

Über die Brechungsquotienten einiger Substanzen für sehr kurze elektrische Wellen

(II. Mittheilung)

Dr. **Anton Lampa.**

Aus dem physikalischen Cabinet der k. k. Universität in Wien.

I.

Unter Beibehaltung der Versuchsanordnung, welche ich in der ersten gleichnamigen Mittheilung¹ beschrieben habe, habe ich die Untersuchung des Brechungsvermögens einiger Substanzen für sehr kurze elektrische Wellen weitergeführt. An der Versuchsanordnung wurde nur eine unwesentliche Veränderung insoferne vorgenommen, als ich in der angenehmen Lage war, das Inductorium statt mit Batteriestrom im Nebenschluss der Gleichstromleitung zu betreiben; dies ist hinsichtlich der Constanz des Betriebsstromes sehr vortheilhaft. Der Coherer erweist sich auch für Wellen von circa 4 *mm* Länge noch sehr empfindlich. Dass ich die Untersuchung nicht auf kürzere Wellen ausgedehnt habe, ist lediglich durch die technischen Schwierigkeiten bei der Herstellung der Erreger bedingt.

II.

Länge jedes Erregers: 1·5 *mm*, Dicke 0·5 *mm*.

A. Beugungsversuch, ausgeführt mit demselben Gitter, welches bei $\lambda = 8$ *mm* benützt wurde (Streifenbreite 10, Zwischenraumbreite 20 *mm*).

Erstes Minimum.

Drehung des Gitters aus der Nullstellung	Ausschlag des Galvanometers
2°	10 Theilstriche
4	8 ³ / ₄
6	7 ¹ / ₂
8	9

Legt man durch die drei letzten Werthe eine Curve 2. Grades, so ergibt sich die Lage des Minimums circa bei 5° 50'. Hieraus folgt $\frac{\lambda}{2} = 30 \cdot \sin 5^\circ 50' \text{ mm} = 3 \cdot 049 \text{ mm}$.

Erstes Maximum.

Drehung des Gitters aus der Nullstellung	Ausschlag des Galvanometers
10° 30'	5 Theilstriche
11	5·5
11 30	6
12	4

Berücksichtigt man die Abnahme der Intensität, welche bei einer solchen Drehung des Gitters an sich erfolgt, so kann das Maximum bei 11° 30' angenommen werden. Hieraus folgt $\lambda = 30 \cdot \sin 11^\circ 30' \text{ mm} = 5 \cdot 98 \text{ mm}$.

Die Wellenlänge kann somit zu 6 mm angenommen werden. Derselben entspricht eine Schwingungszahl $N = 50000 \cdot 10^6$.

B. Feste Körper.

a) Paraffin. Untersucht wurden zwei Prismen. Das eine war schon bei $\lambda = 8 \text{ mm}$ verwendet worden, das zweite, mit dem brechenden Winkel von 30° 30' wurde neu hergestellt und ergab etwas, aber nur wenig kleinere Brechungsquotienten. Diese wurden demnach unbedenklich zur Bildung des Mittelwerthes verwendet.

$\alpha_1 = 20^\circ$		$\alpha_2 = 30^\circ 30'$	
β		β	
$8^\circ 40'$	1.403	$14^\circ 45'$	1.399
9	1.436	14 45	1.399

Mittel: $n = 1.41$, $n^2 = 1.99$.

b) Ebonit. Untersucht wurden dieselben Prismen, welche bei $\lambda = 8 \text{ mm}$ verwendet worden waren.

$\alpha_1 = 20^\circ 20'$		$\alpha_2 = 29^\circ$	
β		β	
$16^\circ 30'$	1.725	$27^\circ 30'$	1.709
17	1.745	28	1.718
		28 10	1.722

Mittel: $n = 1.724$, $n^2 = 2.97$ Lebedew¹ erhielt für die gleiche Wellenlänge $n = 1.6$.

c) Schwefel. Auch hier wurde das bei $\lambda = 8 \text{ mm}$ gebrauchte Prisma von 25° brechendem Winkel benützt.

