

In üblicher Weise fanden in der Sitzung die Wahlen der Berliner Vorstandsmitglieder und der Redaktionskommission für das Jahr 1908 statt. Von den anwesenden 29 ordentlichen Mitgliedern wurden durch Zettelabstimmung gewählt:

Herr A. ENGLER zum ersten Vorsitzenden,  
 „ L. KNY zum ersten Stellvertreter,  
 „ O. REINHARDT zum zweiten Stellvertreter,  
 „ H. FISCHER zum ersten Schriftführer,  
 „ E. KOEHNE zum zweiten Schriftführer,  
 „ G. LINDAU zum dritten Schriftführer,  
 „ O. APPEL zum Schatzmeister,  
 „ P. ARCHERSON }  
 „ E. GILG } zu Mitgliedern der Redaktions-  
 „ R. KOLKWITZ } kommission.

Als Sekretär wird Herr W. WÄCHTER die Geschäfte der Gesellschaft fortführen.

## 61. D. Iwanowski: Über die Ursachen der Verschiebung der Absorptionsbänder im Blatt.

(Mit Tafel XII.)

(Eingegangen am 4. September 1907.)

Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass das Absorptionsspektrum lebender Blätter mit demjenigen der Chlorophylllösung nicht vollständig zusammenfällt, und man hat zu wiederholten Malen versucht, die Gründe davon aufzuklären, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, eine befriedigende Lösung dieser Aufgabe zu erreichen.<sup>1)</sup> Die Tatsache selbst verdient ja unsere Aufmerksamkeit nicht nur in Hinsicht darauf, dass die optischen Eigenschaften des Chlorophylls bisher als die wichtigsten Merkmale seiner Unversehrtheit erscheinen, sondern auch deshalb, weil die Aufklärung der zu beobachtenden Abweichungen uns gewisse Rückschlüsse über den Zustand des Pigments im lebenden Chlorophyllkorn gestattet. Es ist ja bekannt, dass das Absorptionsspektrum keine beständige Eigenschaft der

1) Die betreffende Literatur ist in den Abhandlungen von TSCHIRCH und REINKE zusammengestellt. TSCHIRCH, Landw. Jahrbücher, Bd. 13 (1884), S. 420 bis 425; REINKE, diese Berichte, Bd. I, S. 395.

Substanz darstellt, sondern mit dem Aggregatzustand derselben, mit dem optischen Verhalten ihres Lösungsmittels und dergleichen variiert. Wenn also eine Lösung des Blattgrüns uns ein vom Blatte selbst abweichendes Absorptionsspektrum zeigt, so kann das nicht nur infolge der Veränderung des Pigments beim Extrahieren, sondern auch dadurch entstehen, dass sein Zustand im Chloroplasten ein anderer ist, als in der Lösung. In diesem letzteren Falle wäre es vom physiologischen Standpunkte aus eine lohnende Aufgabe, denselben aufzuklären.

Es scheint mir, als ob die Hauptursache des Misslingens der bisherigen Versuche, die Abweichungen des Absorptionsspektrums lebender Blätter zu erklären, in der Anwendung spektroskopischer anstatt spektrophotometrischer Methoden liege. Die Absorptionsbänder, welche in den optisch reinen Lösungen mehr oder minder scharf begrenzt sind, erscheinen in den trüben Medien, wie im lebenden Blatte und in ihm ähnlichen künstlichen Präparaten, an den Bändern so verschwommen und undeutlich, dass ihre Lage sehr schwierig zu definieren ist. Die spektrophotometrische Methode ist zwar umständlich, bietet aber nun so sicherere, und bei Anwendung einer passenden schmalen Okularspalte auch genauere Resultate betreffs der Lage der Maxima und Minima der Lichtabsorption im Spektrum.

Bei meinen spektrophotometrischen Untersuchungen an lebenden Blättern habe ich auch auf diese Frage meine Aufmerksamkeit gelenkt, und es gelang mir, eine allem Anscheine nach genügende Lösung derselben zu finden.

