

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

VIII. Band.

15. März 1888.

Nr. 2.

Inhalt: **Engelmann**, Ueber Bakteriopurpurin und seine physiologische Bedeutung. — Ueber Blutfarbstoff als Mittel zur Untersuchung des Gaswechsels chromophyllhaltiger Pflanzen im Licht und Dunkel. — **Vosmaer**, Neuere Arbeiten über Schwämme. — **von Lendenfeld**, F. E. Schulze's Challenger-Report über die Hexactinelliden. — **Wllassak**, Beiträge zur Physiologie der Leberzelle.

Th. W. Engelmann: I. Ueber Bakteriopurpurin und seine physiologische Bedeutung. II. Ueber Blutfarbstoff als Mittel zur Untersuchung des Gaswechsels chromophyllhaltiger Pflanzen im Licht und Dunkel¹⁾.

I. Ueber Bakteriopurpurin und seine physiologische Bedeutung.

In der Sitzung der k. Akademie der Wissensch. zu Amsterdam vom 25. März 1882 habe ich ein rotes, bewegliches Bakterium beschrieben, das sich durch ein scharfes Unterscheidungsvermögen für Differenzen der Intensität und Wellenlänge des Lichts auszeichnete und deshalb *Bact. photometricum* genannt ward²⁾. Verschiedene That-sachen wiesen schon damals darauf hin, dass das Licht nur durch Vermittlung des roten Farbstoffs die Bewegungen beeinflusse. Mangel an Material verhinderte jedoch nähere Prüfung dieser Vermutung. Seit vergangenem Sommer verfüge ich nun über große Mengen von *Bact. photometricum*, auch erhielt ich durch die Güte der Herren E. Warming in Kopenhagen, S. Winogradsky in Straßburg, W. Zopf in Halle Stüß- und Seewasserproben mit zahlreichen andern roten lebenden Schizomyeeten, wodurch es mir möglich wurde, einige wichtige Lücken meiner frühern Untersuchung auszufüllen. Von den neuen Resultaten wünsche ich hier die wichtigsten mitzuteilen.

1) Auf Wunsch des Herrn Verfassers abgedruckt aus Pflüger's Archiv, Bd. XLII, S. 183 fg.

2) Ausführliches hierüber siehe Pflüger's Archiv, Bd. XXX, 1883, S. 95.

Die untersuchten Formen sind größtenteils bekannt und beschrieben als *Bacterium photometricum*, *roseo-persicinum*, *rubescens*, *sulfuratum*, *Clathrocystis roseo-persicina*, *Monas Okeni*, *vinosa*, *Warmingii*, *Ophidomonas sanguinea*, *Rhabdomonas rosea*, *Spirillum violaceum*. Ob sie zu einer oder zu verschiedenen Arten gehören, will ich unentschieden lassen. Alle gehören zu den unlängst durch Winogradsky (botan. Zeitg., 1887, Nr. 31—37) genauer untersuchten „Schwefelbakterien“. Sie füllen sich nach Winogradsky's, von mir bestätigten Versuchen bei Anwesenheit freien Schwefelwasserstoffs mit Schwefelkörnchen und oxydieren diesen Schwefel zu Schwefelsäure. Alle sind durch einen im Protoplasma diffus verteilten purpurähnlich roten Farbstoff (Bakteriopurpurin, Ray Lankester) gefärbt.

Alle nun verhalten sich, wie ich neuerdings fand, gegen Licht in der Hauptsache so, wie früher von mir für *Bact. photometricum* beschrieben ward. Der eigentümliche Einfluss des Lichts ist nicht gebunden an die An- oder Abwesenheit von Schwefel oder Schwefelwasserstoff, sondern an die Gegenwart des Bakteriopurpurins. Ich schlage deshalb vor, diese Formen als „Purpurbakterien“ von den farbstofffreien, auf Licht nicht reagierenden Schwefelbakterien zu unterscheiden. Von letztern verglich ich hauptsächlich *Beggiatou alba* und *mirabilis*.

