Erwiderung auf die Abhandlung des Hrn. Marchlewski „Zur Kenntniss des Chlorophylls“;

von

G. Bode.

Nicht der sachliche Inhalt des Angriffs, den Herr Marchlewski¹⁾ meinen Arbeiten über das Chlorophyll zu Theil werden liess, sondern die Art des Angriffs zwingt mich von Neuem zu einer Erwiderung.

Herr Marchlewski schreibt: „Ich darf die einleitenden Bemerkungen des Herrn Bode, welche sich auf die Zusammensetzung von rohen Pflanzenextracten, event. ihre Complicirtheit, von der augenscheinlich vor Bode Niemand etwas gewusst hat, ohne der Beschuldigung wichtigen Argumenten eines Gegners ausweichen zu wollen — umgehen.“

Aus dieser Bemerkung und der öfter gebrauchten Bezeichnung „reines“ bezw. „unverändertes Chlorophyll“ muss ich schliessen, dass Herr Marchlewski von dem Glauben befangen ist, dass in einem alkoholischen Pflanzenextract nur ein reines Chlorophyll enthalten ist. Gesetzt den Fall, es sei in den Vacuolen und im Protoplasma der Pflanzenzelle kein in Alkohol löslicher Körper vorhanden — vom Gegentheil überzeugt uns sogar schon ein Blick in jedes Handbuch der Physiologie —, so müssen wir uns doch vergegenwärtigen, dass bei Einwirkung schwacher Säuren aus einer concentrirten alkoholischen Lösung ein Produkt ausfällt, das nur zum kleinsten Theil aus dem grünen Farbstoff besteht, zum weit grösseren aber aus den Componenten eines Lecithines. Bis heute ist es noch nicht gelungen, durch irgend welche Reinigungsverfahren, ohne Zerlegung des Lecithincomplexes in seine Componenten, den Farbstoff isolirt zu erhalten. Die constante Zusammensetzung des Chlorophyllans aber sagt uns, dass der Farbstoff nur einen integrierenden Bestandtheil des Lecithines ausmacht. Dass Herr Marchlewski diese fest-

¹⁾ Dies. Journ. [2] 59, 22.

stehende Thatsache vergisst oder leugnet, führt zu einer steten Befangenheit und immer neuen Irrthümern. Es kann natürlich nicht einerlei sein, ob ein Reagens, Säure oder Alkali, auf den Farbstoff selbst, oder auf ein Lecithin, an das der Farbstoff gebunden ist, einwirkt. Im ersteren Falle müssen wir Zersetzungsprodukte oder salzartige Verbindungen des Farbstoffs erhalten, im zweiten muss vor allem das Lecithin in seine Componenten zerlegt werden, ehe eine Einwirkung auf den Farbstoff selbst erfolgen kann.

Es muss hier entschieden festgestellt werden, dass Herr Marchlewski die spectroscopischen Eigenschaften eines alkoholischen Pflanzenextractes als Norm hinstellt. Jede Abweichung in dieser doch rein physikalischen Beziehung wird zum Abbauprodukt mit schönem Namen. Ferner müssen wir uns vergegenwärtigen, dass ein alkoholischer Pflanzenextract aus einer Reihe von Bestandtheilen besteht und dass ein Spectrum dieses Extractes wieder nur ein Ausdruck für die Summe dieser Produkte giebt, uns aber niemals sagt, der reine Farbstoff hat dieses Spectrum, weil ein alkoholischer Auszug ein solches hat. Auf diesem Wege kommen wir zu Derivaten, wie das von Herrn Marchlewski als „ein sehr gut charakterisirtes Chlorophyllderivat“ bezeichnete Phylloxanthin, dessen Existenzberechtigung ich schon früher bestritten habe und dessen Streichung auf Grund neuer Versuche auf das Entschiedenste gefordert werden muss. Ich werde darüber weiter unten berichten.

Nach einem kleinen persönlichen Ausfall fährt dann Herr Marchlewski weiter fort: „... und (Bode) glaubte, im Chlorophyllan einen Körper gefunden zu haben, dessen chemische und physikalische Eigenschaften die Garantie der Einheitlichkeit lieferten.“ Gewiss, aber nicht ein reines Chlorophyll, sondern ein Lecithin, an das das Chlorophyll angelagert ist.

