

Einflüsse neu berücksichtigt worden sind, hat ja an dem damals veröffentlichten Resultate kaum etwas geändert.

Auch wenn man die den einzelnen Resultaten gegebenen Gewichte, oder auch die Gruppierung bei früheren Mittelnahmen, etwa für den Erdmagnetismus 1881 abändert, so wird das Resultat dadurch nicht merklich beeinflusst. Da nun bei beiden Beobachtungsreihen durchaus verschiedene Instrumente gebraucht worden sind, so gibt die Uebereinstimmung eine gewisse Sicherheit, dass erhebliche constante Fehler vermieden wurden.

#### Schlussresultat.

§ 60. Das electrochemische Aequivalent des Silbers ist:

$$E = 0,011\,183 \text{ [cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2}\text{]},$$

oder der Strom 1 Ampère hat in einer Secunde die Zersetzungsproducte:

1,1183 mg Silber, 0,3280 mg Kupfer, oder 0,010386 mg Wasserstoff, 0,09327 mg Wasser oder endlich 0,1740 ccm Knallgas von 0° und 760 mm Druck. Das letztere Resultat stimmt auf  $\frac{1}{2}$  Proc. mit dem von Weber aus seiner ersten Messung abgeleiteten Werthe.

Würzburg und Hannover, November 1885.

## II. *Ueber Doppelbrechung des Lichtes in Metallschichten, welche durch Zerstäuben einer Kathode hergestellt sind; von A. Kundt.*

Bei meinen Versuchen über die electromagnetische Drehung der Polarisationssebene des Lichtes habe ich die zu benutzenden durchsichtigen Schichten von Eisen, Cobalt und Nickel galvanoplastisch auf dünnen, durchsichtigen, auf Spiegelglas eingebrannten Platinflächen niedergeschlagen.

Da die mikroskopische Betrachtung dieser Platinspiegel ergab, dass die Platinschicht das Glas nicht immer in einer völlig gleichmässig cohärenten Schicht bedeckte, und andererseits das Platin das durchgehende Licht durch Absorption

nicht unerheblich schwächt, habe ich versucht, die Metalle Eisen, Cobalt und Nickel direct auf Glas durch electriche Entladungen im Vacuum niederzuschlagen.

Bekanntlich wird die Kathode in einem Geissler'schen Rohr bei geeigneter Stärke der electriche Entladung zerstäubt, und setzt sich das Metall an den Rohrwänden als spiegelnde Schicht ab. Hr. Wright<sup>1)</sup> hat bereits auf diese Weise mit geeigneten Apparaten auf ebenen Glasstücken schöne, durchsichtige Spiegel der verschiedensten Metalle erhalten. Der von mir benutzte Apparat war dem Wright'schen ähnlich. Ein etwa 10 cm weiter, vertical gestellter, beiderseits offener Glaszylinder kann oben und unten durch abgeschliffene Glasplatten geschlossen werden, in welche verticale Glasröhren eingekittet sind. In die untere ist eine Aluminiumelectrode eingeschmolzen; in der oberen befindet sich die Kathode aus dem Metall, welches zerstäubt werden soll. Dieselbe ist in ein engeres Rohr eingeschmolzen, welches mit einem Kautschukstopfen in das eingekittete Rohr eingesetzt wird. Diese Anordnung erlaubt, die Kathode leicht zu wechseln. Die Glasplatte, auf welcher sich der Niederschlag bilden soll, wird auf einen Glasdreifuss horizontal unter die vertical abwärts gerichtete Kathode gelegt. Durch eine Quecksilberluftpumpe wird der Apparat bis zu hinreichender Verdünnung ausgepumpt. Die electriche Entladungen lieferte ein grosser Inductionsapparat, der durch 3—6 Bunsen'sche Elemente erregt wurde.

