

Habe ich vorläufig hier in erster Linie die blauen Strahlen in's Auge gefasst wegen ihrer Beziehung zum Carotin, über welches ich Mittheilungen zu machen im Begriffe stehe, so wird eine weitere Aufgabe sein, den assimilatorischen Effect des Violett noch eingehender zu untersuchen. Die bisher von ENGELMANN, REINKE und mir erhaltenen Resultate werden sich controlliren lassen durch den Ausfall von Culturversuchen grüner Pflanzen in den verschiedenen Lichtarten unter sonst gleichen Verhältnissen. Die über diesen Punkt in der Litteratur verstreuten Angaben (BERT, HUNT, SACHS, KRAUS, MEYER, WEBER, MORGEN, MACANO etc.) weichen weit von einander ab; ich habe daher zunächst Algenculturen hinter farbigen, spektroskopisch genau definirten Schirmen aufgestellt und werde durch Trockengewichtsbestimmungen die Assimilationsfähigkeit der Algen in den einzelnen Regionen bestimmen. Der Erfolg dieser Versuche muss um so gesicherter erscheinen, als durch REINKE (Die Abhängigkeit des Ergrünes von der Wellenlänge des Lichtes 1893, Sitzungsber. d. k. p. A. d. Wiss.) der Beweis erbracht wurde, dass alle leuchtenden Strahlen des Sonnenspektrums zwischen den FRAUNHOFER'schen Linien *A* und *H* das Ergrünen der Pflanzen, wenn auch natürlich in verschiedenem Masse, bewirken. Es werden also neu sich bildende Chlorophyllkörner ergrünen und an der Assimilationsarbeit sich betheiligen können.

Für die Versuche im Violett (Strahlen rechts von *H*) wird freilich die assimilatorische Thätigkeit etwa neugebildeter Chloroplasten ausgeschlossen sein, da sie in dieser Spektralregion nicht zu ergrünen vermögen. Weitere Mittheilungen werde ich machen, wenn besseres Licht mir den Abschluss begonnener Versuchsreihen erlauben wird.

Marburg, den 30. Januar 1897.

15. Friedrich Czapek: Zur Physiologie des Leptoms der Angiospermen.

Eingegangen am 7. Februar 1897.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen, über welche ich im Nachfolgenden kurz berichte (die ausführliche Mittheilung soll bald an anderer Stelle erscheinen), lassen sich im Allgemeinen dahin zusammenfassen, dass die charakteristische Function des Leptoms der höheren Pflanzen in der Transportirung sowohl der stickstofffreien als auch der

stickstoffhaltigen organischen Baustoffe des Pflanzenkörpers besteht, dass dem Grundparenchym in krautigen Pflanzentheilen und dem Leptomparenchym der Rinde holziger Theile die Hauptrolle für die Weiterleitung der Kohlenhydrate oder Fette gewiss nicht zukommt, sondern dass dieses Geschäft von den Siebröhren und Cambiformzügen ebenso besorgt wird, wie dies für die stickstoffhaltigen Substanzen fast allgemein angenommen wird.

Im hochdifferenzirten Leptom der Angiospermen lassen sich drei physiologisch-anatomisch charakterisirte Gewebesysteme unterscheiden: 1. Das Translocationssystem, bestehend aus den Siebröhren und den Zügen der Cambiformzellen. 2. Das Absorptionssystem, bestehend in den Geleitzellen, deren Function es ist, die in den Siebröhren transportirten Substanzen aufzunehmen oder Baustoffe aus dem speichernden Gewebe aufzunehmen und dieselben an die Siebröhren abzugeben. 3. Das Speichersystem, dargestellt durch die längsverlaufenden Parenchymzüge des Leptoms sowie die Leptommarkstrahlen, Elemente, welche die zugeführten Assimilate in sich als Reservevorräthe aufzustapeln haben.

