**8. Über den Durchgang elektrischer Wellen
durch nicht-metallische Gitter;
von Max Laugwitz.**

Den Durchgang elektrischer Wellen durch Gitter hat man vielfach untersucht, denn abgesehen von der bequemen Demonstration der Transversalität der elektrischen Wellen, stellt das Hertzsche Drahtgitter in gewisser Hinsicht auch das Analogon dar zum Turmalin. Ein besonderes Interesse besaß das Hertzsche Gitter lange Zeit dadurch, daß man keine Gitter kannte, welche das sichtbare Licht in derselben Weise polarisierten, wie es das Hertzsche Gitter mit den Hertzschen Wellen tut. Ja, es schien auch wenig aussichtsreich zu sein, künstlich solche Gitter herzustellen, da man diese Erscheinungen ja erst erwarten durfte bei Gittern, deren Gitterkonstante klein ist gegenüber der Wellenlänge des angewandten Lichtes. In jüngster Zeit scheint jedoch die Überwindung dieser enormen technischen Schwierigkeit F. Braun¹⁾ gelungen zu sein. Braun zerstäubte durch Entladung einer Batterie Leidener Flaschen ganz dünne Platindrähte und erhielt hierdurch auf Glasplatten einen metallischen Niederschlag von gitterartiger Struktur. Braun wies nun nach, daß Licht nur schwach durch diese Platten hindurchgeht, falls der Vektor der elektrischen Kraft parallel den Streifen ist, daß dagegen die Transmission viel stärker ist, falls er senkrecht zu ihnen steht.

Bei all diesen Untersuchungen aber, auch bei denen von Braun, ist die Polarisationswirkung lediglich eine Folge der großen Leitfähigkeit der die Struktur bildenden Gitterelemente gegenüber dem umgebenden Medium. Auch die Theorie zeigt, daß für das Zustandekommen der bekannten Gitterwirkung die große Leitfähigkeit *ausreichend* ist. Gerade das analoge Verhalten des Turmalins aber — der doch ein Nichtleiter ist — legte es nahe zu untersuchen, ob diese Bedingung — der großen Leitfähigkeit — auch eine *notwendige*

1) F. Braun, Ann. d. Phys. 16. p. 1. 1905.

sei, oder ob man auch auf andere Weise Polarisationswirkung erhalten könne. Ich baute daher auf Veranlassung von Hrn. Privatdozenten Dr. Schaefer ein Gitter, dessen Stäbe aus dielektrischem Material — und zwar zunächst aus Wasser — bestanden. Auf etwaige Bedenken wegen der Leitfähigkeit des Wassers wird im zweiten Teil der Arbeit genauer eingegangen werden, bei einem ersten Versuch indessen konnten dieselben wohl unberücksichtigt bleiben.

I. Versuchsanordnung.

1. **Erreger.** Zur Erzeugung der elektrischen Wellen diente ein Erreger, der in folgender Weise konstruiert war. Er bestand aus zwei gleichlangen, horizontalen Messingstiften, die fest in einen hohlen Hartgummizylinder eingeschraubt waren. Der Funke sprang in Petroleum über, welches sich im Hohlraum des Zylinders befand. An der Funkenstrecke zwischen den beiden Messingstäben befand sich je ein kurzer, etwa 1—2 mm langer Stift aus Aluminium¹⁾ von ca. 1 mm Stärke. Man konnte infolge dieser Einrichtung die Funkenstrecke viel kleiner und damit auch den Widerstand und die Dämpfung geringer machen, wodurch die Eigenperiode des Erregers schärfer ausgeprägt wird. Auch die Justierung der Funkenstrecke konnte man jetzt genauer vornehmen; bei Kuppen, Kugeln etc. nutzen sich die einzelnen Stellen ungleichmäßig ab, der Funke springt bald an dieser, bald an jener Stelle über, wodurch der Wert jeder feineren Einstellung oft illusorisch gemacht wird.

