

densten Rassen, jedoch in unverkennbarer Häufigkeit bei gewissen wilden Rassen, die wir auch sonst als niedere zu bezeichnen pflegen. Beide entsprechen kaum Zuständen der normalen Entwicklung: die katarrhine Nase stellt einen Defektzustand dar, bedingt durch mangelhafte Ausbildung der Nasenbeine; der Stirnfortsatz der Schläfenschuppe dagegen ist ein positiver Auswuchs, der sich über Teile der Schläfengegend erstreckt, wohin sonst die Schläfenschuppe gar nicht reicht. Beide Zustände entsprechen ganz genau gewissen Zuständen des Skelets bei anthropomorphen Affen; beide sind also zweifellos pithekoid. Aber der Gedanke an eine pathologische Entstehung liegt bei der katarrhinen Nase näher, bei dem Stirnfortsatz der Schläfenschuppe sehr fern, denn die erstere ist eine Hemmungsbildung, der andere dagegen eine progressive, außerhalb des menschlichen Typus liegende Erscheinung¹⁾. Atavismus kann daher recht wohl zur Erklärung des Stirnfortsatzes angerufen werden, während er zweifelhaft ist inbezug auf die Katarrhinie.

(Schluss folgt.)

Ueber die Sauerstoffabgabe der Pflanzen im Mikrospektrum.

Von **N. Pringsheim.**

(Schluss.)

IV. Relative Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe brauner und roter Pflanzen im Mikrospektrum.

Die verschiedenfarbigen, nicht chlorophyllgrünen Gewächse, welche gleich diesen und unter denselben Umständen, wie diese, Sauerstoff ausscheiden, sind offenbar wegen ihrer abweichenden Absorptionsverhältnisse geeignet, weitere Beiträge zu der Frage nach der Wirkung der Lichtabsorptionen in den Farbstoffen, die bei der Assimilation beteiligt sind, zu liefern. Engelmann hat auch bei ihnen die gleiche Relation zwischen Absorption, Energie und Sauerstoffabgabe finden wollen, die er für die chlorophyllgrünen Gewächse in Anspruch nimmt. Er behauptet, dass auch hier die gesamte Lichtabsorption zur Kohlensäurezersetzung benutzt wird, und dass dies bei der Beobachtung im Mikrospektrum durch die Koinzidenz der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe zum Ausdruck gelangt.

Auch hier haben aber meine eignen Untersuchungen im Mikrospektrum ein abweichendes Ergebnis gebracht.

1) Man vergl. meine Abhandlungen über den Schädel des jungen Gorilla (Monatsberichte der königl. Akademie d. Wissensch., 1880, S. 523. Sitzungsberichte 1882, 22. Juni).

Die Unproportionalität zwischen der Gesamtgröße der Lichtabsorption der Pflanze und der Größe ihrer Sauerstoffabgabe, die nach meinen Erfahrungen und Anschauungen eine allgemeine Erscheinung der assimilierenden Pflanzen jeder Farbe bildet, tritt bei den nicht chlorophyllgrünen Pflanzen mindestens in ebenso großer Schärfe, wie bei den chlorophyllgrünen, hervor, und zudem kommen hier wegen der abweichenden Absorptionsbedingungen Verhältnisse zur Anschauung, welche deutlich nachweisen, dass die vorwiegende Bedeutung, welche man in letzter Zeit wiederum den Absorptionen im Rot zwischen *B* und *C* für die Kohlensäurezersetzung zuerkennen will, ihnen nicht zukommt.

a) Die Absorptionserscheinungen bei Phaeosporeen, Fucaceen und Florideen.

Für die olivbraunen Pflanzen sollen mir hier die Sphacelarien, namentlich *Sph. olivacea* als Beispiel dienen. Die Lichtabsorptionen der andern Phaeosporeen und der Fucaceen, die ich untersucht habe, schließen sich nach meinen bisherigen Erfahrungen ohne andere Unterschiede, als solche, die notwendig durch eine verschiedene Tiefe der Färbung bedingt sind, denen der Sphacelarien, wie es scheint, genau an, und ebenso scheint auch der Gang der Sauerstoffabgabe bei allen hierher gehörigen braunen Pflanzen, soweit wenigstens die Frage der Koinzidenz der Maxima und Minima von Absorption und Sauerstoffausscheidung in betracht kommt, nicht wesentlich abzuweichen.

Tief braune Aeste und Stämme von *Sphacelaria olivacea* zeigen nun trotz der auffallenden Abweichung in der Farbe, die zwischen ihnen und den eigentlich chlorophyllgrünen Gewächsen besteht, dennoch im Mikrospektrum ein Absorptionsbild, welches inbezug auf die Lage der Maxima deutliche Chlorophyllcharaktere an sich trägt. Ihr Spektrum erscheint deshalb dem einer grünen Konferte überaus ähnlich. Chlorophyllband I und die Endabsorption treten ebenso und an derselben Stelle wie z. B. bei einer *Cladophora* auf. Von den Chlorophyllbändern II, III und IV im Orange und Grün ist bei den dünnen mikroskopischen Objekten, die auch hier immer vorliegen, ebenso wenig wie dort eine Andeutung vorhanden. Auch hier gelangt die unbestimmtere Verdunkelung der Region im äußern Rot zwischen *a* und *B* Fraunhofer und hinter *C*, von der in manchen Fällen schon bei grünen Zellen Spuren auftreten, zur Wahrnehmung, und zwar gewöhnlich viel kräftiger und entschiedener als dort. Namentlich bei weniger intensiver Beleuchtung — z. B. im Gaslicht — erscheint hierdurch in dickern und dunkler gefärbten olivbraunen Zellen oft der gesamte rote Anfang des Spektrums bis zur Linie *C* fast gleichmäßig verdunkelt. In dieser kontinuierlichen Verdunkelung zeichnet sich die Stelle zwischen *B* und *C*, wo das Chlorophyllband I liegt, nicht immer durch auffallend tiefere Verdunkelung aus. Es ist daher

bei tief braunen Zellen mitunter schwer, die eigentliche Begrenzung des Chlorophyllbandes I festzustellen. Gleichwohl liegt hier das Maximum der Absorption an derselben Stelle im Rot, und in den weitaus häufigsten Fällen und bei weniger tief gefärbten Objekten ist das Chlorophyllband I an seiner Stelle leicht und sicher nachzuweisen, so dass ein Zweifel über seine Existenz und Identität mit dem Chlorophyllband I der grünen Pflanzen nicht möglich ist. Auch schon ohne Messungen erkennt man daher, dass das eine Minimum der Absorption auch bei den braunen Pflanzen zwischen *B* und *C* im Rot liegt¹⁾.

