

Über die Brechungsquotienten einiger Substanzen für sehr kurze elektrische Wellen

Dr. Anton Lampa.

Aus dem physikalisch-chemischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 2 Textfiguren.)

I.

Herr P Lebedew hat zu seiner schönen Untersuchung über die Doppelbrechung der Strahlen elektrischer Kraft¹ eine Versuchsanordnung verwendet, welche Wellen von 6 mm Länge und bei weiterer Verkleinerung des Erregers noch kürzere zu liefern im Stande war. Es schien mir an sich interessant genug, eine Versuchsanordnung aus eigener Anschauung kennen zu lernen, welche es ermöglicht, die classischen Versuche von Hertz auf dem Raume eines Tisches auszuführen, und so ging ich daran, mir die Apparate zur Herstellung so kurzer Wellen anzufertigen, zumal Herr Lebedew einen Versuch betreffend die Drehung der Polarisationssebene nicht gemacht oder mindestens nicht beschrieben hat. Obzwar der Erfolg, soweit er die letztgenannte Frage betrifft, meinen Erwartungen entsprach, d. h. ebenso wie Herrn Righi's mit circa 10 cm langen Wellen angestellter Versuch² negativ ausfiel, so wurde mir doch die ziemliche Mühe und Zeit, welche die Zusammenstellung der Versuchsanordnung in Anspruch nahm, anderweitig reichlich gelohnt. Über die Resultate meiner Arbeit soll in dieser Abhandlung berichtet werden.

¹ Wied. Ann., Bd. 56, S. 1, 1895.

Beiblätter, 1895, S. 357

Die Anordnung, welche ich traf, war jedoch in vielen Einzelheiten von der Lebedew'schen abweichend, da ich bei der Zusammenstellung auch die Bedürfnisse der Demonstration im Auge hatte. Dies veranlasste mich zu versuchen, ob nicht der Coherer, den Herr v. Lang bei seinen Interferenzversuchen mit elektrischen Wellen¹ als Detector verwendet hatte, meinen Zwecken genügen würde. Dies war in der That der Fall. Auf diese Weise gelang es, eine bedeutende Einfachheit der Anordnung zu erzielen. Den Erreger stellte ich nach Herrn Lebedew's Angaben her. Es ist schwierig, so kurze Platincylinder, wie sie zur Erzeugung der kurzen Wellen nothwendig sind, in der richtigen Weise in Glasröhren einzuschmelzen. Ich schnitt mir daher von einem Thermometerrohre, in dessen Lumen die 0.5 mm dicken Platincylinder hineinpassten, zwei circa 6 cm lange Stücke ab, schob nun die Platincylinder so weit hinein, dass etwa ihre Hälfte noch herausragte und befestigte dieselben noch seitlich durch eine Spur von Einschmelzglas, um Verrückungen ganz zu verhindern. Die Stromzuführung zu den Platincylindern geschah durch Funkenstrecken von 2.5 mm Länge. Als Zuleiter innerhalb der Glasröhren dienten Platin-drähte von 0.2 mm Durchmesser. Diese beiden Drähte wurden dann unmittelbar mit den Polen eines durch eine Tauchbatterie von 8 Smee-Elementen betriebenen Inductoriums mittlerer Grösse (Funkenlänge 25 mm) durch Kupferdraht verbunden. Von der Einschaltung eines Flüssigkeitswiderstandes und eines Condensators sah ich ab, ebenso wie von der Einsenkung des Erregers in eine Flüssigkeit. Die Nothwendigkeit, welche sich bei dieser bequemen Anordnung geltend macht, die Endflächen der Erregercylinder zeitweilig zu putzen — was übrigens im Verlauf meiner ganzen Arbeit nur zweimal geschah — erscheint mir gegenüber der Anwendung eines Flüssigkeitsbades als das kleinere Übel.