Wenn man nicht das mechanische System vom Leptom abtrennen will, sondern dasselbe mit dem Leptom als „Phloëm“ zusammenfasst, so könnte man die mechanischen Elemente als 4. Gewebeform des Weichbastes in die Aufzählung aufnehmen. Vielleicht würde sich dies sogar empfehlen, weil sich in anderen Gewebeformen des Pflanzenreiches, besonders im Holztheil, die mechanischen Elemente nicht ganz ungezwungen als nicht dazu gehörige Gebilde auffassen lassen. Ueberdies ist ja „Holz“, „Weichbast“, „Gefässbündel“ doch nur ein rein topisch-descriptiver Begriff, der physiologisch kein charakterisirtes Ganzes bildet. Im Holztheil haben wir ebensogut mechanische und speichernd thätige Elemente wie im Phloëm oder im parenchymatischen Grundgewebe krautiger Theile.

I. Die translocatorisch thätigen Elemente des Leptoms

sind das eigentlich charakteristische Gewebe der Leptomstränge. Gerade so wie die Gefässe und Tracheiden des Hadroms den Wassertransport in den hochdifferenzirten Pflanzen für sich monopolisirt haben, obgleich eigentlich alle Zellen des Organismus bis zu einem gewissen Grade zu dieser Function befähigt wären, so besorgen auch die Siebröhren und neben ihnen die Cambiformzellen des Leptoms das Geschäft der Stoffleitung zwischen den einzelnen Gliedern und Organen der Pflanze. Damit ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen, dass eine Translocation organischer Baustoffe auf andere Weise vor sich gehen könne. Dass dem wirklich so ist, zeigt ja ein Blick auf die bekannte Erscheinung, dass mit dem Blutungssaft des Holzes den wachsenden Zweigspitzen

der Bäume ganz enorme Quantitäten von Nährstoffen aus den Vorrathskammern des Speicherparenchyms im holzigen Stamme zugeführt werden.

Es sind auch thatsächlich die Leptomstränge, welche bei der Wanderung der Kohlenhydrate aus der assimilatorisch thätigen Blattspreite durch den Blattstiel in den Stamm die ausschlaggebende Rolle spielen, und es kommt in dieser Hinsicht dem Grundparenchym keine functionelle Bedeutung zu. Der experimentelle Beweis hiefür lässt sich erbringen, wenn man von der Ueberlegung ausgeht, dass im Falle des Stattfindens einer regelmässigen oder ausnahmsweise vorkommenden Leitung der Kohlenhydrate im Grundparenchym, die Transportstrasse keine unbedingt geradlinige sein muss, sondern ebenso gut eine querverlaufende, schräge oder krummlinige in Bezug auf die Längsachse des Blattstieles sein kann. Werden hingegen die Assimilate ausschliesslich innerhalb der Leptomstränge transportirt, so muss die Richtung der Leitung unbedingt eine geradlinig absteigende sein, und es muss möglich sein durch eine Durchtrennung bestimmter Leptomstränge innerhalb des Blattstieles die Entleerung der entsprechenden Spreitenantheile zu verhindern — vorausgesetzt, dass keine Anastomosen oder verschränkt laufende Leitbündel in den betreffenden Blattstielen sich vorfinden.

Wenn man bei *Vitis vinifera* oder grossblättrigen *Begonia*-Arten die Continuität des Blattstieles in einer Querschnittshälfte durch Herausnahme einer dünnen Gewebslamelle unterbricht, so gelingt es nun in der That die Entleerung derjenigen Laminahälfte, welche an der operirten Seite liegt, hintanzuhalten, was sich leicht durch die SACHS'sche Jodprobe nachweisen lässt. Nach 12—24stündiger Verdunklung ist bei warmem Wetter aus strotzend mit Stärke erfüllten Blättern alle Stärke verschwunden, und nur an der resecirten Seite der operirten Blätter ist reichlicher Stärkegehalt der Lamina zu constatiren. Macht man den Versuch aber etwa mit *Cucurbita*-Blättern, so entleert sich trotz der Resection die ganze Lamina vollständig, weil eben bei dieser Pflanze Queranastomosen zwischen den Siebsträngen bestehen, welche die Entleerung der Lamina auch von der operirten Seite her vermitteln.

Damit ist also gezeigt, dass sich der Strom der Kohlenhydrate aus den assimilirenden Organen in Stamm und Wurzel durch die Leptomstränge bewegt.