Da die Zuleitung zum Hertzschen Sender womöglich an der Funkenstrecke erfolgen soll, so waren feste Messingstäbe senkrecht zu dem eigentlichen Erreger, und zwar vertikal, in den Kautschukzylinder eingebohrt; diese waren ursprünglich fest an die horizontalen Zylinder angedrückt, um unkontrollierbare Funkenbildung zu vermeiden. Es zeigte sich aber, daß infolge dieses starken Andrückens bald das Gewinde im Kautschuk undicht wurde. Da aber wegen der Petroleum-

1) Aluminium wurde aus dem Grunde gewählt, weil die Versuche ergeben hatten, daß es sich noch bedeutend weniger abnutzt wie das von Himstedt empfohlene Zink; eine Platin-Iridiumlegierung sowie Platin selbst erwiesen sich als ungeeignet.

füllung der Dichtung besondere Rechnung getragen werden mußte, so wurde der oben beschriebene Zuleitungsdraht nicht direkt mit dem Staboszillator, sondern vermittelt einer dünnen Spiralfeder verbunden. Hierdurch vermied man jenen starken Druck und das Gewinde blieb selbst nach wiederholten Schraubenregulierungen dicht. Die vertikalen Zuleitungsdrähte waren von *oben* in den Kautschuk gebohrt, so daß durch ihre Bohrungen Petroleum nicht abfließen konnte.

Durch Steckkontakte an die horizontalen Metallzylinder kann man in der bekannten Weise die Wellenlänge des Senders variieren und sich somit einen ganzen Wellenbereich herstellen. In vorliegender Arbeit handelt es sich um Wellen von 6—20 cm Länge.

- 1 Metallischer Staboszillator.
2 Kautschukzylinder, innen Petroleum.
3 Aluminiumstifte.

- 4 Die vertikalen festen Zuleitungsdrähte.
5 Metallische Spiralfeder.
6 Steckkontakt.

Fig. 1.

Dieser Erreger befand sich im Brennpunkt eines Hohlspiegels, dem gegenüber sich ein zweiter Hohlspiegel in ungefähr 250 cm Entfernung befand.

2. Thermoelement. Im Brennpunkt dieses zweiten Spiegels war ein Klemenčičsches Thermoelement angebracht als Meßapparat für die Intensität der elektrischen Wellen. Sender und Empfänger waren aufeinander abgestimmt.

3. Diaphragmen. Um vor etwaigen seitlichen Strahlen geschützt zu sein und um möglichst mit Zentralstrahlen zu arbeiten, waren noch zwei große Metallschirme mit je einer Öffnung von 24×32 cm eingeschaltet. In einem Abstände von je 50 cm zwischen diesen Diaphragmen befand sich ein Holz-

gestell, an welches die zu untersuchenden Gitter aufgehängt wurden. Den Aufbau zeigt Fig. 2.

Fig. 2.

4. **Galvanometer.** Das Thermoelement war an ein äußerst empfindliches Du Bois-Rubenssches Kugelpanzergalvanometer angeschlossen¹⁾, welches durch drei Panzer geschützt war. Es befand sich in der Juliusschen Aufhängung.

Die Zuleitungsdrähte vom Thermoelement zum Galvanometer waren zum Schutze gegen diffuse Strahlung mit Stanniol umhüllt, das leitend mit der Erde verbunden wurde.

5. **Gitter.** Um nun ein Gitter zu erhalten, bei dem die Metalldrähte durch Wasserfäden ersetzt wären, stellte ich mir zunächst ein Gitter aus Glasröhren her, die mit Wasser gefüllt waren. Die Länge jeder Röhre betrug 48 cm, ihre Lichtweite 0,4 cm und ihr gegenseitiger axialer Abstand 1 cm. 48 Röhren waren in dieser Weise in einem Holzrahmen eingespannt.

6. **Beobachtungsmethode.** Die Beobachtung geschah in der Weise, daß man zunächst die freie Strahlung maß, dann das Gitter einschob und feststellte, welcher Bruchteil der Gesamtstrahlung durch das Gitter zurückgehalten wurde. Natürlich machte man eine alternierende Reihe von Beobachtungen.

