

## V. Bemerkungen zu den Lenard-Röntgen'schen Entdeckungen.

Auszug aus einem Experimentalvortrage in der naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
Isis zu Dresden, gehalten am 19. März 1896

von Prof. Dr. A. Toepler.

---

Als sich zu Ende des Vorjahres von Würzburg aus die Nachricht verbreitete von der Entdeckung einer neuen Strahlenart durch den verdienstvollen Physiker Prof. Röntgen, da bedurfte es nur weniger Wochen, um das Interesse der ganzen gebildeten Welt auf diese Strahlen hinzulenken. Wenn auch das von ihnen verursachte Aufsehen gewiss zum Theil auf Rechnung der Sensationsartikel der modernen Tagespresse zu schreiben ist, welche den Gegenstand noch vor seiner näheren wissenschaftlichen Präcisirung mit einer Breite und Beharrlichkeit diskutierte, über die Röntgen selbst sich abwehrend geäußert hat, so ist doch an der hohen wissenschaftlichen Bedeutung der neuen Thatsachen nicht zu zweifeln. Röntgen's Beobachtungen haben zusammen mit gewissen Voruntersuchungen von Philipp Lenard der experimentellen Forschung ein neues Gebiet eröffnet.

Zur Sache übergehend erläuterte der Vortragende zunächst an einer Reihe von Präparaten, welche dem intensiven Funkenlichte des Entladungsstromes einer zwanzigplattigen, mit Condensatoren armirten Influenzmaschine ausgesetzt wurden, das Wesen der sogenannten Fluorescenzerscheinungen, deren Kenntniss für das Studium der in Rede stehenden Strahlenart nöthig ist. Gewöhnliches weisses Glas fluorescirte im Lichte des Funkenstromes nicht oder sehr schwach, ebenso wenig wie im Sonnenlichte.

Hierauf wurde die allmähliche Entwicklung der Lichterscheinungen gezeigt, welche der hochgespannte Influenzmaschinenstrom in dem mehr und mehr mittels der Quecksilberluftpumpe verdünnten Luftraume einer Geissler-Hittorf'schen Röhre hervorruft. Eine solche Röhre, an einem Ende mit einer scheibenförmigen Kathode aus Aluminium versehen, während die ebenso beschaffene Anode in einem rechtwinkelig jenseits der Mitte angeschmolzenen Seitenrohre sich befand, zeigte bei mässiger Verdünnung den Stromverlauf als rechtwinkelig geknickte, diffuse Lichtsäule. Bei stärkerer Verdünnung trat ein dunkler Trennungsraum in der Nähe der Kathode auf, welche mit zwei hellen Schichten des sog. Kathodenlichtes bedeckt

blieb, während nach der Anode hin vielfach geschichtetes Anodenlicht entstand. Letzteres zog sich bei fortgesetzter Verdünnung mehr und mehr nach der Anode zusammen, während der Dunkelraum mit dem Kathodenlicht sich ausdehnte. Endlich sah man dieses letztere als gerades, schmales, axiales Bündel, das Bündel der sog. Kathodenstrahlen, am Anodenrohr vorbeischiessen, um, auf das jenseitige Ende des Hauptrohres auftreffend, dieses in ein ziemlich intensives, der Fluorescenz ähnliches Leuchten zu versetzen, welches zuerst von Hittorf beschrieben wurde. Ob dieses Leuchten mit gewöhnlicher Fluorescenz in jeder Hinsicht identificirt werden darf, kann wegen der auftretenden Nebenerscheinungen noch nicht sicher entschieden werden. Der Vortragende zeigte mittels bekannter Experimente, dass sowohl das Anodenlicht als auch die Kathodenstrahlen vom Magnet beeinflusst werden; letztere werden durch ihn von der geradlinigen Bahn abgelenkt, so dass der Leuchtfleck vom Ende des Glasrohres an die Seitenwand gedrängt werden kann.

Zu den Nebenerscheinungen gehört nun auch die Thatsache, dass die von den Kathodenstrahlen getroffene Stelle der Glaswand jene von Röntgen aufgefundenen unsichtbaren X-Strahlen in den äusseren Luftraum entsendet, Strahlen, die ebenso bemerkenswerth sind durch die Seltsamkeit ihrer physikalischen Eigenschaften wie ihrer Anwendungen.

