

I.

Ueber die von Herrn Kerr gefundene neue Beziehung zwischen Licht und Elektricität.

Von **W. C. Röntgen.**

Hierzu Tafel I.

Die Beobachtung der bekannten Erscheinung dafs eine Glasplatte, welche von einem elektrischen Funken durchschlagen worden ist, optisch doppelbrechende Eigenschaften erhalten hat, sowie einige sich daran knüpfende Betrachtungen über die Natur der dielektrischen Polarisirung führten mich im Jahr 1873 zu der Fragestellung, ob wohl schon bevor die Entladung durch das Glas stattfindet, während somit starke elektrische Kräfte auf die Glastheilchen wirksam sind, eine ähnliche Wirkung auf durchgehendes Licht ausgeübt werden sollte. Es wurde in Folge dessen eine Reihe von Versuchen mit Glasplatten angestellt, fast genau in derselben Weise, wie dieselben später von H. H. Kerr, Gordon und Mackenzie ausgeführt und veröffentlicht wurden. Allein ich erhielt blofs negative Resultate und gelangte überdies bald zu der Ansicht, dafs, wenn auch in einem festen Körper eine derartige Doppelbrechung beobachtet wäre, es immerhin sehr schwer sein würde zu constatiren, dafs dieselbe nicht von ohne Zweifel vorhandenen, durch die elektrischen Ladungen erzeugten, mechanischen und thermischen Veränderungen des

Körpers herrühren. Nachdem auch einige Versuche mit Canadabalsam als Dielektricum negative Resultate geliefert hatten, beschäftigte ich mich nicht mehr mit diesem Gegenstand.

Bald nachher erschienen die ersten Versuche des Herrn Kerr *), welche das Vorhandensein der von mir gesuchten Doppelbrechung zeigten und die durch H. Maxwell, resp. H. Helmholtz veranlaßten Untersuchungen der H. H. Gordon **) und Mackenzie ***). Da es den beiden letzteren nicht gelang, die Kerr'sche Erscheinung in Glas zu erhalten, so wurde ich in meiner nach dem Lesen der Kerr'schen Abhandlung gefaßten Meinung bestärkt, daß bei jenen Versuchen irgend welche nebensächliche Einflüsse thätig gewesen wären.

Im Spätjahr 1879 sind nun von H. Kerr neue Untersuchungen veröffentlicht, die den Nachweis liefern, daß in einer großen Zahl von schlecht leitenden Flüssigkeiten durch Elektrizität Doppelbrechung erzeugt werden kann; es sei mir gestattet, das Wesentlichste derselben hier mitzuthemen. Die zu untersuchende Flüssigkeit befindet sich in einem Glasgefäß, welches im Lichten 2,5 cm hoch, 1,6 cm breit und 1,8 cm tief ist. Zwei parallele, verticale Seitenwände bestehen aus 0,15 cm dicken Spiegelglasstücken; das durch einen Nicol geradlinig polarisirte Licht einer Paraffinlampe geht senkrecht zu diesen Platten durch die Flüssigkeit und wird durch einen zweiten Nicol analysirt. Die Mitte der zwei übrigen, verticalen Seitenwände ist durchbohrt, in jeder Durchbohrung steckt als Zuleiter der Elektrizität ein Messingdraht, der in dem Gefäß in einer Kugel von 0,6 cm Durchmesser endigt. Die einander genau gegenüber liegenden, stark abgeplatteten Flächen der Kugeln sind um 0,3 cm von einander entfernt und begrenzen nach rechts und nach links das von H. Kerr untersuchte elektrische Feld.

*) Phil. Mag. (4), Bd. 50.

**) Phil. Mag. (5), Bd. 2.

***) Ann. d. Ph. u. Ch., Neue Folge, Bd. 2.

Es schliesse nun der Hauptschnitt des Polarisators mit der Horizontalebene, somit auch mit den in der Mitte des elektrischen Feldes verlaufenden Kraftlinien einen Winkel von 45° ein, der Analysator sei auf dunkel gestellt und als Flüssigkeit habe man beispielsweise Schwefelkohlenstoff gewählt; wird alsdann die eine Kugel mit einer kräftigen Elektrizitätsquelle (einer Holtz'schen Maschine) in Verbindung gesetzt, während die andere zur Erde abgeleitet ist, so gewahrt man sofort eine beträchtliche Erhellung des Gesichtsfeldes, welche nicht etwa von einer Drehung der Polarisationssebene herrührt, sondern nach allen angestellten Versuchen bloß durch eine in der Flüssigkeit stattgefundene Doppelbrechung entstanden sein kann.

Bis jetzt wurde von H. Kerr diese Erscheinung bei 27 sehr schlecht leitenden Flüssigkeiten wahrgenommen und zwar wurde gefunden, daß dieselben in zwei Klassen, in positive und negative Flüssigkeiten zu theilen sind. Die positiven Flüssigkeiten verhalten sich wie Glasplatten, die in der Richtung der Kraftlinien gedehnt sind, die negativen dagegen wie Glasplatten, die in jener Richtung comprimirt sind. Die Intensität der doppelbrechenden Wirkung zeigte sich sehr verschieden bei verschiedenen Flüssigkeiten, am größten war dieselbe bei SC_2 ; außerdem wurde nachgewiesen, daß die Intensität bei einer und derselben Flüssigkeit mit der Potentialdifferenz zwischen den beiden Kugeln zunimmt.

