**VI. Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit
electrischer Wellen in isolirenden Flüssigkeiten;
von L. Arons und H. Rubens.**

Maxwell hat bekanntlich eine Theorie entwickelt, der zufolge zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit electrischer Wellen in isolirenden Substanzen und der Dielectricitätsconstante derselben eine enge Beziehung besteht. Diese Beziehung findet ihren Ausdruck in der Formel $n^2 = \mu$, worin n das Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle im Vacuum (resp. in Luft) zu derjenigen in der fraglichen Substanz, μ die Dielectricitätsconstante der letzteren bedeutet.¹⁾ Bisher war es nur möglich, diese Beziehung experimentell zu prüfen unter der Annahme, dass die Lichtschwingungen electrische Schwingungen seien (electromagnetische Lichttheorie). Nun ist aber der optische Brechungsexponent n wesentlich abhängig von der Wellenlänge; man hat diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen gesucht, dass man mit Hülfe der Dispersionsformeln (Cauchy) den Brechungsexponenten für unendlich lange Wellen durch Extrapolation zu bestimmen versuchte. Selbstverständlich kann auf die so gefundenen Werthe von n_∞ kein grosses Gewicht gelegt werden. Nichtsdestoweniger zeigte sich bei einer Anzahl von festen Körpern und Flüssigkeiten die Maxwell'sche Beziehung erfüllt und dieser Umstand bildet eine der Stützen der electromagnetischen Lichttheorie. Eine wesentliche Ausnahme bildeten jedoch bisher eine Reihe pflanzlicher und thierischer Oele; so fand Hr. Hopkinson²⁾:

1) Kirchhoff hat für den speciellen Fall eines Kabels den Satz abgeleitet, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit electrischer Wellen in demselben der Wurzel aus der Dielectricitätsconstante der isolirenden Schicht umgekehrt proportional ist. Monatsber. d. Berl. Acad. 29. Oct. 1877. Gesammelte Abhandl. p. 182.

2) Hopkinson, Phil. Trans. 2. p. 355. 1881. Beibl. 6. p. 110. 1882.

	Dielectricitäts- const. μ	$\sqrt{\mu}$	n_{∞}
Ricinusöl . . .	4,78	2,19	1,4674
Olivenöl . . .	3,16	1,78	1,4598
Klaueuöl . . .	3,07	1,75	1,4578
Spermacetöl	3.02	1,74	1,4611

Die angeführten Oele sind sämmtlich gute Isolatoren. Nach einer Methode¹⁾, die das etwa vorhandene Leitungsvermögen und die Dielectricitätsconstante getrennt zu bestimmen gestattet, ergab sich beispielsweise für Ricinusöl $\mu = 4,82$, während das Leitungsvermögen zu $7,7 \cdot 10^{-17}$, bezogen auf Quecksilber gleich 1, gemessen wurde.

Hr. Hopkinson hat später die Vermuthung ausgesprochen, dass diese Oele im ultrarothern Theile des Spectrums anomale Dispersion zeigen könnten. In diesem Fall kann der Brechungsexponent jede beliebige Grösse erreichen.

Durch die Untersuchungen von Hertz ist nunmehr die Möglichkeit gegeben, das Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeit electricischer Wellen in Luft und anderen Isolatoren zu messen und so die von Maxwell entwickelte Theorie direct experimentell zu prüfen. Wir haben für eine Reihe von Flüssigkeiten das erwähnte Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten bestimmt²⁾ und werden im Folgenden diese Verhältnisszahl in Analogie mit der Ausdrucksweise der Optik, als Brechungsexponenten der untersuchten Flüssigkeit bezeichnen.

Versuchsanordnung und Apparate.

Die Versuchsanordnung schliesst sich unmittelbar an einen der ersten Hertz'schen Versuche³⁾ an. Hr. Hertz führte zu einem Drahtviereck von 125 cm Länge und 80 cm Breite, welches in der Mitte der einen Seite aufgeschnitten und mit einer kleinen Funkenstrecke versehen war, einen Draht. Dieser vermittelte die Verbindung des Vierecks mit der einen von zwei Electroden, zwischen welchen durch ein

1) E. Cohn u. L. Arons, Wied. Ann. 28. p. 454. 1886.