Die merkwürdigste Eigenschaft dieser Röntgen-Strahlen ist bekanntlich die Fähigkeit, für gewöhnliches Licht undurchsichtige Körper zu durchdringen und zwar in fast gerader Richtung, ohne merkliche Brechung. Auch der Magnet veranlasst an ihnen nach den bisherigen Beobachtungen keine bemerkbare Ablenkung. Der Grad der Durchlässigkeit eines Körpers für die X-Strahlen hängt, wie Röntgen gezeigt hat, auffallenderweise hauptsächlich vom specifischen Gewichte desselben ab. Dichtere Körper sind bei gleich dicker Schicht die weniger durchlässigen, am undurchlässigsten sind die schweren Metalle.

Im Vortrage wurde dies zunächst durch ein photographisches Experiment gezeigt. Unter den activen Strahlungspol einer ganz in schwarzen Carton gehüllten Hittorf-Röhre der vorher beschriebenen Art wurde ein verschlossenes Reisszeug gelegt, unter welchem sich in Pappverschluss die lichtempfindliche Platte befand. Nach genügender Expositionszeit liess sich auf der letzteren durch die gewöhnliche photochemische Behandlung in der Dunkelkammer ein deutliches negatives Schattenbild der metallenen Reisszeugbestandtheile hervorrufen; letztere waren also vorzugsweise undurchlässig.

Während der Ausführung dieses photographischen Experimentes hob der Vortragende in kurzen Zügen die Hauptmomente aus der Vorgeschichte der Röntgen'schen Entdeckung hervor. Von den complicirten Erscheinungen im Innern des Vacuumrohres mussten die sogenannten Kathodenstrahlen die Physiker am meisten interessieren, da jene Strahlen in ihrer räumlichen Entwicklung anscheinend ganz unabhängig sind von der Anordnung und Beschaffenheit des Anodenlichtes. Thatsächlich hat sich eine ganze Anzahl verdienstvoller Gelehrter mit der näheren Erforschung der Kathodenstrahlen beschäftigt, so nach Hittorf die Engländer Stokes und Crookes, ganz besonders aber Eilh. Wiedemann und Goldstein. Es sind auch zahlreiche Thatsachen und Beziehungen jener räthselhaften Erscheinung aufgedeckt worden, die aber noch nicht zu abschliessenden Vorstellungen über das Wesen derselben geführt haben. Ebensowenig erscheinen alle Zweifel beseitigt über die nähere Ursache der Glaswandfluorescenz gegenüber der

Kathode. Diese Stelle giebt nämlich hochgespannte positive Elektrizität ab, während man nach dem Auftreffen der Kathodenstrahlen negative erwarten sollte. Neuere Studien über den Durchgang der Elektrizität durch Gase von O. Lehmann dürften vielleicht zum Verständniss dieser Thatsache beitragen.

Eine neue Richtung wurde den Untersuchungen durch die Entdeckung von Ph. Lenard (1893 und 1894) gegeben, dass Kathodenstrahlen auch ausserhalb des Entladungsrohres zu eigenthümlichen, vom gewöhnlichen Lichte verschiedenen Strahlungserscheinungen Anlass geben können. Nachdem schon Hertz 1892 gezeigt hatte, dass ein im Innern des Entladungsrohres befindliches, von den Kathodenstrahlen getroffenes Aluminiumblatt auf der Hinterseite diffuse, fluorescenzzerregende Strahlen aussendet, brachte Lenard in der Wand seines Erzeugungsrohres (einer zweckmässig modificirten Hittorf-Röhre) der Kathode gegenüber eine mit dünnem Aluminiumblatt überzogene Oeffnung, das sogenannte Aluminiumfenster, an. Letzteres sandte nun auch in den äusseren Luftraum Strahlen, die durch Fluorescenzschirme sichtbar gemacht werden konnten, aber nur bis auf kleine, bei verschiedenen Gasen verschiedene Distanzen. In dem Beobachtungsraume (einer an das Erzeugungsrohr angesetzten Kammer) enthaltene, chemisch verschiedene Gase zeigten sich verschieden durchlässig und zwar Wasserstoff am meisten. Dichtere Gase waren weniger durchlässig und zwar in der Reihenfolge ihrer Dichte. Hinsichtlich der Beziehung zwischen der Durchlässigkeit und dem specifischen Gewichte der durchstrahlten Materie gliedern sich also die Röntgen-Strahlen gewissermassen den Lenard-Strahlen an, wengleich erstere von Gasen nicht merklich absorbirt zu werden scheinen. Lenard hat ebenso wie Röntgen als Elektrizitätsquelle das Ruhmkorff-Inductorium benutzt.