Zu diesen Absorptionen im Rot und Blau-Violett, die mit denen grüner Pflanzen übereinstimmen, tritt nun bei den braunen Pflanzen als wesentlichster und eigentlich als einziger Unterschied von den rein chlorophyllgrünen eine verstärkte Absorption in der grünen Region des Spektrums hinzu. Diese bestimmt eben die abweichende Farbe dieser Pflanzen. Die erwähnte Verdunkelung im Grün beginnt oft schon vor $D \frac{1}{2} E$, setzt sich je nach Dicke und Farbenkonzentration der Objekte bald schwächer, bald stärker und mehr oder weniger anwachsend über die ganze grüne Region des Spektrums fort und geht dann ununterbrochen in die Endabsorption im Blau über. Bei jüngern und hellern Zweigen ist die Absorption im Grün oft äußerst schwach, wodurch das Absorptionsspektrum dem der chlorophyllgrünen Pflanzen noch ähnlicher wird. Man sieht dann wie bei einer *Cladophora* nur Chlorophyllband I und die Endabsorption, die aber immer schon weiter vor *F* beginnt, als dort.

Zwischen *C*, wo die starke Absorption im Rot aufhört, und $D \frac{1}{2} E$, wo die stärkere Absorption im Grün wieder beginnt, liegt nun bei den braunen Zellen die Stelle der schwächsten Absorption. Da dieser Punkt für die Vergleichung mit der Sauerstoffexhalation der wichtigste ist, so hebe ich noch ausdrücklich hervor, dass die braunen Pflanzenzellen, wie jede Beobachtung im Mikrospektrum zeigt, für diese Region *C* bis $D \frac{1}{2} E$ unbedingt und unter allen Umständen am durchlässigsten sind, viel durchlässiger namentlich, als für die Stelle von *B* bis *C* im Rot, und dass hierüber schon der bloße Vergleich der Helligkeit der Objekte in den verschiedenen Regionen keinen Zweifel lässt.

Kurz zusammengefasst zeigt sich demnach, dass das ganze Blau-Violett im Spektrum und ebenso das Rot zwischen *B* und *C* Fraunhofer auch von den braunen Zellen am stärksten absorbiert wird, bedeutend schwächer dagegen schon das Grün und am schwächsten das Orange und Gelb, von *C* an bis etwa $D \frac{1}{2} E$.

Bei der vorliegenden Aufgabe, die nur den Wert der Lichtabsorption in der Pflanze im Auge hat, darf man, wie ich noch bemerken

1) Eine geringe Verschiebung des Bandes gegenüber seiner Lage bei grünen Pflanzen ist auch hier so zu deuten, wie die Verschiebung derselben in grünen Pflanzen gegenüber seiner Lage in Chlorophylllösungen.

will, von der sonstigen Beschaffenheit des braunen Farbstoffes der Phaeosporeen und Fucaeen vorläufig ganz absehen. Es herrscht hierüber, wie bekannt, eine Meinungsverschiedenheit. Die einen halten denselben für eine Chlorophyllmodifikation, die andern für ein Gemisch von Chlorophyll und einem zweiten Farbstoffe. Das Absorptionsspektrum der Pflanze gibt hierüber ebenso wenig nähere Auskunft, wie die an sich mehrdeutigen Zerlegungs- und Trennungsversuche, durch welche man die Frage hat zur Entscheidung bringen wollen. Die Lage der Absorptionsmaxima in der Pflanze aber, auf die es hier ganz allein ankommt, wird von der Zusammensetzung und Reinheit, oder Unreinheit der Farbstoffe gar nicht berührt. Sie wird in jedem Falle von der Gesamtwirkung der in der Pflanze vorhandenen Absorptionen bestimmt, und hierbei ist es ohne Belang, ob diese von einem oder von zwei Farbstoffen herrühren. Bemerkenswert für die physiologische Betrachtung ist dagegen, dass auch im Absorptionsspektrum der braunen Pflanzen die nahe Beziehung ihrer Farbe zum Chlorophyll zur Anschauung gelangt.

Man kann das Spektrum der braunen Pflanzen je nach der Vorstellung, der man über den braunen Farbstoff huldigt, als ein Chlorophyllspektrum mit gesteigerten Absorptionen im Grün und im Rot neben Chlorophyllband I ansprechen, oder auch als ein Chlorophyllspektrum, zu dem noch das Spektrum eines zweiten Farbstoffes hinzutritt mit Absorptionen, die vornehmlich im Grün und Rot liegen.

Gehen wir nun zu den Absorptionserscheinungen der Florideen über, so finden wir bei diesen dunkelschwarz-roten bis rein roten Pflanzen analoge Erscheinungen wieder. Untersucht habe ich bezüglich dieses Punktes namentlich einige Polysiphonien, dann *Rhodomela subfusca* und *Delesseria sanguinea*. Trotz der großen Verschiedenheiten, die hier wieder in der äußern Farbe zwischen den dunklern Polysiphonien und der schön roten *Delesseria* bestehen, zeigen doch auch hier, grade wie es bei den braunen Pflanzen der Fall war, ihre Absorptionsspektren unter sich keine andern Verschiedenheiten, als solche, die in der Tiefe der Färbung liegen. Das heißt, man darf annehmen, dass es bei den verschiedensten Florideen sich immer nur um denselben Farbstoff, oder dasselbe Farbstoffgemenge, nur in verschiedener Konzentration, oder in relativ verschiedener Anhäufung handelt. Auch das Absorptionsspektrum der Florideen lässt sich nun kurz so auffassen oder darstellen, dass hier gleichfalls ein Chlorophyllspektrum vorliegt, zu welchem, wie bei olivbraunen Zellen, noch eine Absorption im Grün und Rot, und zwar eine noch viel stärkere als bei den olivbraunen Zellen hinzutritt.

Im einzelnen ausgeführt nimmt man bei den Florideen folgende Absorptionserscheinungen wahr.

