## Werk

**Label:** Rezension

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1896

**PURL:** https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0011|LOG_0753

## Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Wenn wir aber z. B. wissen, dass Glaubersalz eine purgirende Wirkung entfaltet, Chlornatrium dagegen nicht, so könnte man die Erklärung hierfür leicht darin finden, dass ersteres nur in geringem Maasse, letzteres dagegen mit grosser Leichtigkeit die Darmwand durchsetzt. Diese Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man weiss, dass verfüttertes Glaubersalz reichlich in den Fäces wiedergefunden wird, während das Kochsalz durch den Harn ausgeschieden wird (Gryns).

Es ist wohl denkbar, dass auch mancher dunkle Punkt aus der Lehre von der Secretion, z. B. der Niere, seine Aufklärung finden wird, wenn die Untersuchungen über die physiologische Permeabilität der in Betracht kommenden Membranen weiter gediehen sein werden. Zur Zeit sind die meisten nach dieser Richtung hin aufgestellten Hypothesen noch als unbegründete Vermuthungen zu bezeichnen. Dass jedoch die modernen Theorien der Diffusion auch in der Secretionslehre vielfach Aufklärung zu schaffen geeignet sind, lehrt z. B. die Untersuchung von Koeppe über die Salzsäurebildung im Magen (vergl. Rdsch. XI, 225), auf welche hier zum Schluss hingewiesen sein mag. Koeppe macht darauf aufmerksam, dass das Auftreten freier Salzsäure im Magen sich ohne Schwierigkeit erkläre, wenn man annimmt, dass einerseits das Kochsalz der Nahrung theilweise dissociirt sei und dass andererseits die Magenwand für freie Chlor-Ionen undurchlässig sei. Es diffundirt dann aus einer in den Magen mit der Nahrung eingeführten Kochsalzlösung nur das Na in die Gewebe, das freie Cl bleibt im Magen zurück und verbindet sich mit den aus dem Blut heraus diffundirenden H-Ionen zu HCl.

---

**André Broca:** Das Sonnenspectrum und was mit ihm zusammenzuhängen scheint. (Vortrag vor früheren Schülern der Ecole polytechnique, gehalten am 24. Juni 1896.) (Revue scientifique. 1896, Ser. 4, T. VI, p. 1.)

Im nachstehenden sollen dem an oben bezeichneter Stelle in extenso veröffentlichten Vortrage die theoretischen Betrachtungen entnommen werden, durch welche der Redner nicht allein den bekannten Zusammenhang der Hertzschen elektrischen Wellen mit den optischen Erscheinungen bespricht, sondern auch die neuesten Entdeckungen Röntgens, die X-Strahlen, in dieselbe Kette von Naturerscheinungen einzureihen versucht.

..... Das Sonnenspectrum hat in diesem Jahrhundert eine hohe Entwickelung erreicht. Als Newton die Existenz der Zerstreuung des Lichtes nachgewiesen hatte, glaubte alle Welt, nach dem Augenschein schliessen zu dürfen, dass die Vorgänge, welche unser Sehorgan vom Roth bis zum Violet beeinflussen, eine besondere, von allen anderen physikalischen Phänomenen scharf getrennte Klasse bilden. Als sodann Herschel 1800 entdeckte, dass ein Thermometer im Sonnenspectrum sich um so mehr erwärmt, in einer je weniger brechbaren Farbe es sich befindet, und dass die Wirkung sich noch weiter fortsetzt, wenn man das Ende des sichtbaren Spectrums überschritten hat, schien die Deutung dieser Thatsache sehr schwer. Die Physiker konnten sich nicht sofort an die Vorstellung gewöhnen, dass die strahlende Wärme und das Licht nur ein einziges Phänomen seien. Ebenso verhielt es sich mit den aktinischen Strahlen. Als Ritter und Wollaston 1801 zeigten, dass die von Scheele 1770 entdeckten chemischen Wirkungen sich über das Violet hinaus fortsetzen, wollten die Physiker nicht sofort ein und dieselbe Natur den aktinischen Strahlen, den Lichtstrahlen und der strahlenden Wärme zuerkennen. Die besten Geister glaubten an das Uebereinanderlagern von drei gesonderten Spectren. Lamé trug zwar diese Theorie in seiner Vorlesung an der polytechnischen Schule im Jahre 1836 vor, aber er fügte hinzu, dass die strahlende Wärme sich mit einer Geschwindigkeit von derselben Grössenordnung wie das Licht fortpflanzen müsse.