Ist das Metall der Kathode leicht oxydirbar, so muss aus dem Apparat mit der grössten Sorgfalt aller Sauerstoff und Wasserdampf entfernt werden. Es wurde dies durch oftmaliges Einleiten von möglichst reinem und trockenem Wasserstoff erreicht. Bei genügender Sorgfalt kann man, wie schon Wright gezeigt hat, selbst sehr leicht oxydirbare Metalle, wie Eisen, metallisch niederschlagen. Die Kathode zerstäubt meist gut und schnell, wenn dieselbe rothglühend ist; doch muss man für jedes Metall die geeignetsten Bedingungen bezüglich des Gasdrucks im Apparat und der Stärke

---

1) Wright, Sill. Journ. Jan. 1877 u. Sept. 1877.

der electricischen Entladungen aufsuchen. Die auf die angegebene Weise niedergeschlagenen Metallspiegel erweisen sich unter dem Mikroskop im durchfallenden Licht als völlig cohärent und homogen; sie zeigen meist, auch wenn sie anscheinend ganz oxydfrei sind, Newton'sche Ringe, die besonders deutlich und schön sichtbar sind, wenn die Platten bei ziemlich schiefer Incidenz des Lichtes mit einem Nicol'schen Prisma betrachtet werden. Als ich dieselben aber behufs der Untersuchung der electromagnetischen Drehung zwischen gekreuzte Nicols brachte, fand ich zu meiner Ueberraschung, dass die Spiegel doppelbrechend waren. Es wurde bald festgestellt, dass nicht das Glas bei der Herstellung der Metallschichten dauernd doppelbrechend geworden war, sondern dass die dünnen Metallschichten selbst die beobachtete optische Erscheinung bedingten. Die Axen der Doppelbrechung, d. h. die Schwingungsebenen, nach denen diejenige des einfallenden, geradlinig polarisirten Lichtes zerlegt wird, lagen an den verschiedenen Stellen der Spiegel in verschiedenen Richtungen. Um zu erkennen, ob an jeder Stelle der Platte die Doppelbrechung in bestimmter Weise zur Lage der Kathode orientirt sei, wurde letzterer die möglichst einfache Form gegeben. Bei allen folgenden Versuchen bestand, wenn nicht speciell anderes bemerkt ist, die Kathode aus einem geraden, etwa 2 cm langen und 0,2—0,5 mm dicken Draht. Unter demselben, der im Apparat vertical abwärts gerichtet war, befand sich die horizontale Glasplatte in 2 bis 12 mm Abstand.

Das Metall setzt sich bei dieser Anordnung direct unter der Kathode in grösster Dicke ab; von diesem Punkte nimmt die Dicke in allen Radien continuirlich ab. Man erhält, ähnlich wie bei der Herstellung der Nobili'schen Ringe, eine conische Metallschicht. Die Spitze des Conus liegt genau im Fusspunkt der Kathode. Als Metall eignet sich am besten Platin. Dasselbe schmilzt sich leicht in Glas ein, zerstäubt leicht und ist nicht oxydirbar. Die meisten der Versuche wurden daher mit Platin angestellt. Dieselben Erscheinungen zeigten aber auch die übrigen Metalle, mit denen Versuche angestellt wurden, nämlich Palladium, Gold, Silber,

Eisen und Kupfer. Betrachtet man nun einen solchen conischen Spiegel zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen bei Benutzung von parallelem Sonnenlicht entweder mit blossem Auge oder besser mit einem schwach vergrössernden Fernrohr, so zeigt sich ein helles Feld, durchzogen von einem schwarzen Kreuz. Der Mittelpunkt des Kreuzes liegt an der Spitze der conischen Metallschicht, also in dem Punkt, über welchem sich die Kathode befand; die Arme des Kreuzes fallen zusammen mit den Schwingungsrichtungen des Lichtes im polarisirenden und analysirenden Nicol. Ist die Erscheinung durch Doppelbrechung hervorgerufen, so liegen mithin die Axen der Doppelbrechung an jeder Stelle in der Richtung der Radien von der Spitze der conischen Schicht und normal zu diesen Radien.

Es wurde sodann die Reflexion des Lichtes von den Platten untersucht. Durch ein Nicol polarisirtes Licht fiel möglichst senkrecht auf eine der conischen Platten; das reflectirte Licht wurde durch ein zweites, zum ersten gekreuztes Nicol analysirt. Es zeigte sich dann bei der Reflexion des Lichtes die gleiche Erscheinung wie beim Durchgang desselben, d. h. das schwarze Kreuz im hellen Feld, und zwar sowohl wenn die Reflexion an dem Metall in Luft erfolgte, wie dann, wenn die Glasseite dem einfallenden Licht zugekehrt war, sodass letzteres erst das Glas durchstrahlte und an der Grenzfläche zwischen Glas und Metall reflectirt wurde. Besonders hervorgehoben mag noch werden, dass die Erscheinung sowohl beim Durchgang des Lichtes, wie bei der Reflexion noch in ausserordentlich dünnen Metallschichten, welche das durchgehende Licht nur wenig absorbiren, deutlich auftrat. Andererseits sieht man das Kreuz im reflectirten Licht auch an Metallschichten, welche eine solche Dicke haben, dass sie völlig undurchsichtig sind. Die Erscheinung bei der Reflexion kann mithin nicht dadurch zustande kommen, dass das Licht die Metallschicht zweimal, d. h. hin und zurück durchläuft.