1) Die halbe Schwingungsdauer betrug 8 Sek. bei dem schweren Magnetaystem.

7. Ergebnis der Beobachtung. Waren die Gitterstäbe vertikal, also senkrecht zum elektrischen Vektor, so ging die gesamte auffallende Energie ungeschwächt durch das Gitter hindurch. Drehte man dagegen das Gitter um 90° in seiner Ebene, so daß die Gitterstäbe horizontal standen, so ließ es fast nichts von der auffallenden Strahlung hindurch. Das Wassergitter zeigte also dasselbe Verhalten wie ein Gitter aus Metalldrähten.¹⁾ Dieses Ergebnis hat gewisse Berührungspunkte mit einer Arbeit von F. Braun²⁾, in der *Doppelbrechung* bei Körpern nachgewiesen wird, die aus *isotropem* Material geschichtet sind. Braun gibt dort auch den von mir beschrittenen Weg der mit Wasser gefüllten Glasröhren an, ohne ihn indessen auszuführen. Meine Versuche aber sind völlig unabhängig von denen Brauns, da mir seine Arbeit erst später bekannt wurde und meine Beobachtungen an diesem Wassergitter beim Erscheinen der Braunschen Arbeit bereits abgeschlossen waren.

Ehe wir indessen näher auf die Wirkung dieses Wassergitters eingehen, ist es notwendig, nachzuweisen, daß diese polarisierende Wirkung des Gitters tatsächlich dem *Wasser* und nicht etwa den Glasröhren zukommt. Zu dem Zwecke untersuchte ich ein ganz konformes Gitter, das aber leer war. Es zeigte sich indessen ohne merkbaren Einfluß auf die elektromagnetischen Wellen; es ließ in jeder Stellung, jedem Inzidenzazimut, so gut wie alles hindurch. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß die Röhren sehr dünnwandig waren. Damit war bewiesen, daß die Polarisationswirkung dem in den Röhren befindlichen, in Stabform angeordneten Wasser zugeschrieben werden muß.

8. Problemstellung. *Es handelte sich nun darum, festzustellen, welcher physikalischen Größe des Wassers diese polarisierende Wirkung zuzuschreiben ist.* Das Verhalten eines Körpers einer elektromagnetischen Strahlung gegenüber ist nach der ursprünglichen Maxwellschen Theorie durch drei Körper-

1) Die Reflexionsversuche sind nicht so genau, weshalb ich sie hier auch nicht näher beschreibe. Es ergab sich aber auch für die Reflexion ein übereinstimmendes Verhalten mit dem Hertzschen Gitter, also starke Reflexion, falls die Röhren parallel dem elektrischen Vektor sind.

2) F. Braun, Phys. Zeitschr. 5. p. 199. 1904.

konstante charakterisiert, durch seine Leitfähigkeit σ , seine Permeabilität μ und seine Dielektrizitätskonstante (D.K.) ϵ . Bei allen Metallen ist nun der Einfluß der D.K. gegen den der Leitfähigkeit zu vernachlässigen; da ferner die Permeabilität, außer bei den ferromagnetischen Substanzen, durchweg gleich 1 gesetzt werden kann, so unterscheiden sich somit alle Metalle lediglich durch ihre Leitfähigkeit voneinander und vom Äther. Dieser eine Unterschied genügt aber auch, um ihr Verhalten gegen elektrische Wellen zu erklären.

