©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über die Reflexion von Strahlen elektrischer Kraft an Schwefel- und Metallplatten

von

Ignaz Klemenčič.

Aus dem physikalischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Mit 3 Textfiguren.)

Prof. Hertz hat in seinen berühmten Versuchen (Wied. Ann. Bd. 36) nachgewiesen, dass sich die Strahlen elektrischer Kraft in sehr vielen Punkten geradeso verhalten wie die Licht- oder Wärmestrahlen. Solche Strahlen werden reflectirt, gebrochen nach den gleichen Gesetzen wie die Lichtstrahlen und sie besitzen auch eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit, welche der des Lichtes nahe gleichkommt. Die den Strahl erzeugenden elektrischen Schwingungen sind polarisirt, geschehen in der Richtung der Axe der Primärinductoren und werden durch ein der Schwingungsrichtung parallel gestelltes Drahtgitter aufgehalten. Wenn sich nun die Strahlen elektrischer Kraft von den Lichtstrahlen sonst nicht wesentlich als nur durch die Wellenlänge unterscheiden, dann muss sich die Thatsache der Polarisation auch bei der Reflexion an Dielektricis bemerkbar machen, und zwar muss entsprechend dem Verhalten optischer Strahlen die Reflexion bei einer bestimmten Schwingungsrichtung gegen die Einfallsebene ganz besonders hervortreten, bei der darauf senkrechten jedoch sehr schwach sein und bei einem bestimmten Winkel geradezu verschwinden. An Metallen soll bei beiden Schwingungsrichtungen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und unter allen Incidenzwinkeln reflectirt werden, obwohl auch da, gemäss den optischen Erfahrungen, eine verschiedene Intensität der Reflexion je nach der Schwingungsrichtung zu erwarten wäre. Die vorliegende Untersuchung hatte den Zweck, die Reflexion von Strahlen elektrischer Kraft an einem Dielektricum, dem Schwefel, und an einer Zinkplatte qualitativ und quantitativ zu erforschen und ihr Verhalten auch in dieser Beziehung mit dem der Lichtstrahlen zu vergleichen.

Die Frage der Reflexion elektrischer Schwingungen an einem Dielektricum ist bereits von zwei Seiten berührt worden. Trouton (Nature, XXXIX, p. 391 und XL, p. 398) beobachtete die Reflexion an einer gewöhnlichen, 3 Fuss dicken Gebäudemauer und dann an einer 13 *cm* dicken, 180 *cm* langen und 120 *cm* hohen Paraffinwand. Er fand an der Mauer eine Reflexion der Strahlen, wenn die Richtung der elektrischen Verschiebungen im Strahle senkrecht stand zur Einfallsebene; sonst konnte er nichts beobachten. Danach würde die Polarisationsebene mit der Ebene der magnetischen Verschiebungen zusammenfallen. Rubens und Ritter (Wied. Ann., Bd. XL, S. 55) untersuchten die Reflexion an einer Glasplatte, bekamen jedoch kein Resultat. Der Grund für diese Thatsache ist schon von Trouton angegeben worden. Hat nämlich die reflectirende Wand eine gegen die Wellenlänge sehr geringe Dicke, dann tritt bei der Reflexion der elektrischen Schwingungen die Erscheinung auf, welche beim Newton'schen Farbenglase den dunklen Fleck erzeugt.

Zur Untersuchung der Strahlen bediente ich mich der Secundärinductoren mit eingeschaltetem Thermoelement, wie ich sie bereits in einer früheren Abhandlung (diese Sitzungsberichte, Bd. XCIX, Abth. II. a., Juli 1890) beschrieben habe. Es wurden auch jetzt zwei Inductoren verwendet; der eine als Standard, der andere als eigentlicher beweglicher Secundärinductor. Diese Methode gestattet, ebenso wie die von Rubens und Ritter angewendete bolometrische Methode, eine quantitative Auswerthung der Vorgänge, während dies bei Anwendung von Resonatoren mit Funkenmikrometern weniger leicht durchgeführt werden kann. Die Reflexion wurde an einer 120 *cm* langen, 80 *cm* breiten und 7 *cm* dicken, aus zwölf Ziegeln zusammengestellten Schwefelplatte und an einer ebenso grossen, aber

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

natürlich weit dünneren Zinkplatte gemessen. Überdies untersuchte ich auch den von den Platten durchgelassenen Theil des Strahles. Die Versuche über die Reflexion an Metallen vervollständigte ich durch Beobachtungen an einem Drahtgitter und an einer runden Zinkscheibe. Die Dimensionen der reflectirenden Platten und der Spiegel gestatteten die Untersuchung nur bei Incidenzwinkeln zwischen 30 und 70°; aber selbst bei 70° wurde durch die Platte ein Theil der Spiegel abgeblendet.