Den Primärleiter befestigte ich in einem parabolischen Cylinderspiegel ebenfalls in der einfachsten Weise. Dieser Spiegel hatte 6 mm Brennweite und 56 mm Öffnung. Hergestellt wurde er in der Weise, dass ich aus einem 10 mm

dicken Brettchen von weichem Holze zwei entsprechende Parabeln ausschnitt und an dieselben ein dünnes Zinkblech mittelst kleiner Schrauben befestigte, so dass der innere Abstand der beiden Brettchen 30 mm betrug. Hierauf wurden auf der Drehbank in die Brettchen zwei geeignete Löcher gebohrt, deren Centra mit den Brennpunkten der Parabeln zusammenfielen. Die Glasröhren, welche den Primärleiter tragen, passen in die Löcher genau hinein, jedoch sind Verschiebungen möglich. Letztere wurden auch nur mit der Hand vorgenommen, ich habe auch das Bedürfniss nach einer Feineinstellung mit Mikrometerschraube nicht empfunden.

Zum Nachweis der elektrischen Wellen benützte ich, wie schon erwähnt, einen Coherer, welcher, abgesehen von der Grösse der Schrauben — die von mir benützten wogen etwa 0.06 g — nach den Angaben von v. Lang (l. c.) angefertigt war. Der Coherer liegt horizontal auf zwei an der Längsseite eines Holzkistchens, welches aussen ganz mit Zinkblech von 1 mm Dicke verkleidet wurde, angebrachten Trägern von Holz. In demselben Kistchen befindet sich das Trockenelement. Gegenüber der Mitte des Coherers befindet sich ein kreisförmiger Ausschnitt von circa 46 mm Durchmesser, in welchem ein Messingrohr von 45 mm innerer Lichte und circa 3 cm Länge eingelöthet ist. An der einen Schmalseite des Kistchens ist ein zweiter kleinerer Ausschnitt mit Messingrohransatz angebracht, durch welchen die beiden Leitungsdrähte zu einem für objective Ablesung eingerichteten v. Lang'schen Galvanometer hinausführen. Das letztere war von dem Experimentirische etwa 6 m entfernt und für die Wirkung der Primärspule des Inductoriums ganz unempfindlich.

Grosse Sorgfalt muss auf die Beschirmung der Zuleitungsdrähte gegenüber den elektrischen Wellen verwendet werden. Die Widerstandsverminderung des Coherers tritt auch dann ein, wenn die Leitungsdrähte, welche ihn mit dem Trockenelement und der Galvanometerrolle verbinden, von den Wellen getroffen werden. Ich umwickelte dieselben daher mit Stanniol, was jedoch keinen genügenden Schutz gewährte, indem durch die nicht ganz zu vermeidenden Ritze in der Stanniolumhüllung eine noch wirksame Bestrahlung eintrat. Ich versuchte in Folge

dessen sogar, bloss ein Stück des Leitungsdrahtes als Empfänger zu verwenden, jedoch ohne Erfolg. Zu diesem Zwecke muss das betreffende Stück der Leitung senkrecht zu der Fortpflanzungsrichtung der Wellen stehen und bei dieser Stellung erweist sich die Bestrahlung als unwirksam. Ich ersetzte hierauf die Stanniolbewicklung durch ein Bleirohr, welches einerseits in das Kistchen hineinragte, anderseits bis nahe an das Galvanometer hinführte. Eine Beschirmung der Galvanometerrolle erwies sich bei der angegebenen Entfernung als überflüssig. Die zinkverkleidete Kiste war auf ihrer oberen Seite bloss durch einen abhebbaren Deckel von Zinkblech verschlossen.

Mit den beschriebenen Apparaten lassen sich die Hertz'schen Versuche sehr leicht und präzise demonstrieren. Der Primärleiter steht dabei vertical. Ich halte mich bei der Beschreibung dieser bekannten Versuche nicht auf und erwähne nur kurz, dass die aus dem Spiegel austretenden Wellen vollständig polarisirt sind. Der Versuch, die Polarisationssebene der Wellen zu drehen, indem ich sie durch einen 40 *cm* langen und 30 *mm* dicken Holzcyylinder, welcher in einem Solenoid von drei Windungslagen stak, hindurchschickte, blieb, wie erwähnt, erfolglos. Das Solenoid war hiebei von einem Strome von 15 Ampère durchflossen.