Verweilen wir einmal bei den Verschiedenheiten der beiden Spektren, so wie dieselben bei spektrophotometrischer Untersuchung sich darbieten. In der Tabelle I, 1, 2 sind die entsprechenden Zahlen zusammengestellt, indem in der ersten Kolonne die auf die dritte Dezimale abgerundeten Extinctionskoeffizienten,<sup>1)</sup> in der zweiten Lichtabsorption in Prozenten (nach den Tabellen VIERORDT's) angeführt sind. Die Kurven (Taf. XII) stellen die Grössen der Extinctionskoeffizienten dar, welche für die Ordinate angenommen sind.

In der alkoholischen Lösung des Chlorophylls<sup>2)</sup> ist die Absorption der äusseren roten Strahlen sehr schwach, drei- bis viermal kleiner, als diejenige der grünen Strahlen, so dass gerade hier das

---

1) Extinctionskoeffizient  $\varepsilon = -\lg J$ , wobei  $J$  die Intensität des durch die Einheit des absorbierenden Mediums durchgegangenen Lichts darstellt, ausgedrückt in Quoten des Gesamtlichts.

2) Unter dem Namen „Chlorophyll“ verstehe ich hier das Gemisch von Pigmenten, welche nach dem Zerreiben der Blätter mit Alkohol extrahiert werden.

absolute Minimum der Lichtabsorption liegt. Das erste Absorptionsmaximum liegt bei  $\lambda$  667—657 (die stärkste Lichtabschwächung etwa bei  $\lambda$  667—662); das entspricht dem I. Absorptionsbande. Das zweite dem Band 620—600 entsprechende Maximum ist sehr schwach: die Lichtabschwächung übertrifft diejenige des anliegenden helleren Bezirks zwischen den Bändern I und II nur um etwa 3 pCt. Eine Steigerung der Lichtabsorption, die den Bändern III und IV entsprechen würde, lässt sich gar nicht bemerken; wahrscheinlich liegt dieselbe unter der Grenze der Empfindlichkeit des Spektrophotometers (0,3—1,0 pCt.). Von  $\lambda$  517—513 beginnt ein einheitlicher Bezirk allmählich wachsender Absorption, der bei  $\lambda$  476 bis 473 die Grösse des ersten Maximums erreicht, und dann weiter anwächst. In  $\text{CS}_2$ -Lösung treten die kleineren Maxima deutlicher hervor.

Vergleicht man dieses Absorptionsspektrum mit demjenigen des Blattes, so lassen sich in letzterem folgende Unterschiede feststellen:

1. eine beträchtliche Steigerung der Absorption der äusseren roten Strahlen a—B; dieselbe ist gleich gross oder sogar grösser, als die Absorption im Grün;
2. alle Absorptionsmaxima und -minima sind stark gegen Rot verschoben, aber nicht in gleichem Maasse: das erste Maximum um 20  $\mu$ , das zweite grosse Maximum (Endabsorption) um 40  $\mu$ . Die Lage des ersteren ist scharf markiert: es beginnt bei der Lösung bei 670 (667), bei dem Blatte bei  $\lambda$  690; was das zweite grosse Maximum anbetrifft, so wächst es so allmählich und langsam an, dass dessen Anfang nicht genau ersichtlich ist; es ist bequemer, statt des Anfangs, diejenige Wellenlänge zu benutzen, bei welcher die Lichtabschwächung die Grösse des erstens Maximums erreicht; diese Stelle des Spektrums ist konstant genug, sie liegt bei der Lösung bei  $\lambda$  480 (476), bei dem Blatte bei  $\lambda$  520 (517);
3. die kleineren Maxima sind noch weniger deutlich, als in der alkoholischen Lösung.

Von den Hypothesen, welche zur Erklärung dieser Abweichungen aufgestellt worden sind, scheinen folgende am meisten begründet zu sein:

1. Das Spektrum lebender Blätter sei ein Spektrum des festen Chlorophylls, mit anderen Worten, das Chlorophyll sei den Chloroplasten als fester Niederschlag imprägniert worden (HAGENBACH, LOMMEL, REINKE).

2. Die Chloroplasten enthalten zwar gelöstes Chlorophyll, aber sein Absorptionsspektrum werde durch grosses Dispersionsvermögen des Lösungsmittels modifiziert (KUNTH, TSCHIRCH).