Wenn der Hauptschnitt des Polarisators vertical oder horizontal d. h. parallel oder senkrecht zu den Kraftlinien stand, so war entweder gar keine oder bloß eine sehr undeutliche Wirkung zu beobachten.

Herr Kerr glaubt schließlicly einen wesentlich anderen Effect bei Nitrobenzol gefunden zu haben, indem diese Flüssigkeit erst dann doppelbrechende Eigenschaften erhält, wenn in die sonst ununterbrochene Verbindung der einen Kugel mit dem Conductor der Elektrisirmaschine eine Funkenstrecke eingeschaltet wird; bei jeder Entladung bemerkt man ein plötzliches Aufleuchten des Gesichtsfeldes.

Es sind nun diese Versuche, welche mich veranlafsten, mich zum zweiten Male mit der Sache zu beschäftigen und ich erlaube mir im Folgenden die Resultate dieser Arbeit mitzutheilen.

Ich versuchte zu allererst die Kerr'sche Erscheinung zu reproduciren und construirte dazu aus Spiegelglasstücken ein parallelipedisches Gefäß im Lichten ungefähr 5 cm hoch, 2,5 cm breit und 2,5 cm tief; durch eine Durchbohrung des Bodens geht ein verticaler Messingdraht, welcher einerseits in dem Gefäß eine 1 cm dicke Kugel trägt, andererseits mit dem Conductor einer Winter'schen Elektrisirmaschine in Verbindung steht; von oben wird ein zweiter Messingdraht mit einer ebenfalls 1 cm dicken Kugel in das Gefäß hineingesteckt und durch ein Stativ so gehalten, daß der Abstand der senkrecht über einander liegenden Kugeln 0,2 bis 0,3 cm beträgt. Die obere Kugel ist mit der Erde, resp. mit dem Reibzeug der Maschine verbunden. Das zwischen den Kugeln hindurch gehende Licht kam bei den ersten Versuchen von einer Natronflamme, der Hauptschnitt des Polarisators machte einen Winkel von 45° mit der Verticalen und der Analysator war auf dunkel gestellt.

Nachdem das Gefäß mit Schwefelkohlenstoff gefüllt war, wurde die Elektrisirmaschine gedreht; meine Ueberraschung war nicht gering, als ich eine außerordentlich intensive Erhellung des Gesichtsfeldes zwischen den beiden Kugeln eintreten sah. Diese Erhellung verschwand sofort beim Ableiten des Conductors zur Erde. Der Versuch liefs sich beliebig oft wiederholen, die Erscheinung trat immer mit großer Regelmäßigkeit wieder ein.

Wurden die Hauptschnitte der Nicols um 45° gedreht, so war eine Wirkung der Elektrizität nicht erkennbar, ebenfalls nicht, wenn unpolarisirtes Licht durch die Flüssigkeit ging.

Ich schritt darauf zu einigen Aenderungen der Beobachtungsmethode, welche sich bald als wesentliche Verbesserungen herausstellten. Erstens wurde das Natronlicht durch Drummond'sches Kalklicht ersetzt und dadurch, wie zu erwarten

war, die Empfindlichkeit der Methode bedeutend gesteigert. Zweitens wurde, um von einem möglichen Einfluß der Glaswände frei zu werden, das kleine Gefäß durch eine weite, viereckige Glasflasche (12 cm hoch, 6 cm weit) ersetzt. Zwei einander gegenüberliegende Seitenwände sind mit 3 cm weiten, runden Oeffnungen versehen, welche durch mittelst Hausenblase aufge kittete Glasplatten verschlossen sind. Die Glasplatten wählte ich von dem sehr dünnen, wenige Zehntel Millimeter dicken Birminghamglas, um die bei dickeren Platten immer bemerkbare, durch mechanische Einflüsse erzeugte Doppelbrechung zu vermeiden. Durch eine Durchbohrung des Bodens der Flasche ist die mit der Elektrizitätsquelle verbundene und durch den Hals die zur Erde abgeleitete Elektrode in die Flasche geführt. Das Licht geht unter senkrechter Incidenz durch die aufge kitteten Glasplatten hindurch.

Eine dritte, wesentliche Verbesserung ist die Anwendung von Nicols mit großem Gesichtsfeld; es ist dadurch ermöglicht die Erscheinung auf einem großen Gebiet mit einem Blick zu übersehen; man braucht sich nicht, wie H. Kerr, auf die Beobachtung eines kleinen, schmalen, zwischen den Elektroden gelegenen Streifens zu beschränken.

Die Mitte der Flasche war meistens 25 bis 30 cm vom Auge und ungefähr 20 cm vom Diaphragma der Duboscq'schen Laterne entfernt.