Cauchy hat, wie ich glaube, einen Moment den Wärmestrahlen longitudinale Schwingungen beigelegt, ähnlich denen des Schalls, während das Licht nach den Arbeiten von Fresnel von transversalen Schwingungen herrühre. Erst nachdem man die Fresnelsche Theorie direct an den infrarothen und ultravioletten Strahlen verificirt hatte, waren Alle überzeugt, trotz der entgegengesetzten Aussagen unserer Sinne, dass das sichtbare Spectrum in keiner Weise verschieden sei vom infrarothen und dem ultravioletten, dass es sich hier um Schwingungsenergie handele mit transversaler Schwingung und von verschiedener Wellenlänge, und dass diese auf die verschiedenen Empfänger verschieden wirke nach einer bestimmten Function ihrer Stärke pro Oberflächeneinheit und ihrer Wellenlänge. Wenn wir nun, statt uns von der Empfindung leiten zu lassen, die Gesetze dieser Energie aufzuklären suchen, wobei wir uns von physikalischen Thatsachen leiten lassen, werden wir in dem Studium des Spectrums eine der schönsten Verificationen eines fortschreitenden Entwickelungsgesetzes finden.

Das Studium des Spectrums des Wolkenlichtes mit Hülfe des Bolometers, welches die Strahlungsenergie durch Umwandlung in Wärme misst, zeigt, dass die grösste Energie dieses Lichtes im Gelb liegt. Für das directe Sonnenlicht liegt dieses Maximum im Infraroth. Unser Auge verwerthet nun bei all seinen Arbeiten nicht das Sonnenlicht, sondern das Licht der Wolken (zerstreutes Tageslicht) und die Untersuchungen von Langley haben gezeigt, dass das von unserem Auge für das Sehen am besten verwendete Licht gerade das des Energiemaximums des Wolkenlichtes ist. Unser Auge hat sich also möglichst gut an das Licht angepasst, das es verwenden muss.

Dies sind unsere Kenntnisse über das Spectrum, wie sie durch Wärmemessungen sich ergaben; aber auch hier müssen wir weiter gehen und uns von einem Einfluss unserer Sinne frei zu machen suchen. Wir

zeigten erst: das Spectrum ist Licht, und jetzt sind wir versucht, zu sagen: das Spectrum ist Wärme, weil das Sonnenlicht uns wärmt, weil Licht und Wärme nur zwei Modalitäten einer Erscheinung sind und weil die Wärmemessung uns dient, die Intensität jeder Strahlung zu bestimmen.

Diese zweite Vorstellung wäre ebenso falsch als die andere. Die Vorstellung der Wärme stammt nämlich ausschliesslich von der physiologischen Kenntniss des Temperaturunterschiedes, und diese kann nur durch den Begriff der Ausdehnung präcisirt werden. Wenn wir eine allgemeine Definition der Wärme haben wollen, so kommen wir zu folgender: die Wärme ist die Energieform, welche die Ausdehnung der Körper bei constantem Druck erzeugt.

Wenn wir uns nun der Theorie der Elasticität zuwenden, so sehen wir, dass die allgemeinste Bewegung der Molecüle eines Körpers sich in eine Summe von zwei Bewegungen zerlegen lässt, die eine, welche die Ausdehnung erzeugt, die andere, für welche die Ausdehnung Null ist. Dieser Lehrsatz ist schon alt, da man die Spur desselben in der Mechanik von Poisson findet. Wenn eine Störung der ersten Art sich wellenförmig fortpflanzt, ist die Verschiebung der Molecüle senkrecht zur Welle, d. h. longitudinal. Wenn eine Störung der zweiten Art sich in Wellen fortpflanzt, erfolgt die Verschiebung der Molecüle in der Ebene der Welle, d. h. transversal. Wir wissen nun, dass die Energie, welche die Erscheinungen des Spectrums hervorbringt, von transversalen Bewegungen herrührt. Es ist daher nicht gestattet, zu sagen, dass diese Energie in Form von Wärme existirt; sondern manche Körper sind im stande, diese Energie zu absorbiren, indem sie dieselbe in Wärme umwandeln.... Es giebt im Spectrum keine Wärme, kein Licht, keinen Actinismus, sondern Energie, welche sich durch transversale Störungen fortpflanzt, und welche äusserst verschiedene Wirkungen hervorbringen kann, je nach den Empfängern, welche sie erregt.