Diese Hypothesen habe ich in erster Linie geprüft.

Von Präparaten des festen Chlorophylls habe ich LOMMEL's Blättchen, REINKE's Paraffin-Chlorophyll, alkoholischen Niederschlag („festes“ Chlorophyll) und colloidale Lösung des Chlorophylls untersucht. Es ergab sich, dass LOMMEL's Blättchen, d. h. mit Chlorophyll gefärbte und dann getrocknete Gelatine, entgegen der verbreiteten Meinung, ein Spektrum besitzen, das von demjenigen des gelösten Chlorophylls sich nur wenig unterscheidet: das absolute Minimum der Absorption liegt auch hier im äussersten Rot, das I. Maximum ist zwar verschoben, aber nur um 5  $\lambda$ , die Endabsorption (das II. grosse Maximum) bleibt unverändert (Tab. I, 4; Taf. XII, Fig. I, 4). Noch weniger befriedigende Resultate lieferte mir das Paraffin-Chlorophyll, d. h. in leicht schmelzbarem Paraffin gelöstes und dann erstarrtes Chlorophyll (Tab. I, 6); dieses Präparat erwies sich auch, wegen zu starker Trübung und dementsprechenden grossen Lichtverlustes, als sehr wenig geeignet zu spektrophotometrischen Untersuchungen; die Grösse der Extinktionskoeffizienten fällt für alle Strahlen des Spektrums sehr hoch aus, die Lage des I. Maximums bleibt aber unverändert, nur erweitert sich das Absorptionsband beträchtlich nach beiden Seiten zu. Als relativ mehr dem Blatt ähnlich erwiesen sich colloidale Lösung des Chlorophylls und Alkoholniederschlag desselben, wenn auch ihre Spektren von demjenigen des lebenden Blattes nicht unbedeutend abweichen (Tab. I, 5 und 7).

Von den Lösungsmitteln, welche ein grosses Dispersionsvermögen besitzen, habe ich CS<sub>2</sub> geprüft. Das I. Absorptionsmaximum ist auch hier, gleich LOMMEL's Blättchen, um 5  $\lambda$  gegen das rote Ende des Spektrums verschoben, im Übrigen erhält man aber eine typische Kurve des gelösten Chlorophylls (Tab. I, 3; Fig. I, 3).

Somit kann ich keine von den beiden Hypothesen bezüglich der Ursachen der Bandverschiebung im Blatt bestätigen. Es gelang mir aber, ein Präparat des Chlorophylls herzustellen, welches das Spektrum lebender Blätter in befriedigender Weise reproduziert. Verdünnt man nämlich die frisch bereitete starke alkoholische Lösung des Chlorophylls mit viel Wasser und setzt einige Tropfen MgSO<sub>4</sub>- oder einer anderen neutralen Salzlösung hinzu, so entsteht ein feinkörniger Niederschlag, welcher in der Flüssigkeit suspendiert bleibt und nur nach längerem Stehen zu Boden sinkt. Eine solche Chlorophyll-emulsion kann entweder direkt, oder nach Beifügung von einer

Tabelle I.

