

## 11. N. Pringsheim: Ueber die Sauerstoffabgabe der Pflanzen im Mikrospectrum.

Eingegangen am 25. October 1885.

---

Gestützt auf zahlreiche Nachuntersuchungen der Engelmann'schen Beobachtungen im Mikrospectrum habe ich bereits im Februar 1884 in einer Sitzung der physik. Classe der Berliner Academie der Wissenschaften in einem Vortrage, den ich dort mit Demonstrationen verband, nachweisen können, dass „die Coincidenz der Maxima der Sauerstoffabgabe grüner Organismen im Mikrospectrum mit den Maximis der Lichtabsorption im Chlorophyll“, welche von Engelmann in seinen Abhandlungen so zuversichtlich behauptet wird, nicht stattfindet.

Die Umstände, die mich bisher abhielten jenen Vortrag zu veröffentlichen und den Angaben Engelmanns, die, nur zu bereitwillig von manchen Botanikern als Stütze der alten Chlorophylltheorie angesehen wurden, entgegenzutreten, lagen, abgesehen von äusseren Veranlassungen, zumeist in dem Wunsche, meine Versuche über den Gegenstand, die ich bis dahin nur an rein chlorophyllgrünen Pflanzen ange stellt hatte, auch auf andersfarbige Pflanzen auszudehnen.

Inzwischen habe ich mich in vielfach veränderten Versuchen immer wieder von Neuem von der Richtigkeit meiner eigenen Befunde, die im Gegensatze zu denen von Engelmann stehen, überzeugen können, und war auch im Stande sie nach der eben angedeuteten Richtung zu vervollständigen. Die Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen und die sich daran anknüpfenden Folgerungen, die für die bestehende Controverse über die Chlorophyllfunktion von Belang sind, beabsichtige ich in der nöthigen Ausführlichkeit an anderer Stelle zu veröffentlichen. Hier will ich, veranlasst durch die in einer vorhergehenden Sitzung dieser Versammlung angeregte Debatte über den Gegenstand, nur den wesentlichsten Theil der von mir gewonnenen Resultate hervorheben, um sie zur vorläufigen Kenntnissnahme der Botaniker zu bringen.

Die Andeutung der Ursachen, welche den Mangel der Uebereinstimmung in meinen und den Engelmann'schen Beobachtungen aufzuklären geeignet wären, verlangt eine zu weit gehende kritische Darlegung der angewandten Methode und muss ich deshalb für jetzt und an dieser Stelle hiervon absehen.

Nur soviel sei doch erwähnt, dass ich die von Engelmann ein-

geführte Beobachtung der Bacterien-Bewegung im Microspectrum für die Entscheidung der hier vorliegenden Frage zwar für ausserordentlich bequem und auch für wohl geeignet halte, um eine übersichtliche Anschauung über die Orte grösster Ansammlung der Bacterien zu gewähren, dass ich sie dagegen andererseits für ganz unbrauchbar erklären muss, sobald es sich um eine genaue, mit exacten Zahlen zu belegende, quantitative Bestimmung der Grösse der Bewegung in den verschiedenen Spectralregionen handelt.

Dies vorangeschickt kann ich gleich an die Spitze meiner gegenwärtigen Mittheilung das Ergebniss meiner Befunde im Microspectrum dahin zusammenfassen, dass die Darstellung Engelmann's von der Bewegung der Bacterien in der Nähe eines grünen, Sauerstoff entwickelnden, Objectes im Microspectrum keineswegs ein getreues Bild der Erscheinung wiedergiebt, und daher durchaus nicht zu den von ihm gezogenen Schlüssen über die Coincidenz der Maxima von Sauerstoffabgabe der Pflanze und Absorption im Chlorophyll berechtigt.

Constatirt man zunächst mit derjenigen Praecision, welche — zumal bei der geringen Ausbreitung des microscopischen Spectrums — hier unerlässlich ist, die Stelle grösster Absorption der grünen Zellen in der schwächer brechbaren Region des Spectrums, so liegt diese bekanntlich zwar im Roth, aber da hier keine alkoholische oder ätherische Chlorophylllösung, sondern die grüne Zelle selbst zur Untersuchung vorliegt, nicht, wie es hin und wieder wohl approximativ, auch von Engelmann, angegeben wird, in der Mitte zwischen B und C Fraunhofer, oder gar in der Nähe von C, sondern vielmehr in der Nähe von B, etwa bei  $B \frac{1}{4} C$ .

