Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 7 (1934)
Heft: IV

Artikel: Zur Demonstration des Intensitätsverlaufes bei der Gitterbeugung
Autor: Zuber, K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-110378

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Demonstration des Intensitätsverlaufes bei der Gitterbeugung

von **K. Zuber.**

(29. III. 34.)

Zusammenfassung: Zur Demonstration der Abhängigkeit der Intensitäten im Beugungsbild eines Gitters von der Breite der Gitterbalken bzw. Gitteröffnungen ist ein Blattgitter besonders geeignet. Durch Drehung des Gitters lassen sich die Intensitäten der Ordnungen verändern, ohne dass dabei ein merkliches Wandern der Ordnungen eintritt.

Bei der Demonstration der Gitterbeugung lässt sich mit einem einzigen Gitter nur zeigen, wie die Lage der Ordnungen von der Wellenlänge und von der Gitterkonstanten abhängt. Letzteres erreicht man einfach durch Drehung des Gitters um den Winkel α. Die Beugungserscheinung ist dann in erster Näherung für nicht

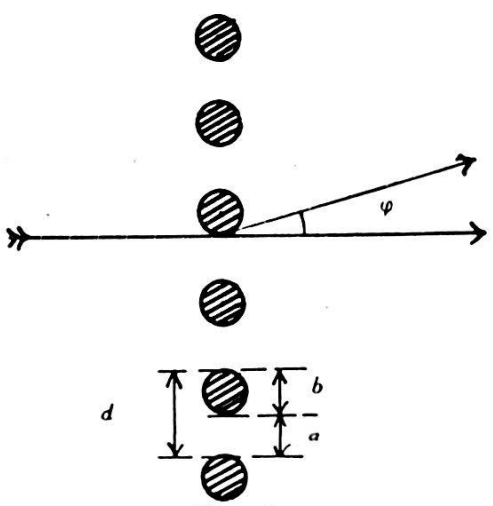


Fig. 1a.
Schnitt durch ein Drahtgitter.

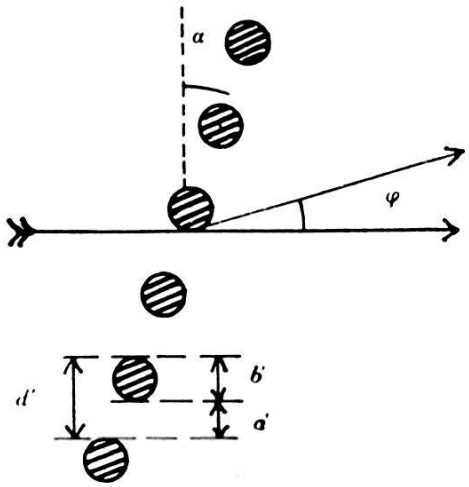


Fig. 1b.
Dasselbe Gitter um den Winkel α gedreht. In erster Näherung ist d' die neue Gitterkonstante.

zu grosse Werte von α derart, als ob ein Gitter mit der Gitterkonstanten $d \cos \alpha$ verwendet worden wäre.

Bei Anwendung eines Drahtgitters (Fig. 1a) nach Wood[1]) lässt sich gleichzeitig noch zeigen, wie die Lichtintensität über die verschiedenen Ordnungen verteilt ist. Dreht man ein solches Gitter (Fig. 1b), so ändert sich die Breite der lichtundurchlässigen Teile (Balkenbreite b) nicht, dagegen wird die Breite der wirk-

[1]) R. W. Wood, Physical Optics 1921, S. 210. New York.

lichen Gitteröffnungen (a) kleiner. Dies hat zur Folge, dass sich die Intensitätsverhältnisse im Beugungsbild verändern. Einfachheitshalber beschränken wir uns auf die Fraunhoferschen Beugungserscheinungen. Auf das Gitter fällt paralleles Licht, hinter dem Gitter befindet sich eine Sammellinse und betrachtet wird die Lichtverteilung in der Brennebene. Nach Lord RAYLEIGH[1]) ist die Intensität J_n der n-ten Ordnung durch den Ausdruck $J_n = K \frac{1}{n^2 \pi^2} \sin^2 \frac{a n \pi}{a + b}$ gegeben. Hier bedeutet K die Intensität des Bildes, welche ohne Gitter in der Brennebene beobachtet wird. Die Formel zeigt, dass die n-te Ordnung die Intensität null besitzt, wenn $\frac{a n \cdot \pi}{d} = \pi, 2\pi, 3\pi \ldots$ oder auch $n = \frac{d}{a}, \frac{2d}{a}, \frac{3d}{a}, \ldots$ ist. Bei einem Gitter, bei dem z. B. $a = b$ ist, fehlen daher alle

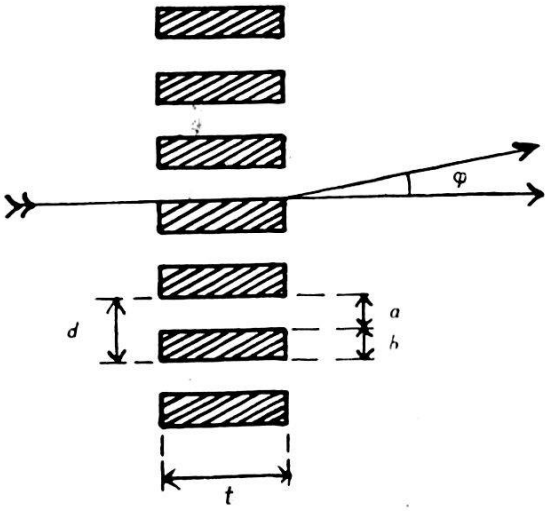


Fig. 2a.
Schnitt durch eine Webplatte.