Von besonderer Wichtigkeit erschien mir die Frage nach den Schwingungsrichtungen des Lichtes in der Flüssigkeit. Herr Kerr hat, wie erwähnt, die Ansicht ausgesprochen, daß diese Schwingungsrichtung mit der Richtung der Kraftlinien und der dazu senkrechten zusammenfällt, er untersuchte aber bloß den Theil des elektrischen Feldes, welcher zwischen den abgeplatteten, nahezu ebenen Elektrodenflächen liegt, wo somit alle Kraftlinien nahezu parallel verlaufen.

Die Flasche wurde mit möglichst reinem und staubfreiem*)

*) Auf die Entfernung fester Theilchen aus der Flüssigkeit muß, wie

Schwefelkohlenstoff gefüllt und den Elektroden folgende Gestalten gegeben.

1) Die untere, mit dem Conductor der Elektrisirmaschine in directer Verbindung stehende Elektrode ist eine horizontale, kreisrunde Messingscheibe von 1,8 cm Durchmesser und 0,8 cm Dicke. Die obere eine Messingkugel von 1 cm Durchmesser. Die Mittelpunkte der beiden liegen genau in einer Verticalen.

Fig. 1 ist eine möglichst getreue Abbildung der Erscheinung, die beobachtet wird, wenn die Hauptschnitte der gekreuzten Nicols Winkel von 45° mit der Verticalen bilden, welche Stellung ich der Einfachheit wegen die Stellung I der Nicols nennen werde. Die Mitte des Gesichtsfeldes zwischen Kugel und Scheibe ist bei mäsigem Drehen der Elektrisirmaschine so blendend hell geworden, daß die Helligkeit dem Auge öfters unerträglich wird; nach den Seiten zu nimmt dieselbe allmähig ab. Die dunklen Schwänze, die von der Kugel ausgehen, haben ihren Ursprung in Punkten, wo durch den Mittelpunkt der Kugel gelegte unter 45° gegen die Verticale geneigte Geraden aus der Kugel austreten. Ebenso sind die von dem in Wirklichkeit eine Fläche von starker Krümmung bildenden Scheibenrand ausgehenden Schwänze an ihrem Ursprung unter 45° gegen die Verticale geneigt.

Es fragt sich wodurch diese Vertheilung der hellen und dunklen Partien bedingt wird. Zur Beantwortung dieser Frage ist es von Wichtigkeit die Bahn zu beobachten, welche unvermeidliche, immer hell leuchtende, in der Flüssigkeit suspendirte Theilchen beschreiben, während die Elektrisirmaschine gedreht wird. Solche Theilchen werden von der Kugel zur Scheibe und zurück geschleudert und verfolgen wenigstens nahezu die Richtung einer Kraftlinie. Man bemerkt nun immer

auch H. Kerr bemerkt, die größte Sorgfalt verwendet werden, da dieselben sonst sofort eine relativ gut leitende Brücke zwischen den Elektroden bilden und die eigentliche Erscheinung dadurch bedeutend abgeschwächt wird.

wenn diese Bahn in einer Ebene liegt, welche senkrecht steht zu den Lichtstrahlen, daß dieselbe und somit auch die betreffende Kraftlinie dort die erwähnten dunklen Schwänze schneidet, wo die Neigung der Bahn gegen die Verticale 45° beträgt; daß dagegen an den Stellen der Bahn, wo diese horizontal oder vertical ist, die größte Helligkeit existirt.

Ein weiterer Aufschluß über die Natur der Erscheinung wird erhalten, indem man mit H. Kerr eine möglichst wenig doppelbrechende Glasplatte zwischen dem Analysator und der Flasche so aufstellt, daß die Lichtstrahlen die Platte unter senkrechter Incidenz treffen. Wird auf dieselbe durch eine geeignete Presse ein Druck in verticaler Richtung ausgeübt, so beobachtet man, daß während der Elektrisirung die Partie zwischen den Schwänzen der Kugel und der Scheibe dunkler wird; daß dagegen die Stellen oberhalb jener Schwänze links und rechts von der Kugel, sowie die kleinen Stellen links und rechts von der Scheibe heller werden. Zu gleicher Zeit klappen die Schwänze, sowohl die oberen als die unteren, zusammen. Bei fortgesetztem Pressen vereinigen sich die unteren Enden der beiden Kugelschwänze, so daß sie das Ansehen einer an der Kugel hängenden Kette erhalten; dieselbe zieht sich bei noch weiter wachsendem Druck immer mehr gegen die Kugel zusammen, um endlich ganz zu verschwinden.

Selbstredend werden diese Vorgänge in umgekehrter Reihenfolge beobachtet, wenn man mit der Compression der Platte nachläßt.

Wird die eingeschaltete Glasplatte in horizontaler Richtung comprimirt, so finden gewissermaßen die entgegengesetzten Erscheinungen statt. Die Mitte zwischen Kugel und Scheibe wird heller, dagegen die seitlichen Partien neben Kugel und Scheibe dunkler. Die Schwänze biegen sich auseinander.