Es fragt sich nun, wie ist die beobachtete Erscheinung zu erklären; sind wirklich die dünnen Metallschichten doppelbrechend, und zwar so, dass diese Doppelbrechung selbst im

reflectirten Licht auftritt, und wenn dies der Fall, wodurch ist die Entstehung dieser Doppelbrechung bedingt?

1. Zunächst könnte man, wie schon oben angedeutet ist, meinen, dass nicht die Metallschicht, sondern das Glas doppelbrechend sei. Bei den electricischen Entladungen wird das Glas stark erwärmt. Diese Erwärmung ist jedenfalls direct unter der Kathode am stärksten. Indem das Glas sich hernach abkühlt, könnte es in einem Zustand der Spannung bleiben, welcher die beobachtete Doppelbrechung bedingt. Diese Annahme ist aber nicht zulässig. Es wurden sorgfältig Glasstücke ausgewählt, welche auch bei Benutzung von intensivstem Sonnenlicht keine Doppelbrechung durch Spannung oder schnelle Abkühlung zeigten, dann im Apparat mit der Metallschicht überzogen. Wurde dann hernach die Metallschicht von dem Glas wieder abgewischt, so erwies sich dasselbe auch noch völlig einfach brechend. Wird nur ein Theil der Metallbelegung weggewischt, so ist zwischen Nicol'schen Prismen die Doppelbrechung nur genau so weit sichtbar, als das Metall reicht. Bergkrystall wird durch Erwärmen und Abkühlen nicht erkennbar in seiner Doppelbrechung geändert. Es wurde daher eine Metallschicht auf eine parallel der Axe geschnittene Bergkrystallplatte niedergeschlagen. Bei der Untersuchung derselben auf Doppelbrechung wurde die unbelegte Seite der Quarzplatte dem einfallenden Licht zugewandt, und zwar so, dass die Richtung der Axe mit der Polarisationsebene des Polarisators zusammenfiel. Das polarisirte Licht geht dann ohne jede Aenderung seines Schwingungszustandes durch die Krystallplatte bis zur Metallbelegung. Die beim Durchgang durch die belegte Platte beobachtete Doppelbrechung war genau die gleiche, wie bei den auf Glas niedergeschlagenen Spiegeln.

Völlig ausgeschlossen scheint mir endlich die Annahme, dass die Erscheinung durch die Platten, auf welchen die Spiegel niedergeschlagen sind, bedingt werde, dadurch zu sein, dass, wie oben angegeben, dieselbe auch bei der Reflexion des Lichtes von dicken, völlig undurchsichtigen Metallschichten auftritt.

2. Es wäre möglich, dass die Erscheinung zwischen ge-

kreuzten Nicol'schen Prismen, das schwarze Kreuz in hellem Gesichtsfeld, zwar durch die Metallschichten hervorgerufen würde, aber nicht dadurch, dass dieselben doppelbrechend sind, sondern dadurch, dass dieselben eine conische Form haben.

Es sei die Glasplatte mit der Metallbelegung senkrecht zur Richtung der parallelen geradlinig polarisirten Lichtstrahlen; die mit Metall belegte Seite sei dem Beobachter zugewendet, dann geht das Licht, wenn Glas und Metall nicht doppelbrechend sind, ohne Aenderung der Polarisations-ebene bis zur vorderen Grenzfläche zwischen Metall und Luft. Da diese Grenzfläche conisch ist, so tritt an jeder Stelle eine Brechung der Strahlen beim Austritt aus dem Metall ein. Durch diese Brechung wird an allen den Stellen, an welchen nicht die Brechungsebene parallel oder senkrecht zur Polarisations-ebene des einfallenden Lichtes ist, die Lage der Polarisations-ebene geändert. Von allen den Strahlen, deren Polarisations-ebene geändert ist, geht eine Componente durch ein analysirendes Nicol, dessen Polarisations-ebene senkrecht zur Polarisations-ebene des einfallenden Lichtes ist, hindurch. Von den Strahlen, deren Polarisations-ebene bei der Brechung nicht geändert ist, geht keine Componente durch das analysirende Nicol.