Nun steht fest, dass der Ort der grössten Ansammlung der Bacterien mit dieser Stelle grösster Absorption kaum je genau übereinstimmt, und ferner ist es ebenso gewiss, dass der Eindruck, den die relative Grösse der Bewegung in den verschiedenen Spectralregionen hervorruft, bei verschiedenen Versuchen ein wechselnder ist und nicht einmal in ein und demselben Versuche sich stets constant und unverändert erhält.

Genauer dargestellt bietet die Bacterien-Bewegung in diesen Versuchen folgendes Bild.

Unter allen Umständen erscheint die Bewegung längs des im Microspectrum beleuchteten grünen Objectes in der minder brechbaren Hälfte des Spectrums ungemein stärker, als in der stärker brechbaren Hälfte; also im Roth und Gelb bis Grün stärker, als im Blau und Violett. Hiervon ist es äusserst leicht sich zu überzeugen. Auch herrscht, wenn wir Engelmann ausnehmen, über diese leicht constatirbare, und von meinem Gesichtspunkte schon an sich entscheidende Thatsache, dass nämlich im blau-violetten Theile des Spectrums bis ans sichtbare Ende desselben hin die Bewegung relativ zur Grösse der Absorption im Chloro-

phyll äusserst gering ist, unter allen genaueren Beobachtern eine vollkommene Uebereinstimmung.

Was aber die minder brechbare Hälfte des Spectrums, die Region von B bis etwa  $D \frac{1}{2} E$  betrifft, in welcher eben die vorwiegend lebhafteste Bewegung der Bakterien beobachtet wird, so liegt in der grossen Mehrzahl der Fälle, in welchen eine deutliche und scharfe Beobachtung möglich ist, der Hauptsitz der Bewegung hier unfraglich hinter C Frauenhofer, beim Uebergange vom Roth ins Orange, oder im Orange selbst, jedenfalls in der Region zwischen C und D. Das eigentliche Maximum innerhalb dieses Hauptsitzes der Bewegung, soweit es noch genauer bestimmbar ist, scheint etwa in der Mitte zwischen C und D zu liegen; doch ist dies durchaus nicht absolut constant; oft erscheint dasselbe in dem Raume zwischen C und D näher an C zu rücken, oft näher an D.

Die hier angegebene Lage des Maximums scheint die regelmässige, so zu sagen, die normale zu sein, wenigstens ist sie die häufigste und gewöhnlichste. Das Maximum liegt daher der Regel nach schon entschieden hinter dem bekannten Chlorophyllband I im Roth, oder doch unmittelbar an dessen nach Gelb zu liegendem Rande.

Neben diesem regelmässigen Vorkommen sind mir aber auch andere, seltener Fälle aufgestossen, wo dasselbe nahe bei C, auf C selbst, oder sogar noch ein klein wenig vor C zu liegen schien. Andererseits habe ich aber, gleichfalls bei chlorophyllgrünen Objecten, auch einzelne solche Fälle beobachtet, in welchen das Maximum sogar noch hinter D, schon im Anfang des Grün lag.

Von dem Orte dieses Maximums fällt unter allen Umständen die Bewegung allmählich, aber nicht immer continuirlich, nach dem blauen Ende hin ab. Im Blau selbst und weiter im Violett ist dann, wie bereits erwähnt, die Bewegung unverhältnissmässig und auffallend schwach; jedenfalls schwächer als z. B. an jeder beliebigen Stelle innerhalb der Region D bis E Frauenhofer, wo bekanntlich die Absorption im Chlorophyll eine verhältnissmässig nur geringe ist.

Das unmittelbare Ergebniss meiner Untersuchungen an chlorophyllgrünen Pflanzen im Microspectrum, wie sich dasselbe zunächst ohne jede weitere theoretische Deutung, rein empirisch, herausstellt, lässt sich demnach dahin zusammenfassen:

1. Eine constante Coincidenz der Maxima von Absorption und Sauerstoffexhalation im Microspectrum findet weder im Roth noch im Blau statt.
2. Wenn die Bewegung im Roth auch häufig eine grosse Energie zeigt, so liegt das Maximum derselben doch vielleicht nie an der Stelle maximalster Absorption bei  $B \frac{1}{2} C$ , sondern gewöhnlich hinter C, meist nahe der Mitte zwischen C und D,

und seine Lage unterliegt ferner selbst bei Exemplaren derselben Pflanze nicht unerheblichen Schwankungen.