Dünnere *Polysiphonia*-Aeste zeigen namentlich bei intensiver Beleuchtung — z. B. in direkter Sonne — wiederum das bekannte Chloro-

phyllband I beiderseitig mehr oder weniger scharf begrenzt an seiner richtigen Stelle; ferner die Endabsorption im Blau-Violett, und jene unbestimmtere Absorption im Rot vor *B*, durch welche auch hier bei dunklern Objekten eine kontinuierliche Verdunkelung des ganzen roten Anfangs im Spektrum bis zur Linie *C* — so wie bei manchen Phaeosporeen — hervorgerufen wird. In dieser Verdunkelung wird auch hier unter Umständen das Chlorophyllband I zwischen *B* und *C* nur äußerst schwer, oder gar nicht als eine noch tiefer markierte Absorptionsstelle erkennbar. Auch hier kommen dann die Chlorophyllbänder II, III nicht zur Wahrnehmung, und auch hier tritt dann wieder, wie bei den braunen Pflanzen noch eine äußerst starke Absorption im Grün, die hier aber bedeutend stärker als bei braunen Pflanzen ist, hinzu. Sie beginnt schon kurz hinter *D*, wo das Grün im Spektrum seinen Anfang nimmt, und erstreckt sich an Stärke rasch anwachsend ununterbrochen bis zur Endabsorption. So ist bei den Florideen die Absorption im ganzen Blau und Violett, dann im Grün, sowie auch im Rot zwischen *B* und *C* eine äußerst kräftige. Ueber die relative Größe desselben lässt sich selbstverständlich ohne photometrische Messungen nichts Bestimmtes aussagen, doch scheint, soweit die relativen Helligkeiten ein Urteil gestatten, nicht nur das ganze Blau-Violett, sondern sogar das dem Blau benachbarte Grün bei den Florideen stärker absorbiert zu werden, als das Rot. Allein dieser Umstand ist für die Betrachtung, die ich später daran knüpfen will, weniger von Bedeutung. Wichtig für dieselbe ist dagegen nur, dass die Stelle der geringsten Absorption bei den Florideen ungefähr zwischen *C* und *D* liegt, etwa vom Ende des Rot bis zum Anfang des Grün, und ausdrücklich erwähne ich noch besonders, dass die Absorption zwischen *B* und *C* unbedingt weit stärker ist, als zwischen *C* und *D*. Hierin findet demnach zwischen den braunen und roten Pflanzen eine volle Uebereinstimmung statt.

b) Die Sauerstoffabgabe der Phaeosporeen und Florideen im Mikrospektrum.

Die Untersuchung der Sauerstoffexhalation im Mikrospektrum zeigt auch bei den braunen und roten Pflanzen das Phänomen der Inkonstanz der Lage des Maximums, auf welches ich schon bei den grünen Pflanzen hingewiesen habe. Das Maximum schwankt in verschiedenen Versuchen innerhalb nicht unbedeutender Grenzen, und seine Schwankungen sind offenbar abhängig von Bedingungen, die man bei der Beobachtung im Mikrospektrum gar nicht beherrscht. Auf diesen Umstand und seine mögliche Deutung werde ich weiter unten zurückzukommen haben.

Abgesehen aber hiervon lässt sich seine Lage in der Mehrzahl der Fälle mit genügender Sicherheit feststellen.

Zunächst für braune Pflanzen ist es sicher, dass dasselbe fast regelmäßig in dem Raume zwischen *C* und *D* Fraunhofer liegt;

häufig nahe der Mitte zwischen *C* und *D*. Bei der Beobachtung im Gaslicht ist der Abfall nach beiden Seiten vom Maximum stark ausgesprochen, weniger stark in direktem Sonnenlicht, wo der Abfall namentlich nach Grün hin gewöhnlich viel unbedeutender ist. Ausnahmsweise kann die Bewegung auch im Rot und Grün fast so groß werden als im Orange. Doch können diese Ausnahmen selbstverständlich das Resultat nicht umstoßen, dass in der Mehrzahl der Fälle das Maximum deutlich zwischen *C* und *D* liegt, und durch die verstärkte Absorption der braunen Pflanzen im Grün tritt dann das Verhältnis, dass Exhalations- und Absorptionsmaxima nicht zusammenfallen, hier ungemein deutlich hervor. In den bezeichneten Fällen liegt bei den braunen Pflanzen das Exhalationsmaximum sogar genau innerhalb der Region der geringsten Absorption der Pflanze.

Was nun ferner die Sauerstoffexhalation der roten Pflanzen im Mikrospektrum betrifft, so findet auch hier ein ähnliches Verhältnis statt. Die Bewegung der Bakterien im Rot über *B* bis *C* erscheint zwar auch hier in seltenen Fällen sehr lebhaft, fast so lebhaft, wie im Orange hinter *C*, allein der gewöhnliche und regelmäßige Fall ist auch hier der, dass die Bewegung vom Rot nach Orange ansteigt, und dass ihr Maximum hier gradezu in den hellsten Teil der Pflanze, in die Region der schwächsten Absorption im Spektrum zwischen *C* und *D* oder kurz vor *D* fällt. Bei Anwendung von direktem Sonnenlicht liegt dasselbe fast ohne Ausnahme grade auf *D* und nimmt den Teil vor Beginn der starken Absorption im Grün ein. Von hier aus fällt die Bewegung nach beiden Seiten zunächst nur schwach, nach Rot hin aber stärker als nach Grün. Hier im Grün setzt sie sich nicht selten nahezu in gleicher Stärke wie im Gelb eine längere Strecke weit fort. Auch kann es vorkommen, dass die Bewegung im Anfang Grün hinter *D* hin und wieder einmal noch stärker erscheint, als um *D*. Jedenfalls erreicht aber in zahlreichen Fällen die Lebhaftigkeit der Bewegung ihr Maximum schon bei *D* und kurz vor *D*, also an einer Stelle, die wiederum sichtlich in der Region der schwächsten Absorption der Florideen liegt. So schon bei der Beobachtung im Sonnenlicht; bei der Beobachtung im Gaslicht ist die Erscheinung, dass Absorptions- und Assimilationsgröße bei den Florideen nicht gleichen Schritt halten, bei dem Vergleich zwischen der Bewegung im Rot, Blau und Grün mit der Bewegung in dem Raume zwischen *C* und *D* noch ausgeprägter und noch entschiedener ausgesprochen.