Die Erscheinung ohne comprimirt Glasplatte ist wesentlich dieselbe bei langsamer und bei starker Drehung der Elektrisirmaschine, im ersteren Fall ist sie nur etwas weniger markirt und von geringerer Ausdehnung. Hat man durch

eine horizontale Compression der Glasplatte vor der Elektrisirung das Gesichtsfeld schwach erhellt und fängt nun an die Maschine langsam zu drehen, so wachsen aus der Mitte des Gesichtsfeldes zwischen Kugel und Scheibe die zwei dunklen Streifen heraus und klappen bei zunehmender Potentialdifferenz immer weiter auseinander, erreichen aber nicht die Stellung, welche sie ohne comprimirte Glasplatte einnehmen. Eine Zunahme der Potentialdifferenz bei constant bleibender Compression der Glasplatte hat somit den ähnlichen Erfolg wie eine Abnahme der Compression bei constant bleibender Potentialdifferenz.

Fig. 2 zeigt die Erscheinung, wenn die gekreuzten Hauptschnitte der Nicols horizontal resp. vertical stehen (Stellung II der Nicols). Man bemerkt sofort, daß diejenigen Stellen, wo bei Stellung I der Nicols die größte Helligkeit vorhanden war, jetzt am dunkelsten erscheinen und daß umgekehrt die früher dunklen Theile des Gesichtsfeldes jetzt die hellen sind. Die beiden Figuren sind gewissermaßen complementär. Die Kraftlinien durchschneiden jetzt die dunklen Partien, wo diese Linien vertical oder horizontal sind; dagegen ist dort die größte Helligkeit vorhanden, wo die Neigung der Kraftlinien gegen die Verticale 45° beträgt.

Wie man sieht, ist die Fig. 2 für den Vorgang ebenso charakteristisch als Fig. 1 und wenn H. Kerr, wie oben erwähnt, bei der Stellung II keine Erhellung des Gesichtsfeldes beobachtet hat, so wird dieses erklärt durch die Beschränktheit des Gesichtsfeldes und durch den parallelen Verlauf der Kraftlinien.

Wie zu erwarten war, ändert die Compression einer eingeschalteten Glasplatte in horizontaler oder verticaler Richtung nichts an der Erscheinung, dagegen ist eine solche in einer Richtung, die 45° mit der Verticalen einschließt, sofort wirksam. Die Figur wird unsymmetrisch, indem z. B. bei einer Compression die von rechts unten nach links oben gerichtet ist, das große helle Feld links von der Kugel und das kleine helle Feld an der rechten Kante der Scheibe heller werden und sich zu gleicher Zeit nach allen Richtungen vergrößern;

die beiden anderen hellen Partien werden dunkler und kleiner.

Schließlich sei noch erwähnt, daß Uebergänge zwischen den Fig. 1 und 2 leicht erhalten werden bei Stellungen der gekreuzten Nicols, welche zwischen den erwähnten liegen; die Figuren sind dann unsymmetrisch in Bezug auf die Mittellinie.

2) Die obere Elektrode ist ein 0,2 cm dicker, gut abgerundeter Messingdraht, die untere eine Kugel von 1 cm Durchmesser.

Fig. 3 giebt die bei Stellung I der Nicols beobachtete Erscheinung. Es hält nicht schwer sich auch hier zu überzeugen, daß wiederum die hellsten Partien dort liegen, wo die Kraftlinien horizontal oder vertical verlaufen; die dunklen dagegen, wo die Neigung dieser Linien 45° beträgt.

Bei horizontaler Compression einer eingeschalteten Glasplatte wird der Theil zwischen der Spitze und der Kugel heller, die kleinen Felder links und rechts von der Spitze dunkler. Die Schwänze klappen nach oben gegen die Spitze. Eine Compression in verticaler Richtung hat dagegen das entgegengesetzte zur Folge. Die Schwänze biegen sich nach unten, lösen sich bei wachsender Compression von der Spitze ab und ziehen sich gegen die Kugel hin zusammen, um schließlich zu verschwinden.

Figur 4 ist eine Darstellung der Erscheinung bei der Stellung II der Nicols. Fig. 3 und 4 sind wieder complementär; die dunklen und hellen Partien sind nach derselben Regel vertheilt wie in Fig. 2.

3) Beide Elektroden sind Parallelipede, Höhe 1,2 cm, Breite und Dicke 0,6 cm.

Fig. 5 bezieht sich auf die Stellung I der Nicols. Abermals ist das Gesichtsfeld dort erhellt, wo die Kraftlinien horizontal oder vertical verlaufen und dunkel, wo die Neigung derselben 45° beträgt.

Bei horizontaler Compression einer eingeschalteten Glasplatte wird die Mitte heller, die neben den Parallelipeda liegenden Seitenfelder dunkler. Die dunklen Büschel bewegen

sich gegen die Seitenflächen der Parallelipede, sowohl oben wie unten. Bei verticaler Compression wird die Mitte dunkler, die Seitenfelder heller, je zwei Büschel oben und unten vereinigen sich zu zwei dunklen, verticalen Bändern.

Fig. 6 veranschaulicht die Verhältnisse bei der Stellung II der Nicols. Die Anordnung der hellen und dunklen Theile ist diejenige, welche zu erwarten war.

Außer diesen Elektroden wählte ich noch verschiedene anders gestaltete, ebenso beobachtete ich die Erscheinung bei verschiedenen Stellungen der Elektroden und in Gefäßen von verschiedenen Weiten; immer konnte ich mich überzeugen, daß die gefundenen Gesetzmäßigkeiten ohne Ausnahme zutreffen. Ich gelange somit zu den folgenden Resultaten.