Spektralbezirk Wellenlänge	1. Blatt		2. Alkoholische Lösung		3. CS <sub>2</sub> -Lösung		4. Lomnells Blättchen		5. "Festos" Chlorophyll		6. Paraffin-Chlorophyll		7. Colloidale Lösung	
	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.
715—702 (?)	0,784	83,6	—	—	0,022	5,0	0,120	24,1	0,761	82,7	—	—	0,149	29,1
702—690	0,918	87,9	0,022	5,0	0,090	18,8	0,201	37,1	0,891	87,2	1,052	91,1	0,222	40,0
692—687	<b>1,097</b>	<b>92,0</b>	0,112	27,9	0,470	66,1	0,310	51,0	1,133	92,6	1,127	92,5	0,403	60,5
687—682			0,218	39,5	0,668	78,5	0,434	63,2						
682—677			0,412	63,9	0,939	88,5	0,624	76,2						
677—672			0,813	81,6	<b>1,117</b>	<b>92,4</b>	0,817	84,8	<b>1,373</b>	<b>95,8</b>	1,198	93,7	<b>0,644</b>	<b>77,3</b>
672—667	0,951	88,8	<b>1,145</b>	<b>92,8</b>	<b>1,038</b>	<b>90,8</b>	<b>0,941</b>	<b>88,5</b>	<b>1,394</b>	<b>96,0</b>	<b>1,322</b>	<b>95,3</b>	<b>0,682</b>	<b>79,2</b>
667—662			<b>1,062</b>	<b>91,3</b>	0,837	85,4	0,724	81,1	1,282	94,8	1,269	94,6	0,458	65,2
662—657			0,874	84,3	0,711	82,0	0,604	75,1	1,282	94,8	1,269	94,6	0,458	65,2
657—652	0,870	86,5	0,874	84,3	0,711	82,0	0,604	75,1	1,282	94,8	1,269	94,6	0,458	65,2
650—644	0,826	83,1	0,406	60,8	0,452	64,7	0,417	61,7	1,137	92,7	1,208	93,8	0,298	49,7
639—631	0,803	84,2	0,270	46,4	0,322	52,3	0,350	55,4	1,075	91,6	1,171	93,3	0,244	43,0
629—621	0,802	84,2	0,269	46,1	0,343	54,6	0,330	53,3	1,000	90,0	1,139	92,7	0,231	41,3
620—613	0,802	84,2	0,281	47,6	0,305	50,4	0,329	53,1	0,964	89,2	—	—	0,225	40,5
610—602	0,811	84,6	0,248	43,6	0,248	43,5	0,286	48,2	0,902	87,5	—	—	0,198	36,7
599—591	0,810	84,5	0,194	36,0	0,208	38,0	0,254	44,3	0,856	86,1	—	—	0,186	34,8
588—582	0,816	84,7	0,172	32,6	0,203	37,3	0,227	40,7	0,862	86,3	—	—	0,174	33,1
578—572	0,819	84,8	0,148	28,8	0,175	33,2	0,217	39,4	0,846	85,8	—	—	0,160	30,8
568—562	0,815	84,7	0,118	23,8	0,133	26,5	0,217	39,1	0,798	84,1	—	—	0,149	29,1
558—552	0,804	86,0	0,092	19,0	0,126	25,1	0,201	37,1	0,773	83,1	—	—	0,145	30,1
548—542	0,888	87,1	0,080	16,9	0,152	29,6	0,223	40,2	0,784	83,5	—	—	0,145	30,1
538—533	0,913	87,8	0,079	16,8	0,171	32,6	0,222	40,0	0,805	84,3	—	—	0,171	32,6
528—523	0,987	92,0	0,070	14,8	0,209	46,2	0,230	41,2	0,827	85,1	—	—	0,196	36,3
517—513	<b>1,096</b>	<b>92,0</b>	0,077	16,4	0,465	65,7	0,302	50,2	0,853	86,0	—	—	0,281	48,0
507—503	1,212	93,9	0,142	27,8	0,410	63,7	0,410	63,7	0,963	89,1	—	—	0,439	63,6
497—493	1,317	95,2	0,293	49,1	0,612	77,2	0,584	73,9	1,078	91,8	—	—	0,600	74,9
486—483	1,343	95,5	0,666	78,5	0,776	83,3	0,758	82,5	1,206?	—	—	—	0,775	83,2
476—473	1,351	95,6	<b>1,206</b>	<b>93,8</b>	<b>1,242</b>	<b>94,3</b>	<b>0,939</b>	<b>88,5</b>	1,263?	—	—	—	0,873	86,6
465—463	1,327	93,3	1,244	94,3	1,392	96,0	1,139	92,7	—	—	—	—	0,959	89,0

Tabelle II.