Wenn man an irgend einen Punkt des Sonnenspectrums einen mit Russ bedeckten Körper bringt, wird er sich erwärmen und wird uns mit dem empfindlichen Bolometer Strahlen erkennen lassen, deren Wellenlängen zwischen 0,4 und 2,7 $\mu$ liegen. Jenseits dieser Grenzen zeigt selbst das Langleysche Bolometer im Sonnenspectrum nichts, d. h. die Strahlungsenergie ist nicht mehr ausreichend, um dem Galvanometer eine deutliche Ablenkung zu geben. Aber andere empfindlichere Methoden gestatteten, in die brechbarere Region weiter zu dringen, als das Bolometer. Sie stützten sich auf die Anwendung photographischer Stoffe. Cornu kam bis zur Wellenlänge 0,185 $\mu$. Wenn die Wellenlängen zwischen 0,34 $\mu$ und 0,78 $\mu$ liegen, ist unsere Netzhaut im stande, die Strahlungsenergie in Nervenenergie zu verwandeln, welche durch den Sehnerven in unseren Hinterhauptswindungen die Lichtempfindung hervorruft. Endlich besitzen die violetten und ultravioletten Strahlen die Fähigkeit, Phosphorescenz zu erregen und elektrisch geladene Metalle zu entladen. Lenard und Wolf haben gezeigt, dass dies letztere Phänomen von einem Zerstäuben des Metalls unter der Wirkung der ultravioletten Strahlen herrührt. Dies sind die am Sonnenspectrum erzielten Resultate. Zwei Beobachter haben jedoch in den letzten Jahren zeigen können, dass, wenn das Spectrum nicht weiter sich erstreckt, dies von der Absorption der äussersten Strahlen durch die Atmosphäre herrühre. Langley hat nämlich im Spectrum irdischer Quellen das Vorhandensein von Strahlen bis zu 30 $\mu$ Wellenlänge gezeigt, und Schumann hat andererseits im Vacuum mit besonderen Platten ultraviolette Strahlen bis 0,1 $\mu$ photographiren können.

Haben wir Gründe zu glauben, dass diese Energieform, die sich durch transversale Schwingungen fortpflanzt und welche das Sonnenspectrum bildet, noch andere Erscheinungen beherrscht? Mit einem Wort, umfasst dieses Spectrum, von dem unser Auge uns $2^1/_2$ Octaven enthüllt hat, und von dem unsere Instrumente uns die continuirliche Ausbreitung über eine Länge von 8 Octaven gezeigt haben, noch fernere Theile mit viel schnelleren und viel langsameren Schwingungen? Diese Fragen sind an der Tagesordnung und durch Entdeckungen der letzten Zeit ganz actuell geworden. Ich will es versuchen, heute die Gründe zusammenzufassen, die man für den Glauben hat, dass die so aussergewöhnlichen Phänomene, die seit einigen Jahren im Gebiete der Elektricität entdeckt worden sind, ganz einfach von Strahlen herrühren, die denen des Spectrums analog sind. Ich werde versuchen, Sie durch Experimente zu Zeugen der glänzendsten unter ihnen und der staunenerregendsten zu machen. Aber bevor ich zu dem unterhaltenden Theile dieses Vortrages übergehe, muss ich noch einige etwas schwierige Punkte der Theorie vorführen, die Sie mir hoffentlich verzeihen werden, wenn Sie erfahren, dass es sich um die wesentlichen Punkte der Arbeiten von Maxwell und von Hertz handelt.