Als nun Lenard in der Beobachtungskammer die Gase mehr und mehr verdünnte, so nahm die Durchlässigkeit zu. Endlich trat so gut wie völlige Durchstrahlung ein, als das äusserste, selbst den elektrischen Strom nicht mehr durchlassende Vacuum erreicht war. Die Lenard-Strahlen sind daher als eine Energiefortpflanzung im Lichtäther aufzufassen, was naturgemäss auch von den Röntgen-Strahlen anzunehmen ist. Röntgen hält seine Strahlen bekanntlich für longitudinale Aetherwellen.

Ein thatsächlicher Unterschied zwischen den beiden Strahlenarten von Röntgen und Lenard scheint durch ihr Verhalten zu magnetischen Kräften gegeben zu sein. Die letzteren (Lenard'schen) Strahlen zeigten sich magnetisch ablenkbar. Lenard betrachtete dieselben daher als durch das Aluminiumfenster ausgetretene Kathodenstrahlen. Jedenfalls bildeten sie ein Gemisch verschiedener Strahlen, denn der Magnet zerlegte sie sozusagen in ein magnetisches Spektrum. Uebrigens erwies sich die magnetische Ablenkbarkeit als von der Gasdichte und Gasnatur im Beobachtungsraume unabhängig; der ponderable Stoff hatte also auf die Strahlenrichtung keinen merklichen Einfluss, was mit der geringen Brechbarkeit bei den Röntgen-Strahlen in Analogie steht.

Lenard hat alsdann in umgekehrter Weise bei ungeänderter Beschaffenheit des Beobachtungsraumes die Luftverdünnung im Erzeugungsrohre nach und nach gesteigert und dabei beobachtet, dass hinter dem Aluminiumfenster successive Strahlen auftreten, die immer weniger und weniger magnetisch ablenkbar und auch in Gasen weniger absorbirbar sind. Dieses bemerkenswerthe Resultat liess also die Möglichkeit zu, dass

unter geeigneten Versuchsbedingungen im Beobachtungsraume Strahlen erzielt werden können, welche weder in Luft merklich absorbierbar noch magnetisch ablenkbar sind. Grade diese Strahlen hat Röntgen augenscheinlich gefunden. Vielleicht war die von den Kathodenstrahlen getroffene Glaswand hierzu geeigneter, als das Aluminiumfenster. Indessen hat Röntgen seine Strahlen auch hinter einer Aluminiumwand erhalten.

Nach Ansicht des Vortragenden ist es nicht ausgeschlossen, dass unter den Bestandtheilen der Kathodenstrahlen im Innern des Entladungsrohres sowohl Röntgen- als Lenard-Strahlen bereits enthalten sind, wenigstens hat Goldstein 1886 gezeigt, dass ein Theil der Kathodenstrahlen magnetisch nicht ablenkbar ist. Auch hat er photographische Wirkungen der Kathodenstrahlen im Rohrrinnern nachgewiesen.

Nach diesen Darlegungen ging der Vortragende dazu über, an einer Reihe mittels der elektrischen Lampe projectirter, hauptsächlich im physikalischen Institut der technischen Hochschule unter Anwendung einer sechzigplattigen Influenzmaschine entstandener Photographien die Wirkungsweise der Röntgen-Strahlen noch weiter zu demonstrieren.

