

Werk

Titel: Das Verhalten der Substanzen gegen elektrische Schwingungen

Autor: Drude, P.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1897

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0012 | LOG_0009

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XII. Jahrg.

2. Januar 1897.

Nr. 1.

Das Verhalten der Substanzen gegen elektrische Schwingungen.

Von Professor Dr. P. Drude in Leipzig.

(Original-Mittheilung¹⁾).

Es ist hinreichend bekannt, welche Mannigfaltigkeit das optische Verhalten der verschiedenen Substanzen darbietet, und dass das Studium derselben zur Charakterisirung der Substanzen die werthvollsten Beiträge liefert; beruht ja doch die Spectralanalyse ebenfalls auf der Verschiedenartigkeit des optischen Verhaltens stark erhitzter Körper.

Die optischen Eigenschaften eines Körpers bezeichnen sein Verhalten gegen Aetherschwingungen sehr kurzer Periode. Das Gebiet der Aetherschwingungen ist nun aber ein ungeheuer weites, an die schnellen Lichtschwingungen reihen sich die langsameren Wärmeschwingungen und die noch weit langsameren elektrischen Schwingungen an.

Die epochemachenden Arbeiten von Hertz haben uns die Mittel in die Hand gegeben, elektrische Schwingungen sehr verschiedener Perioden herstellen zu können. Es ist auf ihre Herstellung und quantitative Messung seit Hertz viel Mühe verwandt worden und zwar zunächst in der Absicht, um gewisse allgemeine Eigenschaften der elektrischen Schwingungen festzulegen, bei denen das spezifische Verhalten der ponderablen Materie gegenüber diesen Schwingungen nicht wesentlich von Einfluss ist. Der glänzende Erfolg dieser Arbeitsrichtung liegt hauptsächlich in der Bestätigung der elektromagnetischen Theorie des Lichtes.

Aber dies ist nicht die einzige Frucht, die zu pflücken ist. Die Arbeiten jener ersten Richtung haben zugleich ein ausgezeichnetes Handwerkszeug für die descriptive Physik der Materie geliefert, für die Kenntniss des Verhaltens der verschiedenen, in der Natur vorkommenden Substanzen gegenüber den elektrischen Schwingungen.

Diese Kenntniss ist nicht weniger wichtig, wie die der optischen Eigenschaften, und daher tritt jetzt auch in den Arbeiten über elektrische Schwingungen mehr und mehr dieser Zweck in den Vordergrund, das Verhalten der Substanzen ihnen gegenüber bequem und sicher messen zu können. — In der That

ist die Verschiedenartigkeit des Verhaltens der Körper auf dem elektrischen Gebiete nicht geringer wie auf dem optischen Gebiete, sondern im Gegentheil eher grösser. Schwankt doch der elektrische Brechungs-exponent zwischen 1 und 9, während der optische bei durchsichtigen Substanzen zwischen 1 und 3 liegt; nur wird das Verhalten jeder einzelnen Substanz bei grösserer Langsamkeit der Schwingungen einfacher und übersichtlicher, nämlich insofern, als es nicht so stark und plötzlich mit der Schwingungsperiode variiert, wie im Gebiete der schnellen Schwingungen. Man kann dies schon daraus entnehmen, dass auch im emittirten Lichte eines Gases die Spectrallinien nach der violetten Seite zu sich sehr viel mehr häufen, als nach der rothen Seite.

Für diese Vereinfachung des spezifischen Verhaltens einer Substanz gegenüber langsameren Schwingungen giebt es einen ersichtlichen Grund, auf den ich aber hier nicht eingehen möchte. Aber es ist die Frage aufzuwerfen, ob nicht im Gebiete der herstellbaren¹⁾ elektrischen Schwingungen die Vereinfachung schon so weit geht, dass die spezifischen Eigenschaften einer Substanz überhaupt nicht mehr von der Schwingungsperiode abhängen. Die Untersuchung einer Substanz vermittelt schneller elektrischer Schwingungen würde dann an Interesse verlieren, man könnte beliebig langsame Schwingungen eines Inductionsapparates oder gar elektrostatische Felder benutzen.