$33^\circ 15'$	2.013
33	2.006
33	2.006

Mittel: $n = 2.008$, $n^2 = 4.03$.

Herr Lebedew hat an einem Schwefelkrystall die Brechungsquotienten in der Richtung der grössten und der kleinsten Dielektricitätsconstante für Wellen von ungefähr gleicher Länge gemessen (l. c.) und gefunden: $n_g = 2.25$,

$n_k = 2.00$. Mein Werth liegt in guter Übereinstimmung mit der von mir entwickelten Theorie¹ zwischen diesen beiden Werthen.

C. Flüssigkeiten.

Mit Ausnahme des absoluten Alkohols und des destillirten Wassers waren die untersuchten Flüssigkeiten dieselben, welche für $\lambda = 8 \text{ mm}$ geprüft worden waren. Die Prismen — das eine von $16^\circ 30'$, das andere, für Wasser, von 4° brechendem Winkel — waren gleichfalls bei der ersten Untersuchung verwendet worden.

a) Benzol reinst.

β			
$13^\circ 30'$	1.76	$13^\circ 30'$	1.76
13 30	1.76	13 30	1.76

Mittel: $n = 1.76$, $n^2 = 3.1$.

b) Glycerin.

$13^\circ 30'$	1.76
13 30	1.76
13 30	1.76

Mittel: $n = 1.76$, $n^2 = 3.1$.

c) Terpentinöl rectificirt.

	n	β	
$13^\circ 30'$	1.76	$12^\circ 30'$	1.707
12 30	1.707	12 30	1.707

Mittel: $n = 1.72$, $n^2 = 2.96$.

d) Absoluter Alkohol (99·7 ‰).

β		β	
24° 30'	2·31	24°	2·287
23 30	2·263	24 30'	2·31

Mittel: $n = 2·292$, $n^2 = 5·25$.

e) Wasser destillirt. Temperatur 20·5° C. Die Absorption, wenn auch nicht so stark wie bei $\lambda = 8 \text{ mm}$, doch beträchtlich. Während der Coherer bei directer Bestrahlung mit 40 Theilstrichen Ausschlag reagirt, erzielt das Maximum der Wirkung durch das Prisma, welche bei nichtabsorbirenden Substanzen nahe gleich wirkt wie directe Bestrahlung, nur 8 Theilstriche. Ich theile eine Messung im Detail mit.

β	Ausschlag	β	
36°	4 Theilstriche	37°	9·405
37	8	37	9·405
38	4	37	9·405

Mittel: $n = 9·405$, $n^2 = 88·45$.

III.

Länge jedes Erregers 1 mm, Dicke 0·5 mm.

A. Beugungsversuch, durchgeführt mit dem alten Gitter.

Erstes Minimum.

Drehung des Gitters aus der Nullstellung	Ausschlag des Galvanometers
2° 30'	19·5 Theilstriche
3	19·5
3 30	18·5
4	19
4 40	20·5

Das Minimum liegt hiernach zwischen 3° 30' und 4°

Nimmt man $3^{\circ} 45'$, so folgt:

$$\frac{\lambda}{2} = 30 \cdot \sin 3^{\circ} 45' \text{ mm} = 1.96 \text{ mm.}$$

Erstes Maximum.

Drehung des Gitters aus der Nullstellung	Ausschlag des Galvanometers
$6^{\circ} 30'$	16.5 Theilstriche
7 30	16.7
7 50	16.9
8 50	16.5

Das erste Maximum liegt hiernach bei $7^{\circ} 50'$ Hiernach ist $\lambda = 30 \cdot \sin 7^{\circ} 50' \text{ mm} = 4.09 \text{ mm}$.

Die Wellenlänge kann also zu 4 mm , die Schwingungszahl N zu $75000 \cdot 10^6$ angenommen werden.