Indem Maxwell die Gesetze der Induction der Rechnung unterwarf, kam er zu dem Nachweise, dass die Differentialgleichungen der Fortpflanzung einer elektromagnetischen Störung von derselben Form sind, wie die Gleichungen der Fortpflanzung einer Erschütterung in einem elastischen Medium. Wenn man ferner die in einem geschlossenen Kreise erzeugte Induction betrachtet, sieht man, dass sie eine Bedingung verlangt, die für die allgemeinen Gleichungen die besondere, auf rein transversale Bewegungen bezügliche Form mit einbegreift. Maxwell machte sodann die Hypothese, dass diese Bedingung stets realisirt ist, d. h. dass auch die in offenen Kreisen erzeugten elektrischen Störungen hervorgebracht werden durch eine Erscheinung, die er elektrische Verschiebung genannt, und die im Dielektricum vor sich geht. Der Unterschied zwischen diesen Verschiebungsströmen und den Strömen in den Leitern ist der, dass sie nicht stetig sein können, da das Dielektricum der elektrischen Strömung einen Wider-

stand entgegensetzt, ähnlich der Elasticität. Dies ist nur eine Hypothese, welche nichts a priori rechtfertigt. Die elektrodynamischen Theorien von Helmholtz sind auch mit ihrer Leugnung verträglich.

Aber das Studium der so erhaltenen, reducirten Gleichungen bietet nichts desto weniger ein Interesse ersten Ranges. Wir sehen nämlich, dass das Quadrat der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der transversalen Bewegungen in dem Medium, welches die elektrischen Erscheinungen fortpflanzt, gleich ist dem Verhältniss der elektrostatischen zu den elektromagnetischen Einheiten. Eine grosse Zahl von Physikern haben dies Verhältniss gemessen, und die Quadratwurzel desselben stimmt in den vertrauenswürdigsten Fällen fast genau mit der von Cornu gemessenen Lichtgeschwindigkeit überein. Wir können also sagen: „Das Medium, dessen Deformationen die elektrischen Erscheinungen hervorbringen, ist sehr wahrscheinlich dasselbe, wie das, welches das Licht überträgt, da die Eigenschaften der beiden Medien bezüglich der transversalen Schwingungen identisch sind."

Das Studium des Lichtes hat uns nun gezeigt, dass das Medium, welches es fortpflanzt, wenigstens für das, was wir die Strahlung nennen, keine longitudinalen Wellen überträgt. Untersuchen wir, ob der Versuch uns nicht zu dem Glauben berechtigt, dass in den Fällen, in denen wir elektrische Schwingungen erzeugen können, diese sich durch rein transversale Wellen fortpflanzen, was uns zu der Annahme führen würde, dass auch die elektrischen Wellen mit demselben Rechte dem Spectrum eingeordnet werden müssen, wie das Infraroth oder das Ultraviolet.

Wir werden zu diesem Resultate geführt durch die Discussion der Versuche von Hertz und seiner Nachfolger; aber wir wollen in dieser Auseinandersetzung nicht genau der historischen Entwickelung folgen, denn in dieser Frage, wie in jeder anderen, sind die wirklich richtigen Vorstellungen nur nach langem Herumsuchen ans Licht gekommen.

Die elektrischen Schwingungen, deren Eigenschaften man seit Hertz studirt, werden stets durch eine schwingende und gedämpfte Entladung eines Condensators erzeugt, der periodisch wieder geladen wird durch eine Inductionsspirale oder eine statische Maschine. Die Theorie der Induction gestattete, die Existenz dieser schwingenden Entladungen vorauszusehen, welche die Versuche von Feddersen bestätigt haben, und ihre Periode durch die bekannte Thomsonsche Formel zu berechnen. Man musste nun sehen, ob die Resultate der Theorie sich numerisch durch den Versuch verificirten.

Blondlot gelang es, durch eine von jeder Rechnung unabhängige Methode und ohne eine andere Hypothese, als die der schwingenden Entladung der Condensatoren, zu zeigen, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer elektrischen Welle längs leitender Drähte genau gleich ist der Geschwindigkeit, die aus dem Verhältniss der Einheiten für die transversalen Störungen nach den reducirten Gleichungen Maxwells abgeleitet ist. Unanfechtbare Versuche von Sarazin und de la Rive zeigten die absolute Gleichheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der freien Luft und längs der Leitungsdrähte.

