

# **Die Beugungsspektren der Licht- und Röntgenstrahlen.**

Von

**Prof. Dr. Gustav Jäger.**

---

Vortrag, gehalten den 26. Januar 1916.

Mit 10 Figuren im Texte.



Eine Unzahl von Naturerscheinungen läßt sich zurückführen auf Schwingungen und Wellen. Kennt man daher die Eigenschaften der schwingenden und Wellenbewegung, so lassen sich die meisten derartigen Erscheinungen aus wenigen Grundvorstellungen ableiten.

Man hat die Wellenbewegung zuerst an den Wasserwellen näher studiert. Die Bewegung dieser Wellen läßt sich in sehr einfacher Weise folgendermaßen darstellen.

Man verschaffe sich einen etwa 60 cm langen, 15 cm breiten und 2 cm tiefen Blechtrog (*B T* Fig. 1). An dem Ende *B* tauche parallel zur Schmalseite des Trogs eine Glasplatte *G* ein, die an einem Stativ federnd befestigt ist. Der Trog ist etwa bis zu 1 cm Tiefe mit Wasser gefüllt. Die Glasplatte darf den Boden des Trogs nicht berühren, damit sie durch einen Schlag auf ihren Träger in Schwingungen versetzt werden kann. Diese Schwingungen erzeugen auf der Wasseroberfläche Wellen, welche sich längs des Trogs fort-pflanzen. Sie sind aber so schwach, daß sie fast ver-löschen, bevor sie die Wand *T* erreicht haben. Sie lassen sich aber sehr gut sichtbar machen, wenn wir

hinter der Glasscheibe einen offenen elektrischen Lichtbogen  $E$  erzeugen, der seine Strahlen durch die Glasplatte hindurch auf die Wasseroberfläche wirft. Die von der Wasseroberfläche reflektierten Strahlen läßt man auf einen weißen Schirm oder direkt auf die weiße Wand des Zimmers fallen, wobei es angezeigt ist, das vom Lichtbogen direkt auf die Wand fallende Licht

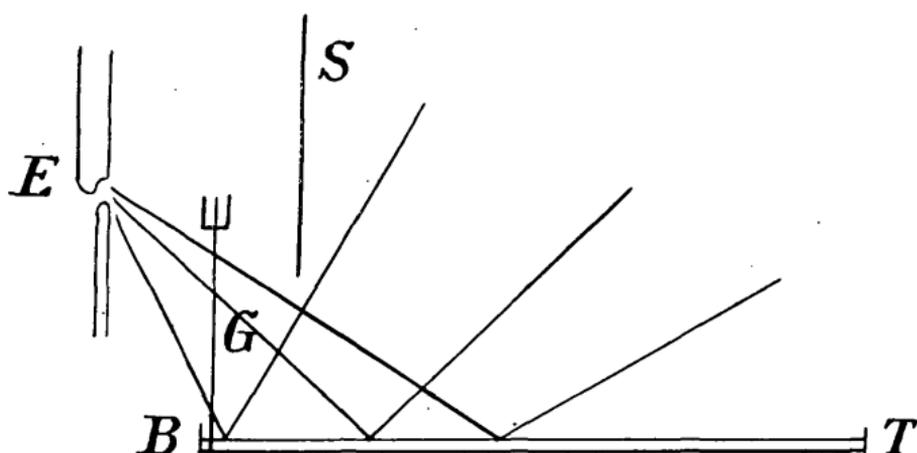


Fig. 1.

durch einen Pappschild  $S$  abzublenden. Die kleinste Bewegung der Wasseroberfläche wird so deutlich auf der Wand sichtbar. Man sieht bei jedem leichten Schlag auf den Träger der Glasplatte einen Wellenzug über den Schirm wandern. Man kann die Reflexion der Wellen zeigen, wenn man im Trog eine Querwand etwa in Form eines Blechstreifens anbringt. Ein gebogener Streifen zeigt die Erscheinungen des erhabenen und des Hohlspiegels.

Besonders schön zeigt sich die Beugung der Wellen durch einen Spalt. Wir bringen in unserm Trog eine Querwand an, welche in der Mitte einen rechteckigen Abschnitt von  $\frac{1}{2}$  bis 1 cm Breite hat. Kommt nun ein Wellenzug gegen die Wand, so treten hinter der Öffnung kreisbogenförmige Wellen aus, welche ihren Mittelpunkt im Spalt der Wand haben. Es geht also hinter dem Spalt die Wellenbewegung nach allen Richtungen weiter, als wäre der Spalt selbst das Erregungszentrum der Wellen. Eine analoge Erscheinung bemerken wir, wenn die Wellen auf einen Störungspunkt treffen, wie wir ihn durch einen kleinen Metallzylinder, den wir in die Mittellinie des Trogs stellen, schaffen können. Auch von dort gehen ähnlich wie vom Spalt kreisförmige Wellen nach allen Richtungen aus.