3. In dem ganzen blau-violetten Ende des Spectrums ist die Bewegung relativ zu der hier vorhandenen starken Absorption im Chlorophyll stets nur äusserst schwach.

Nach meinen Untersuchungen ist demnach bei den Versuchen im Microspectrum eine Proportionalität zwischen Sauerstoffabgabe und Absorption im Chlorophyll nicht vorhanden, und meine Befunde stehen hierin zu denen von Engelmann in entschiedenem Gegensatz.

Ich darf jedoch schon hier nicht unerwähnt lassen, dass Engelmann seine Angaben noch durch numerische Daten über die relative Grösse der Bacterien-Bewegung in den Spectralregionen zu stützen gesucht hat<sup>1)</sup>. Diese Zahlenwerthe, die er gleichfalls mit seiner Methode gewonnen hat, liegen seinen Curven über die Sauerstoffabgabe im Spectrum zu Grunde und die auffallenden Abweichungen, die auch in seinen eigenen empirischen Befunden zwischen der Absorptionscurve des Chlorophylls und dem vermeintlichen Gange der Sauerstoffabgabe noch bestehen, will Engelmann bekanntlich durch eine Hypothese über die chemische Lichtwirkung heben, nach welcher die Grösse des photochemischen Effectes ausschliesslich von der Energie der Strahlung und ihrer Absorption im lichtempfindlichen Körper bestimmt werden, dagegen von der Wellenlänge unabhängig sein soll.

Ferner sucht Engelmann dort auch noch einen indirecten Beweis für die Richtigkeit der von ihm gefundenen Zahlenwerthe und seiner theoretischen Anschauungen beizubringen. Diesen findet er in einer merkwürdigen Uebereinstimmung, die sich, bei Zugrundelegung seiner Zahlenwerthe über die Grösse der Bacterienbewegung in den Spectralregionen, zwischen seinen microscopischen Beobachtungen und den physikalischen Bestimmungen über die Verbreitung der Sonnenenergie im Spectrum herausstellen soll.

In der Deduction, sowie in der versuchten Beweisführung Engelmann's sind aber erhebliche Irrthümer enthalten, die dieselben illusorisch machen. Ich habe schon erwähnt, dass die Bewegung der Bacterien und namentlich der Beginn derselben, welchen Engelmann zur Bestimmung der entwickelten Sauerstoffmengen benützt, kein irgendwie brauchbares Maass für quantitative Bestimmungen abgiebt. Dieser Umstand entzieht seinen Zahlenwerthen von vornherein jeden sicheren Boden. Dann lässt sich gleichfalls leicht zeigen, dass auch die Hypothese von der Unabhängigkeit des photochemischen Effectes von der Wellenlänge des Lichtes, die die Grundlage seiner Schlussfolgerungen bildet, nicht annehmbar ist. Sie ist theoretisch unzulässig und empirisch unrichtig. Endlich aber wird die so merkwürdige Ueberein-

---

1) Bot. Zeit. 1884. No. 6 u. 7.

stimmung, welche zwischen der Berechnung der Sonnenenergie aus seinen Beobachtungen an Bacterien und den physikalischen Wärmebestimmungen der Spectralregionen bestehen soll, thatsächlich durch die Anwendung einer unrichtigen Formel erreicht, welche die Relation zwischen Energie, Absorption und photochemischer Wirkung, die Engelmann erweisen will, und von der er bei seiner Berechnung ausgeht, falsch ausdrückt. Ich muss daher die Engelmann'sche Beweisführung seiner Angaben durchweg für verfehlt erklären.

Meiner Ansicht nach war es auch wesentlich nur der Wunsch die alte Chlorophylltheorie zu retten, für welche ja bisher noch jeder Versuch einer directen Beweisführung misslungen ist, der eine Anzahl jüngerer Physiologen und Botaniker veranlasst hat, ohne jede Prüfung die wenig begründeten Engelmann'schen Befunde so bereitwillig aufzunehmen, und dieselben als Beweise für die directe chemische Theiligung des Farbstoffes an der Kohlensäure-Zersetzung zu verwerthen.

