

### 13. A. Tschirch: Untersuchungen über das Chlorophyll.

Eingegangen am 16. März 1887.

Bei meinen seit dem Jahre 1881 mit grösseren oder geringeren Unterbrechungen fortgeführten Untersuchungen über den grünen Farbstoff der Blätter habe ich wesentlich zwei Ziele im Auge gehabt: die genaue Kenntniss der spektralanalytischen Eigenschaften der Körper der Chlorophyllgruppe und die kritische Sichtung der ausserordentlich umfangreichen Chlorophyll-Literatur<sup>1)</sup>. Meine bisherigen Arbeiten bewegten sich denn auch wesentlich auf diesem physikalischen und kritischen Gebiete. Nichtsdestoweniger musste ich auch, um den spektralanalytischen Untersuchungen die Basis zu geben, den Versuch machen, die betreffenden Körper rein darzustellen. So ist es mir denn gelungen, eine Anzahl von Substanzen herzustellen, die auch vom chemischen Standpunkte vielleicht einiges Interesse bieten, Substanzen, von denen zunächst freilich nicht viel mehr, als ihre procentische Zusammensetzung erkannt wurde, ja selbst diese bei einigen noch nicht einmal, die jedoch in fester, bzw. kristallinischer Form nach Methoden dargestellt wurden, die eine Verunreinigung mit anderen Körpern der Pflanzenauszüge (in einigen der Fälle wenigstens sicher) ausschliessen und deren Beziehungen zu anderen Körpergruppen durch weitere Untersuchungen festgestellt werden sollen.

Die Basis auf der ich alle meine spektralanalytischen Untersuchungen aufbaute war das Spektrum des lebenden Blattes und das des (von HOPPE-SEYLER aufgefundenen) Chlorophyllans<sup>2)</sup>, bzw. der Phyllocyansäure (TSCHIRCH, Phyllocyanin SCHUNCK)<sup>3)</sup>. Ueber beide Spektren lagen nur einige unvollständige Notizen vor, die ungefähre Lage der Bänder betreffend. Beim Blatte war auch dies nur für Band I sicher festgestellt. Da sich aber sehr bald herausstellte, dass bei keiner Körpergruppe eine so ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Spektren sich zeigt, wie bei der Chlorophyll-

1) Diese kritischen Studien sind niedergelegt in meinen Untersuchungen über das Chlorophyll. Berlin P. PAREY 1884.

2) Dieser Körper war, als ich meine Untersuchungen begann, der einzige gut definirte Körper der Chlorophyllgruppe.

3) Das Spectrum eines alkoholischen Blattauszuges kann man deshalb nicht zu Grunde legen, weil es ein Mischspektrum (d. h. aus dem des Chlorophylls, des Chlorophyllans und des Xanthophylls zusammengesetzt) ist.

gruppe, zu der ich nicht nur den ursprünglichen grünen Farbstoff der Blätter, sondern auch alle seine Derivate rechne, so war eine Lösung der Frage nur auf dem Wege peinlich genauer Feststellung der Absorptions-Spektrallinie (also der Untersuchung sehr zahlreicher Schichtendicken der Lösungen) und der Intensitätsverhältnisse der Absorptionsbänder möglich. Die Körper der Chlorophyllgruppe besitzen nämlich die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, dass sie fast alle die gleiche Anzahl von Bändern (4—5) im Spektrum zeigen und die letzteren auch ungefähr an den gleichen Orten im Spektrum auftreten — allein ebenso konstant wie dies allgemeine Verhalten, so mannichfaltig ist das Spektrum im Einzelnen, besonders bezüglich der Intensitäts-Verhältnisse der einzelnen Bänder. Dabei tritt die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit hervor, dass nur die Bänder II—V (resp. IVb) in Lage, Breite und quantitativer Absorption variiren, während das Band I so lange unverändert erhalten zu bleiben pflegt, als nicht tieferegreifende Zersetzungen vor sich gehen. Ich habe daher das Band I das stabile Band, die übrigen Bänder labile Bänder genannt. Mir sind schon jetzt etwa 20 Körper bekannt, die Band I alle an der gleichen Stelle zeigen, in den übrigen Bändern aber in der denkbar grössten Weise variiren.