2) Die Versuche des Hrn. Waitz (Wied. Ann. 41. p. 435. 1890) über die Länge electricischer Wellen in isolirenden Flüssigkeiten haben bisher keine zuverlässigen Resultate ergeben.

3) H. Hertz, Wied. Ann. 31. p. 421. 1887.

Inductorium sehr schnelle electrische Schwingungen erregt wurden. In der Funkenstrecke des Drahtvierecks beobachtete Hr. Hertz kleine Fünkchen, welche nur dann ausblieben, wenn der Zuleitungsdraht von der primären Electrode das Drahtviereck im Mittelpunkte der der Funkenstrecke gegenüberliegenden Seite berührte. Hr. Hertz bezeichnet diesen Punkt als Indifferenzpunkt. Wurde eine zweite Seite des Drahtvierecks aufgeschnitten und zwischen die so entstehenden Endpunkte ein Draht von grösserer Länge eingeschaltet, so verschob sich der Indifferenzpunkt nach der verlängerten Seite hin; durch Einschalten der gleichen Drahtlänge auf der gegenüberliegenden Seite konnte er wieder in seine alte Lage zurückgebracht werden. Wurde der eingeschaltete Draht zu einer Spirale zusammen gerollt, so zeigte sich wiederum eine Verschiebung des Indifferenzpunktes, da die Fortpflanzungszeit eine Function der Selbstinduction und die Lage des Indifferenzpunktes dadurch bestimmt ist, dass der Weg von dieser Stelle aus nach der einen und der anderen Electrode der Funkenstrecke gleich ist.

Das von uns benutzte Drahtviereck hatte eine Länge von 230 cm und eine Breite von 35 cm. Die Funkenstrecke war fortgelassen; statt derselben befanden sich an den Enden kleine quadratische Metallplatten von 5,5 cm Seite; dieselben standen sich in einem Abstände von 7 cm einander gegenüber. Die Beobachtung des Indifferenzpunktes geschah mittelst des von einem von uns ¹⁾ zu ähnlichen Zwecken bereits benutzten Bolometers. Unmittelbar an den Endplatten waren an den Draht des Vierecks kurze Seitendrähte angelöthet; auf diese waren (wie in der soeben citirten Arbeit) mittelst Glasröhrchen kurze Stückchen Messingrohr isolirt aufgeschoben, welche als die äusseren Belegungen kleiner Leydener Flaschen betrachtet werden können, wenn die Drähte als innere Belegungen gelten. Befindet sich die Zuleitungsstelle im Indifferenzpunkt, so wird der Ausschlag des Galvanometers ein Minimum sein. Er müsste vollkommen verschwinden, wenn

1) H. Rubens, Wied. Ann. 41, p. 154. 1890. Ueber das Bolometer siehe auch H. Rubens u. R. Ritter, Wied. Ann. 40. p. 55. 1890 u. A. Paalzow u. H. Rubens, Wied. Ann. 37. p. 769. 1889.

die Anordnung in jeder Beziehung zum Indifferenzpunkt symmetrisch wäre.

Bewegt man den Zuleitungsdraht nach der einen oder anderen Seite vom Indifferenzpunkt fort, so erhält man grössere und grössere Ausschläge. Die Lage des Indifferenzpunktes lässt sich, wenn man die Ausschläge des Galvanometers als Function der Einstellung am Drahte aufträgt, sehr leicht nach der Methode der Schwerlinien ermitteln.¹⁾

Zur Ausführung der Versuche bedienten wir uns einer etwas anderen Anordnung, welche gegenüber der bisher beschriebenen einige wesentliche Vortheile bot. Wir spannten statt eines Drahtvierecks deren zwei aus, $ABCD$ und $EFGH$

(s. Figur), welche in einem Abstand von 8 cm vertical übereinander lagen. Wir konnten so beide Pole des Inducto-
riums benutzen, indem von jedem eine Zuleitung zu einem

1) H. Rubens, Wied. Ann. 42. p. 164. 1891.