V. Unproportionalität von Lichtabsorption und Sauerstoffabgabe im Spektrum und Folgerungen daraus.

Die hier mitgeteilten Ergebnisse fordern zunächst zu einem Vergleiche mit den Resultaten heraus, die bei der Untersuchung im Makro-

spektrum erhalten worden sind, und verlangen außerdem eine Erörterung der sich anschließenden Frage, welche Folgerungen sie zulassen bezüglich des physiologischen Wertes, den die elektiven Lichtabsorptionen im Gaswechsel der Pflanze besitzen. Es ist jedoch nicht meine Absicht, hier mehr als einige Andeutungen inbetreff der beiden berührten Punkte zu geben. Vor allem liegt es nicht in meiner Absicht, die Untersuchungsmethode im Makrospektrum und die mit derselben gewonnenen widerspruchsvollen Resultate hier einer ausführlichen und eingehenden Kritik zu unterziehen. Dies ist oft genug auch in letzter Zeit geschehen, ohne zu einer befriedigenden Erklärung der vorhandenen sachlichen Widersprüche geführt zu haben. Ich will vielmehr an dieser Stelle nur darauf hinweisen, dass sich die scheinbaren Widersprüche in einfachster Weise lösen und mit meinen Beobachtungen im Mikrospektrum vereinen lassen, wenn man, wie es meine Beobachtungen nachweisen sollen, die Inkonstanz der Lage des Maximums der Sauerstoffabgabe und des Verlaufes ihrer Kurve anerkennt. Es liegt dann kein Widerspruch der Befunde mehr, sondern nur die unberechtigte Verallgemeinerung derselben bei den verschiedenen Beobachtern, die zu abweichenden Resultaten gelangt sind, vor.

Die Annahme, dass die Sauerstoffkurve im Spektrum bei allen chlorophyllgrünen Pflanzen genau den gleichen Verlauf zeigen müsse, schien allerdings geboten, so lange man, wie dies bis auf meine Untersuchungen allgemein geschah, die Sauerstoffabgabe der Pflanzen im Licht nur als das unmittelbare Resultat eines einfachen Reduktionsvorganges der Kohlensäure betrachtete, der sich im Chlorophyllfarbstoff abspielen sollte. Berücksichtigt man aber die verschiedenen, von einander zum Teil unabhängigen Vorgänge der Oxydation und Reduktion in der Pflanze, deren Gesamtergebnis die Größe der Sauerstoffabgabe im Lichte darstellt, so erscheint die Annahme einer Konstanz derselben unter veränderten Umständen von vornherein undenkbar.

Für die Auslegung der Versuche im Makrospektrum, die ich oben gegeben habe, spricht auch der Umstand, dass es keinem der Beobachter gelungen ist, eine befriedigende Erklärung für die abweichenden Befunde der andern Beobachter zu geben, und die etwaigen Irrtümer derselben überzeugend aufzudecken. Die Bemängelung beschränkte sich gewöhnlich auf Fehler in der Methode, die aber im vorliegenden Falle als durchaus nebensächliche zu bezeichnen sind. Dies gilt namentlich von den Ausstellungen, die inbetreff der Unreinheit und Dispersion der Spektren gemacht worden sind, und durch welche man die Zuverlässigkeit der objektiven Befunde in den Versuchen in Frage stellen wollte.

Was zunächst die Unreinheit der Spektren betrifft, so ist der hieraus resultierende Fehler weit übertrieben worden.

Die Verschiebung der Lage des Maximums der Sauerstoffabgabe — auf die es ja hier ganz allein ankommt — durch eine etwaige geringe Unreinheit des Spektrums kann bei nur einigermaßen rationeller Ausführung der Versuche das wahre Verhältnis nur ganz unwesentlich verändern, und kann unmöglich die enormen Widersprüche, die in den Angaben der Beobachter hier vorliegen, erklären. Der etwaige Fehler, der durch die Unreinheit des Spektrums hervorgerufen wird, lässt sich außerdem beim Resultate in Rechnung ziehen.

Der Grad der Unreinheit eines Spektrums wird durch die Breite bestimmt, welche das monochromatische Licht, oder der homogene Strahl in demselben einnimmt. Eine einfache Konstruktion durch die Ueberlagerung der Farben in der entsprechenden Breite zeigt, dass die Verschiebung der Lage des Maximums durch die Verbreiterung der farbigen Strahlen von größter Wirksamkeit im Assimilationsvorgange nie mehr betragen kann, als die Hälfte der Breite, welche der homogene Strahl in dem unreinen Spektrum einnimmt.

Solch enorme Schwankungen in der Lage des Maximums, wie sie nach den Angaben der verschiedenen Beobachter im Makrospektrum vorhanden sind — die zwischen *B* im Rot und *D* im Gelb liegen — können unmöglich aus einer Verschiebung der Lage derselben infolge von Unreinheit des Spektrums erklärt werden. Wenn diejenigen im Recht wären, welche behaupten, dass das Maximum konstant bei *B* liegt, so müsste die Unreinheit des Spektrums in jenen Fällen, in welchen die Lage des Maximums bei *D* gefunden wurde, eine Verschiebung desselben von *B* nach *D* hervorgerufen haben. Dies ist ganz undenkbar. Bei einer Breite der homogenen Strahlen und einer dementsprechenden Ueberlagerung der Farben, welche eine derartige Verschiebung des Maximums ermöglichte, würde niemand mehr von Versuchen über den Wirkungswert verschiedener Farben im Spektrum reden; die Spektralfarben wären selbst dem Auge als solche nicht mehr erkennbar. Bei den Beobachtungen im Mikrospektrum, dies sei beiläufig bemerkt, fällt übrigens die ganze Frage der Unreinheit ebenfalls fort, da sich alle Beobachtungen bei Spaltweiten ausführen lassen, bei denen die Fraunhofer noch sichtbar sind, die also einen absolut genügenden Grad von Reinheit besitzen. Will man aber im Mikrospektrum mit größern Spaltweiten und im Gaslicht untersuchen, dann ist es doch immer leicht möglich, durch die Bestimmung der Breite des homogenen Strahles in jedem Versuche den Fehler, den die Unreinheit des Spektrums erzeugt, in Rechnung zu ziehen.

Noch weniger aber, als die Unreinheit, kommt bei der Beurteilung derjenigen Befunde, nach welchen die Lage des Maximums bei *D* liegen soll, die Dispersion des Spektrums und der Fehler, den diese hervorruft, in Betracht.

Ich erwähne dies ausdrücklich mit Rücksicht auf die neuern Untersuchungen von Reinke, in welchen die Dispersion aufgehoben ist.

Pfeffer und Reinke haben z. B. mit nahezu derselben Methode gearbeitet. — Beide mit der Methode des Gasblasenzählens im Makrospektrum; beide mit *Eloëa*. Pfeffer findet aber bekanntlich das Maximum bei *D*; Reinke bei *B*.