Bei den meisten der früheren und auch einigen neueren Angaben hatte man sich begnügt, das Vorhandensein der „Chlorophyllbänder“ als ausreichend für die Entscheidung der Frage, ob Chlorophyll oder ein Zersetzungsprodukt vorliegt, zu betrachten — sobald man die Bänder überhaupt ungefähr an den bezeichneten Stellen bei beliebiger Schichtendicke sah, nahm man an, dass „Chlorophyll“ noch vorliege. Durch einige tausend sorgfältiger spektralanalytischer Untersuchungen habe ich diese Annahme als irrig nachgewiesen und damit gezeigt, dass alle chemischen Untersuchungen über die Körper der Chlorophyllgruppe von peinlich genauen spektralanalytischen Beobachtungen begleitet sein müssen. Mir ist wiederholentlich der Fall vorgekommen, dass ein Körper noch alle chemischen Reaktionen des unveränderten gab, auch in der Farbe nicht verändert war, und doch schon im Spektrum eine deutliche Veränderung zeigte. Diese stete Kontrolle der chemischen Arbeit durch den so überaus empfindlichen Spektralapparat giebt den Untersuchungen freilich einen hohen Grad von Sicherheit, da sich die kleinsten Beimengungen anderer Farbstoffe der gleichen Gruppe sofort erkennen lassen, machen aber eine so peinlich sorgfältige Arbeit nothwendig, dass die Untersuchungen nur im langsamsten Tempo vorschreiten. Man darf mit Sicherheit behaupten, dass, falls der Spektral-Apparat auch bei der Untersuchung anderer Körpergruppen anwendbar wäre, eine grosse Reihe für rein gehaltener Körper die Probe nicht bestehen würde. Dabei darf man natürlich nicht vergessen, dass spektralanalytische Uebereinstimmung

noch immer nicht in allen Fällen auch chemische Identität in sich schliesst, dass sich z. B. Bemengungen von Körpern, die ein Spektrum nicht geben, nicht werden erkennen lassen, ja dass sogar die Möglichkeit vorliegt, dass die Absorptionen nur von einer Atomgruppe des Moleküls bewirkt werden können. Die spektralanalytische Vergleichung leistet also auch nicht alles. Immerhin ist sie zunächst der einzige Weg, auf welchem erspriessliche Resultate erzielt werden können.