Indem ich bezüglich der Resultate auf das weiter unten Angeführte verweise, bemerke ich nur, dass sich zwischen der Reflexion an der Zinkplatte und jener an der Schwefelplatte ein Unterschied ergeben hat, welcher der Qualität nach dem Verhalten der Lichtstrahlen entspricht. Die Intensität der Reflexion ist verschieden je nach der Schwingungsrichtung des Strahles. Bei der Schwefelplatte bekommt man unter allen Incidenzwinkeln eine kräftige Reflexion, wenn die Schwingungen zur Einfallsebene senkrecht stehen. Anders verhält sich die Platte gegen Strahlen, die der Einfallsebene parallel schwingen. Hier kann nur bei kleinen Incidenzwinkeln eine schwache Reflexion wahrgenommen werden; die Intensität derselben nimmt mit zunehmendem Einfallswinkel ab und bei 60 und 65° konnte mit den hier angewendeten Messungsmitteln eine bemerkbare Zurückwerfung nicht festgestellt werden. Diese Thatsache stimmt mit den optischen Verhältnissen sehr gut überein, insofern, als sich aus dem Brechungsexponenten des Schwefels in der That ein Polarisationswinkel zwischen 60 und 65° ergibt. Hinsichtlich der Frage nach der Schwingungsrichtung im polarisirten Lichte folgt aus diesen Versuchen dasselbe, was auch Trouton (l. c.) gefunden hat. Es wurde ferner beobachtet, dass die Intensität des von der Schwefelplatte durchgelassenen Strahles genau entgegengesetzt geht wie die Intensität der Reflexion.

Eine Anwendung der Fresnel'schen Intensitätsformeln zur Berechnung der an der Schwefelplatte erhaltenen Resultate kann, so gute Übereinstimmungen sich für einzelne Incidenzwinkel ergeben würden, im Allgemeinen doch nicht Platz greifen, da einige bemerkenswerthe, mit dem Verhalten der Lichtstrahlen nicht harmonirende Erscheinungen auftreten, die wahrscheinlich darin ihren Grund haben, dass die Dimensionen der reflectirenden

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wand im Vergleiche mit der Wellenlänge des Strahles zu klein sind.

1. Die Apparate.

Bei der Erzeugung und Untersuchung des Strahles bildeten die parabolischen Hohlspiegel einen wesentlichen Bestandtheil. Um die Handhabung derselben zu erleichtern, musste bei der Construction derselben von den Angaben Hertz's abgegangen werden; die Dimensionen wurden in allen Richtungen kleiner genommen. So betrug die Weite der Spiegel (Fig. 1) 75 *cm*, ihre

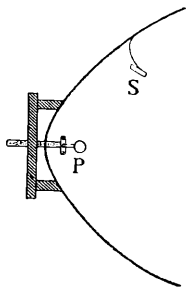

Fig. 1.

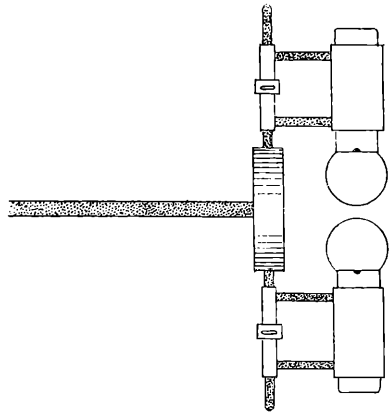

Fig. 2.

Tiefe 37 und ihre Höhe 78 *cm*. Durch eine solche Verkürzung der Dimensionen leidet die Wirksamkeit der Spiegel, und es hat Hertz in einem Briefe an Fitzgerald ausdrücklich auf die Nothwendigkeit einer grösseren Länge hingewiesen, um den Einfluss der an den Ecken auftretenden Anhäufungen der Elektricität zu vermindern. Die hier verwendeten kleinen Spiegel zeigten in der That eine viel geringere verstärkende Kraft als die grossen, nach den Angaben von Hertz verfertigten, deren ich mich in einem früheren Falle bediente. Ich schätze ihre Wirksamkeit nur auf die Hälfte (oder noch weniger) der grossen; vergleichende Versuche habe ich noch nicht gemacht. Das parabolisch gekrümmte Blech der Spiegel war in einem Holzrahmen befestigt und dieser Rahmen selbst so construirt, dass man den

Spiegel entweder vertical oder horizontal stellen konnte, wobei die Spiegelmitte immer nahezu in gleicher Höhe blieb.