Auch das Licht haben wir als eine Wellenbewegung anzusehen, die allerdings nicht wie die Wasserwellen in der Ebene, sondern im Raum vor sich geht. Wir können die Beugung des Lichts folgendermaßen nachweisen. Lassen wir Lichtstrahlen, etwa die Strahlen der Sonne, auf einen schmalen Spalt fallen, so sehen wir auf einem Schirm hinter dem Spalt keinen scharfen Schattenriß desselben, sondern einen verbreiterten hellen Fleck. Es ist hier also ebenfalls so wie bei der Beugung der Wasserwellen. Der Spalt erscheint wie eine leuchtende Linie, von welcher das Licht nicht nur in der ursprünglichen, sondern auch nach benachbarten Richtungen ausgeht. Wir er-

halten ein Lichtbüschel, das einen um so größeren Winkel bildet, je enger der Spalt ist.

Kehren wir wieder zu den Wasserwellen zurück. Beobachten wir eine auf der Oberfläche fortschreitende Welle, so stellt sie sich als eine Erhebung des Wassers über den Normalspiegel dar, in der Regel begleitet von einer anstoßenden Senkung. Folgen mehrere Wellen aufeinander, so bilden sie eine Reihe von Erhebungen mit dazwischen liegenden Senkungen. Man nennt sie entsprechend Wellenberge und Wellentäler. Ein schwingender Körper ins Wasser getaucht, bringt derartige Wellen von gleichem Abstand hervor. Der Abstand zweier aufeinander folgender Wellenberge heißt dann die Wellenlänge.

Treffen verschiedene Wellen in einem Punkt der Wasseroberfläche zusammen, so summieren sie sich. Das heißt: zwei zusammentreffende Wellenberge gleicher Größe werden einen Wellenberg von doppelter Höhe ergeben, ebenso zwei Wellentäler ein Tal von größerer Tiefe. Wellenberg und Wellental werden sich aber teilweise oder ganz vernichten. Dieses Zusammenwirken der Wellen nennt man mit dem technischen Ausdruck Interferenz der Wellen.

Dies alles läßt sich auf die Lichtwellen übertragen. Für unsere augenblicklichen Betrachtungen würde es natürlich vollkommen genügen, wenn wir das Licht einfach als eine Wellenbewegung voraussetzen. Welcher Art physikalisch betrachtet die Lichtwellen sind, ist für die Folgerungen ganz gleichgültig. Die

Abhängigkeit optischer Erscheinungen von verschiedenen physikalischen Einflüssen, z. B. jenen der Elektrizität und des Magnetismus, bliebe uns aber unaufgeklärt.

Um den überaus wichtigen Zusammenhang der Optik mit der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus zu erkennen, wollen wir daher etwas näher auf die derzeitigen Vorstellungen über die Natur des Lichts eingehen. Vorerst sollen jedoch einige elektrische Erscheinungen klargestellt werden.

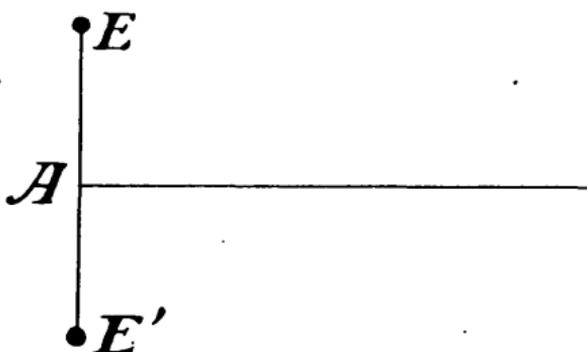


Fig. 2.

Wir denken uns eine kleine positiv elektrisch geladene Kugel. Wir wissen, daß diese auf eine gleichnamig geladene eine Abstoßungskraft ausübt, die um so kleiner ist, je weiter die Kugeln voneinander entfernt sind. Wir können die Sache so auffassen, daß die eine Kugel in ihrer Umgebung ein Kraftfeld erzeugt, in welchem jede Elektrizitätsmenge eine Kraft erfährt, welche radial zur Kugel gerichtet ist. Befindet sich z. B. in  $E$  (Fig. 2) die Kugel, so ist die Kraft in  $A$  nach unten gerichtet; befindet sie sich in

$E'$ , so ist die Kraft nach oben gerichtet. Würde die Kugel zwischen  $E$  und  $E'$  hin und her schwingen, so wäre die Kraft abwechselnd nach unten und oben gerichtet. Aber nicht nur zwischen  $E$  und  $E'$  hätten wir eine ständige Änderung des Kraftfeldes anzunehmen, sondern es würden auch im ganzen umgebenden Raum Änderungen des Kraftfeldes eintreten; denn es ist ja für keinen Punkt des Raumes gleichgültig, wo die elektrisierte Kugel sich befindet. Bringen wir also die Kugel von  $E$  nach  $E'$ , so ändert sich das Kraftfeld des ganzen unendlichen Raumes.