II.

Bei der Anstellung des Brechungsversuches, zu welchem ich ein Paraffinprisma benützte, zeigte es sich, dass die Lage des Maximums der Einwirkung auf den Coherer ein recht scharf bestimmbares sei; dies veranlasste mich, meine Versuchsanordnung zu einigen quantitativen Bestimmungen zu verwenden. Zunächst ergänzte ich meine Apparate durch Anfertigung eines primitiven, für diese Zwecke jedoch hinreichenden Goniometers. Ein Theilkreis von 190 *mm* Durchmesser wurde auf einem Fusse drehbar befestigt. Der Zapfen, welcher den Theilkreis trägt, tritt durch denselben hindurch und dient gleichzeitig einem auf den Theilkreis aufgesetzten Tischchen von 112 *mm* Durchmesser als Drehpunkt. Das Tischchen ist fix mit einer Alhidade verbunden und trägt bei den Versuchen den Primärleiter. Zu diesem Zwecke ist es mit einem Schlitz ver-

sehen, durch welchen das aus dem unteren Brettchen des Spiegels herausragende Glasrohr hindurchgeschoben werden kann und welcher ausserdem die Entfernung des Primärleiters von dem Mittelpunkt des Goniometers zu variiren gestattet. Der Theilkreis ist in Grade getheilt, die Alhidade trägt bloss eine Marke; bei der Ablesung wurden die Bruchtheile von Graden geschätzt. Goniometer und Zinkkasten wurden so aufgestellt, dass die Funkenstrecke der Mitte des Kreisabschnittes gegenüber zu liegen kam. Das Inductorium stand auf einem anderen Tische als der Coherer, denn der letztere ist gegen Erschütterungen sehr empfindlich; ich habe bemerkt, dass

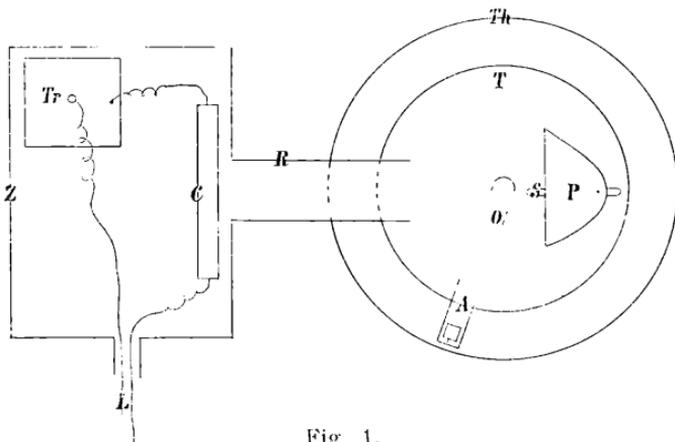


Fig. 1.

Erschütterungen, welche ihn longitudinal durchheilen, den Widerstand herabsetzen, auch Töne (Pfliffe) wirken in gleicher Weise, während eine starke Erwärmung (durch Bespülung mit einer kleinen Flamme) den Widerstand erhöht. Das 3 *cm* lange Messingrohr, von welchem ich oben sprach, wurde durch einen 18 *cm* langen, gleich weiten Ansatz verlängert; der Nutzen dieses Ansatzes wird gleich besprochen werden.

In der nebenstehenden Fig. 1 ist die gesammte Anordnung dargestellt. Darin bedeuten: *Z* Zinkkasten, *R* Ansatzrohr, *Tr* Trockenelement, *C* Coherer, *L* Leitung zum Galvanometer, *Th* Theilkreis, *T* Tischchen, *A* Alhidade, *P* Parabolischer Spiegel, *S* Schlitz. Die Entfernung des Mittelpunktes *O* vom Coherer beträgt 25 *cm*.