Aus der Vertheilung der hellen und dunklen Partien des Gesichtsfeldes bei den Stellungen I und II der Nicols, sowie den dazwischen liegenden folgt, daß das durch Schwefelkohlenstoff gehende Licht in Folge von elektrischen Kräften Veränderungen erleidet, welche den durch gewöhnliche Doppelbrechung erzeugten vollständig ähnlich sind; die Schwingungsrichtungen des Lichtes im Schwefelkohlenstoff fallen an jeder Stelle zusammen mit den Richtungen der durch diese Stellen gehenden Kraftlinien und den dazu senkrechten. Die Intensität dieser Doppelbrechung ändert sich von Stelle zu Stelle im elektrischen Feld mit der elektrischen Kraft und wächst mit der Potentialdifferenz zwischen den Elektroden.

Die Versuche mit eingeschalteten und comprimierten Gläsern beweisen, daß Schwefelkohlenstoff sich unter dem Einfluß elektrischer Kräfte verhält wie Glas, welches in der Richtung der Kraftlinien gedehnt worden ist.

Nachdem Schwefelkohlenstoff in eingehender Weise untersucht war, wählte ich als zweite Flüssigkeit Leberthran, eine von H. Kerr ebenfalls geprüfte Substanz. Ich erhielt ähnliche, wenn auch nicht so intensive Erscheinungen wie mit Schwefelkohlenstoff und konnte die Entdeckung des H. Kerr bestätigen, daß Leberthran sich in optischer Beziehung verhält wie Glas, welches in der Richtung der Kraftlinien *com-*

primirt ist. Die *Classificirung der Flüssigkeiten in positive und negative* ist somit *durchaus gerechtfertigt* *).

Terpentin gab ebenfalls einen deutlich sichtbaren Effect.

Wie eingangs erwähnt fand H. Kerr bei Nitrobenzol nur dann einen Effect, wenn die directe Verbindung der einen Elektrode mit dem Conductor der Elektrisirmaschine durch eine Funkenstrecke unterbrochen und dadurch eine plötzliche Entladung der Elektrizität durch die Flüssigkeit hervorgeufen wurde. Ich glaube nun, daß man es hier mit keiner wesentlich neuen Erscheinung zu thun hat und daß vielmehr die Nothwendigkeit einer derartigen Aenderung der Versuchsanordnung bloß durch die relativ gute Leitungsfähigkeit des Nitrobenzols bedingt wird. Ist nämlich die Elektrode in directer Verbindung mit dem Conductor, so wird, wie der Versuch lehrt, die Elektrizität beim Drehen der Maschine so rasch durch die Flüssigkeit zur Erde abgeleitet, daß eine einigermaßen bedeutende Potentialdifferenz zwischen den Elektroden nicht zu Stande kommt. Schaltet man dagegen eine Funkenstrecke ein, so wird bei jeder Entladung eine zwar kurz dauernde, aber große Potentialdifferenz erzeugt, welche nun im Stande ist ein plötzliches Aufleuchten im Gesichtsfeld zu bewirken. Ich finde dann auch im Gegensatz zu Herr Kerr, daß dieser Effect bei allen von mir untersuchten, schlecht leitenden Substanzen vorhanden ist; nur unterscheidet sich derselbe von

*) Bemerkung. Das Dunkler- oder Hellerwerden des Gesichtsfeldes nach Compression der eingeschalteten Gläser kann nicht ohne Weiteres *allein* entscheidend sein für das Verhalten der Flüssigkeiten; das Eintreffen des einen oder des anderen Falles hängt doch bei gegebener Compressionsrichtung lediglich von der in der Flüssigkeit erzeugten Phasendifferenz der an einer Stelle austretenden Strahlen ab und diese ist nicht nur von der Natur der Doppelbrechung, sondern auch von der Intensität derselben und von der Dicke der doppelbrechenden Schicht abhängig. Ich habe mich nun auf verschiedenen Wegen überzeugt, daß bei meinen Versuchen niemals Phasendifferenzen vorkamen, welche den Werth $\frac{\lambda}{2}$ erreichten und darf deshalb die Intensitätsänderung als maßgebend mit anführen. Außerdem entscheidet aber die Richtung des Wanderns der dunklen Streifen, welche immer beobachtet und notirt wurde.

dem bei besser leitenden durch eine grössere Dauer, was be- greiflich ist.