Spektralbezirk	1. Blatt		2. Gefälltes Chlorophyll		3. Gefälltes Chlorophyll		4. Gefälltes Chlorophyll		5. Alkoholische Lösung + BaSO <sub>4</sub>		6. Gefälltes Chlorophyll	
	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.	ε	pCt.
Wellenlänge												
715—702?	0,837	85,4	0,752	82,3	0,693	75,1	0,804	84,3	0,534	70,8	0,755	82,4
702—690	0,948	88,7	0,864	86,3	0,736	81,7	1,039	90,1	0,690	74,9	0,853	86,0
690—680	<b>1,065</b>	<b>91,4</b>	<b>0,966</b>	<b>89,2</b>	<b>0,885</b>	<b>87,0</b>	<b>1,185</b>	<b>93,5</b>	0,772	83,1	<b>0,870</b>	<b>86,5</b>
680—670	<b>1,047</b>	<b>91,0</b>	<b>0,928</b>	<b>88,2</b>	<b>0,915</b>	<b>87,8</b>	<b>1,194</b>	<b>93,6</b>	1,074	91,6	0,836	85,4
670—660	0,894	87,2	0,774	83,2	0,763	82,7	0,991	89,9	<b>1,660</b>	<b>97,8</b>	0,724	81,1
660—650	0,816	84,7	0,680	79,1	0,612	75,5	0,782	83,5	<b>1,558</b>	<b>97,2</b>	0,643	74,3
650—640	0,789	83,7	0,619	74,6	0,566	72,8	0,723	81,4	1,204	93,8	0,648	77,5
639—631	0,783	83,5	0,681	79,2	0,577	75,5	0,730	81,4	—	—	—	—
629—621	0,790	83,8	0,635	79,7	0,590	74,3	0,763	82,6	—	—	—	—
620—613	0,790	83,8	0,702	80,1	0,601	75,2	0,760	82,6	—	—	—	—
610—602	0,802	84,2	0,715	80,7	0,598	74,8	0,758	82,6	—	—	—	—
599—591	0,815	84,7	0,729	81,3	0,622	76,1	0,775	83,2	—	—	—	—
588—582	0,838	85,5	0,742	81,9	0,632	76,7	0,802	84,2	—	—	—	—
578—572	0,852	85,9	0,766	82,9	0,665	78,4	0,826	85,1	—	—	—	—
568—562	0,865	86,4	0,785	83,6	0,700	80,1	0,854	86,0	—	—	—	—
558—552	0,895	87,3	0,815	84,7	0,746	82,1	0,912	87,8	—	—	—	—
548—542	—	—	0,851	86,0	0,800	84,1	0,982	89,6	—	—	—	—
538—533	0,956	89,0	0,880	86,8	0,853	86,0	1,038	90,8	—	—	—	—
528—523	—	—	0,929	88,2	<b>0,951</b>	<b>88,8</b>	1,134	92,7	—	—	—	—
517—513	<b>1,079</b>	<b>91,7</b>	<b>0,976</b>	<b>89,5</b>	1,067	91,4	<b>1,260</b>	<b>94,5</b>	—	—	—	—
507—503	1,150	92,9	1,026	90,6	1,161	93,1	1,394	96,0	—	—	—	—
497—493	1,168	93,2	1,071	91,5	1,251	91,4	1,483	96,7	—	—	—	—
486—483	—	—	1,105	92,1	1,292	94,9	1,495	96,8	—	—	—	—
476—473	—	—	—	—	1,295	94,9	1,519	97,0	—	—	—	—
466—463	—	—	—	—	—	—	1,546	97,2	—	—	—	—

geringen Quantität neutralisierter Gelatine untersucht werden. Die Resultate der Untersuchung sind in der Tab. II 2, 3, 4 angeführt. Die Übereinstimmung mit dem Spektrum lebender Blätter ist eine sehr nahe: die beiden Kurven laufen ziemlich genau miteinander parallel. Die Abweichung lässt sich nur insofern bemerken, als ich in dem Präparat von gefällttem Chlorophyll stets ein absolutes Minimum der Absorption bei  $\lambda$  650—640 beobachtete, während dasselbe im Blatt etwas weiter, etwa bei  $\lambda$  640—630 liegt, oder der ganze Bezirk  $\lambda$  650—560 eine so gleiche Absorption aufweist, dass es unmöglich ist, irgend welche Unterschiede sicher festzustellen. Vielleicht variieren dieselben je nach der Zusammensetzung des Farbstoffgemisches.