Wir dürfen nun nicht glauben, daß diese Änderungen an allen Punkten des Raumes gleichzeitig stattfinden, sondern sie erfolgen um so später, je weiter die entsprechenden Stellen von der Kugel entfernt sind. Die elektrischen Änderungen pflanzen sich also mit einer gewissen Geschwindigkeit im Raum fort. Wir haben elektrische Wellen, deren Geschwindigkeit gleich der Lichtgeschwindigkeit ist. In der Tat verhalten sich elektrische Wellen genau so wie Lichtwellen, weshalb man auch die Lichtwellen einfach für elektrische Wellen ansieht.

Man nimmt nun an, daß die Materie zusammengesetzt ist aus positiv und negativ elektrischen Teilchen, welche man Elektronen nennt. Während die positiven anscheinend fix mit der Materie verbunden sind, sind die negativen auf den materiellen Atomen leicht beweglich und machen beständig schwingende Bewegungen, senden also elektrische Wellen aus, die wir

als Wärmestrahlen ansprechen. Erreichen diese Elektronen eine gewisse Schwingungszahl und sind sie intensiv genug, so werden die Wärmestrahlen sichtbar, wir erhalten Lichtstrahlen, die wir nach unseren früheren Erörterungen auch Strahlen elektrischer Kraft nennen können.

Wir können jetzt wieder zur Betrachtung des Lichts als bloße Wellenbewegung zurückkehren. Wir denken uns eine Glasplatte, auf welcher sich eine Reihe gleich weit voneinander abstehender Spalten befinden. Fraunhofer stellte eine solche Platte in der Weise her, daß er Glas vergoldete und in die Goldschichte mit einer Teilmaschine parallele gerade Linien einritzte. Man pflegt eine solche Platte ein Fraunhofersches Gitter zu nennen. Man fertigte solche Gitter später so an, daß man auf eine Glasplatte mit einem Diamanten einfach parallele Linien ritzte. Wir haben uns die Spalten eines solchen Gitters sehr nahe aneinander liegend zu denken, mindestens etwa zehn auf einem Millimeter. Es gelingt aber, viel mehr etwa bis hundert, ja auf einem Silberspiegel noch weitaus mehr auf der Länge eines Millimeters einzuritzen.

Wir lassen senkrecht auf ein solches Gitter Licht auffallen. Durch jeden Spalt tritt das Licht büschelförmig aus, es werden sich also die einzelnen Strahlen der einzelnen Spalten in einiger Entfernung vom Gitter durchschneiden und so Anlaß zu Interferenzen bieten. Fig. 3 zeigt in starker Vergrößerung einige Spalten eines solchen Gitters. Von oben komme ein Licht-

bündel  $L L'$ . Die Wellenflächen befinden sich in gleichen Abständen von einander. Die Entfernung zweier benachbarter gleichartiger Wellenflächen nennen

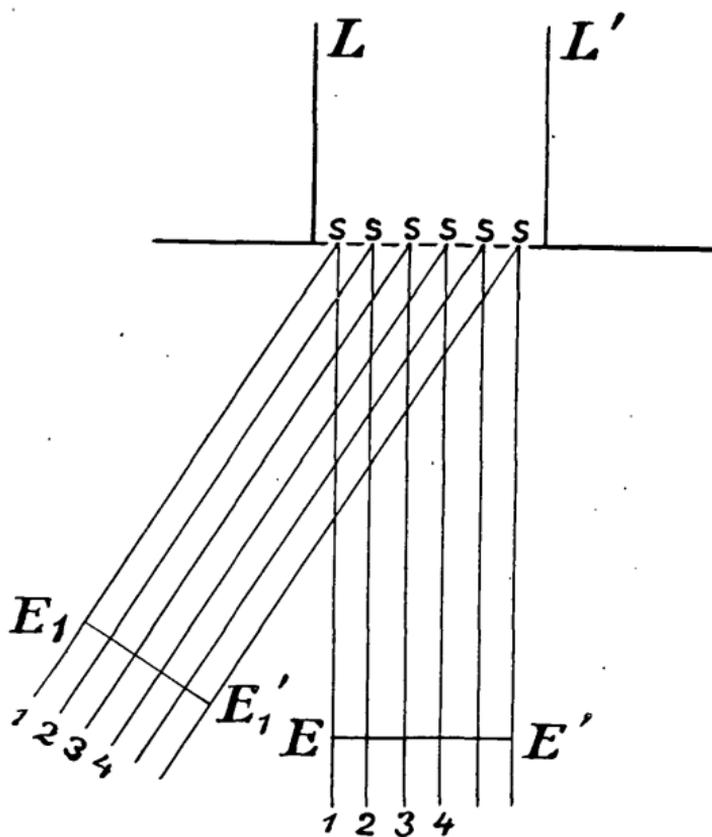


Fig. 3.