Es lag nahe, zunächst das Blattspektrum einem genauen Studium zu unterwerfen und dann zu versuchen, einen Körper herzustellen, der das gleiche Spektrum zeigt. Dieser Körper musste alsdann wenigstens den Atomkomplex enthalten, der die Absorptionen im Blatte erzeugt. Einen solchen Körper darzustellen, ist mir schon vor längerer Zeit gelungen und ich habe denselben als Reinchlorophyll oder Chlorophyll schlechtweg bezeichnet. Ich gewann denselben durch Erhitzen der Chlorophyllanlösung mit Zinkstaub im Wasserbade, nach Eindampfen der Lösung als schwarzes Pulver, welches sich mit schön smaragdgrüner Farbe in Alkohol, Aether etc. löst. Die Lösung zeigt das Blattspektrum, nur fehlen natürlich die Xanthophyllbänder, die von dem im Blatte dem Chlorophyll beigemengten gelben Farbstoffe herühren.<sup>1)</sup> Der Körper enthält also die Atomgruppe, welche im Blatte die Absorptionen in der minder brechbaren Spektrums Hälfte hervorruft. Ich erklärte die Bildung dieses Körpers durch einen Reduktionsprozess, den das Chlorophyllan beim Erhitzen mit Zinkstaub erleidet. Neuere Versuche haben mir jedoch gezeigt, dass dieser Körper auch unter andern Bedingungen entsteht, als bei Reduktionen. Er entsteht nämlich auch, wenn man die Chlorophyllanlösung mit Zinkoxyd erhitzt. Da ich nun ausserdem in der Asche Zink nachweisen konnte, so ist seine Bildung wohl in erster Linie durch Eintritt des Zinks in die Verbindung zu erklären. Die Verbindung verliert durch diesen Nachweis nicht an Interesse, da sie von den zahlreichen bisher bekannten Körpern der Chlorophyllgruppe zu den wenigen gehört, welche das Blattspektrum geben. Ich habe sie aber nicht weiter studirt, da mir, ganz abgesehen von der schwierigen Reindarstellung des Chlorophyllans auch Zweifel bezüglich der chemischen Individualität des letzteren durch den neuerdings von anderer Seite versuchten Nachweis, dass das sogenannte kristallisirte Xanthophyll nichts anderes als Cholesterin, welches durch Xanthophyll tingirt ist, aufstiegen. Es wäre ja immerhin denkbar, dass es sich mit dem Chlorophyllan ähnlich verhielte. Da mich nun aber die den Chlorophyllankristallen event. zu Grunde liegende farblose Substanz, die, wie mikrochemische Reaktionen (besonders die sogenannte Hypochlorin-Reaktion) zeigen, auch dem Grundgerüst der

---

1) Auch zeigt der Körper die Verschiebung des ganzen Spectrums gegen Roth nicht.

Chlorophyllkörner angehören kann, zunächst nicht interessirte, habe ich meine Aufmerksamkeit wieder einem anderen Körper zugewandt, den ich aus dem Roh-Chlorophyllan durch Auflösen desselben in concentrirter Salzsäure, Fällen der Lösung durch viel Wasser und Reinigen des Niederschlages durch wiederholtes Aufnehmen mit Alcohol, Aether, Chloroform etc. in mikroskopischen Kristallen oder durch Eindampfen der Lösung in schwarzen, von der Oberfläche stahlblau schillernden Lamellen in reiner Form erhielt.<sup>1)</sup> Ob dieser Körper mit dem event. im Chlorophyllan enthaltenen identisch oder nahe verwandt ist, kann ich zur Zeit noch nicht entscheiden (die Chlorophyllan-kristalle besitzen die blaue Oberflächenfarbe nicht, sondern sind sammet-schwarz), jedenfalls aber stimmt sein Spektrum mit dem des Chlorophyllans in allen Punkten überein, auch giebt der Körper mit Zinkstaub oder Zinkoxyd ebenfalls eine Zinkverbindung, dessen Spektrum gleichfalls dem des Blattes gleicht.

Dem Körper selbst gab ich den Namen Phyllocyaninsäure und habe ihn in Gemeinschaft mit Herrn WOLLHEIM weiter studirt. Letzterer fand, dass er mit den Metallen grüne und blaue Verbindungen eingeht. Diese Verbindungen sind, wie ich feststellte, nicht eigentliche Salze. Durch stärkere Säuren lässt sich wenigstens die Phyllocyaninsäure nicht wieder unverändert daraus abscheiden. Auch Schwefelwasserstoff scheidet das Metall nicht daraus ab. Die Zinkverbindung, die ich schon früher beschrieben habe, und die man in der Weise darstellen kann, dass man die Phyllocyaninsäure mit Zinkoxyd im Wasserbade erhitzt<sup>2)</sup>, besitzt die blaue Oberflächenfarbe ebenfalls, sie enthält 11,07 pCt. Zink. Ihre Lösung ist schön smaragdgrün und gleicht auch in ihren quantitativen Absorptionen dem grünen Farbstoffantheile des lebenden Blattes. Mit den Alkalien bildet die Phyllocyaninsäure leicht in Wasser lösliche Verbindungen. In conc. Salzsäure löst sie sich leicht und giebt damit eine blaue Verbindung (Phyllocyanin), die sich jedoch schon beim Eindampfen wieder zersetzt und Phyllocyaninsäure unverändert zurücklässt. Die Phyllocyaninsäure, die Herr WOLLHEIM, der sich unter meiner Leitung in das schwierige Gebiet der Chlorophyll-Untersuchungen einarbeitete, in aschefreier Form durch wiederholtes Aufnehmen mit Chloroform darstellte, enthält nach den Untersuchungen desselben, die ich bestätigen kann, keine Spur Eisen.