Dass es im Leptom wieder ausschliesslich die Siebröhren und Cambiformzellen sind, welche den Transport der zu befördernden Baustoffe besorgen, geht aus dem Ausfall geeigneter Ringelungsversuche hervor. Man kann wieder sagen: wenn es die genannten Elemente sind, die hierbei in Frage kommen, demnach ausgeprägt längsgestreckte, geradlinig verlaufende Elemente, so muss die einzig mögliche Art der Weiterleitung eine geradlinige sein. Ist für alle oder für einen Theil der Substanzen die Transportstrasse im Parenchym zu suchen, so muss

auch eine quere oder schräge Leitung möglich sein. Ich ringelte Weidenstecklinge derart, dass eine Rindenbrücke von mehreren Millimetern Breite übrig blieb, welche beide Ringelwundränder verband. Diese Brücke war zweimal rechtwinklig umgebogen, so dass sie aus 3 Schenkeln bestand: einem verticalen absteigenden, einem seitlich daran anschliessenden horizontalen, und endlich einem zweiten verticalen, welcher in den unteren Wundrand einmündete. Das durch den Ringelschnitt abgetrennte untere Stück des Stecklings war 2–3 cm lang. Die Erscheinungen, welche nun an solchen Zweigen auftraten, waren folgende: Der obere Wundrand entwickelte reichlich Callus und Wurzeln, ebenso spross aus dem oberen verticalen Brückenschenkel an beiden seitlichen Rändern kräftiger Callus, besonders aber am unteren Rande sehr üppig, wo auch häufig ein dichtes Wurzelbüschel stand. Sobald nun die Rindenbrücke in den horizontalen Ast überging, nahm die Callusbildung ungemein rasch ab, so dass der Rand nach 3 mm Verlauf callusfrei war. Callusfrei oder callusarm war auch der untere verticale Schenkel der Brücke, wie der untere Ringelwundrand. Es verhielt sich also nur der obere verticale Brückenschenkel so wie die Wundränder des grossen Stecklingsabschnittes. Der horizontale Ast und der untere verticale Schenkel gehörten ihrem Verhalten nach zum unteren kurzen Stück des Stecklings. Damit ist gezeigt, dass sich die Baustoffe durch den horizontalen Ast der Rindenbrücke nicht hindurchbewegen konnten, dass also eine Querleitung im Leptom so gut wie gar nicht stattfindet. Dass speciell bezüglich der Kohlenhydrate ein solches Verhältniss obwaltet, lässt sich durch analoge Versuche zeigen, welche man an Aesten im Zusammenhang mit dem Strauch anstellt. So beobachtete ich an Zweigen von *Syringa* und *Philadelphus*, welche ich in der beschriebenen Weise an dem Strauche im Freien geringelt hatte, eine deutliche Anhäufung von Stärke oberhalb der winklig gebrochenen Rindenbrücke, ein Zeichen, dass auch hier der horizontale Brückenast mittels Querleitung nicht passirt werden konnte.

Es müssen also ausschliesslich die längsgestreckten Leptomelemente, die Siebröhren und Cambiformzellen mit der Leitung der zu transportirenden Baustoffe betraut sein, und es werden sämtliche Substanzen in der gleichen Weise transportirt. Für die proteinartigen Stoffe ist es derzeit wohl fast allgemein anerkannt gewesen, dass die Siebröhren bei deren Fortleitung ausschliesslich betheilt sind. Bezüglich der Kohlenhydrate war hingegen die Ansicht bekanntlich die herrschende, dass dieselben in den stärkereichen Parenchymzügen geleitet werden. Dass dies nicht zutreffend ist, beweisen die oben angeführten Versuche. Ueberdies enthalten die Siebröhren nachweislich sehr häufig Stärke, Glucose oder Saccharose, was allerdings für sich allein genommen bezüglich des Stattfindens eines Transportes dieser Substanzen in den Elementen, in denen sie vorkommen, nichts beweist.

Es ist selbstverständlich, dass mit dem Nachweis des Transportes der organischen Baustoffe im Leptom innerhalb des Blattstieles und Stammes durchaus nichts über die Wege der Assimilate innerhalb der Lamina präjudicirt erscheint. Es ist sogar wahrscheinlich, dass die längsgestreckten Parenchymelemente der Leitscheiden die Leptomstränge in ihrer Function sehr wesentlich unterstützen, wenn ich auch nicht mit SCHIMPER¹⁾ eine ausschliessliche Bethätigung der Leitscheiden bei dem Transport der Kohlenhydrate aus der assimilirenden Spreite annehmen kann.