Wie ist nun eine so beträchtliche Verschiebung der Maxima und Steigerung der Absorption der Strahlen a—B zu erklären? Das Präparat vom gefälltten Chlorophyll zeichnet sich vor allem durch seine Trübung aus. Mit Rücksicht darauf, dass die Vermutung schon mehrmals geäußert wurde, die Trübung des Mediums könnte allein Ursache der Bandverschiebung sein, habe ich ein Gemisch von alkoholischer Lösung des Chlorophylls mit  $\text{BaSO}_4$ -Niederschlag spektrophotometrisch untersucht. Es ergab sich aber, dass die Beimischung von  $\text{BaSO}_4$  kein anderes Resultat zur Folge hatte, als dasjenige der Steigerung der Lichtschwächung im ganzen Spektrum, wobei die Absorptionsbänder sich natürlich nach beiden Seiten zu verbreiteten, ihre Lage aber unverändert blieb (Tab. II, 5). Das versteht sich auch von selbst, da die Baryumsulfatkörner die Lichtstrahlen nur dazu zwingen, eine und dieselbe Flüssigkeitsschicht zu wiederholten Malen zu durchlaufen, wodurch zwar Steigerung der Absorption, aber keine Bandverschiebung erzielt werden kann. Nun wird aber auch die Ursache der Bandverschiebung in dem Präparat von gefällttem Chlorophyll verständlich. Es besteht zwischen beiden Präparaten ein Unterschied darin, dass im  $\text{BaSO}_4$ -Gemische die umgebende Flüssigkeit, im gefälltten Chlorophyll umgekehrt die Körner als lichtabsorbierende Substanz fungieren, während die umgebende Flüssigkeit farblos ist. In der mit Baryumsulfat versetzten alkoholischen Chlorophylllösung beobachten wir also ein Absorptionsspektrum, im gefälltten Chlorophyll dagegen ein Reflexionsspektrum des Chlorophylls, nur in höherem oder geringerem Grade mit dem Absorptionsspektrum kombiniert.

Das Reflexionsspektrum des Chlorophylls ist noch wenig untersucht. Es braucht aber nicht notwendig mit dem Absorptionsspektrum zusammenzufallen, wie das LOMMEL,<sup>1)</sup> unter Anwendung einer mangelhaften Methode, gefunden zu haben glaubte.

---

1) Poggend. Annal 143 (1871).

VIERORDT<sup>1)</sup> hat genauere spektrophotometrische Untersuchungen an- gestellt und gefunden, dass zwischen den beiden Spektren ein wesent- licher Unterschied besteht, wie es aus folgender von ihm angegebener Tabelle zu ersehen ist:

Spektralregion	Lichtstärke in Tausenden von Lichteinheiten Reflexionsspektrum	Absorptionsspektrum
A—a . . . . .	0,72	0,98
a—B . . . . .	<b>3,47</b>	<b>12,16</b>
B—C . . . . .	20,69	15,89
C—D . . . . .	951,63	1081,3
D—E . . . . .	2219,23	1491,0
E—F . . . . .	933,83	540,8
F—G . . . . .	229,53	85,9
G—H . . . . .	26,66	4,4

Bei ungefähr gleicher Intensität der Strahlen C—D sind also die Strahlen a—B im Reflexionsspektrum drei- bis viermal mehr abgeschwächt, als im Absorptionsspektrum, während die Strahlen B—C sogar reichlicher vorhanden sind. Umgekehrt sind die stärker brechbaren Strahlen E—H im Absorptionsspektrum in höherem Grade abgeschwächt als im Reflexionsspektrum, wahrscheinlich in- folge davon, dass gerade diese Strahlen von dem farblosen Plasma viel mehr absorbiert werden, als die weniger brechbaren.