Aus unseren Versuchen ergibt sich nun, daß das Wassergitter insbesondere auch in bezug auf die Durchlässigkeit sich genau so verhält wie ein Hertzsches Drahtgitter. Es liegt daher nahe, die oben beschriebenen Erscheinungen auf Rechnung der Leitfähigkeit des Wassers zu setzen. Es ist nun ein wesentlicher Teil der folgenden Untersuchung zu zeigen, daß die Leitfähigkeit des Wassers nicht in Betracht kommt, sondern daß der überwiegende Einfluß der hohen D.K. des Wassers zuzuschreiben ist. Zunächst führt zu diesem Resultat eine einfache Berechnung des Verhältnisses von Leitungs- zu Verschiebungsstrom; ferner ergibt es sich aus dem speziellen Verhalten von kurzen Wasserfäden, die man nach Art metallischer Resonatoren gitter zu einem Gitter angeordnet hat; drittens kann man sich durch einen Vergleich des Wassergitters mit Gittern aus anderen Substanzen überzeugen, daß die Leitfähigkeit eine untergeordnete Rolle spielen muß, wenn nämlich diese Substanzen ebenfalls eine hohe D.K., aber so gut wie gar keine Leitfähigkeit besitzen und doch denselben Effekt zeigen.

Ich habe im folgenden Teil meiner Arbeit alle drei Beweise geführt, weil sich zeigen wird, daß keiner von ihnen ganz überflüssig ist, hauptsächlich aber, weil einige weitere Fragen sich systematisch anschließen und erledigen lassen.

II. Beweisführung.

Bedeutet $\mathfrak{E}$ den elektrischen Vektor, so ist die Größe des Verschiebungsstromes

$$J = \frac{\epsilon}{4\pi} \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial t},$$

und die des Leitungsstromes:

$$J' = \sigma \mathfrak{E}.$$

J und $\mathfrak{E}$, sowie die Leitfähigkeit σ seien elektrostatisch gemessen. $\mathfrak{E}$ kann gesetzt werden gleich

$$e^{2\pi i \left(\frac{t}{T} - \delta \right)},$$

wo T die Schwingungsdauer und δ die Phasenkonstante bedeutet. Führt man noch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c und die Wellenlänge λ ein, so wird

$$\frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial t} = 2\pi i \frac{c}{\lambda} \cdot \mathfrak{E},$$

und daher das Verhältnis der beiden Stromstärken (absolut genommen):

$$|J/J'| = \left| \frac{\sigma c}{2\lambda} \right|.$$

Das heißt, das Verhältnis von Verschiebungs- zu Leitungsstrom ist unabhängig von der Feldintensität und bei demselben Körper umgekehrt proportional der Wellenlänge. Bei verschiedenen Körpern und konstanter Wellenlänge ist es proportional der D.K. und umgekehrt proportional der Leitfähigkeit.

Aus obiger Formel ergibt sich folgende Tabelle für $\lambda = 3$ cm.

	σ	$2\lambda\sigma$	J/J'
Cu	$5,4 \cdot 10^{17}$	$3,2 \cdot 10^{18}$	10^{-8}
Hg	$9,4 \cdot 10^{15}$	$6 \cdot 10^{16}$	$5 \cdot 10^{-6}$
H ₂ SO ₄	$6,3 \cdot 10^{11}$	$3,8 \cdot 10^{12}$	$6,4 \cdot 10^{-1}$
H ₂ O	$9 \cdot 10^5$	$5,4 \cdot 10^6$	$4,5 \cdot 10^{+5}$

Aus dieser Tabelle folgt, daß bei allen Metallen, auch bei den am schlechtesten leitenden, der Verschiebungsstrom vollständig vernachlässigt werden kann, daß er bei den gut leitenden Elektrolyten sehr wohl Einfluß haben kann, daß hingegen Wasser sich wie ein Nichtleiter verhalten muß, bei ihm also der *Leitungsstrom* zu vernachlässigen ist. *Mithin ergibt sich auch, daß die Leitfähigkeit nicht die Ursache für die oben beschriebenen Erscheinungen des Wassergitters sein kann.*

Durch die obigen Ausführungen ist *rechnerisch* festgestellt, daß beim Wassergitter die Leitfähigkeit keine Rolle mehr spielt, sobald es sich um Hertzsche Wellen handelt. Es soll

im folgenden diese theoretische Überlegung auch *experimentell* bestätigt werden; außerdem soll festgestellt werden, ob die gut leitenden Elektrolyte in der Tat noch für solch schnelle Schwingungen als Leiter zu betrachten sind, wie es nach der Rechnung zu erwarten steht.