Deuten wir nun dieses erste Resultat. Es zeigt, dass die von den oscillatorischen Entladungen veranlassten Störungen sich mit derselben Geschwindigkeit fortpflanzen, wie die transversalen Wellen in dem Medium, welches die elektrischen Wirkungen überträgt. Wenn also die Störung keine rein transversale ist, so müssen, damit die Versuche ihre Exactheit behalten, die transversalen und die longitudinalen Schwingungen in diesem Medium dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben. Führen wir diese Hypothese in die Gleichungen der Elasticitätstheorie ein, so sehen wir, dass die durch eine Deformation des Mediums hervorgebrachte Energie unabhängig ist von der Ausdehnung, d. h. von der longitudinalen Bewegung. Dies kann man unmöglich annehmen; wir sind daher gezwungen, zu sagen, dass die von den schwingenden Entladungen der Condensatoren erzeugten Deformationen im wesentlichen transversal sind und ihren Sitz im Lichtäther haben. Sie bilden also eine Verlängerung des Sonnenspectrums.

Sie wissen, dass diese Wellen reflectirt und gebrochen werden, wie die Lichtwellen, dass sie die Körper erwärmen, welche sie absorbiren können, was verschiedenen Forschern es ermöglichte, sie mit dem Bolometer zu untersuchen, wie die Lichtwellen. Aber das üblichste Untersuchungsverfahren besteht in der Resonanz eines secundären Kreises, welcher in einem Mikrometer mit seiner Stellung veränderliche Funken giebt. Ein solcher Kreis ist nicht, wie das Auge, ein indifferenter Empfänger, der mit dem ganzen Spectrum unison schwingen kann; bei jedem Impulse wird er vielmehr eine Reihe gedämpfter Wellen entstehen lassen, deren Periode und Decrement ebenso bestimmt sind, wie die vom Erreger veranlassten. Mit diesem Instrument hat man leicht bestätigt, dass diese Wellen reflectirt und gebrochen werden. Als man sie interferiren lassen wollte, hat man widersprechende Resultate gefunden. Versucht man die stehenden Wellen zu studiren, welche vor den Spiegeln sich bilden, wie bei der Farbenphotographie von Lippmann, so bemerkt man, dass man Knoten und Bäuche findet, die vom Resonator abhängen und nicht vom Erreger. Es scheint also, dass hier ein wesentlicher Unterschied gegen das Licht existirt, wenn man, gestützt auf die üblichen elektrischen Theorien, annimmt, dass der Erreger eine einfache Schwingung giebt. Dem ist aber nicht so. Die Theorie der Interferenzen verlangt nämlich, dass die Amplitude der Schwingungen constant sei, was hier nicht der Fall ist, da jede von einer Inductionsspirale veranlasste Erregung eine ganze Reihe schnell gedämpfter Wellen giebt. Es können daher hier keine scharfe Interferenzen auftreten. Man versteht vielmehr, dass, wenn eine Welle, die dem Resonator eine Erregung gegeben, nach der Reflexion ihm eine zweite, mit der ersten übereinstimmende Erregung ertheilt, dies auch für alle anderen Wellen der Fall sein wird.

und dass der secundäre Funken durch ein um so schärferes Maximum gehen wird, je schwächer die Dämpfung des Resonators sein wird. Viele Versuche scheinen zu zeigen, dass die Oscillation des Erregers einfach und gedämpft ist; andere scheinen zu beweisen, dass sie complicirt ist. Die mathematische Theorie hat hier, wie in vielen Fällen, uns gezeigt, wie schwierig die Frage ist, und uns zweifeln lassen an der Möglichkeit, sie je zu lösen. Poincaré und Garbasso und Aschkinas haben nämlich gezeigt, dass vom analytischen Gesichtspunkte aus eine gedämpfte, einfache Welle äquivalent sei einem passend begrenzten, continuirlichen Spectrum. Welche Versuche werden also Gewissheit bringen können? Einzig diejenigen, welche mit nicht gedämpften Schwingungen gemacht werden. Ist dies praktisch ausführbar? Wir wissen es nicht. Vielleicht stehen wir hier vor einer unlösbaren Frage, wie die der Lage der Schwingungen des polarisirten Lichtes, die uns wiederum die Grenzen des Menschengeistes zeigt, wenigstens mit den Molecularhypothesen, die wir ihm jetzt als Krücken geben.