Die Nulllage wurde stets nur auf Grund der geometrischen Verhältnisse eingestellt; eine scharfe Einstellung durch die Wellen selbst ist nicht möglich, woran jedenfalls auch der Umstand Schuld trägt, dass der Spiegel nicht streng parabolisch und das ihn verlassende Strahlenbündel demgemäss nicht parallel ist. Die Anwendung eines Spaltes am Ansatzrohr schien mir in Folge seiner beugenden Wirkung auch nicht vortheilhaft und in der That war auch kein Erfolg mit einem solchen zu erzielen. Für die Bestimmung der günstigsten Stellung des Prismas war jedoch der mangelnde Parallelismus des Strahlenbündels von keiner Bedeutung. Der Haupttheil der den Spiegel

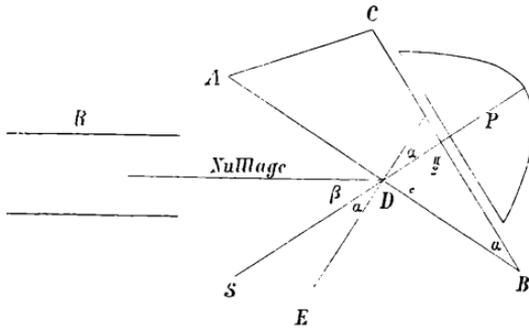


Fig. 2.

verlassenden Strahlen ist doch parallel zu der Symmetrieebene desselben, die abweichenden Strahlen werden durch die Brechung im Prisma noch weiter divergent gemacht, so dass sie in das Ansatzrohr nicht mehr eintreten. Der Brechungsquotient wurde auf die Weise bestimmt, dass die eine Prismenfläche senkrecht zur Strahlenrichtung orientirt wurde, während die zweite Prismenfläche die Drehungsaxe des Goniometerischens enthielt. Hierauf wurde diejenige Stellung des Prismes aufgesucht, bei welcher die Wirkung auf den Coherer ein Maximum war.

Die Berechnung des Brechungsquotienten erhellt aus Fig. 2. P ist der parabolische Spiegel, ABC das Prisma mit dem brechenden Winkel α , E das Einfallslot, S die Mittellinie des Spiegels, D die Drehungsaxe des Tischchens, R das Ansatzrohr.

Ist β der Winkel, um welchen diese Mittellinie gedreht wurde, so ist der Brechungsquotient

$$n = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}.$$

Die Einstellung auf das Maximum ist, wie gesagt, eine ziemlich genaue, wenn sich auch das Nachlassen der Wirkung der Batterie geltend macht. Um eine Vorstellung von der Genauigkeit zu geben, setze ich eine Messungsreihe hieher. Nach jeder Messung wird der Coherer zurückgeklopft, wobei darauf geachtet wird, dass das Lichtbild möglichst zu der alten Ruhelage zurückkehrt. Die folgende Messungsreihe wurde bei einem Crownglasprisma gewonnen; es bedeuten β die Drehungswinkel, A die Ausschläge in Skalentheilen:

β	A
25°	28 Theilstriche.
23	35
22	24
23	31
25	27
23	28
24	21
23	30

Das Maximum liegt also bei 23°. Die Genauigkeit der Einstellung lässt sich jedoch noch weiter treiben bei Substanzen von hohem Brechungsvermögen; denn bei denselben ist die oben besprochene Wirkung auf die divergenten Strahlen eine grössere.

Bezüglich der Grösse der verwendeten Prismen ist zu bemerken, dass sie die ganze Öffnung des Spiegels verdecken.

III.