Zu diesem Zweck erinnere ich an einige Tatsachen der elektrischen Resonanz. Ordnet man eine Anzahl gleichlanger Metalldrähte parallel zueinander in einer Ebene an, so erhält man ein sogenanntes Resonatoren-gitter. Bringt man ein solches Gitter in den Strahlengang, so werden die einzelnen Resonatoren mehr oder weniger gut zu Schwingungen angeregt, je nachdem das Gitter auf die ankommende Welle abgestimmt ist oder nicht. Schaltet man ein Resonatoren-gitter zwischen Sender und Empfänger, so haben die Arbeiten von Garbasso, Aschkinass und Cl. Schaefer ergeben, daß, um so weniger Energie an den Empfänger gelangt, je besser das Gitter in Resonanz steht mit dem Empfänger. Im Falle der Resonanz besitzt also die durchgelassene Strahlung ein Minimum, aber die reflektierte ein Maximum, und die Summe von reflektierter und transmittierter Strahlung ist ihrer Größe nach gleich der gesamten auffallenden Strahlung. Kennt man daher bei einem Gitter das Reflexionsvermögen, so weiß man sofort, wieviel von der gesamten Strahlung hindurchgeht; es genügt somit die Kenntnis einer dieser beiden Größen. Hervorzuheben ist aber ganz besonders, daß ein Resonatoren-gitter auf eine ganz bestimmte Wellenlänge am besten anspricht. Mißt man daher die durch ein Gitter transmittierte Energie, so erhält man bei den verschiedenen Wellenlängen verschiedene Werte und im Falle der Resonanz den kleinsten Wert.

Diese selektiven Eigenschaften der Resonatoren-gitter sind nun bei metallischen Leitern so scharf ausgeprägt, daß sie zu quantitativen Messungen verwendet werden können, so z. B. zur Bestimmung der D.K. von Flüssigkeiten¹⁾, und die auf diese Weise gefundenen Werte stimmen mit denen anderer Methoden vorzüglich überein.

Im folgenden wird untersucht, wie sich eine Anzahl ebenso angeordneter Wasserfäden einem elektrischen Wellenzuge gegen-

1) E. Aschkinass u. Cl. Schaefer, Ann. d. Phys. 5. p. 489. 1901.

über verhält. Es ist unmittelbar klar, daß diese Gitter ebenfalls die Erscheinungen der Resonanz zeigen müßten, falls die Leitfähigkeit einen überwiegenden Einfluß besäße, denn die Resonanz ist eine *notwendige* Folge der Leitfähigkeit. Wenn dagegen bei unserem Wassergitter diese Resonanzerscheinungen *fehlen*, so ist damit auch experimentell bewiesen, daß eine etwa vorhandene Leitfähigkeit keine Rolle spielt, daß daher auch die Polarisationserscheinungen bei dem ursprünglichen Gitter nicht auf dessen Leitfähigkeit beruhen.

Einige weitere Versuche schließen sich unmittelbar hieran an; es war oben gezeigt, daß bei gut leitenden Elektrolyten der Leitungsstrom auch noch bei Hertzschen Wellen in Betracht komme; bei Gittern aus H_2SO_4 also müssen demzufolge „Resonanzerscheinungen“ erwartet werden.

Angeregt durch eine inzwischen von Aschkinass¹⁾ veröffentlichte Arbeit über das Reflexionsvermögen der Kohle, stellte ich mir als dritte Aufgabe, zu untersuchen, ob gut leitende Kohle (Retortenkohle, wie sie bei Bogenlampen verwendet wird), auch Resonanzerscheinungen zeigt oder nicht. Aschkinass hat unter anderem dort gezeigt, daß man auch aus Kohlestäben, z. B. aus Graphitbleistiften, Polarisationsgitter herstellen kann, und hat umgekehrt aus der Gitterwirkung auf große Leitfähigkeit schließen zu können geglaubt. Indessen ist dieser Schluß im allgemeinen nicht zulässig, wie meine Beobachtungen am Wassergitter zeigen. In der betreffenden Arbeit von Aschkinass spielt dies allerdings keine Rolle, weil seine Ausführungen in anderer Weise vollständig sichergestellt sind.