Diese soeben besprochene Abänderung der Versuchs- methode liefert ein sehr willkommenes Mittel die verhältnis- mässig gut leitenden Flüssigkeiten auf ihre elektro-optischen Eigenschaften zu untersuchen; *es gelang mir auch auf diesem Wege bei Glycerin (spec. Gew. 1,25), Schwefeläther und destil- lirtem Wasser einen Einfluss der Elektrizität auf das hin- durchgehende Licht aufzufinden.*

Als Elektroden dienten bei der Untersuchung des Glycerins die oben erwähnte Scheibe und die Kugel von 1 cm Durch- messer; der Abstand betrug 0,25 cm. Die eingeschaltete Funkenstrecke zwischen zwei Kugeln von 1,4 cm Durchmesser hatte eine Länge von 1,0 cm. Das plötzliche, nicht sehr starke Aufleuchten in der Mitte des Gesichtsfeldes wurde bei der Stellung I der Nicols beobachtet, dasselbe trat nur dort auf, wo die stärkste Wirkung zu erwarten ist; in der Stellung II konnte ich bei dieser und den beiden folgenden Flüssigkeiten nichts bemerken, was ohne Zweifel dadurch zu erklären ist, dass bei dieser Stellung die grösseren Felder stärkerer Doppelbrechung überhaupt keine Intensitätsänderung zeigen können, weil dort die Kraftlinien parallel und senkrecht zu dem Hauptschnitt des Polarisators verlaufen. Der Conductor der Elektrisir- maschine war mit der inneren Belegung einer Leydener Flasche, deren äussere Belegung zur Erde abgeleitet war, in Verbindung (belegte Fläche 840 qcm); ohne diesen Conden- sator gelang es mir nicht mit Sicherheit eine Erhellung zu beobachten.

Bei Schwefeläther war die Scheibe die untere und eins der Parallelepiped die obere Elektrode; Abstand 0,2 bis 0,3 cm; Funkenstrecke 1 bis 1,5 cm. Der Effect war bei der Stellung I der Nicols auch ohne Leydener Flasche deutlich sichtbar, wurde jedoch bedeutend intensiver nach Einschaltung derselben.

Die Anordnung der Versuche mit gewöhnlichem, in Glasgefässen destillirtem Wasser war im Wesentlichen die- selbe wie vorhin. Die Erhellung war ausserordentlich deut- lich und stärker als bei Glycerin. Zwei Leydener Flaschen

waren eingeschaltet; eine weitere Vermehrung der Flaschenzahl und eine dadurch bedingte Verringerung der Schlagweite hatte zur Folge, daß die Erscheinung fast vollständig ausblieb. Es hat sich überhaupt ergeben, daß, wenn bei einer relativ gut leitenden Flüssigkeit die Erscheinung deutlich erkannt werden soll, eine für jede Flüssigkeit spezifische Versuchsanordnung, was die Flaschenzahl, die Funkenstrecke und die Entfernung der Elektroden betrifft, getroffen werden muß. Wahrscheinlich ist es diesem Umstand zuzuschreiben, daß es mir bis jetzt nicht gelang, in schwach angesäuertem Wasser, sowie in Alkohol von 99,5 Proc. einen elektro-optischen Effect aufzufinden; ich hege keinen Zweifel darüber, daß es durch passende Combinationen gelingen wird, auch selbst in Flüssigkeiten von noch besserem Leitungsvermögen einen solchen Effect wahrzunehmen.

Bei den obigen Versuchen wurden immer die Elektroden so weit von einander entfernt, daß gerade eine Funkenentladung durch die Flüssigkeit nicht mehr stattfand.

In einer Geißler'schen Vacuumröhre, die keine sichtbare Entladung durchläßt, war trotz des Vorhandenseins einer bedeutenden Potentialdifferenz zwischen den um ungefähr 0,2 cm von einander entfernten drahtförmigen Elektroden nichts von einer Doppelbrechung zu bemerken.

Zum Schluß seien ein paar Versuche beschrieben, die ich in der Hoffnung anstellte, einige Anhaltspunkte für eine Erklärung der oben mitgetheilten Thatsachen zu erhalten.

Die lebhafteste Bewegung, die man bei der Entladung in einer schlecht leitenden Flüssigkeit wahrnimmt, erregte in mir den Gedanken, ob wohl durch in der Flüssigkeit vorhandene Druckdifferenzen und dadurch erzeugte intensive Strömungen eine doppelbrechende Wirkung ausgeübt werden könne; war doch in zähflüssigen Substanzen, wie z. B. Canada-balsam durch Mach und Maxwell eine derartige Doppelbrechung nachgewiesen. Es wurde zu diesem Zweck die untere Elektrode aus der Flasche entfernt und an deren Stelle ein Glasrohr mit enger Oeffnung gesetzt, durch welches Schwefelkohlenstoff und später andere Flüssigkeiten unter

hohem Druck gegen die obere Elektrode gespritzt wurden. Wenn auch öfters wahrscheinlich in Folge von kleinen Temperaturdifferenzen entstandene Schlieren in der Flüssigkeit auftraten, so gelang es mir doch niemals eine eigentliche Doppelbrechung wahrzunehmen und es scheint somit, daß eine Erklärung auf diesem Wege ausgeschlossen ist.