wir die Wellenlänge des Lichts. Alle Punkte einer Wellenfläche treffen gleichzeitig auf die Spalten  $s$  auf, In gleichen Abständen, etwa in der Ebene  $E E'$  hinter dem Gitter, ist also bei allen austretenden Strahlen derselbe Zustand, z. B., um in Analogie zu den Wasser-

wellen zu bleiben, ein Wellenberg. Alle Strahlen, welche also in derselben Richtung, wie sie ankommen, durch das Gitter weitergehen, werden sich in ihrer Wirkung wieder unterstützen und es hat den Anschein, als hätte das Gitter gar keine Änderung im Gange des Lichts hervorgebracht. Nun wissen wir aber, daß das Licht auch in anderen Richtungen sich von unseren Spalten ausbreitet. Ziehen wir etwa die in Fig. 3 gezeichnete schiefe Richtung in Betracht. Legen wir senkrecht zu dieser Richtung die Ebene  $E_1 E'_1$ , so zeigt sich, daß die auf diese Ebene auftretenden Strahlen nicht den gleichen Zustand haben. Die einen werden etwa gerade einen Wellenberg haben, die anderen ein Wellental usw. Ja die Regel ist, wie eine nähere Untersuchung zeigt, die, daß sich die einzelnen Strahlen in ihrer Wirkung völlig aufheben. Nur in ganz bestimmten Richtungen tritt wieder volle Helligkeit auf. Das ist dann der Fall, wenn der Weg des Strahles 2 um eine Wellenlänge größer ist als jener des Strahles 1. Dann macht auch analog der Strahl 3 einen um eine Wellenlänge längeren Weg als der Strahl 2 usf. Das heißt, die Wege je zweier benachbarter Strahlen unterscheiden sich um eine Wellenlänge. Das hat aber zur Folge, daß in der entsprechenden Richtung alle Strahlen wieder mit gleichem Zustande, also etwa alle gleichzeitig mit einem Wellenberg oder mit einem Wellental den Schirm treffen, sich also in ihrer Wirkung unterstützen und auf dem Schirm Helligkeit erzeugen. Dasselbe wird aber auch eintreten, wenn

die Wege der Strahlen sich um zwei Wellenlängen, drei Wellenlängen usw. unterscheiden.

Wir können somit folgenden Versuch machen. Wir entwerfen von einer leuchtenden Spalte mit einer Linse ein Bild auf einen Schirm und bringen in den Gang des Lichts ein Beugungsgitter. Sofort sehen wir auf dem Schirm nicht nur das ursprüngliche Bild, sondern symmetrisch rechts und links eine Reihe von Spaltbildern. Bei Benützung von weißem Licht, also Sonnen- oder elektrischem Licht, sind diese Seitenbilder aber nicht weiß, sondern es sind Streifen in den Farben des Regenbogens. Da das weiße Licht aus allen möglichen anderen Farben zusammengesetzt ist und die verschiedenen Farben verschiedene Wellenlängen besitzen, werden die einzelnen Farben auch ihre Lichtmaxima an verschiedenen Stellen des Schirmes haben, das heißt, es wird das weiße Spaltbild in ein Spektrum aufgelöst.

Es läßt sich nun leicht zeigen, daß sich die Wellenlänge des Lichts zum Abstand der Spalten des Fraunhoferschen Gitters verhält wie der Abstand der Bilder auf dem Schirm zur Entfernung des Gitters vom Schirm. So haben wir hier ein sehr einfaches Mittel, die Wellenlänge des Lichts zu messen. Nach diesem Prinzip wurden Methoden ausgebildet, welche die Wellenlänge einer jeden Lichtsorte mit außerordentlicher Schärfe bestimmen lassen.

Lassen wir das Licht einer Bogenlampe durch ein kleines kreisförmiges Loch gehen und machen im

übrigen denselben Versuch wie früher, so bekommen wir bei etwa senkrecht stehenden Spalten des Gitters eine Reihe von Bildern, die auf einer horizontalen Geraden liegen. Stelle ich nun zu dem vorhandenen Gitter noch ein zweites, dessen Spalten horizontal liegen, so werden diese von jedem Bild der ersten Reihe vertikale Reihen von Bildern erzeugen. Wir erhalten auf dem ganzen Schirm in den Eckpunkten von Quadrater angeordnete Bilder, welche alle symmetrisch zu einem kleinen weißen Kreis in der Mitte angeordnet sind, etwa nach Art der Fig. 4a. Drehen wir die Gitter so gegeneinander, daß die Spalten einen Winkel von 60 Graden bilden, so zeigt sich ein der Fig. 4b ähnliches Bild. Wir erhalten einen sechsteiligen Stern um das ursprüngliche Lochbild. Wir sehen also, daß wir schon mit Hilfe von zwei Gittern verschiedene Anordnungen von Beugungsbildern gewinnen können.