Im Blattstiele aber ist bereits die Leitungsfuction ausschliesslich auf die Leptomstränge übergegangen. Weitere von mir ausgeführte Versuche bezogen sich auf die Mechanik des Transportes der Baustoffe in den translocatorisch thätigen Elementen, und sie betreffen zunächst die Modalitäten der Ableitung der Kohlenhydrate aus assimilirenden Laubblättern. Ich schloss 1—2 cm lange Strecken von Blattstielen (*Cucurbita*, *Vitis*) in weite Glasröhren ein, in welche die zum Versuch verwendeten Substanzen hineingegeben wurden. Tödtet man eine derartige Blattstielstrecke ab, indem man durch den Apparat Dämpfe siedenden Wassers streichen lässt, so wird die Ableitung aus der Lamina gehemmt; die toten Elemente sind leitungsunfähig. Analog wirkt Tödtung durch Chloroform. Aber auch, wenn man unter sorgfältiger Vermeidung tödtlich wirksamer Schädigung die Blattstielstrecke mittels verdünnter wässriger Chloroformlösung narkotisirt, so hemmt man trotzdem bereits die Ableitung der Assimilate aus der Lamina. Narkotisirte Leptomelemente sind daher nicht mehr leistungstüchtig. Hingegen lässt sich sicherstellen, dass Plasmolysirung mittels Kalisalpeter oder Zuckerlösung die Fortleitung nicht beeinträchtigt. Hieraus ergibt sich, dass unabhängig von osmotisch erzeugten Druckkräften Translocation organischer Baustoffe stattfindet, dass also weder der in den Siebröhren herrschende osmotische Druck, noch die Druckwirkung der Nachbarelemente auf die Leitungsorgane ein unentbehrliches Agens für die translocatorische Thätigkeit der Siebelemente darstellt. Die Tödtungs- und Narkoseversuche weisen vielmehr darauf hin, dass der wirksame Factor bei den Translocationsvorgängen in der Thätigkeit des lebenden Protoplasmas der leitenden Elemente zu suchen ist. DE VRIES²⁾ hatte bekanntlich auf die Möglichkeit hingewiesen, dass der Protoplasmaströmung ausschlaggebende Bedeutung beim Stofftransport zukomme. Nun findet sich aber, wie mehrfach festgestellt worden ist³⁾, gerade in

1) A. F. W. SCHIMPER, Ueber Bildung und Wanderung der Kohlenhydrate in den Laubblättern. Bot. Ztg., 1885, S. 737.

2) H. DE VRIES, Ueber die Bedeutung der Circulation und der Rotation des Protoplasmas für den Stofftransport in der Pflanze. Bot. Ztg., Bd. 43, 1885, S. 1.

3) E. STRASBURGER, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891, S. 285. W. PFEFFER, Studien zur Energetik der Pflanzen. Leipzig, 1892, S. 297.

den thätigen Siebröhren kein strömendes Protoplasma mehr. Ausserdem würden, falls wirklich ein mechanisches Fortführen der zu transportirenden Stoffe durch strömendes Protoplasma der hauptsächlichliche Bewegungsmodus bei der Stoffleitung wäre, Protoplasmaverbindungen zwischen den leitenden Elementen eine unentbehrliche Einrichtung sein. Solche Verbindungen kommen aber nur den Siebröhrengliedern der Angiospermen zu, und sie fehlen den Gymnospermen und Pteridophyten.¹⁾ Ausserdem sind bei den Angiospermen selbst Protoplasmaverbindungen zwischen Siebröhren und Geleitzellen, wie ich mich durch eingehende Untersuchungen überzeugte, ein geradezu als Ausnahme zu bezeichnendes Vorkommniß, so dass gerade zwischen transportirenden und absorbirenden Zellen im Falle des Nothwendigseins von Plasmaverbindungen für den Stoffaustausch diese unentbehrliche Einrichtung fehlen würde. Es ist demnach nicht daran zu denken, dass mechanische Transportvorgänge durch Bewegung von Plasmatheilchen von Ort zu Ort bei der Stoffleitung im Pflanzenkörper die Hauptrolle spielen.