Es ist also klar, dass eine conische Schicht eines einfach brechenden Körpers zwischen zwei gekreuzten Nicols das oben angegebene Bild, helles Gesichtsfeld mit schwarzem Kreuz, zeigen muss. Für die Reflexion von einer conischen Fläche gilt das Gleiche, was soeben für die Brechung gesagt wurde; eine conische Schicht muss zwischen gekreuzten Nicols, also auch bei Reflexion die gleiche Erscheinung zeigen. Indessen wird die Aenderung in der Polarisation bei der Brechung in unserem Fall nur eine ausserordentlich geringe sein können, da die Seiten des Metallconus nur eine äusserst geringe Neigung gegen die Glasfläche haben. Wird schon hierdurch wahrscheinlich, dass die beobachtete Erscheinung nicht durch die conische Form der Schicht bedingt sein kann, so wird durch den Umstand, dass das schwarze Kreuz im hellen Feld auch, wie oben angegeben, beobachtet wird,

wenn das Licht an der Grenzfläche von Glas und Metall reflectirt wird, bestimmt und sicher ausgeschlossen, dass die conische Form der Metallschicht die Erscheinung hervorrufe. Die Grenzschicht zwischen Glas und Metall ist nicht conisch, sondern eben.

3. Es muss daher angenommen werden, dass die im Vacuum durch die electricischen Entladungen niedergeschlagenen Metallschichten in Wirklichkeit doppelbrechend sind, und zwar in der oben angegebenen Weise, dass an jeder Stelle die Axen der Doppelbrechung radial zum Fusspunkt der Kathode und senkrecht zu diesen Radien liegen. Es bleibt nur festzustellen, wodurch die Doppelbrechung entsteht; ob die Metallschicht wie eine ungleich gespannte elastische Membran oder wie eine schnell gekühlte, kreisrunde Glasplatte, deren Doppelbrechung ebenfalls durch elastische Spannung bedingt ist, zu betrachten sei, oder ob man annehmen muss, dass die Metallschicht im eigentlichen Sinn krystallinisch sei.

Kreisrunde Tropfen von Leim und ähnlichen Substanzen, die auf einer Platte eingetrocknet sind, zeigen, wie dünne, kreisrunde, schnell gekühlte Glasplatten, wie Stärkekörner etc., zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen gleichfalls ein dunkles Kreuz im hellen Gesichtsfeld; der Schnittpunkt des Kreuzes liegt auch hier in der Mitte der kreisrunden Tropfen oder Scheiben. Da nun die Glasplatte, auf der das Metall abgesetzt wird, ebenso wie letzteres, bei der Entladung stark erwärmt wird, und diese Erwärmung direct unter der Kathode jedenfalls am stärksten ist, so könnte man vermuthen, dass nach der Abkühlung, zwar nicht in der Glasplatte, aber in der Metallschicht eine radiale Spannung bestehen bleibt, welche die Schicht doppelbrechend macht.

Mannigfach variirte Versuche haben mir indess gezeigt, dass die Annahme einer solchen elastischen Spannung, welche die Doppelbrechung bedingt, nicht wohl aufrecht zu erhalten ist. Es ist erstens schwer einzusehen, warum, wenn die Metallschicht eine solche erhebliche Spannung besitzen sollte, nicht auch das Glas, auf welchem sich dieselbe befindet, bei der Herstellung dauernd gespannt, also doppelbrechend sein

sollte. Glas ist optisch ja so ausserordentlich empfindlich für Spannungen; die kleinsten elastischen Deformationen bedingen im Glas sehr starke Doppelbrechung. Wischt man indess die Metallschicht vom Glas ab, so zeigt dieses, wie oben angegeben, wenn es vor der Belegung mit Metall keine Doppelbrechung zeigte, auch nach dem Abwischen keine Spur derselben.

Wurde ferner eine Glasplatte auf chemischem Wege mit einer dickeren Silberschicht überzogen, oder auf eine Glasplatte ein Goldblatt eben aufgelegt, sodass es glatt haftete, oder wurde endlich ein mit einer dickeren Platinschicht überzogenes Glas benutzt, und auf dem Metall dieser Stücke im Vacuum durch die Entladung des Inductoriums eine conische Schicht von Platin oder einem anderen Metall niedergeschlagen, so zeigte diese conische Schicht im reflectirten Licht zwischen Nicols das schwarze Kreuz in gewohnter Weise. Liess man indessen das polarisirte Licht von der Glasseite, sodass es durch diese hin und zurück lief, an der nicht durch Inductionsentladung niedergeschlagenen Metallfläche reflectiren, so zeigte sich keine Spur des schwarzen Kreuzes, zum Beweise, dass das Glas nicht doppelbrechend, also auch nicht gespannt sei.