Der Einfluss des Lichts äußert sich auf vielerlei Weise. Am meisten auffällig auf Schnelligkeit, Dauer und Richtung der freien Ortsbewegungen. Alle Formen zeigen z. B. die charakteristische „Schreckbewegung“ beim Uebergang von Licht in Dunkel, und häufen sich demzufolge bei lokaler Beleuchtung des Tropfens im Lichte an. Diese Anhäufungen können fixiert werden. In der Sitzung der Akad. d. Wiss. vom 24. Dez. 1887 zeigte ich einige solcher „Bakteriogramme“ von der Form eines B, W und Z.

Die absolute Empfindlichkeit für Licht hängt von vielerlei Umständen ab (Art, Individuum, Sauerstoffspannung, Schwefel- bzw. Schwefelwasserstoffgehalt u. s. w.), worüber Näheres a. a. O. von mir mitgeteilt ward.

Im Spektrum von Sonnen-, Gas- oder elektrischem Glühlicht häufen sich alle namentlich im Ultrarot auf, zwischen etwa λ 0,80 und 0,90 μ , weiter im Gelb bei 0,59, auch wohl im Grün zwischen 0,52 und 0,55. Außerst schwach wirkt das sichtbare Rot, nicht merklich das äußere Ultrarot (etwa jenseits λ 1,0 μ) und das Ultraviolett. Auch diese Ansammlungen können fixiert werden und zeigen dann das Bild des Absorptionsspektrums von Bakteriopurpurin mit seinen charakteristischen dunklen Bändern. In der Sitzung vom 24. Dez. 1887 zeigte ich ein derartiges mittels *Bact. photometricum* erhaltenes „Bakterospektrogramm“.

Bei gleicher Energie wirken die Lichtstrahlen desto stärker auf die Bewegungen, je mehr sie vom Bakteriopurpurin absorbiert werden.

Ich habe durch freundliche Vermittlung von Herrn W. H. Julius im physikalischen Institut zu Utrecht die Absorption im ultraroten Teil mittels Langley's Bolometer untersucht und die früher nur vermutete, äußerst starke Absorption der ultraroten Strahlen zwischen etwa 0,80 und 0,90 μ Wellenlänge gefunden. Als Beispiel des Verlaufs der Absorption diene die folgende Tabelle, in welcher die Stärke (i) des Lichts, welches durch eine sehr homogene etwa 0,005 μ dicke von unzähligen Individuen von *Bact. photometricum* gebildete Zoogloeamembran durchgelassen wurde, in Prozenten des auffallenden Lichtes angegeben ist. Die Stellen, wo Absorptionsmaxima liegen, sind durch fette Schrift bezeichnet. Die Absorption im sichtbaren Teil des Spektrums wurde mittels des Mikrospektralphotometers gemessen.

| λ | i | λ | i | λ | i | λ | i |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 1,60 | 94,4 | 0,70 | 69,0 | 0,58 | 28,0 | 0,51 | 9,5 |
| 1,40 | 94,8 | 0,68 | 75,0 | 0,57 | 28,5 | 0,50 | 9,0 |
| 1,00 | 78,3 | 0,66 | 80,0 | 0,56 | 28,0 | 0,48 | 9,5 |
| 0,95 | 69,5 | 0,64 | 84,0 | 0,55 | 18,0 | 0,46 | 12,0 |
| 0,90 | 44,2 | 0,62 | 77,0 | 0,54 | 11,0 | 0,44 | 17,5 |
| 0,85 | 29,1 | 0,60 | 40,0 | 0,53 | 9,5 | 0,42 | 21,5 |
| 0,80 | 30,0 | 0,59 | 27,0 | 0,52 | 10,5 | | |