der Drahtvierecke hergestellt wurde. Diese Verbindung war jedoch keine directe. Von den Polen P und Q des Inductoriums führten Drähte zu der Funkenstrecke S des primären Leiters. Dieser bestand aus zwei 15 cm langen, vertical stehenden Messingstangen e und e_1 , welche an den einander zugekehrten Enden die Polkugeln der Funkenstrecke, an den anderen Enden zwei quadratische Metallplatten von 40 cm Seite trugen. Diesen letzteren gegenüber befanden sich in einem Abstand von 3 bis 4 cm zwei kleine Blechplatten x und y von 8 cm Seite; dünne Drähte, welche in Schleifcontacten endigten, vermittelten die Verbindung zwischen diesen Plättchen und den Drahtvierecken. Die Schleifcontacte u und v waren durch einen verticalen Holzstab starr miteinander verbunden; letzterer trug in seiner Verlängerung einen Zeiger, welcher über einer Millimeterscala spielte. Die Einstellungen konnten bei dieser Anordnung mit grosser Schärfe vorgenommen werden. Durch die verticale Stellung des primären Leiters wurde die störende Einwirkung desselben auf die horizontalen Vierecke durch directe Strahlung vermieden. Zur grösseren Sicherheit befand sich ausserdem zwischen dem Inductorium und dem primären Leiter einerseits, den Drahtvierecken andererseits ein 2 m hohes und ebenso breites Gitter aus verticalen Drähten, welches in der Figur nicht angedeutet ist. Die Zuleitungsdrähte zu den Drahtvierecken waren zwischen den Gitterdrähten durch Glasröhren isolirt hindurchgeführt.

Die beiden Drahtvierecke waren, wie oben beschrieben, in der Mitte der einen Längsseite aufgeschnitten, mit Platten verbunden und mit Ansatzstücken nebst Leydener Flaschen J , K und L , M versehen. Die äusseren Belegungen dieser Leydener Flaschen waren überkreuz miteinander verbunden, nämlich J mit M und K mit L . Von diesen Verbindungsdrähten je zweier Belegungen führten die Leitungen zu den Endklemmen des Bolometers. Auch bei dieser Anordnung tritt, wie leicht ersichtlich, das Minimum des Ausschlags ein, wenn die Zuleitung der Schwingungen sich im Indifferenzpunkt befindet; nur ist das Minimum weit schärfer ausgeprägt, wie bei Anwendung eines einzigen Drahtvierecks. Ein weiterer Vortheil war es, dass fast die ganze electrische

Bewegung in dem Raume zwischen den beiden Drähten vor sich ging, also von äusseren Gegenständen nicht wesentlich beeinflusst werden konnte.

Durch Vorversuche mit kleinen „Leydener Flaschen“, welche auf den Drähten verschiebbar waren¹⁾, hatten wir uns von dem Schwingungszustand des Systems ein Bild gemacht. Wir hatten es mit stehenden Wellen zu thun; an der Zuleitungsstelle und an den Endplatten *J*, *K*, *L*, *M* befanden sich Schwingungsbäuche, ungefähr in der Mitte zwischen diesen Punkten Schwingungsknoten. Die Endplatten bewirken, dass die Knotenpunkte ein wenig zu ihnen hin verschoben sind. Das ganze System schwang also in völliger Analogie mit einem Stab, der im ersten und dritten Viertel seiner Länge eingespannt ist und in der Mitte angeschlagen wird.

Es ist uns nicht gelungen, den Ausschlag des Galvanometers vollkommen zum Verschwinden zu bringen, wenn sich die Zuleitungsstelle im Indifferenzpunkt befand. Es betrug der dann beobachtete Ausschlag noch etwa $\frac{1}{10}$ des in grösserer Entfernung (1 m) vom Indifferenzpunkt erhaltenen. Ein Ausschlag von derselben Grössenordnung ergab sich aber auch, wenn die Zuleitungsdrähte vom primären Leiter von den Drahtvierecken abgetrennt wurden. Einen Einfluss auf die Bestimmung des Indifferenzpunktes konnte ein solcher constanter Ausschlag nicht ausüben.

Vorversuche.

Natürlich lassen sich mit unserer Anordnung sämtliche Versuche wiederholen, die Hr. Hertz²⁾ mit dem Drahtviereck anstellte und zwar quantitativ. So schalteten wir z. B. auf der einen Seite des Doppelvierecks Drähte bis zu 1,50 m Länge ein; die Verschiebung der Zuleitung bis zu dem neuen Indifferenzpunkte betrug immer genau die Hälfte der zugeschalteten Drahtstrecke. Die Fehler in der Bestimmung des Indifferenzpunktes überschritten bei diesen, wie allen folgenden Bestimmungen in jeder Versuchsreihe nicht 1 cm.