Wir wollen jetzt einen Blick auf die Röntgenstrahlen werfen. Die Kenntnis ihrer Erzeugung und ihrer wesentlichen Eigenschaften kann heutzutage wohl bei jedem Gebildeten vorausgesetzt werden. Wir wissen, daß die Kathode des Röntgenrohrs Elektronen aussendet, die mit großer Geschwindigkeit weiterfliegen. Wo sie auftreffen, erzeugen sie elektrische Wellen, die sich wie Lichtwellen im Raume fortpflanzen.

Es ist also eine Erzeugung elektrischer Wellen in ähnlicher Weise wie die Erzeugung von Schallwellen durch Schläge auf einen festen Körper. Wie beim

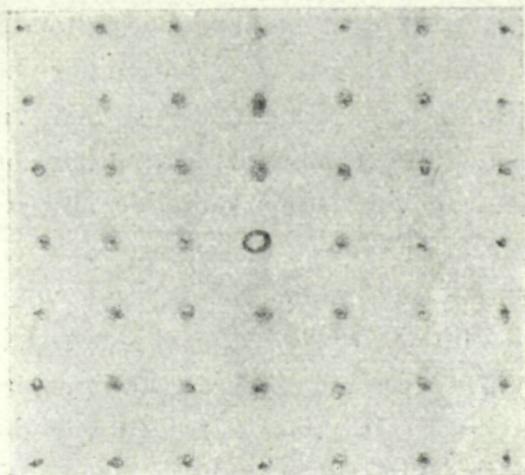


Fig. 4a.

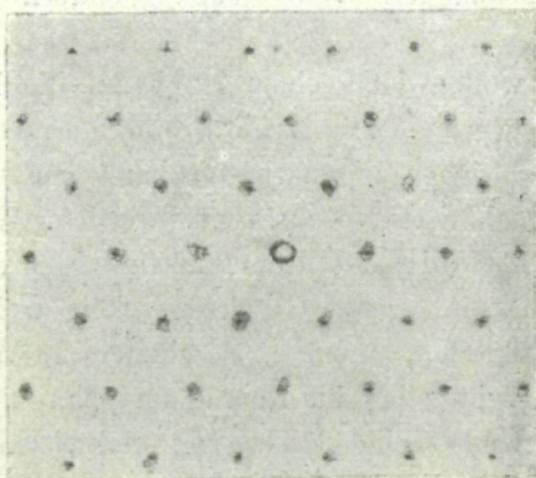


Fig. 4b.

Schall können auch bei den Röntgenstrahlen je nach Art des getroffenen Körpers die ausgesandten Wellen sehr verschieden sein. Schlagen wir etwa mit einem Hammer auf einen Tisch, so erhalten wir einen Schall, der in seinem Wesen aus einer einzigen starken mit wenigen sie begleitenden schwachen Wellen besteht. Wir nennen ihn einen Knall. Schlagen wir eine Glocke oder eine Stimmgabel an, so erhalten wir einen Klang, einen Schall, bestehend aus vielen regelmäßig wiederkehrenden Wellen von bestimmter Wellenlänge.

Ähnlich können wir auch von den Röntgenstrahlen von vornherein nicht wissen, welches die Form der elektrischen Wellen sein wird. Wenn ein Elektron bei seinem Aufprallen auf einen festen Körper plötzlich gehemmt wird, so kann bei der Kürze der Zeit, in welcher seine Energie in Form einer elektrischen Welle ausstrahlt, dies vergleichbar mit einem Knall sein. Es könnten aber auch die negativen Elektronen der Molekeln des Körpers zu heftigen Eigenschwingungen angeregt werden und so harmonische elektrische Wellen aussenden, so wie es die Stimmgabel mit Schallwellen tut. Die Erfahrung hat gezeigt, daß beide Fälle vorkommen.

Aus verschiedenen Kriterien konnte man schließen, daß, wenn die Röntgenstrahlen derselben Art sind wie Lichtstrahlen, sie Wellenlängen haben müssen, welche etwa ein Zehntausendstel der Wellenlänge des Lichts betragen. Nun weiß man, daß jene Erscheinungen, welche das Fraunhofersche Gitter zeigt, nur möglich

sind, wenn die Abstände der Spalten des Gitters in einem gewissen Verhältnis zur Wellenlänge des Lichts stehen. Die Spalten dürfen nicht zu weit auseinander sein, weil sonst die einzelnen Lichtmaxima zu nahe aneinander wären und sich decken würden, also voneinander nicht zu unterscheiden wären. Sie dürfen aber auch nicht zu nahe aneinander sein, denn die Entfernung der Lichtmaxima wird um so größer, je kleiner der Spaltenabstand des Gitters ist. Sie können überhaupt nicht entstehen, wenn der Spaltenabstand gleich oder kleiner als die Wellenlänge des Lichts wird. Bei der außerordentlichen Kürze der Wellenlänge, welche wir für die Wellenlänge der Röntgenstrahlen voraussetzen müssen, kann man von den feinsten, künstlich herstellbaren Gittern aus den genannten Gründen keine Wirkung erwarten.