Die evidente Proportionalität zwischen Absorption und physiologischem Effekt wies auf einen der Kohlenstoffassimilation durch Chromophyll analogen chemischen Prozess als primäre Lichtwirkung. Was mir früher mit ungenügendem Material nicht gelang, glückte jetzt: der Nachweis, dass die Purpurbakterien im Licht Sauerstoff ausscheiden. Dieser Nachweis wurde auf verschiedenen Wegen geliefert, u. a. durch Benutzung sehr empfindlicher, d. h. auf sehr niedrige Sauerstoffspannung abgestimmter Spirillen, Bakterien und Infusorien, und auch der Purpurbakterien selber als Reagentien auf freien Sauerstoff. Die wichtigsten Versuchsanordnungen wurden a. a. O. näher von mir beschrieben. Verschiedene Kontrollversuche bewiesen, dass der im Licht ausgeschiedene Stoff wirklich Sauerstoff war. Dies zu betonen erscheint wichtig mit Rücksicht auf die besonders durch Pfeffer näher bekannt gewordene Thatsache, dass Bakterien, Infusorien u. dgl. eventuell auch durch andere Stoffe als Sauerstoff angelockt werden können, ein Umstand der — wie unlängst bekanntlich geschah — zu dem bedenklichen Schlusse verleiten könnte, dass grüne Zellen gelegentlich auch im Dunkeln, sowie dass auch farblose Zellen Sauerstoff ausscheiden vermögen. Ich habe bisher keinen hierher gehörigen Fall kennen gelernt, der eine strengere experimentelle Kritik ausgehalten hätte. Auch farbstofffreie Schwefelbakterien entwickelten unter keinen Umständen freien Sauerstoff.

Es ergab sich ferner bei Kulturversuchen im großen wie im kleinen, dass Entwicklung, Wachstum, Vermehrung der

Purpurschizomyceten auf die Dauer nur im Lichte möglich sind, ebenfalls im Gegensatz zu farblosen Schwefelbakterien.

Ueberhaupt ist die Sauerstoffausscheidung absolut gebunden an die Gegenwart des Bakteriopurpurin im lebendigen Protoplasma. Sie steht jedoch wie beim Chlorophyll in keinem einfachen Verhältnis zur Sättigung des Plasma mit dem Farbstoff. In jedem einzelnen Falle ist sie aber, soweit sich feststellen lässt, für die verschiedenen Wellenlängen der absorbierten Energie des Lichts proportional. Ultrarot (Gas- oder Sonnenlicht, durch Jod in Schwefelkohlenstoff aller sichtbaren Strahlen beraubt, oder reines spektrales Ultrarot zwischen etwa 0,80 und 0,90 μ Wellenlänge) wirkte nur wenig schwächer wie das vollständige gemischte Licht. Das sichtbare Rot, das äußere Ultrarot, Violett und Ultraviolett gaben, wenigstens im Spektrum von konzentriertem Gaslicht, keinen deutlichen Effekt.

Bakteriopurpurin ist also ein echtes Chromophyll. Wahrscheinlich im allgemeinen nicht ein einfacher chemischer Körper, sondern ein Gemisch, ebenso wie andere Chromophylle (Chlorophyll, Diatomin, Rhodophyll u. a.) unterscheidet es sich jedoch von letztern allen sehr auffällig durch das Fehlen des grünen Bestandteils (Chlorophyllin, Reinchlorophyll, Kyanophyll der Autoren), welcher früher als der einzige Träger des Assimilationsvermögens der Pflanzen betrachtet wurde. Es zeigt sich also aufs neue und in höchst schlagender Weise bestätigt, dass Sauerstoffausscheidung im Licht auch durch nichtgrüne Farbstoffe und durch jede Art von Wellenlängen zu stande gebracht werden kann, und dass sie in jedem Falle für die verschiedenen Wellenlängen der absorbierten Energie des Lichts proportional ist.