Dem ist nun aber nicht so. Zunächst müssen wir festsetzen, durch welche Grössen wir die elektrischen Eigenschaften einer Substanz quantitativ definiren wollen. Gerade wie es für jede optische Schwingung bestimmter Periode, d. h. Farbe, zwei charakteristische Constanten giebt, nämlich Brechungsindex und Absorptionsindex, so auch für jede elektrische Schwingung. Der elektrische Brechungs- und Absorptionsindex ist ebenso zu definiren, wie der optische. Im Gebiete sehr langsamer elektrischer Schwingungen, wozu wir alle mit dem Telephon beobachtbaren rechnen wollen, deren Schwingungszahl also etwa unterhalb 16 000 pro Secunde (Grenze der Hörbarkeit) liegt, pflegt man durch die Dielektricitätsconstante und

¹⁾ Die schnellsten elektrischen Schwingungen sind bisher von P. W. Lebedew (Wiedem. Ann. 56, 1, 1895; Rdsch. X, 614) hergestellt worden. Ihre Wellenlänge in Luft beträgt 6 mm, ihre Schwingungszahl (Zahl der Doppelschwingungen) 50 000 Millionen in der Secunde.

¹⁾ Zwei in Wiedemanns Annalen erschienene Aufsätze des Verf. über diese Gegenstände sind in dieser Zeitschrift X, S. 636, 1895 und XI, S. 420, 1896 referirt.

spezifische Leitfähigkeit die elektrischen Eigenschaften einer Substanz auszudrücken. Letztere beiden Constanten stehen in einer gewissen Beziehung zu dem oben definirten Brechungsindex und Absorptionsindex. Bei sehr geringer Leitfähigkeit ist z. B. die Dielektricitätsconstante gleich dem Quadrate des Brechungsindex; ferner verschwindet der Absorptionsindex, wenn keine Leitfähigkeit vorhanden ist. Letzterer Umstand ist sofort zu verstehen, denn beide Constanten sind ja ein Ausdruck für die Fähigkeit der Substanz, die elektrische Energie als solche zu vernichten, d. h. in Wärme umzusetzen.

Letztere Eigenschaft hat nun die Leitfähigkeit in um so höherem Grade, je langsamer die Periode der elektrischen Schwingung ist, und um so mehr verdeckt die Leitfähigkeit das Vorhandensein einer zweiten, Energie erhaltenden Constante, der Dielektricitätsconstante.

Um über letztere Aufschluss zu erhalten, muss man daher elektrische Schwingungen benutzen, die um so schneller sind, je grösser die Leitfähigkeit der Substanz ist. So wird z. B. das elektrische Verhalten destillirten Wassers bei elektrostatischen Experimenten oder bei Schwingungszahlen selbst von 100 in der Secunde vollständig allein beherrscht durch den Werth seiner Leitfähigkeit. Seine Dielektricitätsconstante gewinnt erst Einfluss, wenn die elektrische Kraft mindestens 4000 mal per Secunde hin- und herschwankt, d. h. bei Schwingungszahlen, die bei Anwendung eines Telephons als hoher Ton sich bemerklich machen. Will man besser leitende Elektrolyte auf ihre Dielektricitätsconstante untersuchen, z. B. eine 5 procentige, wässrige Kupfersulfatlösung, so muss man schon viel schnellere, nicht mehr im Telephon bemerkliche, elektrische Schwingungen der Schwingungszahl 400 Millionen oder mehr pro Secunde anwenden, die mit den von Hertz gelehrtten Hilfsmitteln herzustellen sind. Metalle besitzen eine so grosse Leitfähigkeit, dass man selbst mit Hülfe der schnellsten, herstellbaren, elektrischen Schwingungen bisher noch kein deutliches Anzeichen für Vorhandensein einer Dielektricitätsconstante erhalten hat.