Der scharfbegrenzte, geradlinige Rand einer für Röntgen-Strahlen undurchlässigen Metallplatte war vor ein prismatisch wirkendes Glasgefäß mit Wasser- oder Benzolfüllung gestellt worden. Das photographische Bild der Metallkante erschien in der Flüssigkeit als genaue Fortsetzung des Bildes in der darüber befindlichen Luft. Merklliche Brechung war also nicht nachweisbar.

Ferner wurden Knochenphotographien der menschlichen Hand, des Handgelenkes, eines Vogels, einer Schlange und einer Maus gezeigt, von denen einige sich durch grosse Schärfe auszeichneten. Letztere wurde durch Anwendung enger Hittorf-Rohre bei grösserem Abstände des Objects vom Strahlungspole erzielt. Die Expositionsdauer hatte in keinem Falle 11,5 Minuten überstiegen. Befanden sich in der stets verschlossenen photographischen Doppelkassette zwei empfindliche Platten, so erhielt man, weil die Strahlung die Mittelwand durchsetzte, stets zwei Bilder zugleich, das vordere schärfer, das hintere schwächer und verwaschen.

Die Strahlungsintensität der activen Glaswand der Hittorf-Röhre nimmt bei dauernder Wirksamkeit des Influenzmaschinenstromes, wie auch kräftiger Inductionsströme, sehr rasch ab. Hierüber waren vom Assistenten Dr. M. Toepler mit der 60plattigen Maschine genauere Beobachtungen angestellt worden. Eine mit dünner, durchlässiger Zinnfolie bedeckte Oeffnung in einer dicken, undurchlässigen Bleiplatte wurde, dem Strahlungspol gegenüber, vor einer fest aufgestellten, in Pappverschluss befindlichen photographischen Glasplatte von 5 zu 5 Secunden rasch verschoben. Die Reihe der nebeneinander entstandenen Bilder zeigte schon beim dritten, d. h. nach 15 Secunden, eine rapide Abnahme der Bestrahlung. Der Entladungsstrom der benutzten sehr kräftigen Maschine lieferte daher auch schon in 10 Secunden eine wohlunterscheidbare Knochenphotographie der Hand. Bei längeren Expositionen wurde stets nur mit Unterbrechungen bestrahlt, auf je 10 Secunden Exposition eine Pause von je 20 Secunden gerechnet. Dies war schon deshalb nöthig, weil sonst gar bald die Gefahr des Glasdurchschmelzens im activen Fleck eintrat. Längere Zeit (auch mit Unterbrechung) benutzte Rohre zeigten übrigens an der Innenwand meistens die bekannten orthogonalen Zerreißungscurven, ein Beweis, dass durch die Kathodenstrahlung der benutzten Maschine

die innere Glasfläche schon in weniger als einer halben Minute erweichte\*).

Man hat das Photographiren mit Röntgen-Strahlen als „Photographie des Unsichtbaren“ bezeichnet. Der Vortragende macht darauf aufmerksam, dass diese Bezeichnung im Hinblick auf ältere Errungenschaften der Physik nicht gerechtfertigt sein würde. Als Beispiel führt er die schon vor dreissig Jahren von ihm mit dem sogenannten Schlierenapparat ermöglichte Sichtbarmachung unsichtbarer Vorgänge in durchsichtigen Medien, z. B. Schallwellen in Luft u. s. w., an, eine Methode, die auch später in glänzender Weise bei den bekannten Untersuchungen der Professoren Mach und Salcher photographisch verwerthet wurde. Ferner erinnert der Vortragende daran, dass es ihm im Verein mit Professor Boltzmann gelungen ist, durch Anwendung der Lichtinterferenz die tönenden Luftschwingungen in Orgelpfeifen sichtbar zu machen, und dass sich später Dr. Raps am physikalischen Institut in Berlin einer ähnlichen Methode bediente, um bei Pfeifen oder bei in freier Luft gesungenen Tönen die Schwingungen zu photographiren. Der Vollständigkeit halber wurde eine Auswahl solcher Tonphotographien nach Raps mit dem Projectionsapparate gezeigt. Die überaus mannigfaltigen, der jeweiligen Klangfarbe entsprechenden periodischen Curvensysteme hatten zum Theil einen sozusagen ornamentalen Charakter, der auch dem Auge einen wohlthuenden Eindruck machte.