Es hatte nun Laue den geistreichen Einfall, daß es vielleicht natürliche Gitter gäbe, welche als Beugungsgitter für Röntgenstrahlen geeignet seien. Er vermutete, daß in den Kristallen die Molekeln hinreichend regelmäßig und in entsprechenden Dimensionen angeordnet seien. Das Experiment bestätigte Laues Vermutung.

Man sonderte durch zwei hintereinander gestellte Bleiplatten, welche je ein feines Loch enthielten, von den Strahlen einer Röntgenröhre ein dünnes Bündel aus, ließ es durch eine dünne Steinsalzplatte gehen und in einiger Entfernung davon auf eine photographische Platte fallen. Nach einer Expositionszeit von mehreren

Stunden zeigte die entwickelte Platte ein Bild, wie es durch Fig. 5 dargestellt wird.

Für verschiedene Kristalle erhält man verschiedene Erscheinungen. Für ein und denselben Kristall sind die Bilder je nach der Richtung der Schlißflächen

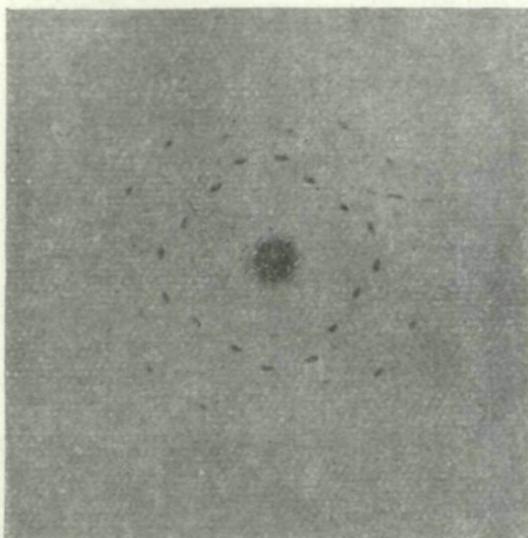


Fig. 5.

ebenfalls verschieden, wie die Fig. 6—8 zeigen, welche der Abhandlung Rinnes<sup>1)</sup> entnommen sind.

Wir stehen nun vor der Frage: Wie können wir uns diese Erscheinungen erklären? Eines steht fest, daß die Bilder nur von der Natur des Kristalls, nicht

---

<sup>1)</sup> Berichte der Sächs. Ges. der Wissensch. Leipzig, Bd. LXVII, S. 303 ff.

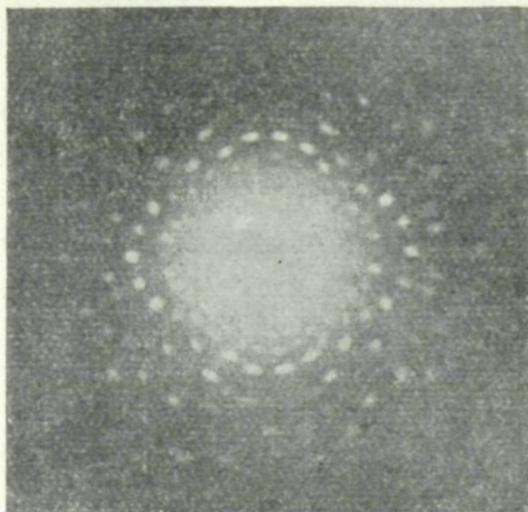


Fig. 6.

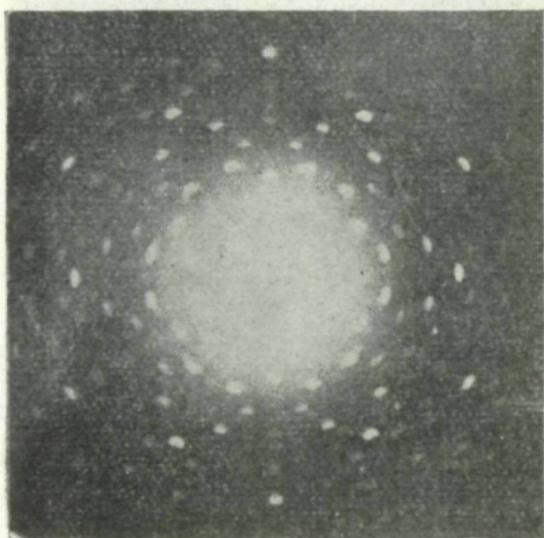


Fig. 7.

aber von den wechselnden Eigenschaften der Röntgenröhren abhängig sind. • Es liegt daher der Schluß nahe, daß die elektrischen Wellen, welche im Kristall zur Beugung kommen, auch erst durch den Kristall aus den Röntgenstrahlen geformt werden.