Mit dem Nachweise des Mangels der Coincidenz zwischen dem Gange der Lichtabsorption im Chlorophyll und der Sauerstoffabgabe im Microspectrum, den ich hier gegeben habe, fällt nun, wie ich meine, für die Anhänger der alten Chlorophylltheorie auch der letzte Anhaltspunkt, den ihnen die Untersuchungen von Engelmann wieder zu bringen schienen.

An die vorhergehende Mittheilung meiner Beobachtungen im Microspectrum muss ich noch einige Bemerkungen über ihre Beziehung zur Frage nach der Chlorophyllfunction, und ihr Verhältniss zu den früheren, mit anderen Methoden ausgeführten Untersuchungen derselben Art anknüpfen.

Die grossen Widersprüche in den Angaben der verschiedenen Experimentatoren über die Abhängigkeit der Sauerstoffabgabe grüner Pflanzen von der Farbe des Lichtes stehen einander bekanntlich schroff gegenüber. Die zahlreichen, durchweg zuverlässigen Beobachter, welche das Maximum der Sauerstoffabgabe im Gelb finden, verdienen, wie ich meine, unbedingt das gleiche Vertrauen, wie diejenigen, welche dasselbe ins Roth verlegen. Die Vertheidiger jeder dieser beiden, sich gegenüber stehenden Behauptungen erklären die Angaben ihrer Gegner kurzweg für einen Irrthum; aber die Einen wie die Andern sind nicht im Stande ihn aufzuklären. Die unleugbaren Mängel der verschiedenen Methoden, die übrigens auf allen Seiten vorliegen, — die Unreinheit des Spectrums, die Ungenauigkeit der Gasbestimmung, die geringe Anzahl der Versuche und die Beschränkung derselben auf eine oder wenige Pflanzen — erweisen sich bei näherer Untersuchung als Fehler geringerer Ordnung, die in keinem Falle genügen, um die Resultate als werthlos oder unbrauchbar zu erweisen. Unmöglich lassen sich aus ihnen jene grossen Abweichungen in den Angaben, die hier vorliegen, erklären. Keineswegs wird z. B. aus ihnen ersichtlich und verständlich, wie so

Pfeffer das Maximum bei D, Reinke bei B findet. Solche Differenzen schliessen die Möglichkeit, dass sie auf blossen Irrthum beruhen, der durch kleine Fehler in der Methode verursacht ist, aus, und die geringe Verschiebung, welche die Lage des Maximums durch die Unreinheit des Spectrums wirklich erleidet, kann bei einigermaassen rationeller Anordnung der Versuche niemals so weit gehen, um das Maximum von B nach D, oder umgekehrt von D nach B zu verlegen. Man wird daher von vornherein zu der Annahme geführt, dass die Differenzen im Befunde in dem Gange der Erscheinung selbst ihren Grund haben müssen, und durch die Inconstanz der Lage des Maximums unter verschiedenen Umständen bedingt sind.

Diese Auffassung entspricht ganz der Anschauung, die ich über den Vorgang der Sauerstoffabgabe in den Pflanzen, wiederholt entwickelt habe<sup>1)</sup>. Die Grösse derselben ist das complicirte Resultat verschiedener Factoren; sie ist nicht allein und ausschliesslich von den Absorptionen im Chlorophyllfarbstoff abhängig. Die Versuche im Spectrum, wie sie bisher angestellt sind, beherrschen eben nicht alle Bedingungen der Erscheinung, sie können daher unmöglich zu völlig übereinstimmenden und constanten Ergebnissen führen. Meine Beobachtungen im Microspectrum bestätigen in dieser Hinsicht nur die Schlüsse, die ich schon in früheren Abhandlungen gezogen habe.

Die Inconstanz der Lage des Maximums, die sich bei ausgedehnteren Untersuchungen herausstellt, und der Befund, dass dasselbe in der überwiegend grössten Anzahl der Fälle zwischen C und D Fraunhofer liegt, lehren nun aber mit Entschiedenheit, dass die vielbesprochene Proportionalität zwischen Absorption im Chlorophyll und Grösse der Sauerstoffabgabe nicht besteht.