Zum Schlusse zeigte der Vortragende in einem verfinsterten Experimentirsaale, woselbst die sechzigplattige Influenzmaschine aufgestellt war, die intensiven Fluorescenzwirkungen der Röntgen-Strahlung auf Baryum- oder Calciumplatincyranür. Aus letztgenanntem Präparate hatte der Vortragende einen sehr wirksamen und zu Versuchen besonders geeigneten Schirm dadurch hergestellt, dass ein ganz enger Trog aus einer Ebonitplatte mit gegenüberstehender Glasplatte gebildet wurde. Dieser verschliessbare Trog von nur 1,5 mm Weite (bei 50 bis 60 qcm Seitenfläche) war mit Bruchstücken der prismatischen Krystalle des oben erwähnten Calciumpräparates gefüllt. Die durch die Ebonitplatte eindringenden Röntgen-Strahlen werden im Innern der Krystallfüllung in durch die Glasplatte sichtbares Fluorescenzlicht verwandelt.

Ein zwischen diesen Schirm und das wiederum in schwarzen Carton gehüllte Hittorf-Rohr eingeschaltetes, nahe 1400 Seiten starkes Lexikon in Einband erwies sich als so durchlässig, dass das Leuchten des Schirmes in grosse Ferne gesehen werden konnte. Eine fingerdicke Glasplatte schwächte wegen ihres grösseren specifischen Gewichtes das Leuchten erheblicher; Glas- und Aluminiumplatten verhielten sich ungefähr gleich, dickeres Messingblech brachte die Strahlen zum Verschwinden. Alsdann wurden auf demselben Cyanürschirme die Schattenbilder von Münzen, Schlüsseln, Ringen etc., welche in einfachen oder doppelten Futteralen aus Leder, Papier, Holz oder Aluminium verschlossen waren, direkt sichtbar gemacht. In einem hölzernen Farbkasten konnten die metallhaltigen Farbtafeln, Zinnober, Chromgelb, Berlinerblau u. s. w. von den metallfreien

---

\*) Bei den oben beschriebenen Experimenten haben sich die vom Vortragenden construirten und in der O. Leuner'schen Werkstätte gefertigten vielplattigen Influenzmaschinen ebenso bewährt wie bei den der Gesellschaft i. J. 1894 vorgeführten Tesla-Versuchen.

Stücken, z. B. wie Karmin und Gummigutt bei geschlossenem Deckel unterschieden werden. Die ersteren Farbtafeln gaben Schattenbilder, die letzteren nicht. Auf demselben Schirme zeigte sich auch das Knochengerüst der vor der Ebonitplatte eingeschalteten Hand.

Röntgen bediente sich zu solchen Versuchen, wie aus der Originalschrift hervorgeht, eines mit Baryumplatincyänür bestrichenen Papierschirmes. Später hat ein Ausländer einen derartigen Schirm zum Schutze gegen störendes Seitenlicht mit einer schwarzen Pappröhre umgeben und das Ganze Kryptoskop genannt. Es ist bezeichnend, dass diese Vorrichtung in einigen Zeitungen als bemerkenswerthe neue Erfindung besprochen worden ist.

Den Schluss der Demonstrationen bildete ein überraschendes, schon von Lenard mit seinen Strahlen angestelltes Experiment, bei welchem ein geladenes Elektroskop, sei es positiv oder negativ, durch die Fernwirkung des verhüllten Strahlungspoles der Hittorf-Röhre im Abstände von mehreren Metern in kurzer Zeit entladen wurde. Also auch in dieser Erscheinung zeigen die Lenard- und Röntgen-Strahlen Uebereinstimmung. Die vom Strahlungspole ausgehende elektrostatische Kraft lässt sich, wie der Vortragende noch zeigte, leicht mit einem zweiflügeligen Radiometer demonstrieren, dessen Platinflügel sich wie eine Magnetnadel in die Richtung zum Pol einstellen.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [1896](#)

Autor(en)/Author(s): Toepler August

Artikel/Article: [V. Bemerkungen zu den Lenard-Röntgen'schen Entdeckungen 1038-1043](#)