Die Lösungen der Phyllocyaninsäure in Alcohol sind rauch-

---

1) SCHUNCK, der seit meiner letzten Mittheilung gleichfalls Chlorophylluntersuchungen angestellt hat, stellt diesen Körper, den er Phyllocyanin nennt, durch Einleiten von Salzsäuregas in eine Chlorophylltinctur, Behandeln des dabei entstehenden Niederschlages mit Salzsäure und Aether und Eindampfen der blauen Salzsäurelösung dar. (Contributions to the Chemistry of Chlorophyll part. I. Proceed. of the Royal Society 1885 Nr. 257.)

2) SCHUNCK erhielt diese Verbindung nicht.

braun. Nach einer vorläufigen Verbrennung zu urtheilen, kommt ihr die Formel  $C_{28}H_{47}N_3O_6$  zu.<sup>1)</sup> Herr WOLLHEIM fand auch das Spektrum der Verbindung der Phyllocyaninsäure mit Salzsäure, die eine blaue Farbe hat, im Allgemeinen mit dem Blattspektrum übereinstimmend. Durch ihr ganzes Verhalten steht also die Phyllocyaninsäure dem Blattfarbstoffe sehr nahe. Jedenfalls lassen sich, dies konnte ich schon jetzt sicher feststellen, ihre Metallverbindungen auch aus jedem Blattauszuge, wenn auch zunächst noch nicht in reiner Form, darstellen.

Das weitere Studium der Phyllocyaninsäure verspricht daher auch Aufschlüsse über den grünen Farbstoff der Blätter selbst, mit dem wir z. Z. alle daraus dargestellten Präparate nur durch Spectralanalyse und Löslichkeit vergleichen können. Denn über den Blattfarbstoff selbst sind wir noch gänzlich im Unklaren, er ist ein hypothetischer Körper. Wir wissen nur soviel sicher, dass er mit einem gelben Farbstoffe (dem Xanthophyll) gemengt im Chlorophyllkorn vorkommt, dass er nur Absorptionsbänder in der weniger brechbaren Spectrumshälfte und continuirliche Absorption des Blau zeigt, in welcher Form er aber sich in den Chlorophyllkörpern findet und wodurch die eigenthümliche Verschiebung des ganzen Blatt-Spectrums gegen Roth bewirkt wird — darüber ist zur Zeit nichts Näheres bekannt, nur soviel steht fest, dass diese Verschiebung nicht auf die Einwirkung eines Lösungsmittels zu schieben ist.

Wenn wir also eine quantitative Bestimmung des Farbstoffes grüner Blätter vornehmen, so kann dieselbe sich zunächst nur auf eine Bestimmung der absorbirenden Körper beziehen. Man kann, wie ich sogleich zeigen werde, die Menge absorbirender Substanz, die in den Blättern enthalten ist, ohne Mühe mit genügender Genauigkeit bestimmen, darf aber dabei nicht vergessen, dass es zunächst noch fraglich ist, ob das, was wir Chlorophyll im Blatte nennen, ein Körper ist, dessen gesammtes Molekül die charakteristischen Absorptionen zeigt, oder aber ob nur eine Atomgruppe desselben die Absorptionen hervorruft, oder endlich, ob das Chlorophyll des Blattes eine Verbindung eines absorbirenden Körpers mit einem nicht absorbirenden darstellt.