Der Primärinductor war genau nach den Angaben von Hertz verfertigt, die ihm entsprechende Welle hat eine Länge von 66 *cm*. Die einander zugekehrten Theile der kugelförmigen Oberfläche waren mit dünnem Platinblech belegt. Die Befestigung des Primärinductors im Spiegel geschah in einer aus Fig. 1 und 2 ersichtlichen Weise. In diesen Figuren sind die punktirten Theile aus Glas, die schraffirten aus Holz, die übrigen aus Metall.

Die Platinbelegung an der Inductorenoberfläche ist sehr zu empfehlen, da solche Inductoren nach den hier gemachten Erfahrungen ihre Wirksamkeit viel länger beibehalten als Kupfer- oder Messingkugeln. Es wurde auch wiederholt die Beobachtung gemacht, dass die Funken plötzlich ihre Activität und das helle Geknatter verloren, dann aber bei fortgesetztem Funkenstrome wieder die frühere oder eine noch grössere Wirksamkeit erreichten und durch längere Zeit beibehielten. In solchen Fällen mussten natürlich die Messungen während der Dauer der schwachen Funken ausgesetzt werden. Wenn selbst nach einem länger anhaltenden Funkenstrome das Geknatter nicht gehörig laut wurde, dann mussten die Oberflächen geputzt werden, was stets mit Wienerkalk, Wasser und Alkohol geschah.

Als Secundärinductor benützte ich einen Inductor von der Form, die ich in einer früheren Abhandlung (l. c.) beschrieb; er besteht aus zwei dünnen, 10 *cm* breiten, zwischen Glasplatten gekitteten Messingblechen von je 30 *cm* Länge, deren zugekehrte und 3 *cm* von einander entfernte Enden durch ein Thermoelement, bestehend aus einem feinen Platin- und Patentnickeldrath, verbunden sind. Dieser Inductor war im Secundärspiegel angebracht, und zwar wurde er an einer die Spiegelwand durchsetzenden Glasstange befestigt. Im Primärspiegel war ausser dem Primärinductor auch noch ein kleiner Standardinductor an zwei an der Spiegelwand angelötheten Drähten aufgestellt (*S*, Fig. 1). Seine Entfernung vom Primärinductor *P* betrug 18 *cm*. Der Standardinductor war viel kleiner als der Secundärinductor. Die Breite der Messingstreifen war hier nur 1 *cm*, ihre Länge nur je 25 *cm*; das Thermoelement war bei beiden gleich. Die Wirksamkeit

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

solcher Inductoren hängt von der Breite derselben ab; für den Standardinductor, der sehr nahe dem Primärinductor ist, genügt die geringe Breite von 1 *cm*; ja, er muss sogar möglichst schmal sein, um nicht die vom Primärinductor ausgehenden Strahlen zu stören.

Die Schwefelplatte war aus 12 Ziegeln aufgebaut. Jeder Ziegel hatte eine Höhe von 20, eine Länge von 40 und eine Dicke von 7 *cm*. Das Gewicht eines Ziegels betrug 11·5 *kg*, das Gewicht der ganzen Platte 138 *kg*. Die Ziegel wurden in eine Holzform gegossen und die Formwände vor dem Gusse ein wenig eingeölt. Vor der Zusammenstellung der Platte wurden die einzelnen Ziegel vorsichtshalber an ihrer Oberfläche mit scharfkantigen Glasscherben abgeschabt.

Die Platte wurde in einem Rahmen aufgebaut und von diesem zusammengehalten. Der Rahmen selbst ruhte auf einem starken Kreuze, an dessen Enden sich Rollräder befanden. Die untere Seite des Rahmens hatte in der Mitte eine Bohrung; in diese passte ein am Boden festgemachter Zapfen, um welchen der ganze Rahmen sammt der Platte wie um eine Axe gedreht werden konnte.

Wenn sich die Strahlen elektrischer Kraft analog wie die Lichtstrahlen verhalten, dann darf man bei einer Platte, deren Dicke gegen die Wellenlänge sehr klein ist, keine bedeutende Reflexion erwarten, da die an den beiden Begrenzungsflächen reflectirten Theile eine Phasendifferenz von einer halben Wellenlänge haben und sich bei der Interferenz schwächen. Um eine besonders kräftige Reflexion zu haben, muss die Dicke der Platte eine solche sein, dass durch den Weg des Strahles in der Platte die Phasendifferenz auf eine ganze Wellenlänge gebracht wird. Dies gibt für den Schwefel und für die vorhandene Wellenlänge eine Dicke von ungefähr 7 *cm*. Überdies ist bei der grossen Wellenlänge eine gewisse Ausdehnung der Platte in die Höhe und Länge nothwendig, daher wurden die entsprechenden Dimensionen zu 80 und 120 *cm* gewählt.