Wie weit erstreckt sich diese neue Region des Spectrums? Hertz hat seine ersten Versuche mit Wellenlängen von etwa 5 m angestellt. Mit gewöhnlichen Leydener Flaschen sind die Wellenlängen etwa 600 m. Sie sind factisch nicht messbar. Die Nachfolger von Hertz bemühten sich, die verwendeten Wellenlängen auf ein Minimum zu reduciren, um so viel wie möglich die Beugungserscheinungen zu vermeiden, die durch die Spiegel hervorgebracht werden, welche nothwendig sehr klein sind im Verhältniss zur Wellenlänge. Auf diese Weise gelangte man mit gewöhnlichen Anordnungen bis zu etwa 20 oder 40 cm Wellenlänge. Wenn man weiter gehen will, genügt diese Anordnung nicht mehr; man muss sehr kleine Erreger anwenden, die zwischen den Entladungskugeln stehen. So konnte Righi zu Wellenlängen von 6 oder 7 cm kommen und Lebedew hat Wellenlängen von 3 mm hergestellt, aber ihre Energie war so gering, dass er mit diesen Wellen die optischen Fundamentalerscheinungen nicht wiederholen konnte; er musste hier bei Wellen von 6 mm stehen bleiben. Mit den Wellen Righis und Lebedews kann man leicht alle Versuche der Interferenz, der Glas- und Metall-Reflexion, der Brechung und sogar der Doppelbrechung wiederholen. Dieser letzte Versuch ist in sehr deutlicher Weise zum ersten male von Lebedew ausgeführt worden, welcher diese Eigenschaft im octaëdrischen Schwefel gezeigt hat. Mack glaubte sie im Holz zu sehen, was Righi in Abrede gestellt hat. Die Anwendung sehr kleiner Wellen hat die Anwendung des Schwefels ermöglicht und die Thatsache ausser Zweifel gestellt.

So lassen uns die oscillirenden elektrischen Entladungen Wellen erkennen, analog denen des Sonnenspectrums, deren Wellenlängen zwischen unmessbar und 3 mm liegen. Wir haben gesehen, dass Langley im Infraroth bis 30 $\mu$ gekommen ist, und wir haben zwischen diesen Grenzen eine beträchtliche Lücke. Sie beträgt 7 Octaven nach der musikalischen Bezeichnungsweise, ist also geringer, als die Ausdehnung, welche uns durch die verschiedenen Instrumente für die Schwingungen der gewöhnlichen Wärme- und Lichtquellen enthüllt worden, die 8 Octaven beträgt. Kann man hoffen, durch die gewöhnlichen elektrischen Erreger die beiden Spectralwellen zu vereinen? Ich glaube es nicht, denn, um zu so kurzen Wellen zu kommen, müsste man Apparate von sehr kleinen Dimensionen verwenden, für welche die ins Werk gesetzte Energie der Schwingungen sehr klein und daher sehr schwer nachzuweisen ist. Dies hat Lebedew auf seinem Wege aufgehalten. Gleichwohl wollen wir nicht sagen, dass man nicht hoffen kann, elektrisch die Lücke auszufüllen, denn man hat noch nicht das ganze Feld erforscht, das durch die Vacuumröhren und die disruptiven Funken geöffnet ist.

[Der Vortragende reiht an die bisherigen theoretischen Ausführungen die Beschreibung und Vorführung einer Reihe von Wirkungen dieser neuen (elektrischen) Strahlen, auf welche hier nicht eingegangen werden soll, und fährt dann, zu einer anderen Strahlengattung übergehend, fort.]

Dies war das bekannte Spectrum noch vor ganz kurzer Zeit. Eine in letzter Zeit gemachte, weit hallende Entdeckung hat die Aufmerksamkeit der Gelehrten und Laien auf eine andere Reihe von Erscheinungen gelenkt, welche wahrscheinlich im allgemeinen transversalen Schwingungen zuzuschreiben sind. Sie haben alle schon die X-Strahlen genannt.