Ersetzte man die eine kurze Seite des Doppelvierecks durch Drähte, welche horizontal in regelmässigem Zickzack

1) Rubens, l. c. p. 156.

2) Hertz, l. c. p. 422.

geführt waren, so betrug die Verschiebung bis zu dem neuen Indifferenzpunkt weniger als die Hälfte der hinzugekommenen Drahtlänge. Die scheinbare Verkürzung war um so stärker, je zahlreicher die Biegungen der Drähte waren. Ein ähnliches Resultat ergab sich, wenn die Drähte zu Spiralen gewunden waren. Je grösser die Zahl und je kleiner der Radius der Windungen wurde, desto mehr näherte sich die „scheinbare Länge“, d. h. das doppelte der gemessenen Verschiebung der Länge der Spiralenaxe.

Es war für uns von Wichtigkeit, zu untersuchen, welchen Einfluss die Veränderung der Capacität eines Theiles der Drahtvierecke auf die Lage des Indifferenzpunktes ausüben würde. Eine Annäherung der Drähte aneinander hatte bei dem kleinen Durchmesser des Drahtes (1 mm) sicher nur einen geringen Einfluss auf die Capacität. Ersetzten wir die eine der kurzen Seiten des Doppelvierecks durch Drahtbögen von 50 cm Länge, deren mittleren Abstand wir von 12 cm auf 3 cm verringerten, so zeigte sich bei dieser Veränderung keine merkliche Verschiebung des Indifferenzpunktes; dagegen erschien das Minimum weniger ausgeprägt. Dasselbe Ergebniss erhielten wir, als wir die beiden Drahtvierecke auf ihrer ganzen Länge in einen verticalen Abstand von 3 cm voneinander brachten.

Um die Capacität eines Theiles der Leitung zu verändern, ersetzten wir deshalb eine Strecke von 30 cm (die kurze Seite des Doppelvierecks) durch Zinkbleche von 1,2, resp. 2,5 cm Breite. Die Grösse der hierdurch hervorgerufenen Capacitätsänderungen bestimmten wir durch Beobachtung des galvanischen Leitungswiderstandes¹⁾, welchen eine beliebige Flüssigkeit (wir verwendeten eine Kochsalzlösung in einem grossen Glastrog) zwischen Electroden von der Form und Grösse unserer Drähte und Bleche besitzt. Die Widerstandsmessungen wurden mit Wechselströmen und dem Electrodynamometer ausgeführt. Bei einem Abstand der Electroden von 7 cm betrug der Widerstand der Flüssigkeit:

Zwischen Drähten von 0,1 cm Durchm.	Zwischen Blechstreifen von 1,2 cm Breite	Zwischen Blechstreifen von 2,5 cm Breite
21,0 Ohm	9,3 Ohm	4,7 Ohm

1) E. Cohn u. L. Arons, Wied. Ann. 28. p. 474. 1886.

Die gesuchten electrostatischen Capacitäten verhalten sich umgekehrt wie diese Widerstände. Es war mithin bei unseren Versuchen die Capacität der Leitung auf eine Strecke von 30 cm ungefähr im Verhältniss 1 : 2,3 : 4,9 verändert. Die Lage des Indifferenzpunktes erwies sich jedoch in allen drei Fällen als innerhalb der Versuchsfehler identisch. Nach der Auffassung, dass die metallische Leitung nur dazu dient, die Bahn der electrischen Bewegung zu bestimmen, ist dieses Resultat selbstverständlich.

Die Versuche.

Nach der modernen Auffassung der electrischen Vorgänge geschieht bei unserer Anordnung die Fortpflanzung der Schwingungen in dem Raume zwischen dem oberen und unteren Drahtviereck. Bringt man in einen begrenzten Theil dieses Raumes statt der Luft ein anderes Medium, so wird hierdurch die Weglänge geändert werden; diese Aenderung der Weglänge lässt sich durch die Verschiebung des Indifferenzpunktes bestimmen; das Verhältniss der Weglänge in irgend einem Medium zu derjenigen in Luft ergibt den Brechungsexponenten. Hierbei ist vorausgesetzt, dass auf die betrachtete Länge des Drahtvierecks die Schwingungen, welche vorher in Luft verliefen, bei dem Versuch mit der Flüssigkeit vollständig in dieser verlaufen.¹⁾ Um diese Bedingung zu erfüllen, bedienten wir uns folgender Einrichtung:

An Stelle der einen Schmalseite des Doppelvierecks konnten Drähte eingesetzt werden, welche durch einen 18 cm langen, 13 cm breiten und 14 cm hohen Blechkasten mittelst Gummistopfen isolirt hindurchgeführt waren. Die ausserhalb des Kastens bis zu den Ansatzstellen an die übrigen Theile des Doppelvierecks führenden Drahtstücke verliefen immer in der gleichen Weise geradlinig. Der im Kasten befindliche Theil war entweder auch geradlinig oder in der oben beschriebenen Weise im Zickzack geführt. Da der Einfluss der Kastenwände auch auf die äusseren Enden des Drahtes nicht vernachlässigt werden durfte, mussten Differenzbestim-

1) Eine weitere Voraussetzung ist, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der electrischen Schwingungen zwischen den Drähten dieselbe ist, wie im unbegrenzten Raume.

mungen vorgenommen werden, deren Berechnung sich aus folgendem Schema ergibt:

Bezeichnet man die Länge der ausgeschalteten Drahtvierecksseite mit d , die scheinbare Länge des ausserhalb des Kastens befindlichen, an ihrer Stelle eingesetzten Drahtes mit k , die scheinbare Länge des Drahtes im Kasten mit D_g , wenn wir es mit einem geraden, mit D_k , wenn wir es mit einem im Zickzack geführten Draht zu thun haben, so ergibt sich Folgendes:

Ist zu Anfang die Lage des Indifferenzpunktes p_0 , so wissen wir, dass die Längen l rechts und links von diesem bis zu den Endplatten einander gleich sind. Führen wir den Kasten mit geradem Draht ein, so ergibt sich aus einer Verschiebung des Indifferenzpunktes bis p_1 für die beiden Längen rechts und links von diesem Punkt:

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} l - d + k + D_g - (p_1 - p_0) = l + (p_1 - p_0) \\ \text{oder} \quad D_g = 2(p_1 - p_0) + (d - k). \end{array} \right.$$

Ebenso findet sich nach Einsetzen des gebogenen Drahtes:

$$(2) \quad D_k = 2(p_2 - p_0) + (d - k).$$

Füllt man den Kasten in dem einen und anderen Falle vollständig mit einer Flüssigkeit, deren Brechungsexponent mit n bezeichnet wird, so ändert sich nur die Weglänge innerhalb des Kastens und zwar wächst sie auf das n fache; wir erhalten also, wenn p_3 und p_4 die entsprechenden Lagen des Indifferenzpunktes sind:

$$(3) \quad n D_g = 2(p_3 - p_0) + (d - k),$$

$$(4) \quad n D_k = 2(p_4 - p_0) + (d - k).$$

Aus diesen vier Gleichungen folgt:

$$n = \frac{p_4 - p_3}{p_2 - p_1}.$$

Man erkennt¹⁾, dass wir zur Bestimmung eines Brechungsexponenten die Lage von vier Indifferenzpunkten kennen müs-

1) Die vorstehende Entwicklung lässt sich natürlich genau in derselben Weise durchführen unter der Voraussetzung, dass D_g ebenfalls gebogen und nur von anderer Länge ist wie D_k .

sen, nämlich derjenigen für zwei verschieden lange Drähte sowohl in Luft als in Flüssigkeit.

Wir haben diese Messung des Brechungsexponenten für vier Flüssigkeiten ausgeführt. Bei zwei derselben (Xylol und Petroleum) ist die Beziehung zwischen der Dielectricitätsconstante μ und dem optischen Brechungsexponenten n , $\mu = n^2$ sehr nahe erfüllt. Die beiden anderen gehören der in der Einleitung angeführten Reihe von Oelen an; wir haben diejenigen gewählt, deren Dielectricitätsconstanten den grössten Werth zeigen, nämlich Ricinusöl und Olivenöl. Für Ricinusöl haben wir zur Controle der Methode eine Reihe von Messungen mit verschiedenen Drahtlängen innerhalb des Kastens ausgeführt. In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungsergebnisse dieser Versuche zusammengestellt:

Tabelle I. Lage des Indifferenzpunktes.