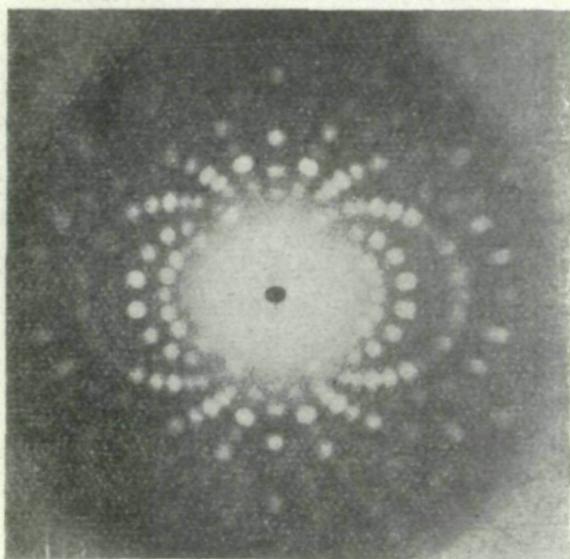


Fig. 8.

Ein akustisches Beispiel soll uns diese Möglichkeit klar machen. Der Wiener Ingenieur Friedrich Drexler machte folgende Entdeckung. Geht man bei lautloser Stille, also am besten des Nachts, an einem Lattenzaun vorüber, so hört man bei jedem Schritt ein zwitscherndes Geräusch. Besonders deutlich tritt dies auf, wenn man etwa zwei Steine aufeinander schlägt.

Die Ursache davon ist nicht schwer zu finden. Durch das Aufeinanderschlagen zweier Steine wird eine kurze Schallwelle erzeugt, welche der Reihe nach die einzelnen Latten des Zauns passiert. Von jeder Latte geht nach allen Richtungen wieder eine Schallwelle aus. Diese Schallwellen entstehen gerade so wie die Wellen, welche von einem im Wasser steckenden Stock ausgehen, wenn er von Wasserwellen getroffen wird. Die Schallwellen gelangen nun auch an das Ohr des Beobachters, jedoch nicht gleichzeitig, sondern um so später, je weiter die wellenerzeugende Latte vom Ohr entfernt ist. Haben die Latten gleichen Abstand voneinander, so kommen die Schallwellen in gleichen Zeitintervallen an unser Ohr und geben so Anlaß zu einer Tonempfindung, welche, da man es bei dem geschilderten Versuch mit rasch aufeinander folgenden Impulsen zu tun hat, eine große Höhe besitzen, d. h. als eine Art Zwitschern wahrgenommen werden.

Trifft eine Schallwelle auf eine ebene Wand auf, so wird sie von derselben nach den Reflexionsgesetzen zurückgeworfen. Dies geschieht aber auch, wenn die Wand nicht zu große Unterbrechungen hat, also etwa gitterförmig gebaut ist. Analog läßt sich schließen, daß von den in bestimmten Ebenen angeordneten Atomen eines Kristalls die elektrischen Wellen wie von wirklich zusammenhängenden Ebenen reflektiert werden. Gleichzeitig können aber auch die elektrischen Wellen die Kristallgitterebenen passieren, geadeso wie Lichtstrahlen von einem Fraunhoferschen

Gitter durchgelassen und reflektiert werden, als hätten wir es mit einer gewöhnlichen durchsichtigen Platte zu tun.

Bei den Kristallen liegen nun in gleichen Abständen und zwar auf Atomdistanzen die Gitterebenen hintereinander und können so ähnlich, wie wir es bei der Tonerzeugung geschildert haben, aus einzelnen elektrischen Impulsen harmonische Wellenzüge von bestimmter Wellenlänge erzeugen. Ohne uns weiter auf die Theorie einzulassen, können wir daraus schon erkennen, daß die Wellenlängen hier wesentlich durch die Eigenschaften des Kristalls bestimmt werden, daß es aber nicht einfach ist, die Figuren, welche die photographische Platte zeigen wird, vorauszusagen. Bei der reichhaltigen Anzahl der möglichen Reflexionsebenen in einem Kristall erscheinen deshalb auch, wie wir an einigen Beispielen gesehen haben, die mannigfachsten Bilder.

Wir haben bis jetzt Röntgenstrahlen als kurze elektrische Einzelwellen aufgefaßt. Wir müssen jedoch auch annehmen, daß die Natur der Röntgenstrahlen abhängt von jenen Körpern, von welchen sie ausgesandt werden, d. h. also von der Natur der Antikathode; denn es hat sich gezeigt, daß es nicht gleichgültig ist, aus welchem Metall die Antikathode besteht. Wir wollen jetzt schon erwähnen, daß wir annehmen müssen, daß die Elektronen der Metallatome, welche von Elektronen aus Kathodenstrahlen getroffen werden, harmonische Schwingungen von außerordent-

licher Zahl machen, so daß wir Wellenlängen von der Größenordnung der Atomdistanzen fester Körper vor uns haben.