Die Beobachtung jener Schlieren jedoch, sowie der früher mitgetheilten lebhaften Hin- und Herbewegung von festen Theilchen zwischen den Elektroden führte mich zu einer andern Hypothese über die Natur der Vorgänge in der Flüssigkeit, von der jedoch sofort erwähnt werden muß, daß es sehr fraglich ist, ob dieselbe mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat als die Annahme eines directen Einflusses der Elektrizität auf die Lichtbewegung. Würde man nämlich annehmen dürfen, daß die Entladung in der Flüssigkeit in der Weise stattfände, daß zwischen den Elektroden Flüssigkeitstheilchen sich hin- und herbewegen, daß sich gewissermaßen in der Richtung der Kraftlinien sehr dünne Flüssigkeitsfäden bilden, von denen die mit positiver Elektrizität versehenen eine andere Temperatur, oder eine andere Dichte, oder schließlich eine andere chemische Beschaffenheit hätten, als die mit negativer Elektrizität beladenen, in umgekehrter Richtung sich bewegendes, so ließe es sich denken, daß durch Reflexionen und Brechungen und dadurch entstandene Phasendifferenzen eine Wirkung auf das geradlinig polarisirte Licht ausgeübt würde, welche Erscheinungen, die den beobachteten ähnlich sind, hervorrufen müßten. Man stelle sich doch ein Büschel von vielen, äußerst dünnen und einfach brechenden Glasstäbchen vor, die in der Richtung der Kraftlinien gebogen sind und sich in einer klar durchsichtigen Flüssigkeit befinden, deren optische Eigenschaften denen des Glases nahezu gleich sind, so würden dieselben, wie ich glaube, das geradlinig polarisirte Licht in ähnlicher Weise modificiren, wie es bei den obigen Versuchen beobachtet wurde, ohne gerade eine merkliche Trübung oder Verzerrung des Gesichtsfeldes erzeugen zu müssen. Leider erhält man keine einfach-brechenden Glas-

fäden, sondern immer doppelbrechende, und kann deshalb jene Ansicht durch den Versuch nicht prüfen.

In dem Fall, daß die obige Erklärung sich als zulässig herausstellte, oder daß auf irgend einem anderen Wege nachgewiesen würde, daß die Elektrizität sich bloß in indirecter Weise bei den Versuchen betheiligt, so wäre die Kerr'sche Erscheinung immerhin eine interessante Beobachtung; dieselbe erhält dagegen eine außerordentlich fundamentale Bedeutung, wenn jede derartige Erklärung sich als unhaltbar ergibt und es dadurch äußerst wahrscheinlich geworden ist, daß wir es in der That mit einer neuen, directen Wirkung der Elektrizität auf die Lichtschwingungen zu thun haben.

Nehmen wir einmal an, daß das Letztere wirklich der Fall wäre, so würde die Frage entstehen, ob diese Wirkung elektrodynamischen oder elektrostatischen Ursprungs sei; mit anderen Worten, ob dieselbe durch die Bewegung der Elektrizität von der einen Elektrode zur anderen oder durch die auf jedes Theilchen inducirend wirkende elektrostatische Kraft erzeugt werde. Daß eine solche Bewegung von Elektrizität stattfindet (wahrscheinlich zum größten Theil in der Form von fortführenden Entladungen), ist bei den obigen Versuchen leicht zu erkennen; außerdem spricht dafür die bei einer früheren Gelegenheit gemachte Erfahrung, daß alle sehr schlecht leitende Flüssigkeiten, wie Schwefelkohlenstoff, Petroleum, fette Oele u. s. w. verhältnißmäßig rasch Potentialdifferenzen weniger Daniells ausgleichen, wenn dafür gesorgt wird, daß nicht durch neue Zufuhr von Elektrizität jene Differenz erhalten bleibt.

Ueber diese Frage ließe sich vielleicht einiges Licht gewinnen, wenn man untersuchte, wie die oben beschriebenen Erscheinungen sich zu strömender Elektrizität verhalten, ob z. B. in einem stark magnetischen Felde Aenderungen in der Anordnung der hellen und dunklen Theile der Erscheinung stattfinden. Ein in dieser Richtung angestellter Versuch ergab nichts Bestimmtes; es müßten derartige Versuche auch jedenfalls mit bedeutend kräftigeren Elektromagneten vorgenommen werden, als mir zur Verfügung stehen. Es sei nebenbei er-

wähnt, daß die elektromagnetische Drehung der Polarisations-ebene nicht merklich durch die erzeugte Doppelbrechung geändert wird.

Endlich habe ich noch den Einfluß untersucht, welchen eine Bewegung der Flüssigkeit auf den elektro-optischen Effect ausübt. Von einer zweiten mit Schwefelkohlenstoff gefüllten Flasche führt ein Glasrohr durch den Hals der oben beschriebenen Flasche in das Innere derselben; durch dieses Glasrohr kann ein kräftiger Strom von Schwefelkohlenstoff in horizontaler Richtung und senkrecht zu den durchgehenden Lichtstrahlen zwischen den Elektroden hindurch getrieben werden. Als Elektroden wählte ich die Kugel und die Scheibe. Die Stellung II der Nicols liefert alsdann unter gewöhnlichen Verhältnissen beim Drehen der Elektrisirmaschine die Fig. 2; sobald jedoch der von der Seite kommende Schwefelkohlenstoffstrom zu Stande gekommen ist, wird die Figur, d. h. selbstverständlich der zwischen Kugel und Scheibe liegende Theil, in der Richtung des Stromes verschoben und zwar am stärksten in den der Scheibe zunächst liegenden Partien; das untere Ende des centralen, dunklen Streifens wird vom Strom stark mitgerissen, während das obere Ende nur wenig verrückt erscheint. Die Bewegung der Flüssigkeitstheilchen übt somit einen sehr merklichen Einfluß auf die Lage der Schwingungsrichtungen des Lichtes aus.