Es soll also jetzt festgestellt werden, ob Gitter aus nicht-metallischen Leitern, ferner aus gut leitenden Elektrolyten und aus schlecht leitenden Elektrolyten Resonanzerscheinungen zeigen oder nicht. Als Vertreter dieser drei Kategorien wählte ich Kohle, bestleitende Schwefelsäure und Wasser.

Zur Entscheidung obiger Frage baute ich drei Gitter, die in ihren Dimensionen übereinstimmten, von denen das erste aus Kohle, das zweite aus Schwefelsäure und das dritte aus Wasser bestand. Bei diesen Gittern waren die einzelnen

1) E. Aschkinass, Ann. d. Phys. 18. p. 373. 1905.

Stäbe von derselben Größenordnung wie die Wellenlänge; da wir in diesem Falle bei metallischen Stäben Resonanzerscheinungen erhalten, so will ich der Einfachheit halber und im Gegensatz zum ursprünglichen „Polarisations“-Gitter diese drei Gitter kurz als „Resonatorengritter“ bezeichnen. Dabei soll selbstverständlich die Frage etwaiger Resonanz noch völlig offen gelassen werden.

Fig. 3.

An jedem Gitter waren 69 Stäbe angebracht, und zwar in drei Vertikalreihen zu je 23. Die Länge der einzelnen Stäbe betrug 5 cm, ihr gegenseitiger Abstand in vertikaler und horizontaler Richtung je 10 mm. Nennen wir den Bruchteil, um welchen die Gesamtenergie am Empfänger vermindert wird durch Einschalten des Gitters, die „Undurchlässigkeit“ des be-

treffenden Gitters ¹⁾, so müßten sich Extremwerte der Undurchlässigkeit ergeben, falls Resonanz vorhanden ist. Einem Minimum der Undurchlässigkeit würde alsdann Dissonanz und einem Maximum die größte Resonanz zwischen Gitter und Sender entsprechen. Ein einziger derartiger Extremwert wäre also entscheidend.

Zeichnet man die Wellenlänge als Abszisse und die „Undurchlässigkeit“ als Ordinate auf, so ergibt sich zunächst für dieses Gitter, daß sämtliche Kurven mit wachsender Wellenlänge fallen. Gleichzeitig aber ersieht man, daß die Kohle ein deutliches Minimum etwa bei $\frac{1}{2}\lambda = 9\text{ cm}$ besitzt — die Oszillatorlänge gleich 2λ gesetzt —, für Schwefelsäure ist es nicht gut genug ausgeprägt, um bindende Schlüsse hieraus ziehen zu können. Dagegen fällt beim Wasser die Kurve beständig ab, ohne irgend ein Maximum oder Minimum auch nur anzudeuten.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich unmittelbar, daß Kohle Resonanzerscheinungen zeigt, sich im wesentlichen also wie ein Metall verhält. Daß das Minimum nicht so scharf ausgeprägt ist wie bei den Metallen, hat seinen Grund in der geringeren Leitfähigkeit und der notwendig damit verbundenen größeren Dämpfung. Daß die Kurve kein Maximum besitzt, liegt an der etwas dichten Anordnung der Gitterstäbe, wodurch sich das Maximum meistens stark nach kleinen Wellen verschiebt. ²⁾

Diese drei Gitter liefern also für Wasser und H_2SO_4 noch keine Entscheidung der aufgeworfenen Frage. Nur so viel geht aus den Versuchen hervor: *Wenn* ein Maximum vorhanden sein sollte, so muß es stark nach links verschoben sein. Um dieses eventuelle Maximum zu erhalten, mußte man zu Gittern mit längeren Stäben übergehen.