II. Ueber Blutfarbstoff als Mittel, um den Gaswechsel von Pflanzen im Licht und Dunkel zu unterscheiden.

Bei den Versuchen, Ausscheidung freien Sauerstoffs durch die Purpurbakterien direkt nachzuweisen, kam ich auf den Gedanken, hierfür vom Hämoglobin Gebrauch zu machen.

Das Prinzip dieser Methode ist nicht neu, wie ich anfangs meinte. Hoppe-Seyler zeigte im Jahre 1879 (Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. II S. 425), dass ein Stück lebender Wasserpest (*Elodea canadensis*) in verdünntem faulendem Blut in luftdicht verschlossenem Gefäße direktem Sonnenlicht ausgesetzt, die venöse Farbe der Lösung in die arterielle überführt, während im Dunkeln die venöse allmählich zurückkehrt. Das Prinzip, welches diesem, wie es scheint den Pflanzenphysiologen ganz unbekannt gebliebenen, schönen Versuche zu grunde liegt, kann eine sehr vielfache und fruchtbare Anwendung finden.

Ich habe mich überzeugt, dass schon eine einzige mikroskopisch kleine Zelle unter günstigen Bedingungen zu einer deutlichen Reak-

tion genügen kann. Doch erreicht die Empfindlichkeit des Verfahrens bei weitem nicht die der Bakterienmethode.

Brachte ich einen chlorophyllreichen Faden von *Spirogyra* von etwa 0,1 mm Dicke und 1 cm Länge unter das Deckglas in einen Tropfen wenig oder nicht verdünnten defibrinierten Rinderblutes, das durch einen Strom Wasserstoff oder Kohlensäure eine deutlich venöse Farbe angenommen hatte, und ließ das Präparat nun in hellem diffusem Tageslicht liegen, so färbte sich innerhalb 10—15 Minuten die unmittelbare Umgebung des grünen Fadens bis auf $\frac{1}{2}$, ja 2 mm Entfernung hell arteriell rot. Im direkten Sonnenlicht bedurfte es nur eines Bruchteils einer Minute. Die Grenze zwischen der dunklen venösen und der hellen arteriellen Farbe war so scharf, dass sie bis auf weniger als 0,1 mm genau im Mikroskop bestimmt werden konnte. Im Dunkel kehrte die venöse Farbe in etwa derselben Zeit zurück. — Bei lokaler intensiver Erleuchtung nur einer einzelnen Zelle oder (eines nicht zu kleinen) Teils einer Zelle bildete sich nur um die erleuchtete grüne Stelle ein hellroter Hof.

Sehr schön können die O-Ausscheidung im Licht und die O-Absorption im Dunkel mittels des Spektralkulars, besser noch des Mikrospektralphotometers, verfolgt werden. Man sieht dann, wie bei Erleuchtung der Zelle (Gaslicht oder elektrisches Glühlicht genügen) an Stelle des dunklen Absorptionsbandes des O-freien Hämoglobins allmählich die beiden dunklen Bänder des O-Hämoglobins auftreten. Die Veränderung beginnt oft schon nach 10—20 Sekunden merklich zu werden. Sie tritt ausnahmslos zuerst unmittelbar an der Oberfläche der Zelle, an der Außenseite der Zellmembran auf und breitet sich von hier seitlich aus. Wenn es noch eines Beweises bedürfte, dass der Sauerstoff als solcher, und zwar in inaktiver Form, aus der lebenden Zelle austritt, so würde er hier in anschaulichster, zwingendster Art geliefert sein.

Im Dunkeln kehrt das Hämoglobinband allmählich zurück. Häufig ist es in unmittelbarer Nähe der Zelle schon wieder deutlich, während in einiger Entfernung noch die beiden Ränder des O-Hämoglobin sichtbar sind: ein gleichfalls höchst anschaulicher Beweis, dass die grünen Zellen im Dunkeln Sauerstoff zehren, und zwar mehr als das Blut selbst.