Die das Galvanometer, das Inductorium und den Interruptor betreffenden Verhältnisse sind schon in der bereits erwähnten Arbeit (l. c.) beschrieben worden und waren hier wie dort die gleichen.

2. Die Anordnung der Versuche.

Die Anordnung der Apparate ist zum Theile aus Fig. 3 ersichtlich. Die Axe der reflectirenden Platte, respective der am Boden befestigte Zapfen bildete den Mittelpunkt eines Kreises, auf dessen Peripherie die beiden Spiegel standen. Die Peripherie des Kreises war am Boden mit Kreide verzeichnet und in Grade eingetheilt. Der Primärspiegel stand bei 60°; er wurde nur hin und wieder um ein kleines Stück längs des Halbmessers, nie

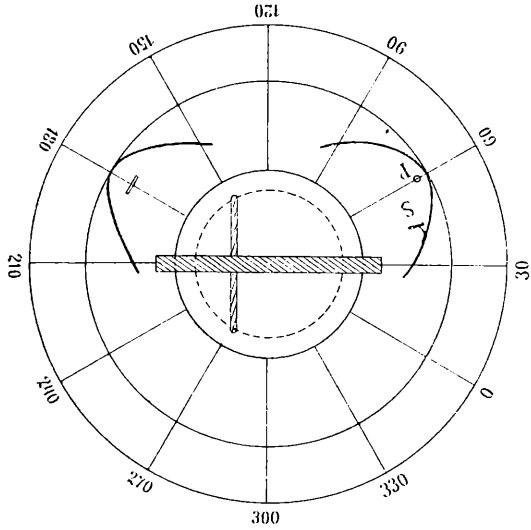

Fig. 3.

aber längs der Peripherie verschoben. Der Secundärspiegel war auf einem mit Rollrädern versehenen Stuhle aufgestellt und konnte an der Peripherie hin und her bewegt werden. Die Mitte der Platte sowie die des Primär- und Secundärspiegels waren stets in gleicher Höhe.

Vom Thermoelement des Standardinductors gingen zwei Drähte zu einem ausserhalb des Spiegels stehenden Commutator und von da führte die Leitung durchs Galvanometer zum Secundärinductor. Der Commutator wurde aus vier kleinen, mit Quecksilber gefüllten Gläsern gebildet, welche sich wieder in einem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

grösseren, mit Wasser gefüllten Gefässe befanden, wodurch Temperaturunterschiede im Commutator vermieden werden sollten. Ich brauche wohl kaum hinzuzufügen, dass die Überbrückungsdrähte des Commutators dicht mit Baumwolle bewickelt waren, um beim Angreifen derselben Thermoströme zu vermeiden. Alle Zuleitungsdrähte waren so weit als möglich in Zöpfe geflochten.

Um eine möglichst kräftige Wirkung zu bekommen, musste ich mit den Spiegeln so nahe an den Mittelpunkt des Kreises rücken, als es die reflectirende Platte erlaubte. Es war daher der Durchmesser des Kreises, auf welchem die Spiegel, oder genauer gesagt, der Primär- und Secundärinductor standen, bei der zur Einfallsebene parallelen Schwingungsrichtung $= 184\ cm$ und bei der darauf senkrechten $= 170\ cm$. Der Vorgang bei der Beobachtung war nun folgender: Vom Beobachtungsfernrohre aus konnte mittelst eines elektrisch betriebenen Schlüssels der Primärstrom des Inductoriums geschlossen werden. Geschah dies, so setzte sich die Galvanometernadel in Folge der im Standard- und Secundärinductor entwickelten Energie und thermoelektromotorischen Kraft in Bewegung. Der Funkenstrom wurde stets durch 10 Secunden unterhalten. Die Notirung des Ausschlages geschah nun in der Weise, dass stets die Ruhelage vor Beginn des Funkenstromes, dann der Umkehrpunkt nach Aufhören desselben und schliesslich noch der erste Umkehrpunkt beim Zurückschwingen durch die Ruhelage aufgeschrieben wurden. Der Unterschied zwischen der zweiten Ablesung und dem Mittel der beiden anderen war je nach der Stellung des Commutators ein Maass für die Summe oder Differenz der im Secundär- und Standardinductor entwickelten Energie. In den folgenden Tabellen ist immer das Verhältniss der dem Secundärinductor entsprechenden Ausschläge zu jenen des Standard verzeichnet. Es ist selbstverständlich, dass immer eine Reihe von Bestimmungen der Summe und Differenz ausgeführt wurde.

