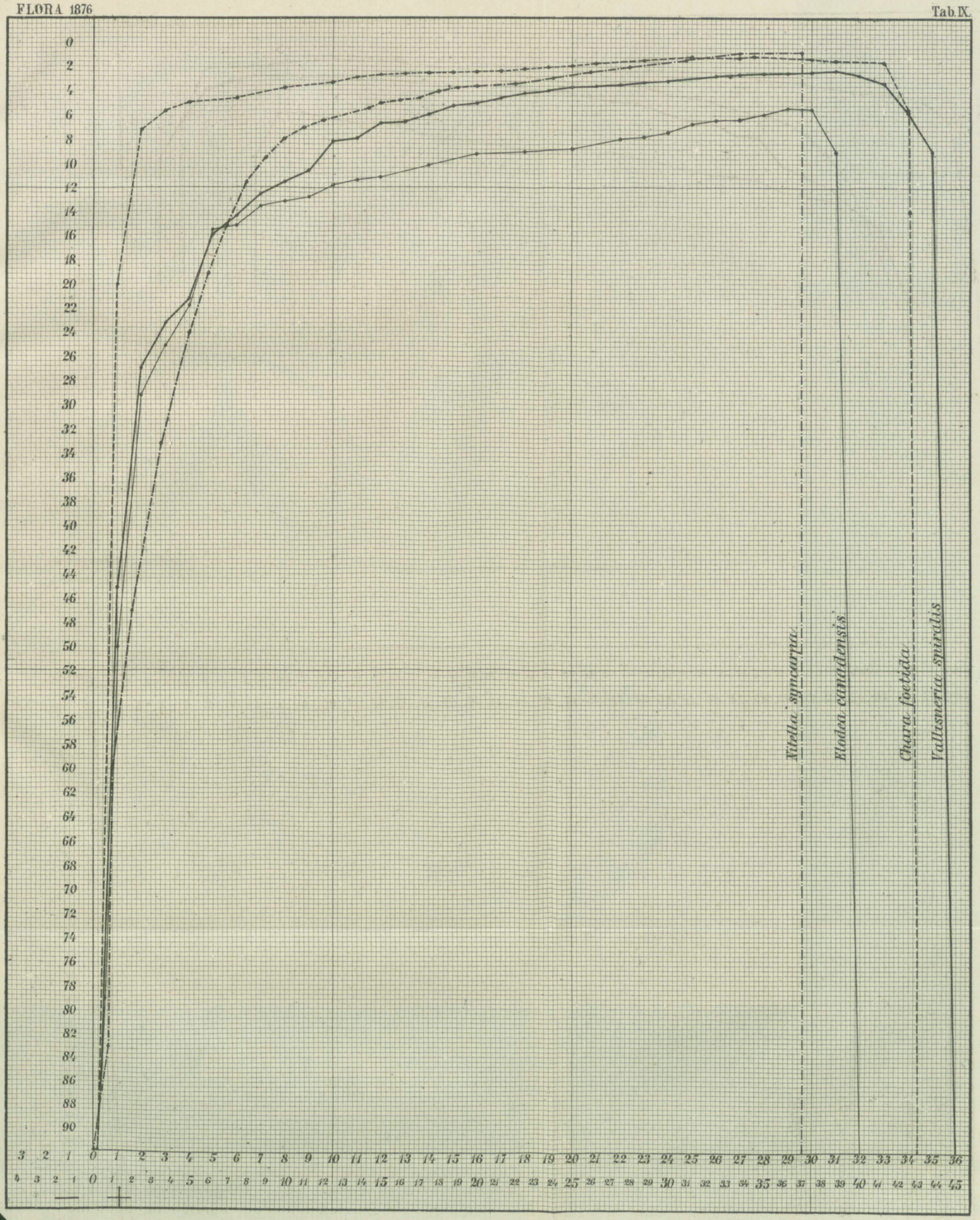
In Nr. 7 dieses Jahrgangs der Flora habe ich über die mich persönlich betreffenden Auslassungen in der oben genannten Abhandlung mich ausgesprochen. — Die nunmehr vorliegenden weiteren Fortsetzungen derselben veranlassen mich jedoch das Wort noch einmal im Interesse der Sache selbst zu nehmen. Ich finde mich hierzu veranlasst, weil es sich um gewisse Fragen der Experimentalphysiologie handelt, mit denen sich gegenwärtig nur Wenige selbstthätig beschäftigen, denen aber doch wohl eine grössere Zahl soviel wissenschaftliches Interesse zuwendet, um

1) Lehrbuch der Botanik. III. Auflage p. 644.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0184-6



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0591-9


Riella spiralis
Riella Clausonis
Chara foetida
Vallisneria spiralis

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 59

Autor(en)/Author(s): Velten Wilhelm

Artikel/Article: Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung 177-182