Zeigen diese Betrachtungen zur Genüge, dass man zur Untersuchung leitender Substanzen die Hülfe der elektrischen Schwingungen nicht entbehren kann, so wird das Interesse ihrer Anwendung noch wesentlich dadurch erhöht, dass schon innerhalb des bis jetzt herstellbaren Gebietes der elektrischen Schwingungen jene eigenthümlichen Aenderungen der elektrischen Constanten mit Aenderung der Periodenzahl bemerklich werden, die im optischen Gebiete als Dispensionserscheinungen und als auswählende Absorption bekannt sind. Die Eigenthümlichkeit dieser Erscheinungen besteht, allgemein gesprochen, darin, dass aus Beobachtungen bei Schwingungen einer bestimmten Periode das Verhalten der Substanz für Schwingungen einer nicht nahe benachbarten anderen Periode nicht vorausberechnet werden kann.

Die Verhältnisse werden am übersichtlichsten, wenn wir Substanzen betrachten, welche keine bei stationären elektrischen Strömen beobachtbare Leitfähigkeit besitzen, oder wenigstens nur eine derartig geringe, dass sie für die angewandten elektrischen Schwingungen vollständig zu ignoriren ist¹⁾. Trotzdem werden nun bei gewissen Substanzen schnelle elektrische Schwingungen stark absorbirt und zwar (im Gegensatz zu der durch etwaige Leitfähigkeit bewirkten Absorption) um so mehr, je schneller die Schwingungen sind. Derartiges Verhalten wollen wir kurz anomale, elektrische Absorption nennen. Die bisher mit Schwingungen der Schwingungszahl 400 Millionen pro Secunde untersuchten Flüssigkeiten haben mir nun die Regel gezeigt, dass anomale Absorption an das Vorkommen der Hydroxylgruppe OH im Molecül geknüpft ist, und in isomeren Reihen mit höherem Moleculargewicht zunimmt. So zeigen die Alkohole sämmtlich anomale Absorption, der Methylalkohol wenig, der Aethylalkohol schon bedeutend, der Amylalkohol und Glycerin sehr stark. Letztere absorbiren diese elektrischen Wellen in demselben Grade, wie eine wässrige Salzlösung von 6000mal grösserer Leitfähigkeit, nämlich so bedeutend, dass auf der Strecke von $\frac{3}{2}$ Wellenlängen die elektrische Energie ungefähr vollständig vernichtet ist. — Ebenso zeigten die Fettsäuren: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Isovaleriansäure anomale Absorption. — Dagegen zeigten die Aether, Ketone, Aldehyde diese Erscheinung nicht.

Dass diese Hydroxylgruppe wesentlich zum Zustandekommen der elektrischen, anomalen Absorption ist, wird noch deutlicher dadurch bewiesen, dass der elektrisch anomale Aethylalkohol bei Ersetzung seiner Hydroxylgruppe durch Jod oder Brom in elektrisch normale Körper verwandelt wird: Aethyljodid und Aethylbromid sind völlig absorptionsfrei. — Umgekehrt wird das absorptionsfreie Benzol durch Einführung der Hydroxylgruppe in das anomal absorbirende Phenol verwandelt. — Concentrirte Rohrzuckerlösungen zeigen ebenfalls anomale Absorption, Gelatinelösungen nicht.

Dass die anomale Absorption im allgemeinen mit wachsendem Moleculargewicht zunimmt, macht vielleicht erklärlich, weshalb Wasser trotz Vorhandenseins der Hydroxylgruppe absorptionsfrei ist; das Moleculargewicht des Wassers ist zu niedrig, um die Erscheinung schon bei diesen, im Vergleich zu den Wärmeschwingungen noch langsamen Aetherschwingungen zeigen zu können.

Hand in Hand mit der anomalen Absorption kann man anomale, elektrische Dispersion wahrnehmen; der elektrische Brechungsexponent nimmt mit zunehmender Schwingungszahl zum Theil sehr stark ab.

So fand ich für Glycerin bei der Schwingungszahl $N = 150 \cdot 10^6$ pro Secunde als Werth des elektri-

¹⁾ Wie oben bemerkt, vermindert sich ja der Einfluss dieser Leitfähigkeit mit wachsender Schwingungszahl.