Ist diese Entdeckung so unvorhergesehen, wie viele Leute es im Moment ihres Bekanntwerdens geglaubt haben? Welches sind die Gründe, aus denen es gestattet ist, zu denken, wenn nicht zu behaupten, dass es sich um ungemein schnelle, transversale Schwingungen handelt? Diese Frage will ich zum Schluss erörtern.

Schon lange suchte die deutsche Schule die Crookessche Theorie des Bombardements bezüglich der Kathodenstrahlen zu bekämpfen. Unter den Gelehrten, die sich am meisten mit der Frage beschäftigt haben, erwähnen wir Goldstein, Wiedemann und endlich Hertz. Dieser scheint wohl schon lange die Idee gehabt zu haben, dass die Kathodenerscheinungen von sehr schnellen Schwingungen herrühren. Zuerst hat er gezeigt, dass diese in der Röhre nicht aufgehalten werden durch ein sehr dünnes Aluminiumblatt. Endlich hat auf seine Anregung sein damaliger Assistent, Lenard, schöne, im Jahre 1893 veröffentlichte Versuche angestellt, in denen er zeigte, dass dunkle Strahlen aus einer passend construirten Crookesschen Röhre heraustreten. Er bewies, dass diese Strahlen auf die empfindliche Platte wirken, dass sie Phosphorescenz erregen, die Metalle durchsetzen, schlecht durch Glas und andere für das Licht durchsichtige Körper gehen und die elektrisirten Körper entladen. Er beobachtete nur zwei Thatsachen, welche von Röntgen nicht wiedergefunden worden sind, nämlich, dass die

Luft auf die Strahlen wie ein trübes Medium wirkt, und dass sie, wenigstens allgemein, vom Magneten abgelenkt werden. Aber schon lange hatte Hertz gezeigt, dass die Kathodenstrahlen von verschiedener Natur sind, wenigstens in der evacuirten Röhre. Heute, wo Lafay gezeigt hat, dass man durch Elektrisiren den X-Strahlen die Eigenschaft wiedergeben kann, vom Magneten abgelenkt zu werden, und wo die Versuche zahlreicher Forscher, unter Anderen von Hermuzescu und Benoist, gleichfalls die Complicirtheit der X-Strahlen nachgewiesen haben, hat Niemand mehr das Recht, einen wesentlichen Unterschied zwischen den X-Strahlen und den Lenardschen Strahlen zu behaupten.

Im Monat August v. J. zeigte Wiedemann, dass bei dem Leuchten der Vacuumröhren und im elektrischen Funken neue Strahlen entstehen, welche die Eigenschaft haben, den Körpern das Leuchten durch die Wärme [Thermoluminescenz], die sie verloren haben, wiederzugeben. Diese Strahlen werden vom Quarz absorbirt.

Dies war der Stand der Frage, als sie Röntgen wieder aufgenommen hat. Er hat deutlich gezeigt, dass diese Strahlen, selbst wenn das Medium, in dem sie sich fortpflanzen, für sie nicht trübe ist, nicht reflectirt und nicht gebrochen, nicht gebeugt und nicht polarisirt werden. Diese Resultate sind bisher von allen Beobachtern bestätigt worden. Ich erinnere Sie endlich daran, dass die Röntgenschen Strahlen die Fähigkeit besitzen, die lebenden Gewebe, mit Ausnahme der Knochen, zu durchsetzen, was der Ausgangspunkt zahlreicher ernster oder nichtiger Anwendungen dieser Strahlen geworden ist.

Bevor ich in die Discussion der Resultate trete, will ich Ihnen experimentell die Haupteigenschaften dieser Strahlen mittels eines Schirms von Baryumplatincyanür zeigen. Dieser Schirm ist durch eine Metallplatte geschützt und gleichwohl wird er unter der Wirkung dieser Focusröhre sehr leuchtend und meine Hand wirft einen Schatten auf ihn. In ziemlich kleiner Entfernung kann man selbst deutlich den Schatten meines Skelets sehen.