Draht Nr.	Kasten gefüllt mit	
	Luft	Ricinusöl
I	10,5	24,5
	10,7	25,8
	12,1	25,6
	29,1	61,6
II	28,6	62,1
	28,8	62,2
	35,1	74,0
	35,4	74,2
III	35,6	74,7
	48,0	100,2
	48,1	100,0
IV	48,6	100,8

Combinirt man die Zahlen für die Drähte:

$$\text{I und II, so folgt } n = \frac{61,9 - 25,3}{28,8 - 11,2} = \frac{36,6}{17,6} = 2,08,$$

$$\text{I " III, " " } n = \frac{74,3 - 25,3}{35,4 - 11,2} = \frac{49,0}{24,2} = 2,03,$$

$$\text{I " IV, " " } n = \frac{100,3 - 25,3}{48,2 - 11,2} = \frac{75,0}{47,0} = 2,03,$$

$$\text{Mittel: } n = 2,05.$$

Bei der Messung der Brechungsexponenten der übrigen Flüssigkeiten wurden nur der gerade Draht (I) und der längste (IV) der gebogenen Drähte in Anwendung gebracht. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle II. Lage des Indifferenzpunktes.

Dielectricum im Kasten	Draht Nr. I		Draht Nr. IV	
Luft	10,5	11,2	48,0	48,2
	10,7		48,1	
	12,1		48,6	
Olivenöl	23,2	23,6	87,4	87,0
	23,2		86,8	
	24,5		86,9	
Xylol	20,7	20,8	75,9	76,4
	20,8		76,3	
	20,7		77,0	
Petroleum	18,5	18,3	69,8	70,1
	18,4		70,1	
	18,0		70,3	

Hiernach ergibt sich der Brechungsexponent

$$\text{des Olivenöls } n = \frac{87,0 - 23,6}{48,2 - 11,2} = \frac{63,4}{37,0} = 1,71,$$

$$\text{des Xylols } n = \frac{76,4 - 20,8}{48,2 - 11,2} = \frac{55,6}{37,0} = 1,50,$$

$$\text{des Petroleums } n = \frac{70,1 - 18,3}{48,2 - 11,2} = \frac{51,8}{37,0} = 1,40.$$

Da einige der benutzten Substanzen nicht chemisch definirt sind, haben wir an demselben Material die Dielectricitätsconstanten μ nach der Methode von Schiller gemessen. Die verwendeten Schwingungen hatten eine Dauer von 30 bis 70 mal 10^{-6} Secunde.

In der Tab. III haben wir neben diese von uns gemessenen Werthe die Zahlen von Hopkinson und Cohn und Arons angeführt. Die Uebereinstimmung ist bei den wohl definirten Substanzen eine vollkommene; bei Ricinusöl und Olivenöl fanden wir etwas kleinere Werthe als die anderen Beobachter. Für die Grösse $\sqrt{\mu}$ wurden nur die von uns beobachteten Zahlen in Rechnung gezogen.

Tabelle III.

Dielectricum	Dielectricitätsconst. μ nach			$\sqrt{\mu}$	Brechungsexponent	
	Hopkin- son	Cohn u. Arons	Arons u. Rubens		$\lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$	$\lambda = 6 \text{ m}$
Ricinusöl	4,78	4,82	4,67	2,16	1,48	2,05
Olivenöl	3,16	—	3,08	1,75	1,47	1,71
Xylol	—	2,36	2,35	1,53	1,49	1,50
Petroleum	2,07	—	2,06	1,44	1,45	1,40

Für diejenigen Flüssigkeiten, bei welchen die Gleichheit der Wurzel der Dielectricitätsconstanten und des optischen Brechungsindex besteht, ist der von uns gemessene Brechungsexponent für sehr lange Wellen (ca. 6 m) nahezu gleich demjenigen für kurze ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ m, $D = \text{Linie}$); wo diese Uebereinstimmung fehlt, ist die von uns gemessene Grösse sehr nahe gleich der Wurzel aus der Dielectricitätsconstanten. (Grösste Abweichung 5 Proc.) Wir betrachten dieses Ergebniss als eine Bestätigung der Maxwell'schen Beziehung $n^2 = \mu$.

Phys. Inst. der Univ. Berlin, Januar 1891.