Wollte man aber auch meinen Befunden über die gewöhnliche Lage des Maximums zwischen C und D, und den gleichlautenden so vieler anderen zuverlässigen Beobachter jeden Werth absprechen aus keinem anderen Grunde, als weil es einige divergirende Stimmen giebt, die ihre Einzelbefunde in unberechtigter Weise verallgemeinern, so ist doch zum Mindesten eine Thatsache im Spectrum festgestellt, über welche gar keine Divergenz der Meinungen und Angaben besteht, und die für sich allein völlig genügt, um den Satz von der Unproportionalität zwischen Absorption und Sauerstoffabgabe, den ich hier vertheidige, sicher zu stellen. Es ist dies das schon mehrfach hervorgehobene Factum, dass im ganzen blau-violetten Ende des Spectrums die Sauerstoffabgabe bei allen Versuchen — bei künstlicher Beleuchtung und im Tageslicht — ausnahmslos eine unverhältnissmässig geringe ist.

Man hat zwar dem gegenüber auf die geringe mechanische Energie

1) Jahrb. f. wiss. Bot. XII. 288 u. f. und XIII. p. 377 u. f.

der blau-violetten Strahlengattungen hingewiesen und deshalb die geringe Sauerstoffabgabe im blau-violetten Ende des Spectrums als nur natürlich und selbstverständlich bezeichnen wollen. Allein dieser Erklärungsversuch, an sich ungenügend, bewegt sich in einer falschen Richtung, denn man übersieht hierbei gerade den eigentlichen Punkt, auf den es bei der Erklärung ankommt. Bei der Aufgabe, die hier vorliegt, handelt es sich nämlich gar nicht um die Erklärung und das Verständniss der Grösse der Sauerstoffabgabe in den verschiedenen Spectralregionen, sondern vielmehr wesentlich und allein um das Verständniss der Lichtabsorptionen im Chlorophyll, und um den Nachweis ihrer physiologischen Wirkung; ganz im Besonderen aber um den biologischen Werth der blau-violetten Absorptionen im Chlorophyllkörper. Wenn die Frage, die ich aufgeworfen habe, erörtert wird, ob die Absorptionen des Chlorophylls im Zerlegungsacte der Kohlensäure die wirksamen sind, oder nicht; so verlangt eben zu ihrer Bejahung offenbar das anerkannte biologische Gesetz der zweckmässigen Anpassung eines Organes an seine Funktion, dass der Farbstoffkörper, dessen Lichtabsorptionen die Zersetzung ausführen, auch vorzugsweise diejenigen Absorptionen besitzt, die zur Zersetzung tauglich und befähigt sind. Wenn irgendwo, hat dieser biologische Gesichtspunkt, bei der weiten Verbreitung des Chlorophylls in der Pflanzenwelt und seiner charakteristischen Coexistenz mit der Sauerstoffabgabe, hier seine Berechtigung.

Da nun aber erwiesenermaassen die blau-violetten Strahlen bei der Zersetzung der Kohlensäure nur wenig — man kann sagen, im gewöhnlichen Tageslichte fast gar nichts — leisten, so erscheinen sie offenbar vom Gesichtspunkte der alten Chlorophylltheorie für überflüssig. Für ihre Existenz in dem wirksamen Farbstoffe der Pflanze fehlt in der alten Theorie jede biologische Erklärung ihres Zusammenhanges mit der Kohlensäure-Zersetzung. Es wird alsdann aber schwer, die Annahme zu vertheidigen und festzuhalten, dass das Chlorophyll, dessen hervorragende Farben-Eigenschaft in dem Verschlucken des blau-violetten Theiles des Spectrums besteht, trotzdem wesentlich oder allein der Zersetzung der Kohlensäure dienen soll. Die Annahme steht jedenfalls nicht mehr im Einklange mit seiner Farbe. Unbedingt müssen doch die blau-violetten Absorptionen im Chlorophyll, und daher das Chlorophyll selbst, in dem Processe der Lichtwirkung auf die Pflanze eine besondere, von der Kohlensäure-Zersetzung verschiedene, Function ausüben. Dieser Gesichtspunkt ist an sich so einleuchtend und überzeugend, dass er auch von den Anhängern der alten Chlorophylltheorie nicht mehr, wie bisher geschah, wird übersehen und ignorirt bleiben können.

Nun kann man aber auch nicht, wie dies neuerdings von Reinke versucht wurde, die Schwierigkeiten, die hieraus für die alte Theorie erwachsen, dadurch heben wollen, dass man annimmt, die Zersetzung

der Kohlensäure sei auf die rothen Absorptionen, und eine durch sie characterisirte Atomgruppe im Chlorophyll beschränkt.