Nun hat Reinke allerdings bei seinen Versuchen den Fehler der prismatischen Dispersion durch eine geschickte Kombination aufgehoben. Es wäre aber ein großer Irrtum, wollte man die Angaben von Reinke über die Lage des Maximums bei *B* deshalb für zuverlässiger und richtiger halten, weil seine Beobachtung vom Fehler der Dispersion befreit war. Gerade die Existenz der Dispersion in den Versuchen bei Pfeffer gibt eine größere Bürgschaft für die Richtigkeit seines Befundes in dem beobachteten Falle.

Die vorhandene Dispersion bevorzugt im Resultate bekanntlich den Effekt der Wirkung des minder brechbaren Rot gegenüber dem stärker brechbaren Gelb.

Wäre es daher wirklich so, wie z. B. Reinke und Engelmann behaupten, dass im Normalspektrum das Maximum der Sauerstoffabgabe konstant und unabänderlich im Rot liegt, so hätte Pfeffer bei seinen Versuchen im prismatischen Spektrum, bei welchen das Rot ja noch außerdem gegen die übrigen Farben bevorzugt ist, das Maximum um so schärfer ausgesprochen im Rot finden müssen. Es wäre überhaupt ganz undenkbar, dass irgend ein Experimentator im prismatischen Spektrum je das Maximum über Rot hinaus im Orange, oder gar im Gelb gesehen haben könnte, und doch ist dies, wie bekannt, nicht nur von Pfeffer, sondern auch von andern Beobachtern dort gefunden worden.

Es ist deshalb für die Frage nach der Lage des Maximum im Rot weder nötig die Dispersion aufzuheben, noch die Resultate für das Normalspektrum zu berechnen. Hat man sich ein einziges mal im prismatischen Spektrum von der Lage desselben hinter *C* oder in der Nähe von *C* sicher überzeugt, so ist damit die Thatsache entschieden, dass die Maxima der Assimilation und Absorption nicht notwendig zusammenfallen. Nur wenn man das Maximum im Rot fände, bedürfte die Feststellung seiner Lage im Verhältnis zum Absorptionsspektrum noch eine genauere Bestimmung durch Uebertragung ins Normalspektrum.

Ich möchte ferner hier noch eine Erscheinung bei den Beobachtungen im Mikrospektrum erwähnen, die gleichfalls Licht auf die Inkonstanz der Lage des Maximums verbreiten und auch zur Erklärung der Verhältnisse der Sauerstoffabgabe im Spektrum beitragen kann. Man hat oft, während ein und derselben Beobachtung im Mikrospektrum, Gelegenheit zu sehen, dass die Bakterien den bevorzugten Ort ihrer Ansammlung am Objekte verlassen, und einen benachbarten aufsuchen. Namentlich wenn die Ansammlungen kleiner sind und die Sauerstoffausscheidung am Objekte nicht ergiebig ist, erhält man oft

das Bild kleiner getrennter Bakterienhaufen, die sich an einzelnen, lokal gesonderten Herden der Sauerstoffausscheidung angesammelt haben; nach kürzerer oder längerer Zeit sieht man dann die Bakterien diese Herde verlassen und sich an andern benachbarten niederlassen. Die Erscheinung macht den Eindruck, als ob die Sauerstoffentwicklung an einzelnen Stellen des Objektes unterbrochen, gleichsam erschöpft würde, und es gewinnt so den Anschein, dass der Körper in der Pflanze, welcher in die Kohlensäurezersetzung hineingezogen wird, und von dem die Sauerstoffabgabe ausgeht, lokal an einzelnen Stellen verbraucht und erst später dort wieder erzeugt wird. Diese Vorgänge erfolgen aber, ohne dass das Absorptionsspektrum des Objektes irgend eine sichtbare Veränderung erleidet, jedenfalls ohne dass die Lage der Absorptionsmaxima sich ändert. Es scheinen somit diese Vorgänge schon darauf hinzuweisen, dass dem Körper, welcher in der Pflanze wirklich reduziert wird, die starken Absorptionen im Blau-Violett und Rot nicht angehören, und dass daher gar keine Proportionalität zwischen der Größe der Sauerstoffabgabe und der Größe der Absorption erwartet werden kann. Wir können nach alledem die Unproportionalität zwischen Lichtabsorption und Sauerstoffexhalation in der Pflanze als eine zweifellos feststehende Thatsache betrachten, und es bleibt nur übrig zu entwickeln, inwieweit dies Verhältnis Aufschluss zu geben vermag über den physiologischen Wert von Lichtabsorptionen in der Pflanze und über ihre Beziehung zum Gaswechsel der Gewächse.

Zu dem Ende will ich schließlich die Vorstellungen, die an den Vorgang der Sauerstoffabgabe anknüpfen und für die Beurteilung der Funktion der Lichtabsorptionen wichtig erscheinen, hier schließlich noch kurz zusammenfassen und mit den beobachteten Thatsachen vergleichen.

Allgemein geht man und auch mit Recht bei der Betrachtung des Vorganges von der Annahme aus, dass die Größe des photochemischen Prozesses in der Pflanze in irgend einer proportionalen Abhängigkeit von der Größe der Absorptionen derjenigen Strahlengattungen stehen muss, die ihn ausführen. Ebenso ist man aber auch, nach allen vorhandenen Erfahrungen über die Beziehung der Farbe der Gewächse zur Assimilation des Kohlenstoffes, berechtigt vorauszusetzen und anzunehmen, dass der Chlorophyllfarbstoff und die ihm verwandten Farbstoffe der nicht rein chlorophyllgrünen assimilierenden Gewächse eine geeignete und zweckmäßige Anpassung an die Assimilation besitzen und dieselbe auch zeigen müssen.

Von dem Standpunkte der absoluten Anhänger der alten Chlorophylltheorie, welche die Lichtabsorption in dem Farbstoffe nur zur Zersetzung der Kohlensäure in Beziehung bringen wollen, lag es daher nahe zu erwarten, dass im Spektrum ein sichtbarer Einfluss der Absorptionsgröße im Farbstoff auf die Größe der Sauerstoffabgabe zur

Anschauung gelangen werde. So entstand als Konsequenz der alten Theorie die Forderung der Koinzidenz der Maxima von Absorption und Sauerstoffexhalation im Spektrum.