Der dem Standardinductor entsprechende Ausschlag betrug unter normalen Verhältnissen 10 Scalentheile. Manchesmal war er etwas grösser und einigemale, als die Oberfläche der Primärinductoren besonders günstig und das Funkengeknatter besonders hell und laut war, bekam ich sogar 16 Scalentheile dafür. In solchen Fällen muss die Dämpfung der Oscillationen besonders

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

klein sein, während sonst vielleicht nur fünf oder sechs Schwingungen auftreten. Fiel der erwähnte Ausschlag auf 8 und blieb die geringe Wirksamkeit auch nach einem länger andauernden Funkenstrome fortbestehen, so wurde frisch geputzt.

Durch die beschriebene Aufstellung des Standardinductors ist derselbe störenden Einflüssen entzogen worden. Die entsprechenden Ausschläge variirten, wie erwähnt, je nach der Beschaffenheit der Oberfläche der Primärinductoren; es konnte jedoch in keiner Weise constatirt werden, dass die Ausschläge bei einer bestimmten Anordnung der Apparate im Allgemeinen grösser gewesen wären als bei irgend einer anderen.

3. Die Beobachtungsresultate.

A. Untersuchung des seitlichen Einflusses.

Im Nachfolgenden bedeutet das Zeichen $\perp$, dass die Schwingungsrichtung des Primärinductors senkrecht zur Einfallsebene oder vertical war; $\parallel$ bedeutet, dass sie der Einfallsebene parallel oder horizontal war.

Ferner bezeichnen:

Die griechischen Buchstaben immer das Verhältniss der dem Secundärinductor entsprechenden Ausschläge zu jenen des Standardinductors, und zwar so wie es beobachtet wurde.

Die lateinischen Buchstaben dieses Verhältniss in Theilen jenes Verhältnisses, welches bei der geraden Gegenüberstellung der Spiegel erhalten wurde; es sind also die lateinischen Buchstaben ein Maass des beobachteten Effectes, bezogen auf den Effect des einfallenden Strahles als Einheit.

Zunächst wurde die Einwirkung des Primärspiegels auf den Secundärspiegel in gerader Richtung und nach verschiedenen Seitenrichtungen untersucht. Zu diesem Zwecke wurde der Secundärspiegel an verschiedenen Stellen der Peripherie aufgestellt. Die Stelle 240° entspricht der geraden Richtung. In den Tabellen I und II sind die Resultate, wobei δ und d das Maass der beobachteten Energie sind; φ gibt die Stellung des Secundärspiegels.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle I. ⊥

φ		d
240	2·32	1
220	1·92	0·83
200	1·05	0·45
180	0·48	0·21
160	0·18	0·06
140	0 19	0·06
120	0·23	0·10

Tabelle II. ∥

φ		d
240	2·10	1
220	1·45	0·69
200	1·02	0·49
180	0·55	0·26
160	0·26	0·12
140	0·24	0·11
120	0·21	0·10

Die Einwirkung auf den Secundärspiegel nimmt bis zur Stellung bei 180° ab; dann bleibt sie ziemlich constant. Man sieht also, dass eine ziemlich beträchtliche Seitenwirkung vorhanden ist, die sich bis zur Stellung von 180° erstreckt.

Die Werthe von d für $\varphi = 160$, 140 und 120 kann ich nicht einer directen Einwirkung des Primärinductors zuschreiben, da ich Ausschläge von dieser Grössenordnung auch dann erhielt, wenn ich die Spiegel kreuzte, ich möchte eher annehmen, dass sie einer Einwirkung auf die Zuleitungsdrähte entsprechen. Es liegt auch die Annahme nicht ferne, dass die im Standard inducirten Schwingungen längs der Zuleitungsdrähte zum Secundärinductor laufen und dort auf das Thermoelement einwirken. Dieser Theil kann nur gering sein, da vom Secundärinductor auch dann noch etwas Energie angezeigt wurde, wenn der Standardinductor bei gekreuzten Spiegeln ausgeschaltet war.

B. Die Reflexion bei ∥ Schwingungsrichtung.

In den nachfolgenden Tabellen ist α immer das Maass für die Intensität des reflectirten Strahles; a daher die Intensität des reflectirten durch die Intensität des einfallenden.

β und b geben den Werth der vom Secundärinductor angezeigten Energie für den Fall, dass die Platte um 90° gedreht, also in die Richtung des früheren Einfallslothes gestellt wurde.

Bei dieser Stellung übt die Schwefelplatte nahezu keinen Einfluss aus, wie eine Vergleichung der Werthe von β mit den entsprechenden Werthen von δ der Tabellen I und II zeigt. Ist daher bei einem bestimmten Incidenzwinkel $\alpha = \beta$, so ist das ein sicheres Zeichen, dass nichts reflectirt wird. i bedeutet den Einfallswinkel.

Tabelle III.

Metallplatte.