Sodann kann man folgende Ueberlegung machen.

Denkt man sich auf einer Glasfläche eine ganze Menge dicht aneinander liegender Leimtropfen, so würde jeder derselben beim Eintrocknen doppelbrechend und würde für sich ein kleines schwarzes Kreuz zeigen, ein grosses, das ganze Gesichtsfeld durchziehendes schwarzes Kreuz, dessen Schnittpunkt an einer ganz bestimmten Stelle liegt, kann hierbei nicht erhalten werden. Verhielte sich die Metallschicht wie eine gespannte Leimschicht, wäre sie durch Spannung doppelbrechend, so könnte man den Fall der aufgespritzten Leimtröpfchen damit nachahmen, dass man das Metall nicht in cohärenter Schicht, sondern in lauter kleinen Fleckchen niederschlägt. Ich habe das in der Weise erreicht, dass ich die Glasplatte, auf welcher das Metall sich ablagern sollte, vorher mit sehr feinem Sand bestreute. Nachdem die Platte aus dem Apparat genommen war, wurde der Sand ausge-

schüttet, das Metall sass dann auf der Platte in lauter kleinen Fleckchen.

Zwischen Nicols betrachtet, zeigte sie nichtsdestoweniger sehr schön das schwarze Kreuz, und lag der Schnittpunkt desselben wie immer genau im Fusspunkt der Kathode.

Wäre elastische Spannung die Ursache der Doppelbrechung, so müsste es auch wohl möglich sein, Doppelbrechung in Metallschichten zu erzeugen, indem man in denselben auf irgend andere Weise Spannungen hervorruft. Am leichtesten wird dies in anderen isotropen Körpern erreicht durch ungleiches Erwärmen. Setzt man auf eine Glasplatte, selbst auf eine sehr dünne, einen heissen Draht mit der Spitze auf, so sieht man zwischen Nicol'schen Prismen bei durchgehendem Lichte sofort das schwarze Kreuz mit dem Schnittpunkt an der Berührungsstelle des Drahtes. Nimmt man statt der Glasplatte ein in einem Rahmen aufgespanntes Goldblättchen, so erhält man bei Berührung mit dem heissen Draht weder im durchgehenden, noch im reflectirten Lichte das Interferenzbild. Man erhält letzteres ebensowenig, wenn man bei einem platinirten oder versilberten Glase einen heissen Draht auf die Metallschicht setzt und das vom Metall reflectirte Licht zwischen Nicols betrachtet. Auch bei einer im Vacuum durch electriche Entladung niedergeschlagenen Platinschicht, die das schwarze Kreuz bei der Reflexion sehr schön zeigte, konnte durch Aufsetzen eines heissen Drahtes an irgend einer Stelle das Kreuz im reflectirten Licht nicht in erkennbarer Weise verändert werden. Ebensowenig zeigte sich eine Doppelbrechung bei der Reflexion, als ein mit Metall belegtes Stück Glas gezogen oder gepresst wurde.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Spannungen, welche man durch ungleiches Erwärmen oder durch mechanischen Zug in den benutzten dünnen Metallschichten erzeugen kann, eine nachweisbare Doppelbrechung, die bei der Reflexion zu erkennen wäre, nicht hervorzurufen im Stande sind.

4. Nach den vorstehenden Versuchen scheint es unwahrscheinlich, dass ein Zustand elastischer Spannung, vergleichbar dem in eingetrockneten Leimstücken oder gekühlten