Die Thatsache nun, dass die Sauerstoffabgabe im blau-violetten Ende verhältnismäßig gering ist, stand schon mit dieser Forderung nicht im Einklange. Sie zeigte, dass die Größe der Sauerstoffabgabe in den betreffenden Farben keineswegs in gradem Verhältnisse zur Größe ihrer Absorptionen im Chlorophyllfarbstoff steht, und führte zu der Vermutung, dass die Absorptionen im blau-violetten Teile des Spektrums einen Wert im Gaswechsel der Pflanze besitzen, der außerhalb der Kohlensäurezersetzung zu suchen sei. In dem minder brechbaren Teile des Spektrums waren und sind allerdings die Angaben über die Größenverhältnisse der Sauerstoffabgabe noch nicht übereinstimmend. Die einen behaupten, dass das Maximum derselben hier mit dem Absorptionsmaximum zwischen *B* und *C* zusammenfällt, die andern, dass dasselbe im Orange oder Gelb, jedenfalls an einer Stelle geringerer Absorption im Farbstoffe auftritt. War das letztere der Fall, so war somit auch in der minder brechbaren Hälfte keine sichtbare Proportionalität zwischen Absorption und Sauerstoffabgabe vorhanden, und die hervorragendste Absorption im Farbstoff erschien auch hier nicht der Kohlensäurezersetzung, sondern vielmehr einer andern Leistung im Gaswechsel angepasst.

Die Schwierigkeiten, die sich heraus für die alte Theorie ergaben, suchen die Anhänger derselben zu heben, indem sie an der Lage des Maximums im Rot bei *B* festhalten, und bezüglich der geringen Sauerstoffabgabe in der blau-violetten Hälfte des Spektrums auf die geringe Energie der betreffenden Strahlengattungen hinweisen. Zuerst hat sich in diesem Sinne Lommel bekanntlich dahin ausgesprochen, die blauen Strahlen könnten wegen ihrer geringen mechanischen Intensität im Assimilationsakte nur wenig leisten, das Maximum müsse aber im Rot liegen, weil hier die stärkste Absorption mit großer Energie der Strahlung zusammentrifft.

Es ist von andern und mir schon wiederholt darauf hingewiesen worden, dass diese Deduktion durchaus nicht zwingend ist. Sie beurteilt den Vorgang wie einen reinen Wärmeeffekt der Strahlung und übersieht, dass in der Sauerstoffabgabe vorzugsweise eine chemische Wirkung des Lichtes auf die Pflanze zur Erscheinung kommt. Auch habe ich wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass der Hinweis auf die geringe mechanische Intensität der blauen Strahlen am allerwenigsten geeignet ist, wenn man auf dem Standpunkte der alten Chlorophylltheorie steht, die auffallende und hervorragende Absorption grade dieser Strahlen bei allen assimilierenden Pflanzen verständlich zu machen und eine Erklärung für die gemeinsame Farbe derselben zu geben.

Auch die Vorstellung nun, welche neuerdings Engelmann über

die Sauerstoffabgabe der Gewächse entwickelt hat, und durch welche er gleichfalls glaubt, die der alten Chlorophylltheorie in den That-sachen entgegenstehenden Schwierigkeiten heben zu können, geht wesentlich wieder von den gleichen Gesichtspunkten aus, die dem Lommel'schen Erklärungsversuche zu grunde lagen. Nur hat Engel-mann seine Vorstellung konsequenter und methodischer durchgeführt, und durch zahlreiche und mühsame Beobachtungen und Messungen empirisch zu begründen gesucht.

Wie ich bereits dargelegt habe, stellt Engelmann den Einfluss der Schwingungsdauer des Lichtes bei der Assimilation völlig in Ab-rede und stellt zugleich die Hypothese auf, dass die gesamte Licht-energie, welche bei der Absorption in der Pflanze verschwindet, zur Zerlegung der Kohlensäure in ihr verbraucht wird. Durch zahlreiche Größenbestimmungen von Absorption und Sauerstoffabgabe in den Spektralregionen sucht er dann zu erweisen, dass die thatsächlichen Verhältnisse den Forderungen aus seinen Voraussetzungen entsprechen, und dass an jeder Stelle im Spektrum die Sauerstoffabgabe genau dem Produkt aus Absorption und Energie der betreffenden Stelle gleich ist.

Die große Reihe von Zahlenangaben, welche Engelmann als Beleg hierfür beibringt, hat auf den ersten Blick viel Bestechendes. Allein ich habe in diesem Aufsätze gezeigt, dass der Wert seiner Zahlen mannigfachen und erheblichen Bedenken unterliegt. Es ist dies erklärlich genug aus der komplizierten und subtilen Methode, zu welcher Engelmann gegriffen hat, um die Größen der Absorption und Sauerstoffabgabe im Mikrospektrum zu bestimmen und mit den berechneten relativen Lichtenergien der Spektralregionen zu ver-gleichen. Ich habe schon bei der Kritik der Methode im einzelnen nachgewiesen, dass die Fehlerquellen derselben ein genaues Resultat unmöglich machen, und dass der Beginn der Bakterien-Bewegung, an welchem Engelmann die Größe der Sauerstoffabgabe misst, kein geeignetes Maß für dieselbe abgibt. Aus den naheliegenden Bedenken gegen die Grundlagen der Engelmann'schen Hypothesen war auch von vornherein ein günstiges Resultat seiner Bemühungen und Mes-sungen nicht zu erwarten. Dass die Schwingungsdauer des Lichtes im photochemischen Prozesse der Pflanze ohne Einfluss sein sollte, scheint schon durch die Auswahl der Farben, welche bei der Assi-milation mitwirken, in hohem Grade unwahrscheinlich, und ebenso unwahrscheinlich ist die Annahme, dass die gesamte von der Pflanze absorbierte Lichtenergie zur Zersetzung der Kohlensäure in ihr ver-braucht wird. Die Kohlensäure-Zersetzung ist weder der einzige, noch selbst der einzige chemische Lichteffect in der Pflanze.

Endlich aber bringen meine eignen Beobachtungen im Mikro-spektrum, die ich hier mitgeteilt habe — namentlich die an braunen und roten Pflanzen — den sichern empirischen Beweis, dass es

nicht so ist, und dass die von den Engelm ann'schen Voraussetzungen geforderte Relation zwischen Energie, Absorption und Sauerstoffabgabe in der Pflanze nicht besteht. Meine Befunde gestatten zugleich diesen Beweis zu führen, ohne über die Grenzen hinauszugehen, welche der quantitativen Bestimmung der einschlagenden Verhältnisse im Mikrospektrum gesteckt sind.