Ehe ich die eigentlichen Messungen mittheile, will ich einen Beugungsversuch anführen, welchen ich zur Bestimmung der Wellenlänge angewendet habe. Das Beugungsgitter wurde aus Bleifolie ausgeschnitten. Die Streifen waren 10 *mm*, die Zwischenräume zwischen denselben 20 *mm* breit. Das Gitter wurde wieder senkrecht zu der Strahlenrichtung und so auf-

gestellt, dass die Drehungsaxe des Tischchens in seiner Ebene lag. In Bezug auf den Erreger wurde es so orientirt, dass ein Streifen und zwei Zwischenräume in Wirksamkeit traten. In die Berechnung der Wellenlänge geht daher die Grösse von 30 *mm* ein. Eine besonders scharfe Einstellung war nicht zu erzielen. Für die Lage des ersten Minimums ergab sich ein Ablenkungswinkel von 7—8°. Wählt man den mittleren Werth 7° 30' zur Berechnung, so ergibt sich

$$\frac{\lambda}{2} = 30 \cdot \sin 7^\circ 30' = 3 \cdot 96 \text{ mm},$$

also λ circa = 8 *mm*.

Das erste Maximum lag beiläufig bei 16°. Daraus ergibt sich

$$\lambda = 30 \cdot \sin 16^\circ = 8 \cdot 27 \text{ mm},$$

also auch beiläufig 8 *mm*. Das Minimum liess sich aber etwas genauer einstellen. Es kann, wie aus diesen Messungen hervorgeht, die Länge der von dem Erreger ausgesendeten Wellen zu 8 *mm* angesetzt werden. Dies stimmt auch mit den Dimensionen der Erregercylinder, deren jeder 2 *mm* lang war, so dass die Gesammmlänge des Erregers, welche ungefähr der halben Wellenlänge gleich ist, von der wenig einflusshabenden Länge der Funkenstrecke abgesehen, 4 *mm* betrug. Der angegebenen Wellenlänge entspricht eine Schwingungszahl $N = 37500 \cdot 10^6$.

IV

Feste Körper.

a) Paraffin. Zur Untersuchung gelangten drei Prismen mit den brechenden Winkeln $\alpha_1 = 34^\circ$, $\alpha_2 = 29^\circ 30'$, $\alpha_3 = 20^\circ$. Mit jedem dieser Prismen wurden einige Bestimmungen ausgeführt:

$\alpha_1 = 34^\circ$		$\alpha_2 = 29^\circ 30'$		$\alpha_3 = 20^\circ$	
β		β		β	
24°	1·516	20°30'	1·55	11°	1·506
24 20'	1·522	19 30	1·533	11	1·506
24	1·516	20	1·545	11 15'	1·517
		19 30	1·533		

Als Mittel aus diesen Bestimmungen ergibt sich

$$n = 1.524$$

und daher

$$n^2 = 2.32.$$

Naheliegende Werthe der Dielektricitätsconstante fanden Boltzmann 2.32, Hopkinson 2.29, Donle 2.29.

Für den Brechungsquotienten für Wellen von 85.2 mm Länge gibt v. Lang¹ 1.71. Darnach wäre die Dispersion anormal.

b) Ebonit. Untersucht wurden zwei Prismen. Die Resultate gibt die folgende Tabelle:

$\alpha_1 = 20^\circ 20'$		$\alpha_2 = 29^\circ 30'$	
		β	n
16° 30'	1.725	29°	1.737
17	1.745	29 30'	1.747
17	1.745	29 40	1.750
16 20	1.7054	29 40	1.750
16 50	1.739	29 30	1.747

Hieraus folgt:

$$n = 1.739$$

und

$$n^2 = 3.027.$$

Naheliegende Dielektricitätsconstante fanden: Boltzmann 3.15—3.48, Schiller 2.76, Winkelmann 2.72; Lecher bei einer Ladungszeit von 0.5'': 2.64, 0.0005'': 2.81, 0.0000003'': 3.01.

c) Glas. Untersucht wurden ein Crownglas- und ein Flintglasprisma.

Crownglas. $\alpha = 15^\circ$		Flintglas. $\alpha = 10^\circ$	
β			
23°	2.3785	20° 30'	2.923
23	2.3785	20	2.88
23 10	2.388	20 10	2.894

¹ Diese Sitzungsber., Bd. CV, II. a., 1896.