Ich war bei meinen Arbeiten bestrebt, so weit als irgend möglich jene Bestandtheile des Protoplasmas und Zellsaftes zu entfernen, und griff deshalb auf das Chlorophyllan zurück, wobei ich mich eng an die Arbeiten von Hoppe-Seyler und Tschirch anschloss, wie ich bereits in meiner Dissertation, unter Beifügung zahlreicher Citate, betonte. Ich habe auch

heute noch nicht Lust oder gar Grund, mich mit fremden Federn zu schmücken, wie Herr Marchlewski die Leser gern glauben machen möchte.

Niemand kann leugnen, dass die aus einer alkoholischen Chlorophyllanlösung ausfallenden Krystalle sämmtlichen grünen Farbstoff enthalten, und gerade weil hier eine stets gleichmässig krystallisirende Substanz vorliegt, benutzte ich dieselben als Ausgangsmaterial. Herr Marchlewski erwartet von mir den Beweis, dass Chlorophyllan ein chemisches Individuum sei. Nun ich habe in meiner Dissertation klipp und klar gesagt, dass das Chlorophyllan ein stets gleichmässig krystallisirender Körper, von stets constanten physikalischen und chemischen Eigenschaften sei. Meine Angaben stimmen mit den dort citirten von Hoppe-Seyler, Gautier, Rogalski, Tschirch u. a. gut überein. In der Charakterisirung der chemischen Zusammensetzung dürfte ich wohl einen Schritt weiter gekommen sein, wenn ich auch hier in der Hauptsache auf den Arbeiten Hoppe-Seyler's fusse.

Auf Seite 26 meiner Arbeit habe ich die Resultate meiner diesbezüglichen Untersuchungen tabellarisch zusammengestellt und führe dieselben hier noch einmal an, schon desshalb, weil meine Dissertation nur in der üblichen geringen Anzahl von Exemplaren gedruckt worden ist.

Das nach der auf Seite 11 angegebenen Methode hergestellte Chlorophyllan, das die auf Seite 12 aufgezählten Eigenschaften in, auch bei wiederholten Darstellungen, stets gleich bleibender Weise zeigte, wurde in Aether gelöst, ein Theil dieser Lösung wurde mit 20 procent. Schwefelsäure, ein anderer mit 5 procent. Kalilauge in der Kälte behandelt. Die Resultate sind folgende:

I. Zerlegung des Chlorophyllans durch Schwefelsäure.

Saurer Antheil:

Grüner Farbstoff,
Phosphorsäure,
Magnesium,
Cholin.

Aetherischer Antheil:

Fettsäuren,
Phytosterin,
Gelber Farbstoff.

II. Zerlegung des Chlorophyllans durch Kalilauge.

Alkalischer Antheil:	Aetherischer Antheil:
----------------------	-----------------------

Grüner Farbstoff,	Phytosterin,
Fettsäuren,	Gelber Farbstoff.
Glycerinphosphorsäure,	
Cholin,	
Magnesium.	

Phosphorsäure und Magnesium sind direct in der Chlorophyllanlösung nicht nachzuweisen, machen aber einen, selbst bei verschiedenen Autoren¹⁾ gut stimmenden procentischen Antheil des eingeäscherten Chlorophyllans aus. Sie sind demnach in organischer Bindung vorhanden. Ich vermuthete, dass das Magnesium an den grünen Farbstoff gebunden sei und zog deshalb das Etiolin in den Kreis meiner Betrachtung. Es gelang mir, ein mit dem Chlorophyllan conform krystallisirendes Produkt zu erhalten, das jedoch nicht olivgrün, sondern gelb gefärbt war.

Eine Zerlegung desselben mittelst Kalilauge ergab ein gleiches Resultat, wie ich es bei dem Chlorophyllan bekommen hatte, nur war der grüne Farbstoff in Spuren und ebenso das Magnesium in Spuren vorhanden. Daraus durfte ich den physiologisch wichtigen Schluss ziehen, dass in der Pflanze wohl im Dunkeln der Lecithincomplex gebildet wird, dass aber die Magnesium-Farbstoffverbindung erst durch Einwirkung des Lichtes unter Beihülfe vermuthlich des Zellsaftes oder des Protoplasmas entsteht.