B. Feste Körper.

Alle verwendeten Prismen waren dieselben, welche bei $\lambda = 6 \text{ mm}$ gedient hatten. Auch hier ergab das neue Paraffinprisma etwas kleinere Werthe als das alte.

a) Paraffin.

$\alpha_1 = 20^{\circ}$		$\alpha_2 = 30^{\circ} 30'$	
β			
$8^{\circ} 40'$	1.402	$14^{\circ} 20'$	1.389
8 35	1.398	14 15	1.388

Mittel: $n = 1.394$, $n^2 = 1.96$.

b) Ebonit.

$\alpha_1 = 20^{\circ} 20'$		$\alpha_2 = 29^{\circ} 20'$	
		n	
$12^{\circ} 20'$	1.554	$19^{\circ} 20'$	1.533
13 20	1.595	20	1.554

Mittel: $n = 1.56$, $n^2 = 2.43$.

c) Schwefel. $\alpha = 25^\circ$

β	n	β	
$32^\circ 10'$	1·989	33°	2·006
33 30	2·018	32 30	1·996

Mittel: $n = 2$, $n^2 = 4$.

C. Flüssigkeiten.

Die Flüssigkeiten und die Prismen waren dieselben, welche bei $\lambda = 6 \text{ mm}$ gedient hatten.

a) Benzol reinst.

β	
13°	1·734
13	1·734
13 30'	1·76

Mittel: $n = 1·742$, $n^2 = 3·04$.

b) Glycerin.

β	
11°	1·626
10 50'	1 617
11	1·626

Mittel: $n = 1·62$, $n^2 = 2·62$.

c) Terpentinöl rectificirt.

β	n
11°	1·626
11	1·626
11 10	1·635

Mittel: $n = 1·629$, $n^2 = 2·65$.

d) Absoluter Alkohol.

β		β	
22° 30'	2·216	23° 30'	2·263
23 30	2·263	22 30	2·216

Mittel: $n = 2\cdot24$, $n^2 = 5\cdot02$.

e) Wasser destillirt, Temperatur 20° C. Die Absorption ist noch stärker als bei $\lambda = 6 \text{ mm}$. Bei directer Bestrahlung erfolgte ein Ausschlag von 50 Theilstrichen — die Empfindlichkeit des Galvanometers war gesteigert worden —, bei dem Maximum des Prismas circa 8. Die erste Messung ergab das unten mitgetheilte orientirende Resultat, zwei weitere Messungen bestätigten es.

β	Ausschlag
35°	3·4 Theilstriche
36	4
37	6·8
38	7
39	3·4

β	n
37° 30'	9·499
37 30	9·499
37 30	9·499

Mittel: $n = 9\cdot499$, $n^2 = 90\cdot23$.

IV

Tabellarische Übersicht.

Substanz	$\lambda = 8 \text{ mm}$		$\lambda = 6 \text{ mm}$		$\lambda = 4 \text{ mm}$	
			n	n^2	n	n^2
Paraffin .	1·524	2·32	1·41	1·99	1·394	1·96
Ebonit	1·739	3·027	1·724	2·97	1·56	2·43
Schwefel .	1·802	3·24	2·008	4·03	2·00	4·00
Benzol .	1·767	3·13	1·76	3·1	1·742	3·04
Glycerin .	1·843	3·4	1·76	3·1	1·62	2·62
Terpentinöl ..	1·782	3·17	1·72	2·96	1·629	2·65
Alkohol abs. .	2·568	6·76	2·292	5·25	2·24	5·02
H ₂ O	8·972	80·45	9·405	88·45	9·499	90·23

Ein Blick auf diese tabellarische Übersicht lehrt, dass die meisten der untersuchten Substanzen in der Octav von $N = 37500 \cdot 10^6$ bis $N = 75000 \cdot 10^6$ anormale Dispersion zeigen. Ausgenommen erscheinen Schwefel und Wasser.