Gläsern, die Doppelbrechung der Metallschichten bedingt. Es bleibt mithin, soviel ich sehe, nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass die Metalltheilchen durch irgend eine Ursache sich auf der Glasplatte krystallinisch anordnen. Man könnte zunächst vermuthen, dass diese krystallinische Anordnung in der Weise zu Stande kommt, dass kleine Krystallindividuen, die sich aus dem von der Kathode ausgesandten Metall bilden, sich in einer bestimmten Richtung radial anordnen, wie ja oft aus einer Lösung doppelbrechender Krystalle eine radial angeordnete flache Druse sich ausscheidet. Eine solche flache Druse kann dann auch im Polarisationsapparat bei parallelem Lichte ein schwarzes Kreuz zeigen, dessen Schnittpunkt im Mittelpunkt der Druse liegt. In diesem Falle müssen aber die kleinen Krystallindividuen an und für sich doppelbrechend sein. Von den oben genannten Metallen, mit denen Spiegel hergestellt wurden, sind nun aber Silber, Gold und Kupfer für gewöhnlich regulär. Mithin fällt auch diese Annahme fort, man müsste denn annehmen, dass auch die genannten Metalle in verschiedenen Krystallsystemen krystallisiren können. Lässt man diese, soviel ich weiss, bisher unerwiesene Annahme fallen, so muss irgend eine besondere Einwirkung in unserem Falle die Anordnung der Theilchen so modificiren, dass die Schicht doppelbrechend wird. Die einzige Kraft, die für diesen Zweck in Betracht kommen kann, scheint mir die electricische Wirkung zwischen der Kathode und den weggeschleuderten Theilchen zu sein. Da die Entladungen in dem Apparate discontinuirlich sind, so ist jedenfalls anzunehmen, dass jedes fortgeschleuderte Molecül mit Electricität geladen ist. Ist die Anordnung der Electricität auf dem Molecül infolge der Gestalt desselben oder aus irgend einem anderen Grunde nicht eine allseitig gleiche, so wird durch die Electricität der Kathode jedes Molecül während seiner Bewegung gerichtet werden, und alle Molecüle werden auf der Glasplatte in einer bestimmten Weise orientirt sich absetzen. Die Orientirung wird von der Form der Electrode und der Lage der Platte zu derselben abhängen müssen. Ist die Kathode ein einfacher Draht, und befindet sich vertical unter

derselben die Glasplatte, so muss die Orientirung vom Mittelpunkt der Kathode auf allen Radien die gleiche sein, sodass die beschriebene Art der Doppelbrechung auftritt.

Ich betrachte die hier ausgesprochene Anschauung über die Entstehung der Doppelbrechung der Schichten als eine hypothetische; sichere Beweise vermag ich für dieselbe nicht zu geben. Nicht im Widerspruch mit derselben scheinen mir die mannigfachen Modificationen des Versuches zu sein, die erhalten wurden, als die Form der Electroden oder die Lage der Platte zur Kathode geändert wurde. Es ergab sich immer, dass die Doppelbrechung an jeder Stelle in bestimmter Weise zur Kathode orientirt war.

Bei gleichzeitiger Benutzung zweier etwa 7—8 mm voneinander abstehender vertical abwärts gerichteter Electroden wurde eine Metallschicht erhalten, die zwei schwarze Kreuze zwischen Nicol'schen Prismen zeigte; der Mittelpunkt der Kreuze lag in den Fusspunkten der beiden Kathoden, und die Aeste jedes Kreuzes, wie immer, in den Richtungen der Polarisationsebenen des Polarisators und Analyseurs.

Ist das Metall der Kathode leicht oxydirbar, wie Eisen oder Kupfer, und ist aus dem Versuchsapparat nicht aller Sauerstoff entfernt, so oxydiren sich die von der Kathode ausgehenden Theilchen sofort, und man erhält dann nicht einen metallischen Spiegel, sondern eine Oxydschicht; dieselbe zeigt meist sehr schöne concentrische Interferenzfarberringe, ähnlich den Nobili'schen Ringen. Diese Oxydschichten zeigen indessen im Polarisationsapparat, soweit meine Erfahrung geht, keine Doppelbrechung. Nimmt man einen guten, nicht oxydirten Spiegel von Eisen oder Kupfer, der die Doppelbrechung zeigt, und erhitzt die Platte in der Luft, sodass die Metallschicht sich in Oxyd verwandelt, so ist, sobald die Oxydation vollständig geworden, auch jede Spur von Doppelbrechung verschwunden. Solange unter der oberflächlich oxydirten Schicht sich noch eine dünne Metallschicht befindet, zeigt diese immer noch Doppelbrechung. — Nimmt man dagegen eine mit einer conischen, doppelbrechenden Platinschicht belegte Glasplatte, so mag man erhitzen, solange und so stark man will, es tritt hernach beim Abkühlen

die Doppelbrechung wieder genau in der gleichen Weise, wie vor dem Erhitzen hervor.