Immerhin erschien es mir interessant, die Menge der absorbirenden Substanz zu bestimmen. Ich habe das Xanthophyll zunächst unberücksichtigt gelassen und mich darauf beschränkt, den Chlorophyllantheil des Farbstoffgemenges zu bestimmen.

Um die erhaltenen Werthe controlliren zu können, habe ich zwei Methoden neben einander angewendet, die spektralanalytische und die chemische.

Bei der spektralanalytischen bin ich in der Weise verfahren, dass ich zunächst eine Normallösung der reinen, aschefreien Phyllocyanin-

---

1) WOLLHEIM. im Tageblatt der Naturforschervers. Berlin 1886. S. 193.

säure<sup>1)</sup> herstellte, die in einem Liter 0,01 g enthielt. Die licht bräunlich gefärbte Lösung zeigte in einer Schichtendicke von 10 mm den Streifen I deutlich<sup>2)</sup>, aber noch matt, bei 15 mm Schichtendicke ist die Mitte des Bandes I bereits dunkel und von Band II sind die ersten Spuren wahrzunehmen. Diesen Punkt nahm ich zum Ausgangspunkt. Es wurde nun eine, sowohl in ihrer Oberfläche gemessene, als gewogene Menge eines Blattes, dessen Trockensubstanz und Asche zuvor in einem Parallelversuche bestimmt war, mit Alkohol extrahirt, die grüne Farbe der Tinktur durch einen Tropfen verdünnter Salzsäure in gelb übergeführt (das Chlorophyll also in Chlorophyllan bezw. Phyllocyaninsäure übergeführt) und der Auszug auf einen Liter verdünnt. Dieser Blattextrakt besitzt (abgesehen von den hierbei nicht störenden Xanthophyllbändern) das Spectrum der Phyllocyaninsäure, ist also spektralanalytisch mit der obigen Normallösung vergleichbar.

Es wurde darauf bestimmt eine wie dicke Schicht des auf einen Liter verdünnten Blattauszuges erforderlich war um den gleichen Absorptionseffekt zu erzielen wie eine 10 bez. 15 mm dicke Schicht der Normallösung.

Die Methode ist keine absolut scharfe, da die geringe Krümmung des Bodens der Absorptionsröhre kleine Fehler bedingt, auch subjektive Fehler mit unterlaufen, da es nicht möglich ist mit unbedingter Schärfe die Identität der qualitativen Absorption in den beiden zu vergleichenden Lösungen festzustellen — doch sind die aus beiden Umständen entstandenen Fehler nur sehr gering, da man mit ausserordentlich verdünnten Lösungen arbeitet.

Ich habe nach dieser Methode Blätter von *Fuchsia ovata*, *Begonia manicata* und *Plectogyne spec.* untersucht, und gefunden, dass enthält:

*Fuchsia ovata* (in verschiedenen dunkel gefärbten Blättern): 2,55 pCt., 2,7 pCt., 2,90 pCt., 2,92 pCt., 3,56 pCt., 3,77 pCt., 4,2 pCt., 4,43 pCt., 4,71 pCt. der aschefreien Trockensubstanz und auf 1 qm Blattfläche berechnet: 0,6081, 0,756, 0,8875, 0,9709 und 1,0 g absorbirender Chlorophyllsubstanz.

Ein sehr matt gefärbtes Blatt von *Begonia manicata* enthielt nur: 1,8 pCt. der aschefreien Trockensubstanz und auf 1 qm Blattfläche berechnet: 0,3808 g absorbirender Chlorophyllsubstanz.

Ein dunkelgrün gefärbtes Blatt von *Plectogyne* enthielt dagegen in 1 qm Blattfläche 1,2328 g. Da die Blätter sehr derb, also celluloseereich, betrug trotzdem bei dem gleichen Blatte der Gehalt an absorbirender Chlorophyllsubstanz nur 1,92 pCt. der aschefreien Trockensubstanz.

Um diese Resultate zu controliren, habe ich den Farbstoff auch nach einer anderen Methode zu bestimmen gesucht. Da, wie ich oben

1) In einigen Fällen bediente ich mich auch der Zinkverbindung.