Diese von Sylvanus Thompson erfundenen Focus-Röhren sind ein grosser Fortschritt für die Praxis der Radiographie; sie gestatten, wie Sie es bereits wissen, auf einer in der Röhre befindlichen, dem Schmelzen nicht ausgesetzten Platinplatte eine sehr kleine, aber sehr kräftige Quelle der X-Strahlen zu erzeugen. Auf dieses Princip gestützt, hat Colardeau eine Röhre construirt, mit der er, alle Dimensionen reducirend, eine sehr kräftige und sehr kleine, wirksame Quelle erhielt. Ferner bläst er vor der Quelle die Glaswand auf, um ihre Dicke zu verringern, was sehr vortheilhaft ist, denn das Glas absorbirt energisch die X-Strahlen. Er kommt so zu wunderbaren Resultaten, welche ich Ihnen projiciren werde, zu denen auch schon andere Forscher, van Heuck und Chappuis, gekommen waren, aber auf Kosten einer längeren Exposition und indem sie das Object von der Quelle bedeutend entfernten.

Dies sind die Hauptthatsachen und ihre Anwendungen. Es scheint auf den ersten Blick schwierig, für Strahlen, die den das Licht bildenden analog sind, das Fehlen der Reflexion und Brechung anzunehmen. Aber diese Schwierigkeit ist nur eine scheinbare. Die aus der Helmholtzschen Dispersionstheorie abgeleiteten Formeln zeigen nämlich, dass in der Nähe bedeutender Absorptionsbanden der Brechungsindex eine Störung erleiden muss, die sich durch die anomale Dispersion offenbart. Die für das ultraviolette Licht durchlässigen Metalle haben oft kleinere Indices, als die Einheit, gezeigt und fast alle Dispersionstheorien lehren, dass, wenn die Wellenlänge unendlich abnimmt, der Brechungsindex sich der Eins nähern muss.

Die an Stoffen mit Absorptionsbanden ausgeführten Untersuchungen haben die Formeln bestätigt; wir dürfen uns also nicht wundern, wenn wir sehen, dass der Versuch uns ein ihren Vorhersagen entsprechendes Resultat zeigt. Diese Bemerkung ist fast gleichzeitig von Goldhammer und Raveau gemacht. Die anderen Eigenschaften der X-Strahlen finden wir auch bei den ultravioletten Strahlen ausser der, vom Magneten abgelenkt zu werden, wenn sie elektrisirt sind. Dies ist eine bedeutsame Abweichung, welche, wie Jaumann gezeigt hat, sich nur erklären lässt durch die Anwesenheit einer der transversalen, superponirten, longitudinalen Schwingung. Aber das Fehlen der Brechung im magnetischen Felde für die nicht elektrisirten Strahlen zeigt Ihnen, dass man im gewöhnlichen Falle diese Componente nicht zu berücksichtigen hat, und dass die Röntgenstrahlen betrachtet werden können als die Verlängerung des Sonnenspectrums nach den unendlich kurzen Wellenlängen. Wir haben hier zwar keine fast absoluten Gründe, dies zu glauben, wie bei den elektrischen Schwingungen, aber dies ist die Meinung, welche jetzt einer grossen Zahl von Forschern die plausibelste erscheint.

Aber zwischen dem ultravioletten Spectrum und den X-Strahlen ist der Abstand sicherlich beträchtlich. Die schöne, jüngst von Becquerel gemachte Entdeckung kann diese Lücke zum theil ausfüllen. Dieser Forscher hat gezeigt, dass die Uransalze sehr lange Zeit, nachdem sie dem Lichte exponirt gewesen, Strahlen aussenden, welche die Metalle durchsetzen, die elektrisirten Körper entladen, auf die photographischen Platten wirken, die aber reflectirt, gebrochen und polarisirt werden. Die Messungen der Indices haben noch nicht ausgeführt werden können, aber man kann sagen, es ist sicher, dass durch sie jenseits des Ultraviolet ein Theil der Lücke ausgefüllt wird, welche zwischen den bereits bekannten und den X-Strahlen besteht.

Dies sind die Thatsachen, die ich Ihnen heute vorführen wollte. Zum Schluss gestatten Sie mir noch eine Bemerkung über diese Physik des Aethers, welche Maxwell und Hertz unter der Fahne von Fresnel erobert haben. Erleuchtet durch die Arbeiten von Fresnel, besitzen wir ziemlich genaue