Der Zweck nachstehender Mittheilung war hauptsächlich, darauf hinzuweisen, dass die durch Zerstäuben der Kathode erhaltenen Metallspiegel Erscheinungen der Doppelbrechung zeigen; eine definitive Erscheinung darüber, ob diese Doppelbrechung durch Spannung der Schicht oder durch krystallinische Anordnung der Theilchen, mag diese nun lediglich durch die Molecularkräfte oder unter Mitwirkung electricischer Kräfte zu Stande kommen, werden erst weitere Versuche liefern können. Ich habe nur versucht, die mir möglich scheinenden verschiedenen Erklärungen der Erscheinung zusammenzustellen und anzugeben, was gegen jede der Erklärungen einzuwenden ist. Für die weitere Erkenntniss ist es jedenfalls zunächst nöthig, den Betrag der Doppelbrechung in verschiedenen Fällen zu bestimmen und zu ermitteln, ob alle Metalle den gleichen Sinn der Doppelbrechung zeigen, d. h. ob bei allen die Componente der Schwingung parallel oder senkrecht zum Radius gegen die andere beschleunigt wird, oder ob die verschiedenen Metalle sich in dieser Beziehung verschieden verhalten. Bezüglich der Stärke der Doppelbrechung lässt sich schon auf Grund obiger Versuche, ohne Messungen, vermuthen, dass dieselbe eine sehr erhebliche ist. Wie schon angegeben, zeigen noch ausserordentlich dünne Schichten das schwarze Kreuz sehr deutlich.

Auf Grundlage einiger Messungen der Dicke durch Wägung möglichst wenig conischer, ziemlich dicker, aber noch durchsichtiger Spiegel glaube ich nicht zu viel zu sagen, wenn ich angebe, dass noch Spiegel, deren Dicke in der Mitte weniger als 0,00001 mm beträgt, deutliche Doppelbrechung zeigen. Nimmt man an, dass bei einem Spiegel dieser Dicke der Gangunterschied nur  $\frac{1}{100}$  Wellenlänge beträgt, so ergibt sich daraus schon eine Differenz der beiden Brechungsexponenten für die *D*-Linie grösser als 0,5. In Wirklichkeit wird die Differenz der Brechungsindices wohl noch grösser sein, und wird es dann verständlich, dass auch bei der Reflexion des Lichtes von den Schichten die Doppelbrechung deutlich zu Tage tritt.

Endlich möge auch noch erwähnt werden, dass ich mehrfach auf durchsichtigen und undurchsichtigen Metallflächen electrolytisch conische Schichten niedergeschlagen habe, indem eine drahtförmige Electrode über der Metallplatte sich befand. Die auf electrolytischem Wege erhaltenen Metallschichten zeigten die oben besprochene regelmässige Doppelbrechung nicht.

---

Nachdem das Vorstehende bereits geschrieben war, habe ich an einigen Silberspiegeln, die von Hrn. Dessau in meinem Laboratorium zur optischen Untersuchung hergestellt wurden, eine weitere auffallende Beobachtung gemacht. Die durch Zerstäuben der Kathode erzeugten Silberschichten sind im durchfallenden Lichte entweder blau mit einem schwachen Stich ins Violette oder röthlichviolett, in dickeren Schichten bläulichviolett. Inwieweit die Stärke der electrischen Entladungen und die durch sie bedingte Temperatur der Kathode oder das noch im Apparat vorhandene Gas die verschiedene Färbung bedingen, konnte bisher nicht ermittelt werden.

Die blau durchsichtigen Spiegel zeigten nun, als ich sie mit der dichroiskopischen Lupe untersuchte, einen sehr starken Dichroismus. An den dünnen Rändern ist das Bild der Lupe, dessen Polarisationssebene mit dem Radius der conischen Metallschicht zusammenfällt, ganz hellblau, das andere roth mit schwachem Stich ins Violette. An den dickeren, dem Centrum näheren Stellen geht dies Roth allmählich in ein dunkles Blauviolett über; das andere Bild bleibt stets erheblich heller.

Die röthlichviolett durchsichtigen Silberspiegel zeigen geringeren Dichroismus, bei einzelnen Spiegeln ist derselbe nur mit Mühe noch wahrzunehmen. Bei Platin, Palladium und Eisen konnte ich keinen Dichroismus beobachten.

Phys. Inst. der Univ. Strassburg, Nov. 1885.

---