2) Ich bediente mich zu diesen Untersuchungen eines von mir im Archiv d. Pharm., 1884 S. 136 abgebildeten Apparates, der einen schnellen Wechsel der Schichtendicke erlaubt und Dicken von 1 bis 300 mm zu untersuchen gestattet.

mitgetheilt habe, das Chlorophyllan bez. die Phyllocyansäure mit Zink Verbindungen mit constantem Zinkgehalte eingeht, so durfte man hoffen durch eine Zinkbestimmung indirekt den Farbstoffgehalt berechnen zu können. Ich habe daher eine gewogene Menge von *Fuchsia* blättern, deren Trockengewicht und Asche natürlich in einem Parallelversuch zuvor bestimmt waren, extrahirt und die alkoholische Tinktur mit Zinkstaub erhitzt, filtrirt, eingedampft, mit heissem Wasser gewaschen, verascht und in der Asche das Zink bestimmt. Ich fand bei Anwendung dieser Methode, dass die angewendeten *Fuchsia*blätter 2,71 pCt. resp. 2,79 pCt. der aschefreien Trockensubstanz Chlorophyll enthielten, was mit den obigen Zahlen gut übereinstimmt. —

Die anfangs von mir zu den quantitativen Bestimmungen herbeigezogene Baryumverbindung hat sich als ungeeignet erwiesen.

Gleichzeitig habe ich nun auch die Einwirkung der Alkalien auf den grünen Farbstoff der Blätter. z. Th. in Gemeinschaft mit Herrn WOLLHEIM, weiter studirt. Ich hatte bereits früher festgestellt, dass Kali und Natron nicht nur grüne Verbindungen mit dem Chlorophyll bilden, sondern auch die die Absorption bewirkende Atomgruppe so tiefgreifend verändern, dass sogar das stabile Band I dauernd<sup>1)</sup> afficirt wird. Nur Ammoniak verhält sich anders und bewirkt keine Alteration des Bandes I. Diese Alkaliverbindungen, die von anderer Seite fälschlich für den reinen Chlorophyllfarbstoff ausgegeben wurden, sind schwer rein darzustellen. Besonders organische Verbindungen, die bei der Verseifung mit in die Chlorophyllseife übergehen, sind schwer davon zu trennen (WOLLHEIM)<sup>2)</sup>. Sie besitzen, wie Herr WOLLHEIM nachgewiesen hat, einen konstanten Aschegehalt und sind als Salze aufzufassen. Die Kali- und Natronverbindungen des Chlorophyllins, wie ich den Körper nenne, sind ebenfalls eisenfrei (WOLLHEIM).

Dadurch erhält die von mir schon vor längerer Zeit aufgestellte Behauptung, dass Eisen nicht nothwendiger Bestandtheil des grünen Farbstoffes der Blätter ist, die ich auf eine genaue Untersuchung der Baryumverbindung des Chlorophyllins gründete, eine weitere Bestätigung.

Um grössere Mengen von Rohmaterial zu den Untersuchungen zu erhalten, hatte ich mich an verschiedene chemische Fabriken<sup>3)</sup> mit der Bitte um Darstellung des Rohmaterials gewandt. Zu meinem Erstaunen erhielt ich in allen Fällen Blätterauszüge, die nicht fluoreszirten und deren Rückstände auch nicht in Salzsäure unter Bildung von Phyllocyanin

1) Die aus den Alkaliverbindungen durch schwache Säuren in Freiheit gesetzte Substanz besitzt alle Kriterien dieser Veränderung, besonders zeigt sie im Spectrum eine Verschiebung der Bänder gegen Blau, besitzt also ein von Blatt sehr abweichendes Spectrum.

2) Es ist daher erklärlich, dass, wenn man die durch Verseifung erhaltenen Alkaliverbindungen oder das durch Säure daraus abgeschiedene Chlorophyllin einer quantitativen Farbstoffbestimmung zu Grunde legt, zu hohe Zahlen gefunden werden.