Da im Mikrospektrum innerhalb der Ausdehnung seines sichtbaren Teiles, die hier in betracht kommt, nämlich von *B* bis *D* Fraunhofer, die Energie von *B* nach *D* fortgesetzt abnimmt, die stärkste Absorption in dieser Region aber bei allen assimilierenden Pflanzen — auch den braunen und roten — zwischen *B* und *C* auftritt, so könnte selbstverständlich, wenn die Engelm ann'sche Relation in der Pflanze Geltung hätte und die Absorptionen nur die Zersetzung der Kohlensäure beträfen, niemals der Fall eintreten, dass die Sauerstoffabgabe an irgend einer Stelle zwischen *C* und *D* größer sein könnte, als zwischen *B* und *C*.

Grade dieses Verhältnis ist aber im Mikrospektrum der gewöhnliche Fall, und da dies bei den grünen Pflanzen noch immer bezweifelt wird, so ist es für die Erkenntnis derselben desto wertvoller, dass die Thatsache bei braunen und roten Pflanzen um so viel anschaulicher und ausgeprägter zur Erscheinung kommt.

Die Inkongruenzen zwischen Absorptions- und Exhalationsgröße im Spektrum sind daher nicht bloß scheinbare, sondern es findet absolut keine Proportionalität zwischen dem Gesamtbetrag der Absorption in der Pflanze und der Größe der Sauerstoffabgabe statt; wie dies auch von vornherein gar nicht anders zu erwarten war. Die Proportionalität wäre nur denkbar, wenn man den Bruchteil der Absorptionen in den grünen Geweben, der effektiv der Kohlensäurezerersetzung dient und für dieselbe verbraucht wird, aus dem Gesamtbetrage der Absorptionen der Pflanze ausscheiden könnte, und zugleich die Oxydationsvorgänge der Gewebe von dem Reduktionsvorgänge zu trennen im stande wäre.

So aber verlangt eben der überschüssige Teil der Lichtabsorptionen, der in der Kohlensäurezerersetzung nicht zum Ausdrucke gelangt, die Berücksichtigung seiner Bedeutung für die Lichtwirkung in der Pflanze und im Gaswechsel derselben. Mit andern Worten, die Differenzen zwischen dem Chlorophyllspektrum und dem Gange der Sauerstoffkurve verlangen ihre biologische Erklärung.

Vom Standpunkte der alten Chlorophylltheorie erscheint aber die Thatsache, dass die blau-violetten Strahlen in den assimilierenden Pflanzen so äußerst stark absorbiert werden und doch bei der Sauerstoffabgabe nur wenig leisten, biologisch unverständlich und paradox. Sie wird nicht verständlicher, sondern nur unverständlicher, wenn man hinzufügt und behauptet, dass die blauen Strahlen für die Kohlensäurezerersetzung wegen ihrer geringen mechanischen Intensität über-

haupt nur von untergeordnetem Werte sein können. Ähnliches gilt von der Thatsache, dass die Strahlen zwischen *B* und *C* trotz ihrer äußerst starken Absorption, die hier noch mit einer hohen Energie der Strahlung verbunden ist, mindestens in den zahlreichsten Fällen weniger Sauerstoff entwickeln, als die benachbarten zwischen *C* und *D*, die um so vieles schwächer absorbiert werden. Mit der Thatsache allein kann man sich aber nicht begnügen wollen. Der Chlorophyllfarbstoff und die ihm verwandten bei der Assimilation wirksamen Farbstoffe würden unter diesem Gesichtspunkte für die Funktion, die man ihnen allein zuschreiben will, in ihren elektiven Absorptionen so ungünstig und unzuweckmäßig als möglich angepasst erscheinen.

Der gemeinsame und durchgreifende Charakter, der alle assimilierenden Pflanzen auszeichnet — die elektive Absorption des gesamten blau-violetten Endes und des Rot zwischen *B* und *C* — kann aber nicht anders als in kausaler Beziehung zur Assimilation gedacht und verstanden werden.

Ist man daher gezwungen, die Thatsache anzuerkennen, dass die Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe im Spektrum bei den verschiedenfarbigen assimilierenden Pflanzen nicht zusammenfallen, so wird man auch gezwungen, den elektiven Absorptionen derselben im Blau-Violett und im Rot einen Einfluss und eine Bedeutung bei der Assimilation und in der Lichtwirkung auf die Pflanze zuzuschreiben, die außerhalb der Kohlensäurezersetzung liegen müssen.

Das Nächste ist, wie ich mich bereits in früheren Aufsätzen schon zu zeigen bemüht habe, ihre Bedeutung in einer Beziehung zu den Oxydationsvorgängen der grünen Gewebe zu suchen.

Schließlich noch eine Bemerkung inbetreff der Absorption der roten Strahlen zwischen *B* und *C* und der Deutung, die diese in letzter Zeit erfahren hat.

In der Literatur des Gegenstandes, der uns beschäftigt, steht die Frage nach der Bedeutung grade dieser Strahlen für die Assimilation im Vordergrund der Betrachtung. Es hat sich nach und nach die Ansicht verbreitet, als ob die Frage nach der Chlorophyllfunktion, und damit zugleich die nach der Lichtwirkung im Gaswechsel der Pflanze schon entschieden und erschöpft sei, sobald gezeigt ist, dass die Strahlen, die dem Absorptionsstreifen I im Chlorophyll entsprechen, einen positiven und hohen Wert für die Sauerstoffabgabe besitzen. Der Nachweis, dass dies der Fall ist, berührt jedoch nur die eine Seite des vorliegenden Problems.