		β		b
30	2·81	0·23	1·34	0·11
40	2·09	0·25	1·00	0·12
50	2·01	0·09	0·96	0·04
60	1·82	0·08	0·87	0·04

Tabelle IV.

Schwefelplatte.

				b
30	0·72	0·20	0·34	0·10
40	0·40	0·17	0·19	0·08
50	0·46	0·26	0·22	0·12
55	0·47	0·37	0·22	0·17
60	0·51	0·49	0·24	0·23
65	0·52	0·58	0·25	0·28

C. Die Reflexion bei ⊥ Schwingungsrichtung.

Tabelle V.

Metallplatte.

30	2·43	0·91
40	5·10	1·92
50	3·27	1·23
60	2·93	1·10
70	2·22	0·84

Tabelle VI.

Schwefelplatte.

				b
30	0·90	0·22	0·38	0·10
40	1·76	0·20	0·76	0·08
50	2·26	0·33	0·97	0·14
60	1·80	0·76	0·77	0·33
65	1·68	1·17	0·72	0·50

Hier ist sowohl bei der Metallplatte als auch bei der Schwefelplatte eine kräftige Reflexion zu bemerken.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

D. Die Intensität des durchgelassenen Strahles.

Schwingungsrichtung ∥.

Tabelle VII.

Metallplatte.

	η	g
45	0·12	0·06
55	0·20	0·10
65	0·22	0·10
75	0·36	0·17
90	1 75	0·83

Tabelle VIII.

Schwefelplatte.

	η	g
30	1·88	0·90
40	2·10	1·00
50	2·58	1·23
60	2·52	1·20
65	2·82	1·34
90	3·18	1·50

Schwingungsrichtung ⊥.

Tabelle IX.

Metallplatte.

	η	g
0	0·15	0·05
40	0·17	0·06

Tabelle X.

Schwefelplatte.

	η	g
30	2·06	0·89
40	1·83	0·79
50	1·20	0·52
60	0·60	0·26
65	0·49	0·21
90	5·10	2·20

Es folgt aus diesen Tabellen, dass die Metallplatte nichts durchlässt, was ja schon bekannt ist; der kleine, bei niederen Incidenzwinkeln erhaltene Ausschlag rührt von anderen bereits erwähnten Einflüssen her. Bei grösseren Einfallswinkeln deckt die Metallplatte nicht mehr den Spiegel.

Bei der Schwefelplatte geht die Intensität des durchgelassenen Strahles entgegengesetzt wie die des reflectirten. Es sei noch erwähnt, dass bei senkrechter Incidenz 0·84% bei || und 0·78% bei ⊥ Schwingungsrichtung durchgelassen wurden.

E. Die Reflexion an einem Drahtgitter.

Das Drahtgitter hatte die Dimensionen wie die untersuchte Metallplatte. Die Drähte waren in einem gegenseitigen Abstande 1·5 *cm* vertical gespannt; daher geschah die Untersuchung bei ⊥ Schwingungsrichtung. Es wurden folgende Werthe gefunden.

Tabelle XI.

		β		b
30	1·88	0·16	0·84	0·07
40	3·60	0·12	1·60	0·05
50	4·01	—	1·77	—
60	2·69	—	1·20	—
65	2·02	0·08	0·90	0·04

Für die Intensität des einfallenden Strahles wurde diesmal der Werth 2·25 gefunden. Eine Prüfung des Gitters bezüglich seiner Durchlässigkeit für Strahlen elektrischer Kraft ergab, dass es gerade so wie die Metallplatte wirkt.

Rubens und Ritter (l c.) untersuchten ein grösseres Gitter und fanden bei einem Einfallswinkel von 30° die Intensität des reflectirten Strahles gleich 98% von der des einfallenden. Diese Versuche ergeben bei 30° 84%, bei anderen Winkeln mehr als 100%.

F. Die Reflexion an einer runden Metallplatte.

Die Platte war aus Zinkblech, hatte einen Durchmesser von 80 *cm* und ergab nachstehende Resultate.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle XII.

Schwingungsrichtung ⊥.

30	1·92	0·86
40	3·08	1·37
50	3·31	1·48
60	1·63	0·72

Bei $i = 0$ wurde nichts durchgelassen.

G. Discussion der Resultate.

Aus den oben angeführten Tabellen ist nicht ohne Weiteres zu entnehmen, welcher Theil des beobachteten Werthes von einer wirklichen Reflexion herrührt und wie viel davon auf andere Erscheinungen, die ich Störungen nennen möchte, entfällt. Diese Störungen können zum Theile *a)* wirklich als solche bezeichnet werden, zum Theile aber bilden sie *b)* einen integrirenden Bestandtheil der Reflexion, wodurch eine genaue Erforschung derselben von besonderer Wichtigkeit wird.