Benzol, Glycerin, Terpentinöl stehen für alle von mir untersuchten Wellenlängen sehr nahe beisammen. Die Abnahme der Brechungsquotienten gibt eine, wenn auch sehr lückenhafte Vorstellung von der Veränderung des Brechungsvermögens bei dem Übergange zu den Wellen der strahlenden Wärme und des Lichtes. Das beste Bild gibt jedenfalls Alkohol:¹

$N = \text{klein}$	D. C., respective $n^2 = 25 \cdot 9$	Nernst
		25·5 Tereschin
25 · 10 ⁶		24·8 Thwing
150 · 10 ⁶		24·4 Drude
400 · 10 ⁶		23 Drude
6000 · 10 ⁶		10·2 Cole
37500 · 10 ⁶		6·8 Lampa
50000 · 10 ⁶		5·3 Lampa
75000 · 10 ⁶		5 Lampa

Bei Wasser ist von einer Abnahme des Brechungsquotienten noch nichts zu merken. Der Werth bei $\lambda = 8 \text{ mm}$ stellt, wie aus mannigfaltigen Messungen anderer Autoren hervorgeht, eine Stelle anormaler Brechung dar, die Werthe für $\lambda = 6 \text{ mm}$ und $\lambda = 4 \text{ mm}$ erheben sich über die höchsten bis jetzt bekannten Brechungsquotienten des Wassers. Man hat folgende Tabelle:²

N		D. C. resp. n^2	Beobachter
klein		80·9	Heerwagen
		80·0	Nernst
25 · 10 ⁶		79·4	Thwing
27 · 10 ⁶ bis 97 · 10 ⁶	8·91	79·4	Cohn und Zeemann
150 · 10 ⁶		80·6	Drude
400 · 10 ⁶	9·037	81·67	Drude

Vergl. meine I. Mittheilung.

Vergl. meine I. Mittheilung, ferner: Drude, Wied. Ann., Bd. 59, S. 17; Mazotto, Accademia dei Lincei, vol. V, 2^o sem., serie 5^a, fasc. 8^o, 1896.

N		D. C. resp. n^2	Beobachter
147 10^6 bis 1154 $\cdot 10^6$	9·00	81·00	Mazotto
833 $\cdot 10^6$	9·143	83·6	Drude
6000 $\cdot 10^6$	8·8	77·44	Cole
37500 $\cdot 10^6$	8·972	80·45	Lampa
50000 $\cdot 10^6$	9·405	88·45	Lampa
75000 $\cdot 10^6$	9·499	90·23	Lampa

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass das Wasser jetzt die am besten untersuchte Substanz ist, wäre es mir selbst erwünscht gewesen, grössere Messungsreihen vorzunehmen. Um jedoch stets dasselbe Erregerpaar benützen zu können, was doch die einzige Gewähr dafür ist, dass man immer dieselbe Wellenlänge zur Verfügung hat, musste hierauf verzichtet werden, umsomehr, als selbst ein und dasselbe Erregerpaar nur eine begrenzte Verwendung zulässt. Nach einiger Zeit versagt es und muss geputzt werden, wobei eine kleine Dimensionsveränderung unvermeidlich ist; letztere kann aber bei der benützten Grössenordnung der Wellen schon merklich werden. Ausserdem sind die angegebenen Zahlen ohnehin durch weitaus mehr Messungsreihen festgestellt, als im Texte mitgeteilt sind. Der Coherer, so empfindlich er ist, ist ein etwas capriciöses Instrument, zumal in einem Arbeitsraume, welcher von Erschütterungen nicht frei ist. Zu systematischen Untersuchungen in dem Gebiete der kurzen Wellen wäre jedenfalls eine Untersuchungsmethode wünschenswerth, welche die Bequemlichkeit und grosse Empfindlichkeit des Coherers mit grösserer Unabhängigkeit von äusseren Umständen verbindet. Ich möchte demnach die vorliegende Arbeit als eine orientirende Voruntersuchung betrachtet wissen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [105_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Lampa Anton

Artikel/Article: [Über die Brechungsquotienten einiger Substanzen für sehr kurze elektrische Wellen 1049-1058](#)