VIERORDT liess das Sonnenlicht auf ein Ahornblatt unter dem Winkel von 45° fallen und untersuchte das reflektierte Licht mit dem Spektrophotometer. Er beobachtete also nicht genau das Reflexionsspektrum des Chlorophylls (was auch nicht eigentlich seine Aufgabe war), sondern ein Gemisch desselben mit dem von den Zellwänden zurückgeworfenen weissen und dem durch Chloro- plasten gegangenen grünen Absorptionslicht. Um genauere Resultate zu erhalten, musste man künstliche Präparate des Chlorophylls an- wenden. Spektrophotometrisch konnte ich solche nicht untersuchen, aus Mangel an entsprechenden Vorrichtungen; bei der spektro- skopischen Prüfung aber sah ich das rote Ende des Spektrums vom äussersten Rot und bis etwa  $\lambda$  670 gelöscht; von da an und bis etwa  $\lambda$  650 war noch ein Halbschatten zu bemerken. Das stimmt ziemlich gut mit den Resultaten VIERORDT's überein.

Es versteht sich nun von selbst, dass beim Aufeinanderlegen der Reflexions- und Absorptionsspektren, das I. Absorptionsmaximum gegen den Bezirk a—B verschoben werden muss. Zugleich muss auch die Absorption des äussersten Rot eine gesteigerte werden. Als weitere Bestätigung dieser Schlussfolgerung möchte folgende Beobachtung dienen. Je grösser die einzelnen Körner des

1) Die Anwendung des Spektralapparates usw. 1873. S. 79—81.



Chlorophyllniederschlags sind, desto mehr muss das Licht von ihnen zurückgeworfen werden, und desto weniger durch dieselben gehen; mit der Vergrösserung der Körner muss also das Reflexionsspektrum mehr und mehr in den Vordergrund treten und das I. Absorptionsmaximum gegen den Bezirk a—B verschoben werden. Lässt man nun das gefällte und mit Gelatine gemischte Chlorophyll in warmem Wasser einige Zeit stehen, so wird der Niederschlag grobkörnig, was leicht an der Veränderung des Farbtones, welcher in einen mehr gelben übergeht, zu ersehen ist. Bei der spektrophotometrischen Prüfung eines solchen Präparates ergibt sich eine weitere Verschiebung des I. Absorptionsmaximums um 10  $\mu$  gegen das äussere Rot (Tab. II, 6).