Es ergibt sich für Crownnglas

$$n = 2 \cdot 381 \text{ und } n^2 = 5 \cdot 66,$$

für Flintglas

$$n = 2 \cdot 899 \text{ und } n^2 = 8 \cdot 41.$$

Hopkinson gibt für Crownnglas D.-C. = $5 \cdot 96$, für Flintglas D.-C. = $6 \cdot 61 - 9 \cdot 096$.

d) Schwefel. Zwischen Glasplatten wurde ein Schwefelprisma gegossen; der brechende Winkel wurde nach Lösung der Glasplatten bestimmt. Er betrug 25°

β	
$24^\circ 30'$	1.799
24	1.786
20	1.821

Es folgt

$$n = 1 \cdot 802$$

und

$$n^2 = 3 \cdot 24.$$

Es geben an: Boltzmann D.-C. = $3 \cdot 84 - 3 \cdot 90$, Wüllner: D.-C. = $3 \cdot 04$.

e) Doppelbrechung des Holzes. An Holzprismen, welche aus einem Stück Weissbuchenholz, jedoch mit verschiedener Orientirung der Faserrichtung gegen die brechende Kante ausgeschnitten wurden, liess sich die Verschiedenheit der Brechungsquotienten deutlich constatiren. Da jedoch Messungen an Holz weiter kein Interesse bieten, führe ich diese Thatsache bloss im Allgemeinen an. Sie illustriert immerhin die Überlegenheit der kurzen Wellen über die langen. Herr Mack hat bei seinem Versuche, in diesem Falle die Prismenmethode anzuwenden,¹ keinen befriedigenden Erfolg erzielt.

¹ Wied. Ann., Bd. 56, S. 717, 1895.

V

Flüssigkeiten.

Für die Untersuchung der Flüssigkeiten wurde ein Hohlprisma hergestellt, indem in ein Ebonitprisma passender Grösse ein Loch von 50 *mm* Durchmesser gebohrt wurde. Die Seitenflächen wurden durch Glasplatten verschlossen. Das so gewonnene Hohlprisma hatte einen brechenden Winkel von 16°30'. Nur Wasser verlangte ein Prisma von kleinerem brechenden Winkel; dieses wurde aus Glasplatten allein zusammengekittet. Die in beiden Fällen verwendeten Glasplatten waren circa 1 *mm* dick.

a) Benzol reinst. Das verwendete Benzol war dasselbe, welches Herr v. Lang untersucht hatte und dessen Dielektricitätsconstante von Herrn Hasenöhrl¹ nach einer statischen Methode zu 2 115 bei 23° C. bestimmt worden war. Ich beobachtete bei derselben Temperatur.

13° 40'	1
13 30	1·761
13 40	1·77

Es folgt hieraus

$$n = 1·767$$

und

$$n^2 = 3·13.$$

v. Lang findet (l. c.): $n = 1·85$.

Die Dispersion ist also anormal.

b) Glycerin. Dasselbe war gleichfalls von Herrn v. Lang untersucht worden und hatte die Dichte 1·24. Die Wellen erfahren eine ziemliche Absorption.

¹ Diese Sitzungsber., Bd. CV, II. a., (1896).

15°	1·84
15 10'	1·8485
15	1·84

Hieraus folgt

$$n = 1·843 \quad \text{und} \quad n^2 = 3·4.$$

Die anormale Dispersion des Glycerins erhellt aus der folgenden Tabelle (Drude—v. Lang):

$N = 25 \cdot 10^6$	D.-C. = 56·2	Thwing
$125 \cdot 10^6$	39·1	Drude
$400 \cdot 10^6$	25·4	Drude
$3520 \cdot 10^6$	14·1	v. Lang
$37500 \cdot 10^6$	3·4	Lampa.

c) Terpentinöl rectificirt.