Dass aber auch eine rein physikalische, auch an anorganischen Systemen in derselben Weise vorkommende Diffusion der geleiteten Stoffe die Stoffbewegung unmöglich in ihrem vollen Umfang unterhalten könne, das beweisen unsere Tödtungs- und Narkoseversuche, und es befand sich DE VRIES in vollem Rechte, wenn er diese Erklärung zurückwies.

Die Thätigkeit des Protoplasmas bei der Stoffleitung kann demnach nicht ausschliesslich in einer Regulation der Diffusionsvorgänge durch Variation der Permeabilität bestehen, sondern wir müssen für die Stoffleitungsvorgänge annehmen, dass hierbei einerseits eine active Aufnahme der Substanzen durch das Protoplasma in Betracht kommt, andererseits eine active Abgabe der geleiteten Stoffe, worauf in der nächstfolgenden Zelle derselbe Vorgang sich wiederholt. Active Aufnahme mit chemischer Bindung und active Abgabe mit Abspaltung der abzugebenden Stoffe aus der Substanz des Protoplasmas sind stets jene Vorgänge, welche den Stoffaustausch zwischen den Zellen des lebenden Organismus vermitteln.¹⁾

Wenn die Zellen des thierischen Organismus ihren Sauerstoffbedarf aus den Spaltungsproducten des Oxyhämoglobins der farbigen Blutzellen decken, oder die Leucocyten der Lymphbahnen des Verdauungstractes die von den Darmepithelien aufgenommenen Nahrungsstoffe zugeführt erhalten und dieselben in die verschiedenen Organe weiter befördern, so betrifft dies principiell dieselben Vorgänge von Zelle zu Zelle, als wenn die leitenden Elemente der Pflanze activ die Assimilate

1) Vgl. die Arbeiten von JANCZEWSKI (*Études compar. sur les tubes cribreux*, Cherbourg, 1881); RUSSOW (*Sitzber. der Dorpater Naturf.-Ges.*, 1882); STRASBURGER (*Leitungsbahnen*, S. 71).

2) Vgl. W. PFEFFER, *Studien zur Energetik*, 1892, S. 296.

den synthetisch thätigen Zellen der grünen Blätter entnehmen, oder die Saugorgane eines pflanzlichen Parasiten ihrem Wirth die Nahrung entziehen. Assimilatorische und dissimilatorische Thätigkeit des Protoplasmas spielt bei jedem Stoffaustausch zwischen lebenden Zellen mit.¹⁾

Physiologisch-anatomisch sind die leitend thätigen Elemente des Leptoms charakterisirt durch eine Reihe von Einrichtungen, welche zur Erleichterung dieses Stoffaustausches dienlich sind. Es ist klar, dass Reihen von Zellen, bestehend aus wenigen langgestreckten Elementen, welche in den zwischengelegenen Berührungsflächen möglichst grosse Ausdehnung besitzen, am besten functioniren werden. Dieses Princip sehen wir auch bei den Siebröhren und Cambiformzellen erfüllt. Die Transportstrasse geht durch möglichst wenige und langgestreckte Protoplasten mit grosser Oberfläche; die Querwände sind, um möglichst grosse Oberfläche zu erzielen, meist stark schräg gestellt und bieten dem angelagerten Protoplasma eine grosse Fläche, von welcher die abgetrennten Substanzen in die nächste Zelle diffundiren können, um dort aufgenommen zu werden. Die höchste Vollkommenheit in Einrichtung bieten die Siebröhren der Angiospermen, deren Gliederreihen einen continuirlichen Protoplasmakörper enthalten. Es dürften hier auch die Cambiformzellen bezüglich der leitenden Function gegenüber den Siebröhren aller Erwartung nach sehr in den Hintergrund treten.