Giefßen, den 31. December 1879.

Fig. 1.



Fig. 2.

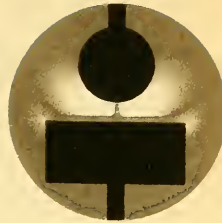


Fig. 3.

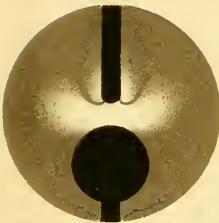


Fig. 4.

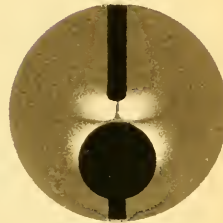
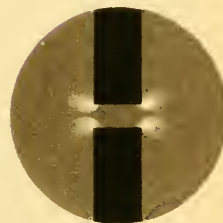
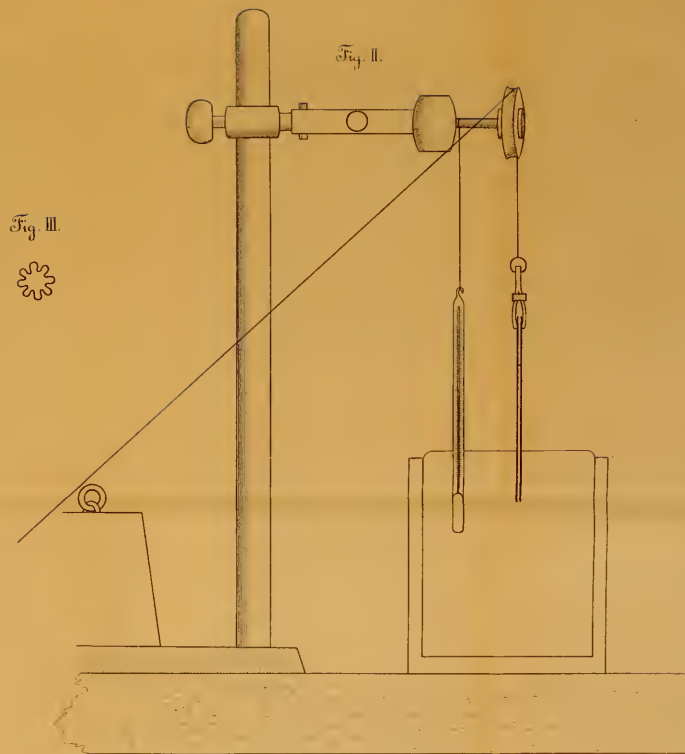
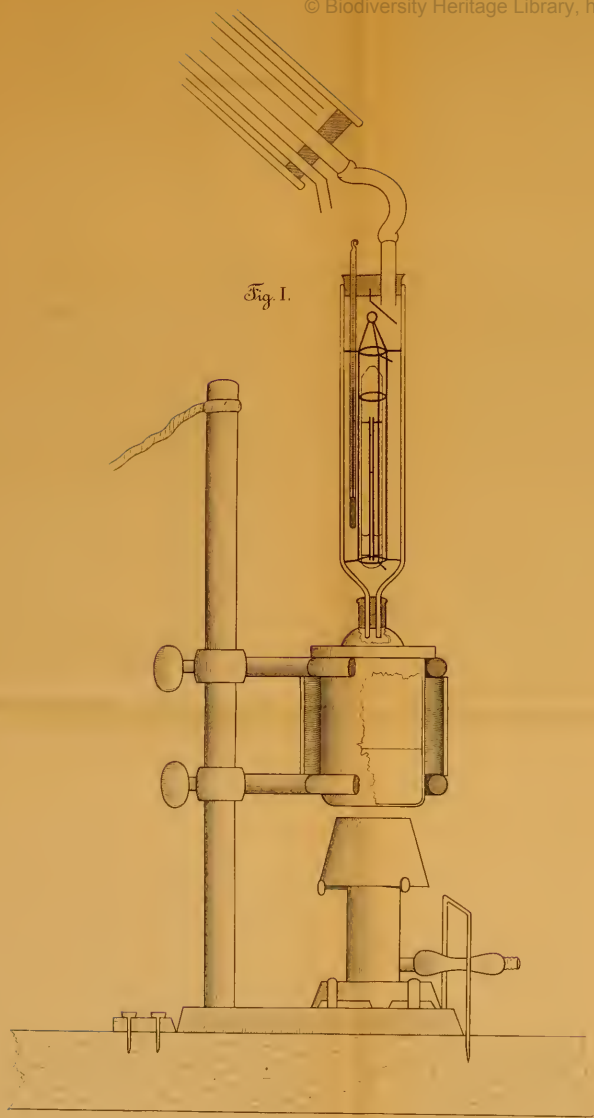


Fig. 5.



Fig. 6.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Röntgen Wilhelm Conrad

Artikel/Article: [Ueber die von Herrn Kerr gefundene neue Beziehung zwischen Licht und Elektrizität. 1-16](#)