Zu den mit *a)* bezeichneten Störungen rechne ich:

1. Den Umstand, dass der Secundärinductor stets auch bei gekreuzten Spiegeln einen kleinen Ausschlag gab, welcher wahrscheinlich in einer Induction in den Zuleitungsdrähten seinen Grund hat. Diese Störung ist in allen Beobachtungen enthalten und summirt sich zu den anderen Werthen.

2. Die directe Einwirkung des Primärspiegels auf den Secundärspiegel. Diese Störung macht sich bei Einfallswinkeln von 60° und darüber bemerkbar und kann zu der Reflexionswirkung entweder positiv oder negativ hinzutreten. Unter der Voraussetzung, dass der Strahl bei der Reflexion an der vorderen Schwefelwand keine Phasenänderung erleidet, ist bei ⊥ Schwingungsrichtung eine Andeutung über das Zeichen durch Rechnung zu finden. Bei ∥ Schwingungsrichtung liegt die Sache complicirter. Ich habe die Frage für $i = 60°$ und ⊥ Schwingungsrichtung auch experimentell untersucht und gefunden, dass bezüg-

lich des Zeichens die Rechnung mit dem Experiment übereinstimmt.[1]

Zu den mit *b)* bezeichneten Störungen zähle ich:

3. Die Erscheinung, dass in gewissen Fällen die Intensität des reflectirten Strahles jene des einfallenden weitaus übertrifft. Diese Erscheinung tritt insbesondere bei der Reflexion an der Metallplatte auf (vide z. B. Tab. V; $i = 40$); sie spielt jedoch, wie mir scheint, auch bei der Reflexion an der Schwefelplatte eine Rolle. Diese Störung ist grösser für die $\perp$, als für die $\parallel$ Schwingungsrichtung, wodurch die Ursache derselben schon zum Theile angedeutet ist; sie liegt jedenfalls darin, dass die Dimen-

[1] Zu diesem Zwecke habe ich in der Richtung des Einfallslothes eine Metallscheibe aufgestellt und bei verschiedenen Abständen derselben von der Schwefelplatte die Reflexion untersucht. In der Tabelle XIII bedeutet d die Entfernung des einen Endes der Metallwand von der vorderen Fläche der Schwefelplatte. α und β; a und b haben dieselbe Bedeutung wie früher.

Tabelle XIII.

$i = 60°$, $\perp$ Schwingungsrichtung.

d cm		β		b
16	0·25	0·30	0·11	0·13
21	0·22	—	0·10	—
26	0·32	0·35	0·14	0·15
31	0·68	0·52	0·29	0·22
36	1·12	0·53	0·48	0·23
41	1·54	0·59	0·66	0·25
46	2·06	0·63	0·89	0·27

Bei $d = 46°$ ist α grösser als der entsprechende Werth in Tabelle VI, während β noch kleiner ist. Daraus schliesse ich, dass der Werth von α für $i = 60°$, Tabelle VI, durch die Störung 2 heruntergedrückt wird. Interessant ist auch die Thatsache, dass die Werthe von α und β für $d = 16$, 21 und 26 nahezu gleich sind, woraus folgt, dass durch die Metallplatte selbst bei der verhältnissmässig grossen Entfernung von 26 *cm* die Reflexion aufgehoben wird; es hat den Anschein, als wenn gerade die Mitte der Schwefelplatte bei der Reflexion gar nicht betheiligt wäre.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sionen der reflectirenden Platte zu klein sind; es tritt in solchen Fällen eine schon von Trouton (l. c.) beobachtete Eckenwirkung auf. Über die Grösse dieser Störung können nur weitere Versuche Aufschluss geben.

4. Schliesslich ergeben sich aus der Betrachtung der Intensitäten des reflectirten und durchgelassenen Strahles eigenthümliche Verhältnisse; die Summe der beiden ist grösser als die Intensität des einfallenden Strahles. Überraschend sind aber die hohen Werthe des durchgelassenen Strahles für $i = 0$, also für den Fall, dass die Schwefelplatte parallel steht zur Axe des Strahles; zumal wenn man bedenkt, dass die Plattendicke nur 7 *cm* beträgt.

Zur Übersicht stelle ich in der nachfolgenden Tabelle XIV die der Schwefelplatte entsprechenden Werthe zusammen.

Tabelle XIV.