Ein Grund zur Annahme, dass der grüne Farbstoff sich nicht an den Lecithincomplex anlagere, liegt nicht vor. Verfolgt man unter dem Mikroskop das Abschmelzen der Chlorophyllankrystalle in einem Lösungsmittel, so geschieht dies stets gleichmässig, ohne irgend welche Aenderung in der Farbe der Krystalle. Ich muss nach dieser kurzen Recapitulation, unter gleichzeitigem Hinweis auf die ausführlichere Mittheilung in meiner Dissertation, daran festhalten, dass das Chlorophyllan ein chemisches Individuum ist, ein Lecithincomplex, an den

¹⁾ Vergl. die Analysen von Gautier, Rogalski, Hoppe-Seyler und die meinen, a. a. O. S. 14).

der grüne Farbstoff in einer noch näher zu präcisirenden Weise angelagert ist.

Diese lecithinartigen Körper, ferner aber auch der Umstand, dass in einen alkoholischen Extract noch andere Bestandtheile des Pflanzenleibes eingehen, veranlassten mich zu dem Vorschlage, die Bezeichnung Chlorophyll für den hypothetischen grünen Farbstoff zu reserviren, im Gegensatz zu Hrn. Marchlewski, der in einem alkoholischen Extract das reine Chlorophyll sieht. Wäre dies der Fall, also der Farbstoff als solcher in freiem Zustande in einer alkoholischen Lösung vorhanden, so müsste er durch Einwirkung schwacher Säuren (Chlorophyllanbildung) an ein Lecithin gebunden werden, was natürlich widersinnig ist und wofür wohl kein weiterer Beweis erbracht zu werden braucht.

Weiter kommt dann Hr. Marchlewski auf die Chlorophyllbänder zu sprechen. Auf S. 27 heisst es: „Nun ein Wort bezüglich der Waffen, mit denen Hr. Bode kämpft.“ Ich hatte darauf hingewiesen, dass die Angaben über die Zahl der Bänder in der Marchlewski'schen Monographie inconsequent seien, was mir nun als Kleinigkeitskrämerei ausgelegt wird. Ich kann aber auch diese Eigenschaft heute noch nicht ablegen und muss zwei Stellen aus der letzten Erwiderung citiren. Auf S. 23 heisst es: „. . . Da unverändertes Chlorophyll“ — also ein alkoholischer Extract — „eben nur drei Bänder in der Region des Spectrums, in welche die 5 Chlorophyllanbänder (von B—F) zu liegen kommen, zeigt.“ Und 7 Zeilen weiter unten heisst es: „Stellt man sich aber Chlorophylllösungen aus möglichst säurefreiem Material dar und unterwirft dieselben der Kraus'schen Reinigungsmethode, so beobachtet man, dass im weniger brechbaren Theile des Spectrums (zwischen B und F) nur vier Bänder wahrzunehmen sind, wobei . . .“ Darüber, dass die Kraus'sche Benzinreinigungsmethode nicht zur absoluten Entfernung des gelben Farbstoffs führt, habe ich kürzlich berichtet¹⁾ und verweise hiermit nur auf diese Abhandlung.

In der That lege ich gar keinen Werth darauf, dass der Druckfehlerteufel Hrn. Marchlewski hin und wieder einen

¹⁾ Botan. Centralbl. 77, 1899.

kleinen Streich bei der Anführung der Zahl der Chlorophyllbänder spielt. Ich habe in meiner Dissertation darauf aufmerksam gemacht, dass das Spectrum durch jeden, auch den geringsten, chemischen Eingriff, oft nur durch Aenderung der Concentration des Lösungsmittels oder durch nicht chemisch einwirkende Zusätze in gewissem Grade verändert wird, so dass es überaus gewagt erscheinen muss, wenn man aus Verschiebungen im Spectrum ein neues Derivat construiren will. Zur Erhärtung habe ich später die Versuche von Ostwald citirt, aus denen hervorgeht, dass die Spectren der verschiedenen Permanganate, die Eosin-, Fluorescein- und Violursäuresalze etc. etc. in ihren Verbindungen mit verschiedenen Basen ein verschiedenes Spectrum zeigen. Befinden sich aber die Moleküle in dissociirtem Zustande, so wird diese Verschiedenheit wieder aufgehoben, zum Beweis, dass nur der elektronegative Bestandtheil, das Farbstoff-Ion, die Absorption bedingt. Demgemäss dürften auch die verschiedenen Verbindungen des Chlorophylls mit einem Lecithin, eine Säure oder Alkali ein verschiedenes Spectrum zeigen, ohne dass von einem Abbau des Farbstoff-Ions die Rede zu sein braucht. In wie weit gehendem Maasse auch das Lösungsmittel das Spectrum beeinflussen kann, das zeigt eine erst in diesem Jahre erschienene Arbeit von Deussen, deren für uns wichtigste Ergebnisse ich folgen lasse.