Zu diesem Zwecke baute ich wiederum drei in ihren Dimensionen übereinstimmende Gitter; die Stäbe waren bei ihnen in einer Vertikalreihe angeordnet und die Länge jedes einzelnen Stabes betrug 15 cm und ihr gegenseitiger Abstand 3 cm .

Die hiermit gemessenen Kurven zeigen nun für *Schwefelsäure*, daß mit wachsender Wellenlänge die Undurchlässigkeit

1) Ohne Rücksicht darauf, wodurch diese Verringerung der Intensität verursacht wird.

2) Cl. Schaefer, *Ann. d. Phys.* 16. p. 106. 1905.

des Gitters im Anfang größer wird, bis sie etwa bei 9 cm ihr Maximum erreicht. Auf die Lage dieses Maximums will ich nicht näher eingehen, da der Verlauf der Kurve wiederum ziemlich flach ist. Wichtig aber ist, daß die Kurve überhaupt einen anderen Verlauf zeigt wie bei 5 cm langen Stäben, da sie nämlich jetzt in dem Wellenbereich von $\lambda/2 = 30$ bis $\lambda/2 = 90$ mm steigt, während sie vorher andauernd fiel. Aus

Fig. 4.

diesem Umstande allein würde schon mit Notwendigkeit folgen, daß Schwefelsäure Resonanzerscheinungen besitzt.

Die Kurven für die Undurchlässigkeit des Wassergitters zeigt dagegen denselben typischen Verlauf wie bei 5 cm langen Stäben; sie fällt mit wachsender Wellenlänge beständig ab, ohne irgend ein Maximum oder Minimum aufzuweisen. Wenn also das Wassergitter überhaupt ein Maximum besitzt, so müßte es

sich so weit verschoben haben, daß es bei $\lambda/2 < 3$ cm liegt. Dies ist aber nicht anzunehmen, denn auch bei einem Gitter aus 20 cm langen Stäben ergibt sich dasselbe typische Verhalten, ebenso bei dem ursprünglichen Polarisationsgitter, dessen Stäbe 48 cm lang sind.

In gleicher Weise wurden auch noch drei Gitter mit je 10 und 20 cm langen Stäben untersucht, die aber weitere charakteristische Eigentümlichkeiten nicht aufzuweisen hatten und deren Kurven ich daher nicht zeichne.

Wir sehen aus den Versuchen, daß die Undurchlässigkeit der Wassergitter im Gebiete der Hertzschen Wellen, soweit es hier untersucht wurde, für kleine Wellen am größten ist und daß die „Resonatorengritter“ aus Wasser *keine* Resonanz zeigen. Wenden wir dies auf das ursprüngliche Polarisationsgitter aus Wasser an, so ergeben die mitgeteilten Untersuchungen in Übereinstimmung mit der Theorie, daß die Polarisationswirkung nicht auf die Leitfähigkeit des Wassers zurückgeführt werden darf. Falls man also die Erscheinung überhaupt durch die reine Maxwellsche Theorie erklären kann, kann nur noch die *Dielektrizitätskonstante* in Frage kommen.

Endlich suchte ich auf *direktem* Wege nachzuweisen, daß die polarisierende Wirkung des ursprünglichen Wassergitters auf der *hohen D.K.* beruht. Hierzu wählte ich Substanzen, die ebenfalls eine hohe D.K., aber verschwindend geringe Leitfähigkeit haben; zu ihnen gehört u. a. Aceton, dessen $\epsilon = 21$ ist und Nitrobenzol mit $\epsilon = 36$. Namentlich dieses letztere ist praktisch als Nichtleiter zu betrachten. Ich füllte nun mit diesen Substanzen je ein Gitter, das in seinen Dimensionen genau mit dem ursprünglichen „Polarisationsgitter“ aus Wasser übereinstimmte. Auch die Messungen wurden in genau derselben Weise wie dort vorgenommen; man bestimmte also durch alternierende Beobachtungen die „Undurchlässigkeit“ jedes Gitters in Prozenten der auffallenden Energie.