Zweifellos absorbiert die assimilierende Pflanzenzelle jeder Farbe sämtliche Strahlen des gesamten Spektrums — auch die vor *B* — nur in relativ verschiedener Stärke. Ebenso steht es fest, dass die Strahlen jeder Wellenlänge — vielleicht mit Ausnahme des Ultra-Rot — und zwar in verschiedener Intensität je nach dem photochemischen Wert der Schwingungsdauer für die Kohlensäurezersetzung,

befähigt sind den Reduktionsakt in der Pflanze einzuleiten. Dies lehrt schon die unmittelbare Beobachtung im Mikrospektrum durch den Umfang, welchen die Bakterienbewegung im Spektrum einnimmt. Obgleich die Sauerstoffabgabe kein direktes Maß der Reduktion ist, so zeigt sie doch überall im Spektrum, wo sie auftritt, einen Ueberschuss der Reduktion über die Oxydation an. Nun erstreckt sich oft genug die Bakterienbewegung im Mikrospektrum sichtlich über den ganzen Umfang des sichtbaren Spektrums und kann unter Umständen vom Rot vor *B* bis weit ins Violett reichen¹⁾. Dass die roten Strahlen ebenso, wie alle andern sichtbaren Strahlen, einen positiven Wert für die Kohlensäurezersetzung besitzen, konnte daher und ist auch niemals in Frage gekommen, vielmehr nur, ob ihre Leistungen im Gaswechsel der Pflanze hiermit erschöpft sind. Hiergegen sprechen nun die bereits mehrfach dargelegten Gründe, namentlich die Unproportionalität, die zwischen der Absorption dieser Strahlen und ihrer Wirkung zur Anschauung gelangt. Man hat aber bisher immer nur den positiven Wert der roten Strahlen für die Reduktion im Auge gehabt und hat, indem man diesen zu demonstrieren beflissen war, die Bedeutung der roten Strahlen in dieser Richtung weit übertrieben. Das Aeußerste hierin leistet die Hypothese, welche die Absorption der roten Strahlen und zugleich die Kohlensäurezersetzung an eine besondere Atomgruppe im Chlorophyllmolekül binden will. Ganz abgesehen von der Willkürlichkeit und größern oder geringern Wahrscheinlichkeit dieser Vorstellung soll hier nur ihre Anwendung auf den vorliegenden Fall kurz beleuchtet werden.

Auch Reinke hat diese Hypothese über die Wirkungsweise des Chlorophyllfarbstoffes in neuerer Zeit aufgenommen. Er wurde bei seinen Untersuchungen im Spektrum²⁾ auf sie geführt, weil er das

1) Hierbei möchte ich noch auf den Umstand aufmerksam machen, dass auch in bezug auf den Umfang, über welchen die Sauerstoffabgabe im Spektrum sich ausdehnt, ebenso wenig Konstanz herrscht, wie bei der Größe der Sauerstoffabgabe in den einzelnen Spektralregionen. Oft geht die Bewegung der Bakterien bis weit hinter *F*, oft hört sie schon bei *F* auf. Auch dies ist vom Gesichtspunkte der alten Vorstellungen absolut unverständlich, so lange man eben auf die Oxydationsvorgänge nicht Rücksicht nimmt und die Sauerstoffabgabe nur auf die Vorgänge im Chlorophyll zurückführen will. Die Bedeutung der Oxydationsvorgänge und dass sie bei der Sauerstoffabgabe keine unwesentliche Rolle spielen, sieht man bei den Untersuchungen im Mikrospektrum besonders deutlich im Violett ausgesprochen, da hier auch bei gleichfarbigen Pflanzen trotz der gleichen Absorptionsbedingungen im Farbstoff die Sauerstoffabgabe bald weiter, bald weniger ins Blan-Violett hineinreicht. — Es wäre mehr als inkonsequent und unlogisch, wenn man die hieraus zu ziehenden Folgerungen auf die violetten Strahlen beschränken und bei den andersfarbigen nicht berücksichtigen wollte.

2) Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft, Bd. 1, S. 414 und S. 422; auch Bot. Zeit., 1884, Nr. 1—4 Schlussbemerkungen.

Maximum der Sauerstoffabgabe in der Nähe von *B* fand, sich aber zugleich davon überzeugte, dass im Blau die Sauerstoffabgabe auch bei Aufhebung der Dispersion nur eine äußerst schwache ist. Er tritt deshalb bezüglich der Wirkungsweise der blauen Strahlen auf meine Seite, stellt aber wegen seiner Befunde im Rot im Anschluss an eine frühere Meinung von Hoppe-Seyler die Vermutung auf, dass die Zerlegung der Kohlensäure nicht vom ganzen Molekül des Chlorophylls ausgeht, sondern von einer bestimmten hypothetischen Atomgruppe desselben, welche optisch durch die Absorption der roten Strahlen charakterisiert sein soll.

So lange man nur die grünen Pflanzen im Auge hat und der vollen Ueberzeugung ist, dass die roten Strahlen eine so dominierende Rolle bei der Sauerstoffabgabe spielen, mag man über das rein Hypothetische dieser Annahme, welche die unbekannt Funktion des noch unbekannt Chlorophyllmoleküls schon an seine noch unbekanntern Atomgruppen verteilen will, leichter hinwegkommen. Allein die Erscheinungen der Sauerstoffabgabe im Spektrum bei braunen und roten Pflanzen zeigen sofort die Unhaltbarkeit auch dieser chemischen Hypothese.

Jede braune und rote Alge zeigt in ihrem Absorptionsspektrum gleichfalls den dunkeln Absorptionsstreifen im Rot, der dem Chlorophyllband I entspricht. Hierin gleicht sie der grünen Pflanze. Sie müsste demnach in ihrem Farbstoffe — gleichgiltig, ob man diesen als eine bloße Chlorophyllmodifikation, oder ein Gemenge von Chlorophyll und einem andern Farbstoffe ansieht — gleichfalls die von Hoppe-Seyler und Reinke hypothetisch angenommene Atomgruppe besitzen, welcher die Zersetzung der Kohlensäure übertragen sein soll. Nichtsdestoweniger liegt bei allen diesen Pflanzen das Maximum der Sauerstoffabgabe im Mikrospektrum mit einer Entschiedenheit, die jeden Zweifel ausschließt, nicht im Rot, sondern fällt weit ins Gelb und Grün des Spektrums hinein. Es ist dies offenbar ein Beweis, dass die Bedeutung der roten Strahlen zwischen *B* und *C* für die Kohlensäurezersetzung mindestens weit überschätzt wird, und dass jedenfalls die Vorstellung einer besondern, die roten Strahlen absorbierenden Atomgruppe im Chlorophyll, von welcher die Zersetzung der Kohlensäure vorzugsweise ausgehen soll, nicht haltbar ist.

Ueber den Ursprung und den zentralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens.

Von Dr. **B. Baginsky** ¹⁾.

Die Gudden'sche Methode, dem Ursprunge der Nerven und den Verbindungen der zentralen Teile mittels operativer Angriffe des

¹⁾ Aus den Sitzungsber. d. k. preuß. Akad. d. Wissensch., 1886, XII

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: [6](#)

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

Artikel/Article: [Ueber die Sauerstoffabgabe der Pflanzen im Mikrospektrum. 137-152](#)