E. Deussen¹⁾ fand, dass das Lösungsmittel von äusserst weitgehendem Einfluss auf das Absorptionsspectrum ist, so dass die Identität der Bänder in beispielsweise alkoholischer und wässriger Lösung oft nur durch Zwischenstufen verschiedenprocentiger Gemische der Lösungsmittel festgestellt werden konnte. Zur Erläuterung der Thatsache, dass bei dem gleichen Körper durch Aenderung des Lösungsmittels 2 Bänder zu einem verschmelzen, sei aus Deussen's Arbeit ein Fall citirt. Der Autor fand für Uranyl nitrat in $\frac{1}{2}$ bzw. $\frac{1}{5}$ äquimolekularer wässriger Lösung 10 Bänder, ebenso viele in gleicher Lösung, die aber 50%, 80% und 90% Glycerin enthielt. In 100% Glycerin verschmolzen die Bänder 3 und 4 zu einem Bande, während auch hier die Verschiebungen derartig waren, dass

¹⁾ Ann. Chem. 66, Heft 5, S. 1128—1148.

nur durch die 50 procent., 80 procent. und 90 procent. Zwischenstufen die Identität der Bänder in wässriger und Glycerinlösung constatirt werden konnte. Tabelle 5 giebt für einen umgekehrten Fall ein Beispiel. $\frac{1}{4}$ äquimolekulare Lösung von Uranylchlorid in Wasser, 50 procent., 70 procent. und 100 procent. Alkohol, 50 procent. und 90 procent. Glycerin zeigt wieder, ganz abgesehen von der weitgehenden Verschiebung, 10 Bänder, in 100 procent. Glycerin aber 11 Bänder.

Ueber den damals gemachten Einwurf schweigt sich Hr. Marchlewski aus. Müsste er doch auch zugeben, dass damit die einzigsten Beweise für die Berechtigung der Derivate hinfällig würden. Doch darf ich hoffen, dass er jetzt eine Erklärung darüber abgiebt.

Betrachten wir von diesem Gesichtspunkte aus die Auseinandersetzungen auf S. 28 und S. 29 der Erwiderung, so muss man sich thatsächlich über den Mangel an Beweisen wundern, denn Aussprüche wie: „Das Spectroskop wird dann keinen Zweifel herrschen lassen, dass wir ganz verschiedene Substanzen vor uns haben“, beweisen nach oben Gesagtem nichts. Hat doch das Spectroskop Hrn. Marchlewski nicht gehindert, das Phylloxanthin als einen sehr gut charakterisirten Körper hinzustellen, trotzdem es in allen Stücken mit dem Chlorophyllan identisch ist, wie wir noch sehen werden.

Ich greife aus dem dort Gesagten (S. 28) noch den ersten Punkt heraus. Hr. Marchlewski schreibt: „Weiterhin verlangt Hr. Bode von mir, thatsächliche Beweise dafür zu erbringen, dass seine Ansichten über die Verbindungen des Chlorophylls mit Säuren und Alkalien falsch sind, und ich unterlasse nicht, nochmals zu betonen, dass Hr. Bode bedauernswerther Weise es nicht unternommen hat, den Inhalt der früher citirten populären Schrift, die den Beweis längst enthält, sich anzueignen.“ (Ich hoffe, dass die Leser nun allmählich von meiner geistigen Beschränktheit überzeugt sind.) „Ich habe dort die Schunk'schen und meine Untersuchungen beschrieben und darauf hingewiesen, dass Chlorophyll“ (wieder der alkoholische Pflanzenauszug) „und Alkachlorophyll total verschiedene Substanzen sind. Beide Substanzen wurden der Wirkung des gleichen Reagens unterworfen, wobei total verschiedene Körper erhalten wurden. Chlorophyll gab unter