3 Dr. SCHUCHARDT, GEHE & Co. u. and.

theilweise sich lösten, an letztere vielmehr nur einen schwach gelbgefärbten Körper abgaben<sup>1)</sup> und die sich auch sonst (z. B. gegen Licht) ausserordentlich resistent erwiesen.<sup>2)</sup> Da ich unter der grossen Zahl der Körper der Chlorophyllgruppe, die mir seit Jahren durch die Hände gegangen waren, nicht einen einzigen kennen gelernt hatte, der nicht fluoreszirte — in der That hat man ja auch von jeher die Fluoreszenz als eine der wesentlichsten Eigenschaften der Körper der Chlorophyllgruppe angesehen — war mir dies im höchsten Grade auffallend und ich habe die Sache in Gemeinschaft mit Herrn WOLLHEIM weiter verfolgt. Letzterer hat auf meinen Vorschlag eine grössere Anzahl von Körpern daraufhin geprüft, ob sie die Fluoreszenz des Chlorophylls aufzuheben vermögen, und gefunden, dass dies von allen nur das Kupfer zu thun vermag und beruht dieses Verschwinden der Fluoreszenz bei Behandlung von Chlorophyllauszügen mit Kupfer (oder Kupferverbindungen) auf der Bildung einer Verbindung des Kupfers mit der Phyllocyaninsäure. Dieser Körper, den man auch durch Erhitzen von Kupferoxyd mit Phyllocyaninsäure darstellen kann, besitzt in seinen Lösungen in der That keine Spur von Fluoreszenz.

Daraufhin habe ich die ursprünglichen Auszüge, die ich aus den Fabriken erhielt, in Mengen von 10–20 g auf Kupfer geprüft und hier in allen Kupfer gefunden. Da ganz allgemein in den Fabriken auch zum Abdestilliren alkoholischer Flüssigkeiten kupferne Blasen verwendet werden, die Kupferverbindung sich aber schon beim Erhitzen der Chlorophyll-Lösung mit metallischem Kupfer bildet, so ist damit die Erklärung für das Auftreten nicht fluoreszirender Chlorophyll-Lösungen gegeben.<sup>3)</sup>

Da die Kupferverbindung, wie alle Körper der Chlorophyllgruppe, das stabile Band I im Roth gleichfalls besitzt, so ist damit nachgewiesen, dass die rothe Fluoreszenz nicht zu den Absorptionen im Roth in Beziehung stehen kann.

Zu meinen Untersuchungen der gelben Blattfarbstoffe habe ich noch nachzutragen, dass das Erythrophyll Krystalle bildet, die eine blaue Oberflächenfarbe besitzen, dem sog. krystallisirenden Xanthophyll diese Oberflächenfarbe aber fehlt. Beide Körper sind also nicht, wie dies neuerdings wiederum versucht wurde, zusammenzuwerfen.

1) Auf die Bildung dieser gegen Salzsäure resistenten Verbindung sind offenbar einige von mir seither nicht verstandene Notizen in der Literatur, wo der betr. Beobachter dem Chlorophyll eine Resistenz gegen Säuren zuschreibt, zurückzuführen.

2) Ich habe diese nicht fluoreszirenden Lösungen schon wiederholentlich der Gesellschaft vorgelegt.

3) Auf die Bildung dieser Verbindungen ist also auch das häufige Nichtfluoresziren des Oleum hyoscyami der Apotheken zurückzuführen, wenn dasselbe, wie üblich, in kupfernen Kesseln dargestellt wurde. Das Oel selbst hat auf der Fluoreszenz keinen Einfluss, wie FRANK-SCHWARZ fälschlich anzunehmen geneigt ist. (Tagebl. d. Berliner Naturforschervers. 1886. S. 194.)



# 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: 1887

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Tschirch Alexander

Artikel/Article: [Untersuchungen über das Chlorophyll 128-135](#)