Die Versuche ergaben, daß bei beiden Gittern eine sehr deutliche Polarisation auftritt, d. h. daß die Undurchlässigkeit eines Gitters nach verschiedenen Richtungen eine ganz verschiedene ist. Nur wurde hier nicht alle Energie beim Durchgange durch das Gitter aufgehalten, wenn die Gitterstäbe

horizontal standen, sondern nur ein beträchtlicher Bruchteil. Dieser Bruchteil betrug beim Aceton 25 Proz.; beim Nitrobenzol dagegen war der Effekt bedeutend größer, wie infolge der größeren D.K. auch zu erwarten stand, es ergaben sich bei ihm 65 Proz. Stellte man die Gitterstäbe dagegen vertikal, also senkrecht zum elektrischen Vektor, so betrug die Undurchlässigkeit 3 bez. 6 Proz., d. h. es wurde ungefähr die ganze Energie durchgelassen.

Damit ist unzweideutig die Abhängigkeit der Polarisationswirkung von der D.K. gezeigt; denn die Leitfähigkeit ist sowohl beim Aceton wie beim Nitrobenzol sehr gering, bei ersterem aber größer als beim letzteren. *Würde die Leitfähigkeit eine Rolle spielen, so müßte nach den obigen Ausführungen die „Undurchlässigkeit“ des Acetongitters größer sein als die des Nitrobenzolgitters, das Gegenteil ist der Fall.*

Je größer aber die D.K. eines Nichtleiters ist, um so mehr muß er reflektieren. Je größer aber sein Reflexionsvermögen ist, um so weniger Energie geht hindurch, um so größer ist seine „Undurchlässigkeit“. Vergleicht man nach dieser Richtung hin das Wasser-, Nitrobenzol- und Acetongitter, so ist der Gang der Undurchlässigkeit tatsächlich der Größe der D.K. entsprechend.

Daß sich nicht die Zahlenwerte ergeben wie nach der gewöhnlichen Reflexionsformel, liegt natürlich daran, daß diese Formel für kontinuierliche Flächen gilt; die Ebene unseres Gitters ist aber nur zum Teil durch die betreffenden Dielektrika ausgefüllt.

Resultate.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit sind folgende:

1. Es ist ein Polarisationsgitter für Hertzsche Wellen konstruiert und nachgewiesen worden, daß seine Wirkung im Gegensatz zum Hertzschen Drahtgitter nicht auf der Leitfähigkeit, sondern auf der hohen D.K. beruht.

2. Dieses Gitter ist gleichfalls ein Analogon zu den dichroitischen Kristallen, besitzt aber als solches m. E. insofern größere Bedeutung als das Hertzsche Drahtgitter, weil letzteres nur äußerlich dieselben Erscheinungen aufweist, während die Ursachen für das Zustandekommen der Erscheinungen sicher ganz andere sind wie bei den dichroitischen Kristallen.

3. Es ist zum erstenmal der experimentelle Beweis erbracht, daß auch gut leitende Elektrolyte im Gebiete der Hertz'schen Wellen Resonanzerscheinungen zeigen; das gleiche gilt von Kohle.

4. Gleichzeitig ist im Prinzip eine neue Methode zur Bestimmung der D.K. gegeben, indem man die Schutzwirkung eines Gitters, bez. einer einzelnen Röhre bestimmt, die mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt ist.

Zum Schlusse habe ich noch die angenehme Pflicht, Hrn. Prof. Dr. Lummer für das wohlwollende Interesse meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, ebenso Hrn. Privatdozenten Dr. Schaefer, der mir die Anregung zu dieser Arbeit gegeben und mich während ihrer Ausführung durch mehrfache Ratschläge unterstützt hat.

Breslau, Physik. Institut d. Universität, im Dez. 1906.

(Eingegangen 7. April 1907.)