Schwingungsrichtung ∥					Schwingungsrichtung ⊥			
	Reflectirt			Durchgelassen	Reflectirt			Durchgelassen
	a	b	$a-b$	g	a	b	$a-b$	g
30	0·34	0·10	**0·24**	**0·90**	0·38	0·10	**0·28**	**0·89**
40	0·19	0·08	**0·11**	**1·00**	0·76	0·08	**0·68**	**0·79**
50	0·22	0·12	**0·10**	**1·21**	0·97	0·14	**0·63**	**0·52**
55	0·22	0·17	**0·05**	—	—	—	—	—
60	0·24	0·23	**0·01**	**1·20**	0·77	0·33	—	**0·26**
65	0·25	0·28	**0·03**	**1·34**	0·72	0·50	—	**0·21**

Die Werthe $a-b$ sind ein Maass für die Intensität der Reflexion und die von g für die Intensität des durchgelassenen Strahles. Ich habe für die ⊥ Schwingungsrichtung die Werthe von $a-b$ nur für die ersten drei Einfallswinkel aufgeschrieben, bei welchen sich der sub 2 beschriebene störende Einfluss noch nicht bemerkbar macht. Bei der ∥ Schwingungsrichtung ist aus den Werthen von $a-b$ für $i = 60$ und 65° zu ersehen, dass unter diesen Winkeln beinahe gar nichts reflectirt wird. Dies

gilt ganz bestimmt für $i = 60$; für $i = 65$ könnte man aus den entsprechenden Werthen eher auf eine schwache Reflexion schliessen.

Vergleicht man die bei der Reflexion am Drahtgitter, dann an der rechteckigen und runden Metallplatte erhaltenen Werthe, so findet man nur für $i = 30$ überall nahezu denselben Werth; die anderen Einfallswinkel ergeben verschiedene Resultate, was wieder darauf hindeutet, dass die Form der reflectirenden Platte bei der Reflexion massgebend ist. Aus dem Umstande, dass die Beobachtung für $i = 30$ in allen drei Fällen nahezu das gleiche Resultat ergab, könnte man schliessen, dass der gefundene Werth wirklich das richtige Maass für die Intensität der Reflexion ist. Würde man diese Annahme auf die Schwefelplatte übertragen und aus der bei ⊥ Schwingungsrichtung für $i = 30$ festgestellten Zahl für $a-b$ nach den Fresnel'schen Intensitätsgleichungen den Werth des Brechungsexponenten für die Schwefelplatte rechnen, so würde sich in der That ein Werth nahe gleich 2 ergeben. Aber auch aus den für ∥ Schwingungen gefundenen Daten folgen Werthe für den Brechungsexponenten, welche von den optischen Bestimmungen dieser Constante nicht sehr abweichen.

Für eine genaue numerische Berechnung müssten die Werthe von $a-b$ noch eine Correctur erfahren, die bis jetzt nicht berücksichtigt wurde. Ich habe bisher als Intensität des einfallenden Strahles bei ∥ und ⊥ Schwingungsrichtung die ersten Werthe der Tabelle I und II, welche natürlich Mittel aus mehreren Beobachtungen sind, genommen. In diesen Werthen ist jedoch die sub 1 angeführte Störung enthalten, daher sind bei einer genaueren Berechnung die obigen Werthe noch mit $1 \cdot 08$ zu multipliciren.

Aus den angeführten Beobachtungen ergeben sich folgende Resultate:

1. Die Metallplatte reflectirt den Strahl sehr kräftig, sowohl bei ⊥ als bei ∥ Schwingungsrichtung. Die Beobachtungen ergaben für die ⊥ Schwingungen einen grösseren Werth als für die ∥. Diese Erscheinung kann jedoch zum Theile auch in der Form der Platte, nicht aber in einem dem Metalle eigenthümlichen Verhalten ihren Grund haben.

2. Die Schwefelplatte reflectirt den Strahl bei $\perp$ Schwingungsrichtung kräftig; bei $\parallel$ schwach und da nur bei Einfallswinkeln, welche unter 60° liegen. Die Intensität des reflectirten Strahles ist im letzten Falle umso grösser, je kleiner der Einfallswinkel. Bei 60 und 65° ist mit den angewendeten Beobachtungsmitteln eine Reflexion nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

3. Die elektrischen Verschiebungen im Strahle stehen senkrecht auf der Polarisationsebene, wie dies auch Trouton (l. c.) gefunden hat. Der aus dem Brechungsexponenten des Schwefels bestimmte Polarisationswinkel (63°) stimmt auch für die Reflexion der Strahlen elektrischer Kraft.

4. Die Intensität des von der Schwefelplatte durchgelassenen Strahles geht verkehrt, wie die Intensität des reflectirten Strahles. Die Summe beider wurde grösser gefunden als die Intensität des einfallenden Strahles.

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: 1891

Band/Volume: 100_2a

Autor(en)/Author(s): Klemencic Ignaz

Artikel/Article: Über die Reflexion von Strahlen elektrischer Kraft an Schwefel- und Metallplatten. 109-126