dem Einfluss von Salzsäure Phylloxanthin und Phyllocyanin, während Alkachlorophyll unter denselben Bedingungen einen Aether des Phyllotaonins gab.“ Unter Chlorophyll ist ein alkoholischer Auszug zu verstehen, in dem der Farbstoff an ein Lecithin gebunden ist, unter Alkachlorophyll ein Kaliumsalz des Farbstoffs. Lassen wir auf ersteres Salzsäure einwirken, so tritt eine Verfärbung ein, bei der nöthigen Concentration des Auszuges auch eine Fällung, bestehend aus Chlorophyllan, also einem Körper, der neben dem Farbstoff noch ein Lecithin enthält. Lassen wir Salzsäure längere Zeit auf dieses Lecithin einwirken, so wird ein Theil desselben zerlegt und der frei gewordene Farbstoff wird von der „concentrirten“ Salzsäure aufgenommen. Natürlich ist es nicht dasselbe, wenn Salzsäure auf den Lecithincomplex einwirkt oder auf ein Kaliumsalz des Farbstoffs, und darin hat Hr. Marchlewski Recht. Die resultirenden Lösungen — denn nur um solche handelt es sich — zeigen ein ganz verschiedenes physikalisches Verhalten und ihre Spectren sind, wie nach den Untersuchungen von Ostwald nicht anders zu erwarten, etwas verschieden. Aber daran denkt Herr Marchlewski nicht, dass das Lecithin doch auch einen gewissen Einfluss auf die physikalischen und optischen Eigenschaften einer Lösung haben kann und in der That hat. Dasselbe gilt natürlich auch für den weiter unten angeführten Scheinbeweis, wo statt Salzsäure tropfenweise Essigsäure zugesetzt wird. Wieder soll uns der Spectralapparat die gewünschte Antwort geben.

Um endlich endgültig das Phylloxanthin aus der Welt zu schaffen, habe ich mir diesen Stoff noch einmal genau nach der Vorschrift, die in dem populären Werke Marchlewski's gegeben ist, hergestellt. Was ich in der Erwiderung auf den ersten Angriff Marchlewski's annahm, ist dadurch zur vollen Thatsache geworden.

Ich sagte auf S. 491 meiner Erwiderung: „Doch mögen auch noch die Eigenschaften des fraglichen Phylloxanthins etwas näher beleuchtet sein und zwar durch Gegenüberstellen mit dem Chlorophyllan.“ Nachdem ich dann im Folgenden die Eigenschaften der beiden Körper, die sich in allen Stücken gleichen, aufgezählt hatte, fragte ich zum Schluss:

„Wo bleibt da die Verschiedenheit, die das Phylloxanthin zum Abbauprodukt stempelt?“ Darauf erwidert Hr. Marchlewski auf S. 27: „Ich hoffe, durch diese Auseinandersetzungen den unparteiischen Leser von der totalen Verschiedenheit des Phyllocyanins und Phylloxanthins überzeugt zu haben; auch bin ich bereit, Jedem, der sich der Mühe unterziehen will, die Streitfrage selbst zu entscheiden, ätherische Lösungen beider Substanzen in zugeschmolzenen Röhren zur Verfügung zu stellen.“

Ich frage nach dem Unterschiede zwischen Chlorophyllan und Phylloxanthin und erhalte zur Antwort: Phyllocyanin und Phylloxanthin sind verschieden. Das ist eine directe Verschiebung meiner Angaben, und diese Art der wissenschaftlichen Polemik kann gar nicht tief genug gehängt werden, um so mehr, da dem in diesem Gebiete nicht Bewanderten Lösungen zur Verfügung gestellt werden, um die es sich gar nicht gehandelt hat.