Die Schärfe und das ziemlich lange Sichtbarbleiben der Grenze von arterieller und venöser Färbung auch bei etwas veränderter Beleuchtung ließen hoffen, dass die Methode sich besonders eignen würde, um den ungleichen Effekt der verschiedenen Strahlen des Spektrums auf die O-Ausscheidung unmittelbar, und schon dem bloßen Auge, anschaulich zu machen. Die Erwartung wurde nicht getäuscht.

Ich projizierte auf einen unter dem Deckglas in venösem Blut befindlichen graden *Spirogyra*-Faden ein Spektrum von etwa 1 cm Länge vom Licht eines Sugg'schen Brenners von 50 Kerzen Stärke.

Nach 15 Minuten war ein deutlicher Effekt sichtbar: die Grenze zwischen arterieller und venöser Färbung fing an der Stelle, wo der grüne Faden im äußersten sichtbaren Rot gelegen hatte, an, sich vom Faden wie von einer Abszisse zu erheben, erreichte die größte Ordinatenhöhe (etwa 1 mm) schon im Rot etwa bei C und sank von hier ziemlich schnell, so dass sie schon im Anfang des Grün den Faden wieder berührte.

Im Spektrum direkten Sonnenlichts konnte ich wegen des anhaltend trüben Himmels der letzten Monate nur noch wenige Versuche machen. Doch habe ich mit voller Sicherheit schon konstatieren können, dass die stärker brechbaren Strahlen hier relativ weit stärker wirken, als im Gaslichtspektrum. Das Maximum lag bei Benutzung von *Spirogyra*-Fäden und nicht zu großer Spaltweite ungefähr in der Mitte des sichtbaren Rots, nicht im Orange oder Gelb. Sehr schwach, niemals stärker als im Blaugrün oder Blau, war die Wirkung im Grün zwischen D und E. Zwei mal konnte bereits deutlich ein zweites kleineres Maximum im Blaugrün konstatiert werden. Noch im Violett war ein schwacher Effekt bemerkbar.

Ich bezweifle nicht, dass auch Pflanzen mit rotem, gelbem, braunem u. s. w. Chromophyll auf diese Weise charakteristische „Hämatospektrogramme“ der Sauerstoffausscheidung geben werden. Auch das Verfahren der successiven Beobachtung, welches bei Benutzung der Bakterienmethode so wertvolle Dienste leistete, wird angewandt und auch auf diese Weise der Zusammenhang zwischen assimilatorischem Effekt und Wellenlänge bis zu einem gewissen Grade quantitativ festgestellt werden können.

Nähere Mitteilungen hierüber behalte ich mir vor.

Neuere Arbeiten über Schwämme.

Von **G. C. J. Vosmaer.**

I. Hyalospongiae.

Schulze F. E., Report on the *Hexactinellida* collected by H. M. S. Challenger during the Years 1873—1876. In: Rep. Sc. Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. XXI. 514 pag. 104 Tafeln.

ders., Ueber den Bau und das System der Hexactinelliden. In: Abh. der k. preuß. Akad. der Wiss. zu Berlin. 1886. 97 pag.

ders., Zur Stammesgeschichte der Hexactinelliden. In: Abh. der k. preuß. Akad. der Wiss. zu Berlin. 1887. 35 pag. 4 Holzschn.

Nachdem mit F. Eilhard Schulze die Spongiologie in eine neue Phase eingetreten war, konnte man hoffen, die Schwämme würden endlich von den Zoologen etwas weniger verachtet werden. Indess dem war nicht so. Nach wie vor wurden sie entweder stiefmütterlich oder dilettantisch behandelt. Es war nun einmal nicht Mode, und jeder weiß, was das bedeutet. Es liegen da, so hieß es

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Anonymos

Artikel/Article: [Bemerkungen zu Th. W. Engelmann: I. Ueber Bakteriopurpurin und seine physiologische Bedeutung. II. Ueber Blutfarbstoff als Mittel zur Untersuchung des Gaswechsels chromophyllhaltiger Pflanzen im Licht und Dunkel. 33-38](#)