14°	1·7875
14 10'	1·796
13 30	1·761

Es ist hienach

$$n = 1·782 \quad \text{und} \quad n^2 = 3·17$$

v. Lang gibt für seine Wellen: $n = 1·74$.

d) Für Vaselinöl und Mandelöl, welche Herr Hasenöhrl untersucht hatte, fand ich

$$n = 1·626, \quad n^2 = 2·65,$$

respective

$$n = 1·734, \quad n^2 = 3·01.$$

Herr Hasenöhrl fand für Vaselinöl:

$$\text{D.-C.} = 2·118,$$

für Mandelöl.

$$D.-C. = 2 \cdot 833.$$

Salvioni gibt für Mandelöl:

$$D.-C. = 3 \cdot 01.$$

e) Absoluter Alkohol. Die anormale Dispersion ist für diese Substanz bis zu Schwingungszahlen $N = 400 \cdot 10^6$ nicht besonders stark.¹ Die D.-C. ändert sich von circa 26 bis 23. Hingegen fand Herr Cole² für Wellen von 5 cm Länge, also einer Schwingungszahl von $6000 \cdot 10^6$ den Brechungsquotient 3·2, also $n^2 = 10 \cdot 24$. Aus meinen Messungen folgt, dass die Dispersion von dieser Schwingungszahl ab noch stark anormal ist. Die Absorption ist ziemlich beträchtlich, stört jedoch nicht die Messungen.

	n
30°	2·5545
30	2·5545
30 30'	2·596

Es folgt:

$$n = 2 \cdot 568 \quad \text{und} \quad n^2 = 6 \cdot 76.$$

Die Dispersion stellt folgende Tabelle dar:

$N = \text{klein,}$	D.-C. = 25·9	Nernst ³
	25·5	Tereschin ³
25·10 ⁶	24·8	Thwing ³
150·10 ⁶	24·4	Drude ³
400·10 ⁶	23·0	Drude ³
6000·10 ⁶	10·2	Cole
37500·10 ⁶	6·8	Lampa.

f) Wasser destillirt. Temperatur 23° C. Beobachtet wurde mit einem Prisma von 4° brechendem Winkel. Die Absorption ist ziemlich stark. In Folge dessen wurden die drei letzten Beobachtungen bei sehr gesteigerter Empfindlichkeit des

Drude, Wied. Ann., Bd. 58, S. 1, 1896.

Wied. Ann., Bd. 57, S. 290, 1896.

Siehe Anm. 1).

Galvanometers durchgeführt. Man sieht aber, dass selbst bei der geringeren Empfindlichkeit noch gute Messungen ausführbar wären, denn die letzten Bestimmungen liegen in der Mitte der beiden ersten. Die Einstellung auf das Maximum war hier besonders scharf möglich.

34° 30'	8·923
35	9·022
34 45	8·972
34 45	8·972
34 45	8·972

Es resultirt als Mittel

$$n = 8·972 \quad \text{und} \quad n^2 = 80·45.$$

Die Dispersion gibt folgende Tabelle, die ich der citirten Abhandlung Herrn Drude's entnehme und ergänze:

$N = \text{klein,}$	D.-C. = 80·9	Heerwagen
	80·0	Nernst
$25 \cdot 10^6$	79·4	Thwing
$150 \cdot 10^6$	79·7	Drude
$400 \cdot 10^6$	80·2	Drude
$6000 \cdot 10^6$	77·44	Cole ¹
$37500 \cdot 10^6$	80·45	Lampa.

Abgesehen von dem Werthe, welchen Herr Cole aus seinen Versuchen folgert, der aber doch etwas unsicher sein dürfte, ist also die Dispersion des Wassers für den Bereich $N = 25 \cdot 10^6$ bis $N = 37500 \cdot 10^6$ normal.

Ich beschliesse diese Arbeit mit dem herzlichsten Danke an Herrn Prof. Franz Exner, welcher mir mit ausserordentlicher Liebenswürdigkeit die Hilfsmittel seines Institutes zur Verfügung stellte.

¹ Siehe Anm. 2) der vorhergehenden Seite.

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 587-600](#)