Chlorophyllan und Phylloxanthin sind identisch. Nie aber habe ich behauptet, dass Phyllocyanin und Phylloxanthin in ihrer Zusammensetzung übereinstimmen, da ich letzterem schon in meiner Dissertation die Daseinsberechtigung absprach. Im Phylloxanthin ist, wie im Chlorophyllan, der Farbstoff an ein Lecithin gebunden, im Phyllocyanin ist das Lecithin zerlegt und wir haben eine Bindung des Farbstoffs an die Säure. Hr. Marchlewski weiss recht wohl, dass in ein zugeschmolzenes Glasröhrchen gerade so viel ätherische Lösung geht, um es einmal vor das Spectroskop halten zu können, dass aber damit nie die Streitfrage aus der Welt geschafft werden kann.

Meine Untersuchung über das Phylloxanthin befindet sich bereits im Druck und dürfte in einer der nächsten Nummern des „Botanischen Centralblatts“ erscheinen. Ich verweise auf die dort gegebene ausführliche Beschreibung der Versuche und wiederhole hier nur in kurzen Zügen die Resultate.

Ich hatte, wie gesagt, schon früher behauptet, dass das sogenannte Phylloxanthin mit dem Chlorophyllan identisch, bezw. ein schlecht gereinigtes Chlorophyllan sei. Als mir dies von Herrn Marcklewski immer wieder bestritten wurde,

suchte ich dadurch eine Entscheidung herbeizuführen, dass ich ein nach Marchlewski's Vorschrift hergestelltes Phylloxanthin auf das Vorhandensein der Bestandtheile des Chlorophyllans, also der Componenten des Lecithins untersuchte.

Ich hatte übereinstimmend mit früheren Angaben anderer Forscher im krystallisirten Chlorophyllan nachgewiesen: Phosphorsäure (als Glycerinphosphorsäure), Magnesium, den grünen Farbstoff, Cholin, Fettsäuren, und als muthmaassliche Verunreinigungen Carotin und Cholesterin. Ich äscherte also einen Theil des vorschriftsmässig hergestellten Phylloxanthins ein. Die Asche enthielt Phosphorsäure und Magnesium, ausserdem aber noch wenig Calcium und einen in Folge des nur spureweisen Vorhandenseins nicht identificirbaren Niederschlag, vermuthlich aus Thonerde oder Kieselsäure bestehend. Demgemäss war also hier die Reinigung noch nicht so weit geführt, wie es beim Chlorophyllan gelungen war, wo nur Phosphorsäure und Magnesium zu erkennen waren. Ein weiterer Theil des erhaltenen Productes wurde mit rauchender Salzsäure unter häufigem Schütteln mehrere Tage lang stehen gelassen, die intensiv blaue fast schwarze Flüssigkeit wiederholt mit Aether ausgeschüttelt und in diesem schwach gelben ätherischen Antheil die Fettsäuren nachgewiesen. Im sauren Antheil waren neben der schon in der Asche erkannten Phosphorsäure und dem Magnesium Cholin und der Farbstoff vorhanden.

Wenn etwas im Stande war, den letzten Schein für die Existenzberechtigung des Phylloxanthins zu nehmen, so war es diese mit aller Sorgfalt durchgeführte Analyse. Die Bestandtheile des Lecithins stimmen überein, die Eigenschaften sind die des Chlorophyllans, es bleiben nur die nach Herrn Marchlewski verschiedenen Spektren. Doch über diese lässt sich mit Herrn Marchlewski nicht rechten, hier hat er seine eigenen Ansichten, seine eigene Welt. Ich kann also nur auf die Antwort warten, welche mir auf die Frage wird: Welcher Unterschied ist zwischen Phylloxanthin und Chlorophyllan? Ich finde keinen.

Sehen wir uns einmal die Tabelle in der populären Monographie (S. 4) an, so finden wir an der Spitze: Chlorophyll. Darunter versteht Herr Marchlewski den reinen Farbstoff.