Wir wollen nun eine theoretische Überlegung machen. Die Linien  $K K'$  (Fig. 9) sollen die reflektierenden Ebenen eines Kristallgitters vorstellen. Von  $A$  gehe ein Röntgenstrahl aus, welcher einen Zug

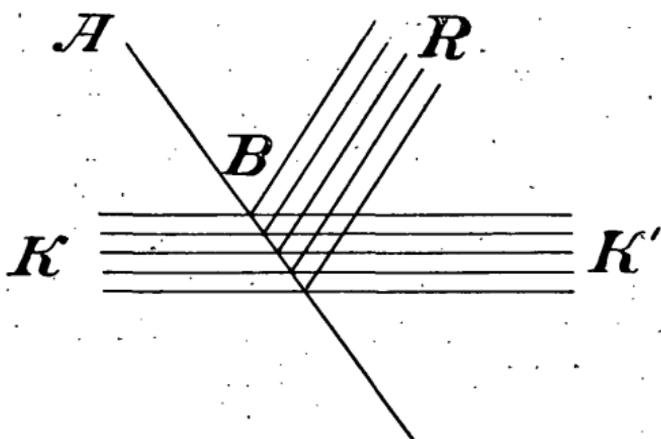


Fig. 9.

gleich langer Wellenlängen darstellen soll. In  $B$  treffe er auf den Kristall. Er geht durch den Kristall in der Anfangsrichtung weiter, verliert aber an jeder reflektierenden Ebene einen Teil seiner Energie. Die einzelnen reflektierten Strahlen werden im allgemeinen sich in ihren Wirkungen aufheben, gerade sowie die Lichtstrahlen eines Beugungsgitters für eine beliebige Richtung. In einem Falle werden sie sich jedoch verstärken, wenn nämlich jeder folgende gegenüber seinem

Vorgänger sich um eine volle Wellenlänge unterscheidet, da dann in den reflektierten Strahlen die gleichen Schwingungszustände zusammenfallen. Dies wird aber auch der Fall sein, wenn der Unterschied

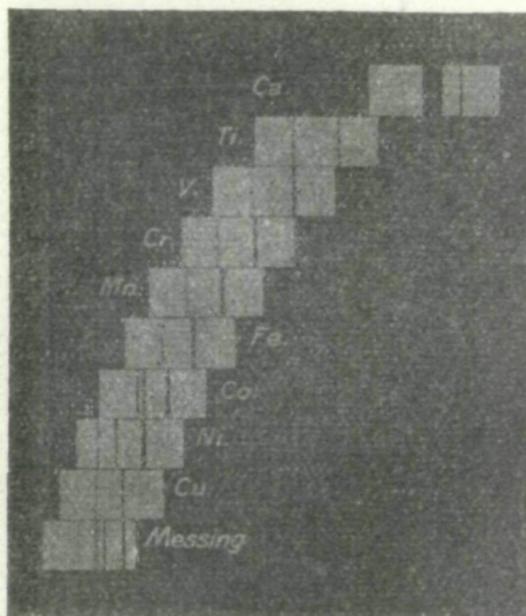


Fig. 10.

zweier aufeinander folgender Strahlen zwei Wellenlängen, drei Wellenlängen usw. ausmacht.

Das hat man nun tatsächlich an den Röntgenstrahlen beobachtet. So konnte Moseley zeigen, daß die verschiedenen Metalle, als Antikathode verwendet, Strahlen verschiedener Wellenlängen aussenden. Wir können sozusagen eine Spektralanalyse verschiedener Substanzen im Gebiet der Röntgenstrahlen durchführen.

Fig. 10 zeigt eine von Moseley hergestellte Aufnahme. Wir sehen die auffallende Erscheinung, daß die einzelnen Metalle zwei charakteristische Spektrallinien haben, eine stärkere und eine schwächere, welche sich nur durch die verschiedene Wellenlänge voneinander unterscheiden. Wenn es den Anschein hat, daß einige Metalle mehr als zwei Linien besitzen, so beruht das vielleicht auf Täuschung; denn es ist z. B. beim Kobalt genau ersichtlich, daß es die Eisen- und Nickellinien mitbesitzt, also offenbar nicht völlig rein ist.

Es ist hier nicht der Ort, ausführlich auf alle Resultate der Röntgenspektrogramme einzugehen. Der Haupterfolg liegt wohl auf dem Gebiete der Kristallographie. Es ist nicht nur gelungen, die vermuteten Anordnungen der Molekeln in einem Kristalle zu bestätigen, sondern es hat sich sogar gezeigt, daß, wie z. B. im Steinsalz, die einzelnen Atome, also hier die Natrium- und Chloratome nicht als in Molekeln vereinigt aufzufassen sind, sondern daß sie in regelmäßigen Abständen voneinander angeordnet sein müssen. Es wurde hier ein weites Forschungsgebiet eröffnet, das uns für die Zukunft sowohl über die Beschaffenheit der Röntgenstrahlen, als auch über den Aufbau der Materie aus den Atomen noch viele neue Auskünfte zu geben verspricht.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Jäger Gustav

Artikel/Article: [Die Beugungsspektren der Licht- und Röntgenstrahlen. 293-316](#)