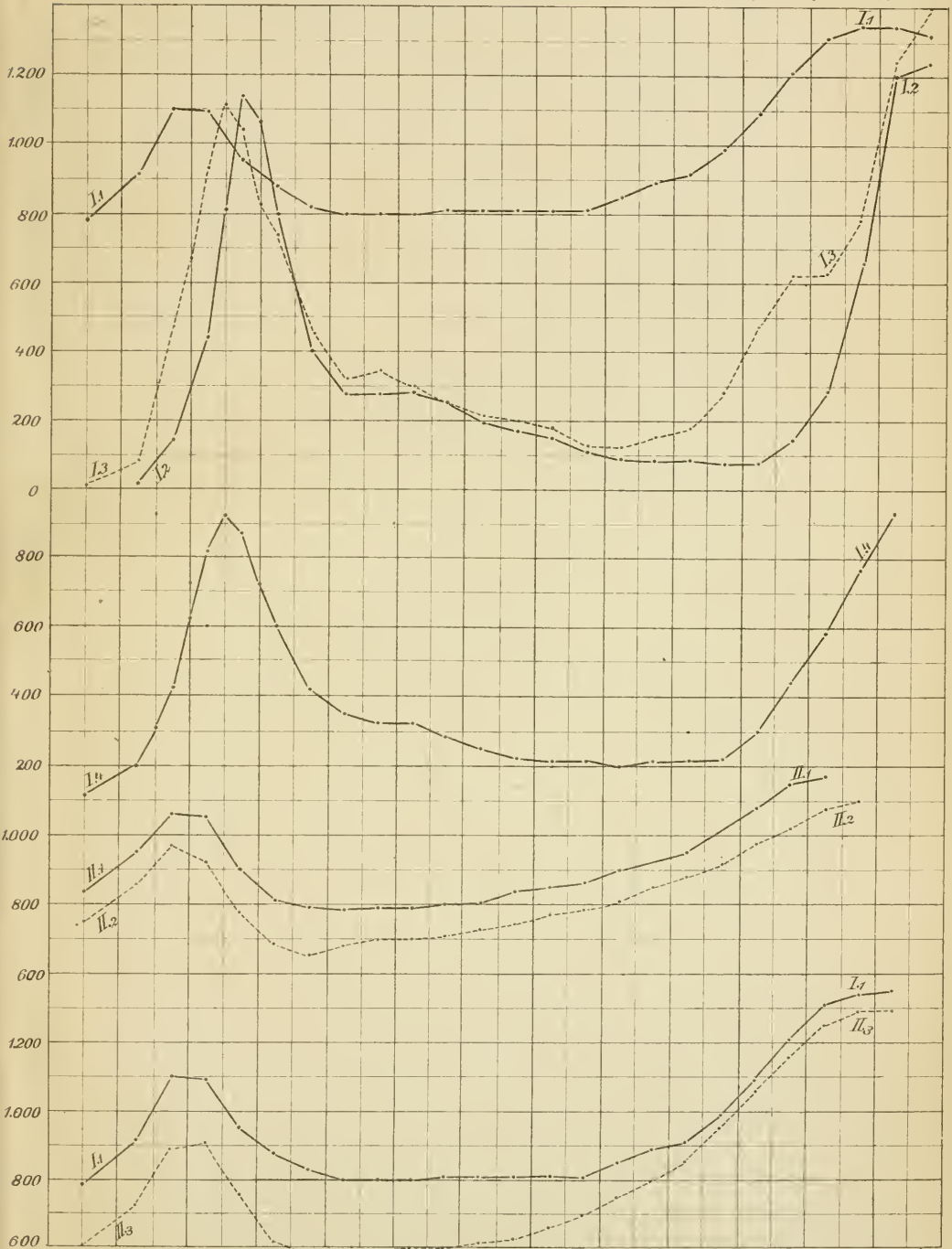
Was nun das II. grosse Absorptionsmaximum (Endabsorption) betrifft, so haben wir schon gesehen, dass dessen Verschiebung wahrscheinlich unabhängig von der Verschiebung des I. Maximums geschieht. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass jene Verschiebung durch die von REINKE nachgewiesene stärkere Absorption blau-violetter Strahlen im Plasma der Zellen hervorgerufen wird. In der Tat beginnt die Erhebung der Kurve gerade an der Stelle, wo auch die Kurve der Lichtabsorption im Petalum von *Chrysanthemum* (nach REINKE) sich zu erheben beginnt.

Wenden wir uns jetzt zu den lebenden Blättern, so können wir die Vermutung als sehr naheliegend annehmen, dass alles oben gesagte sich ohne Weiteres auch auf die Blätter anwenden lässt. Schon längst<sup>1)</sup> hat K. TIMIRIAZEFF darauf hingewiesen, dass die Verteilung der lichtabsorbierenden Substanz an isolierte Körner als Ursache der „Deformation“ des Absorptionsspektrums der lebenden Blätter angesehen werden muss. Diese Ansicht sollte jetzt nur in dem Sinne geändert werden, dass nicht die Beimischung des weissen von Zellwänden zurückgeworfenen Lichtes, wie es dem Autor schien, sondern diejenige des grünen, von Chloroplasten selbst reflektierten Lichtes die Verschiebung des ersten Absorptionsmaximums in den Blättern bedingt. Bezüglich der einzelnen Chloroplasten soll das Sachverhalten dasselbe bleiben. Wenn die Tatsache richtig ist, dass in ihrem Spektrum eine gleiche Bandverschiebung sich konstatieren lässt, so muss man annehmen, dass das Chlorophyll in ihrem Stroma zu feineren isolierten Körnern, etwa wie das gefällte Chlorophyll in Gelatine, verteilt ist, was auch mit den neuesten Untersuchungen im Ultramikroskop übereinstimmt.

---

1) Ref. Berichte der deutschen chem. Gesellschaft, 5 (1872), S. 329. Vgl. auch REINKE, Botan. Zeit., 1886, S. 244.

Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XXV.



# 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: 1907

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Iwanowski D.

Artikel/Article: [Über die Ursachen der Verschiebung der Absorptionsbänder im Blatt. 416-424](#)