In Wirklichkeit haben wir einen alkoholischen Pflanzenauszug vor uns, der neben den Bestandtheilen des Zellsaftes und Protoplasmas den Farbstoff, gebunden an ein Lecithin, enthält. Als erstes Derivat finden wir: Chlorophyllan, einen Körper, dem neuerdings die Existenzberechtigung abgesprochen wird, der aber Dank seiner constanten Zusammensetzung recht wohl das Interesse der Chlorophyllforscher verdient. Wir kennen seine allerdings complicirte Zusammensetzung und sollten stets eingedenk bleiben, von welcher Wichtigkeit gerade diese vom Gesichtspunkte des Physiologen ist. Als zweites Derivat reiht sich das Phylloxanthin an, das wohl durch meine Ausführungen endgültig abgethan sein dürfte. Bis hierher reichen die Componenten des Lecithins mit dem Farbstoff, von einem Abbau des letzteren kann überhaupt nicht die Rede sein. Wenn in einer frischen Chlorophylllösung die physikalischen Eigenschaften andere sind als in einer Chlorophyllanlösung, so glaube ich den Grund in einer Aenderung der salzartigen Bindung suchen zu müssen. Denn nur in dieser zeigt der Farbstoff seine intensiv grüne Farbe; versuchen wir denselben in Freiheit zu setzen, so tritt Verfärbung in Braun ein.

Die beiden weiteren Derivate sind durch Einwirkung von Kalilauge bezüglich concentrirter Salzsäure der Lecithinbestandtheile beraubt. Dass dabei ein Abbau des Farbstoffmolekül statthaben kann, wäre wohl möglich, doch fehlt hierfür jeglicher Beweis. Das verschiedene Aussehen der Chlorophylllösung und des Alkachlorophylls, bez. Phyllocyanins ist verständlich und durch die gänzlich verschiedene Zusammensetzung erklärbar. Selbst die so gern herangezogenen Absorptionsspectren beweisen nichts. Wer mit ungetrübtem Blicke die Zusammenstellung der verschiedenen Spectren, wie sie von verschiedenen Autoren beobachtet wurden, am Schlusse meiner Dissertation betrachtet, der dürfte wohl finden, dass, zumal bei Berücksichtigung der Arbeiten Ostwald's und Deussen's, ein Grund zur Annahme eines Abbaues nicht vorliegt. Hingegen lassen sich durch Annahme salzartiger Verbindungen mit Alkali bezüglich Säure alle jene Eigenschaften erklären, die dem Alkachlorophyll und dem Phyllocyanin zukommen, Doppelsalze etc. So dürfte denn der ganze Bau der Chlorophyllderivate, schon durch das Ausscheiden des einen Phyllo-

xanthin, in sich zusammenfallen, und es bleibt der weiteren Forschung überlassen, ob sie meine Ansicht acceptiren will. Unentwegt werde ich, trotz der merkwürdigen Kritik und Art der Polemik Marchlewski's, bestrebt sein, weitere Beweise für die Richtigkeit meiner Anschauung zu finden.

Innsbruck, Juli 1899, Botanisches Institut.

Zur Kennzeichnung der Flamme;

von

Nic. Teclu.

I.

Bekanntlich ist bei der gewöhnlichen **Flammenbildung**, die durch **Entzünden** eines in die Luft strömenden brennbaren Gases zu Stande kommt, die **Flammenform** an eine Reihe verschiedener Bedingungen geknüpft. Nicht nur der äussere Druck und die Diffusionsgeschwindigkeit der Gase, sondern auch der Querschnitt der Ausflussöffnung und der Druck des Gases, sowie die Verbrennungsgeschwindigkeit und die Verbrennungstemperatur der **Flammen** sind für die **Flammenform** maassgebend. Bei denselben Brennstoffen und gleichen Druckverhältnissen ist die Beschaffenheit der Ausflussöffnung entscheidend, während bei gleichbleibendem Querschnitt endlich der Druck des ausströmenden Gases allein die Form der Flamme beeinflusst. — Lässt man demnach beispielsweise aus einer Platinröhre¹⁾ *a* (s. Fig. *A* S. 397), deren Querschnitt 1 bis 2 Mm. und deren Länge etwa 12 Cm. beträgt, Leuchtgas in die Luft strömen und entzündet dasselbe, dann wird, den angeführten Bedingungen entsprechend, die Flamme eine bestimmte Form annehmen. Dieselbe zeigt eine sehr bemerkenswerthe Formveränderung, wenn das Platinrohr auf einer möglichst langen Strecke erhitzt wird, etwa mit einer blau-leuchtenden Flachflamme eines entsprechenden Brenners (*b*).

¹⁾ Die Röhre wurde durch Umwickeln eines dünnen Platinblechs um eine Stricknadel hergestellt.