Zunächst würde dies ja schon eine wesentliche Modifikation der alten Chlorophylltheorie in meinem Sinne in Betreff der blauen Absorptionen verlangen, deren biologische Bedeutung durch die alte Vorstellung unerklärt bliebe. Allein ganz abgesehen hiervon ist diese Anschauung an sich unzulässig.

Reinke wurde bei seinen Untersuchungen im Spectrum<sup>1)</sup> auf sie geführt, weil er das Maximum der Sauerstoffabgabe im Roth in der Nähe von B fand, sich aber zugleich davon überzeugte, dass im Blau auch bei Aufhebung der Dispersion die Sauerstoffabgabe nur eine äusserst schwache ist.

Er tritt deshalb bezüglich der Wirkungsweise der blauen Absorptionen ganz auf meine Seite, glaubt aber wegen seiner Befunde im Roth die directe chemische Betheiligung des Chlorophylls am Zerlegungsacte festhalten zu müssen, und stellt nun, im Anschluss an eine Aeusserung von Hoppe-Seyler, die Vermuthung auf, dass die Zerlegung der Kohlensäure nicht vom ganzen Molecül des Chlorophylls ausgeht, sondern von einer bestimmten hypothetischen Atomgruppe desselben, welche optisch durch die Absorption der rothen Strahlen sich bemerkbar machen und durch sie characterisirt sein soll.

Auf das Hypothetische dieser Annahme, die, wie jeder Versuch einer Rettung der alten Chlorophylltheorie, sogleich ohne weitere Prüfung ihre Anhänger — z. B. an Tschirch — gefunden hat, soll hier nicht weiter eingegangen werden, nur auf eine einzige Thatsache will ich hier hinweisen, welche die Unhaltbarkeit auch dieser Vorstellung demonstirt. Ihr widersprechen nämlich auch, wenn man die Erscheinungen an grünen Pflanzen als streitig betrachten und nicht berücksichtigen wollte, schon die Erfahrungen an nicht rein-chlorophyllgrünen Pflanzen aufs entschiedenste und schärfste.

Jede braune und rothe Alge aus der Gruppe der Phaeosporeen, Fucaceen und Florideen zeigt in ihrem Absorptionsspectrum denselben dunklen Absorptionsstreifen im Roth, der genau dem Chlorophyllbande I entspricht. Sie müsste demnach nach jener Vorstellung in ihrem Farbstoffe — ganz gleichgiltig, ob man diesen als eine blosser Chlorophyllmodification, oder ein Gemenge von Chlorophyll mit einem anderen Farbstoffe ansieht — gleichfalls jene von Hoppe-Seyler und Reinke vorausgesetzte, merkwürdige Atomgruppe enthalten, welcher die Zersetzung der Kohlensäure zukommen soll. Nichtsdestoweniger fällt aber bei allen diesen Pflanzen, wenn man ihre Sauerstoffabgabe im Microspectrum untersucht, das Maximum derselben mit einer Entschieden-

1) Siehe diese Berichte Bd. I. p. 414 und p. 422 und Botan. Zeit. 1884. No. 1—4. Schlussbemerkungen.



heit, die hier jeden möglichen Zweifel ausschliesst, weit ins **Gelb** und **Grün** des Spectrum hinein, und die Stelle, die dem dunklen Chlorophyllband I entspricht, zeigt hier sogar regelmässig stets nur eine auffallend geringe Sauerstoffabgabe. Es ist dies offenbar ein Beweis dafür, dass die rothen Strahlen zwischen B und C nicht vorzugsweise der Zersetzung der Kohlensäure dienen, und dass die ganze Vorstellung einer besonderen, diese rothe Strahlengruppe absorbirenden Atomgruppe im Chlorophyll, welcher die Zerlegung der Kohlensäure *κατ' ἐξοχήν* übertragen sein soll, ohne innere Wahrheit und Berechtigung ist.

Hierauf, wie auf die andern, in dieser vorläufigen Mittheilung nur kurz berührten, Thatsachen und Schlüsse werde ich in erweiterter Behandlung nächstens an anderer Stelle zurückkommen.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Pringsheim Nathanael [Nathan]

Artikel/Article: [Ueber die Sauerstoffabgabe der Pflanzen im Mikrospectrum. LXXII-LXXX](#)