II. Das Absorptionssystem des Leptoms

besteht in den Geleitzellen der Siebröhren. Hierfür spricht eine Reihe von bereits bekannten anatomischen Eigenthümlichkeiten dieser Elemente. Einerseits sind sie den Siebröhren eng angelagert, bieten gerade diesen gegenüber eine grosse Oberfläche; hierzu kommt noch die regelmässige zu beobachtende Bildung von grossen flachen Tüpfeln an der Trennungswand von Siebröhre und Geleitzelle.²⁾ Andererseits schliessen die Geleitzellen stets an Leptomparenchymzüge, Markstrahlen an,³⁾ so dass geradeso für eine geeignete Verbindung mit dem Speichergewebe gesorgt ist, wie für einen möglichst engen Zusammenhang mit den zuzuleitenden Elementen. Dass den Cambiformzellen derartige Zellen fehlen, möchte ich geradezu als Hinweis ansehen dafür, dass diese Elemente hinsichtlich Ausgiebigkeit der leitenden Function den Siebröhren beträchtlich nachstehen müssen und dass die Cambiform-

1) E. HERING, Zur Theorie der Vorgänge in der lebendigen Substanz. Lotos, Bd. IX, 1888, Prag.

2) Zuerst gesehen bei *Vitis vinifera* von K. WILHELM (Beiträge zur Kenntniss des Siebröhrenapparates dicotyler Pflanzen. Leipzig, 1880, S. 29).

3) H. LECOMTE, Contribution à l'étude du Liber des Angiospermes. Annal. des sc. nat., Sér. VII, Tom. X, 1889, p. 232. E. STRASBURGER, Leitungsbahnen. S. 223.

zellen, dort, wo sie neben Siebröhren vorkommen, als Transportstrassen zweiten Ranges angesehen werden können.

Man kann sich vorstellen, dass die stoffaufnehmende und stoffabgebende Thätigkeit der Geleitzellen die gleiche ist, ob nun der Strom der organischen Baustoffe sich aus den Siebröhren zuleitend nach dem Speichergewebe des Leptoms bewegt, oder ob eine vorwiegende Ableitung aus dem Speichergewebe nach den Siebröhren zu stattfindet. Im ersten Falle wird auf der Siebröhrenseite der Geleitzellen eine lebhaftere Stoffaufnahme stattfinden, während auf der Seite des nährstoffarmen Speichergewebes die Stoffabgabe über die Aufnahme überwiegen muss. Im zweiten Falle ist es umgekehrt. Der sichtbare Effect, die Strömungsrichtung der transportirten Substanzen, ist eben die Differenz zwischen Stoffaufnahme und Abgabe. Dieselbe kann positiv und negativ sein.

III. Das Speichergewebe des Leptoms

oder das Leptomparenchym. Im Gegensatz zu den aus mechanischen Gründen dickwandigen Speichergewebeelementen des Holzes besitzt das Leptom in der Regel dünnwandige Parenchymzellen mit unverholzter Wand. Die Protoplasten stehen durch zahlreiche Verbindungsfäden mit einander in continuirlichem Zusammenhang. Es ist bekannt, dass in den meisten Fällen die Leptomparenchymzellen zahlreiche grosse Leucoplasten enthalten, welche reichlich Stärke produciren. Es hat dieses massenhafte Auftreten von Stärke im Leptomparenchym zur Annahme geführt, dass die Kohlenhydrate in diesen Leptomelementen wandern. Abgesehen von den oben angeführten Gegengründen ist es ja a priori unstatthaft, aus dem reichlichen Vorkommen bestimmter Substanzen im Zellinhalt bestimmter Gewebeelemente auf eine Translocation dieser Substanzen in den betreffenden Elementen zu schliessen. Die Stärke im Leptomparenchym kann nur als aufgespeichertes Material gelten, welches von dem als Speichergewebe functionirenden Leptomparenchym für künftigen Bedarf aufgestapelt wird.

So bekannt das Vorkommen von Reservekohlenhydrat im Leptomparenchym ist, so wenig scheint bis jetzt das durchaus nicht seltene reichliche Vorkommen von Reserveprotein im Speichergewebe des Leptoms beachtet worden zu sein. Bald sind es vor allem die Zellen der Leptommarkstrahlen, welche weniger Stärke und mehr Protein enthalten (*Cornus sanguinea*, *Corylus Avellana*, *Ribes rubrum*); bald enthalten die Parenchymlängszüge reichlicher Reserveprotein (*Alnus glutinosa*, *Populus tremula*, *Lycium barbarum*, *Humulus Lupulus*).

Prag, Botanisches Institut der k. k. deutschen techn. Hochschule.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Czapek Friedrich

Artikel/Article: [Zur Physiologie des Leptoms der Angiospermen. 124-131](#)