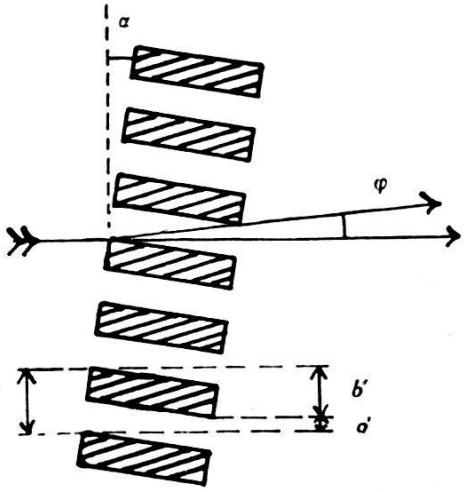


Fig. 2b.
Dasselbe Gitter um α gedreht.

geraden Ordnungen. Dies ist z. B. beim Wood'schen Drahtgitter zu erwarten, falls $\alpha = 0$ ist. Dreht man dieses Gitter, so kann man erreichen, dass $a = d/3$ wird. Es fallen dann die dritte, sechste, neunte usw. Ordnung aus, während z. B. dei zweite und vierte Ordnung eine von Null verschiedene Intensität besitzen. Bei einer weiteren Drehung wird es möglich sein, die vierte und achte und zwölfte Ordnung ausfallen zu lassen usw. Will man aber $a \ll b$ machen, so wird α sehr gross, denn erst für $\alpha = 63^0$ ist $\alpha = 0$. Da sich bei der Drehung auch gleichzeitig d ändert und zwar sehr stark, so hat dies zur Folge, dass sich nicht nur die Intensitäten, sondern auch die Lagen der Ordnungen ändern, was die Durchsichtigkeit der Demonstration beeinträchtigt. Dies

[1]) Lord J. RAYLEIGH, Phil. Mag. **14**, 81, 193, 1874.

lässt sich vermeiden, wenn man ein Gitter wählt, bei dem an Stelle der Drähte Lamellen mit rechteckigem Querschnitt vorhanden sind, d. h. ein Blattgitter. Fig 2a zeigt einen schematischen Schnitt durch ein Blattgitter, bei welchem $a = b$ angenommen ist. Das Blattgitter braucht nicht selbst hergestellt zu werden. Die Webplatten, die in den Webstühlen in verschiedenster Grösse Verwendung finden, sind für die Versuche geeignet.

Die Aufnahmen der Figur 4 sind mit einer Webplatte ausgeführt worden. Es war $a = b = 0{,}25$ mm und die Tiefe des Gitters $t = 3$ mm (Fig. 2a). Die Versuchsanordnung zur Aufnahme der Beugungsbilder war die übliche: Die Lichtquelle ist durch einen Kondensor auf einen Spalt abgebildet, dieser durch eine Linse auf photographisches Papier. Hinter der Linse ist die Webplatte drehbar aufgestellt. Der Abstand Linse—Papier ist gross gegen die Brennweite der Linse, sodass also die Strahlen hinter der Linse recht gut parallel waren.

Fällt das Licht senkrecht auf die Webplatte auf, so ist $a = b$ und es fehlen daher die geraden Ordnungen. In Fig. 3a ist dieser Fall wiedergegeben, die geraden Ordnungen sind nur ganz schwach angedeutet. Dreht man das Gitter ein wenig, so nimmt wegen der grossen Tiefe a sehr stark ab, b ebenso stark zu und d bleibt nahezu gleich gross (Fig. 3b). Es ändert sich somit der Wert von a/b, wobei aber d konstant bleibt. Bei der Drehung beobachtet man daher in erster Näherung kein Wandern der Ordnungen, sondern nur den Intensitätswechsel zwischen den einzelnen Ordnungen. In der Figur 3 nimmt der Winkel α von oben nach unten zu. Bei 3b ist das Gitter nur ganz wenig gedreht, die zweite und vierte Ordnung sind nun stärker als die dritte. Bei einer etwas grösseren Drehung wird dies noch deutlicher (3c). In 3d ist die fünfte Ordnung schwächer als die benachbarten und bei 3e ist die Drehung nun so gross, dass die Intensität über eine grosse Zahl von Ordnungen ganz gleichmässig abnimmt. Aus den Aufnahmen ist zu erkennen, dass bei der Drehung des Blattgitters die Lage der Ordnungen praktisch die gleiche bleibt.

Dass bei einem Gitter einzelne Ordnungen verschwindende Intensität besitzen können, lässt sich bekanntlich leicht einsehen, wenn man zuerst die Beugung eines einzelnen Gitterspaltes betrachtet und nachher auf mehrere Spalte schliesst. Bei einem Spalt der Weite a löschen sich in der Fraunhoferschen Anordnung alle Strahlen, die mit der Einfallsrichtung den Winkel ψ bilden durch Interferenz aus, falls $m \cdot \lambda = a \cdot \sin \psi$ ist, wo m eine ganze Zahl bedeutet. Betrachtet man nun das Beugungsbild zweier nebeneinander stehender Spalte gleicher Öffnung a (Doppelspalt),

so löschen sich die in der Richtung ψ verlaufenden Strahlen beider Spalte auch aus, weil dies bei jedem Spalt für sich geschieht. Dasselbe ist der Fall, wenn wir eine beliebige Zahl von Spalten der Öffnung a nebeneinander haben. Sind die Abstände zweier aufeinanderfolgenden Spaltmitten immer gleich d, so stellt die Anordnung ein Gitter mit der Gitterkonstanten d dar. Bei der Gitterbeugung werden sich daher sicher alle Strahlen der Richtung ψ

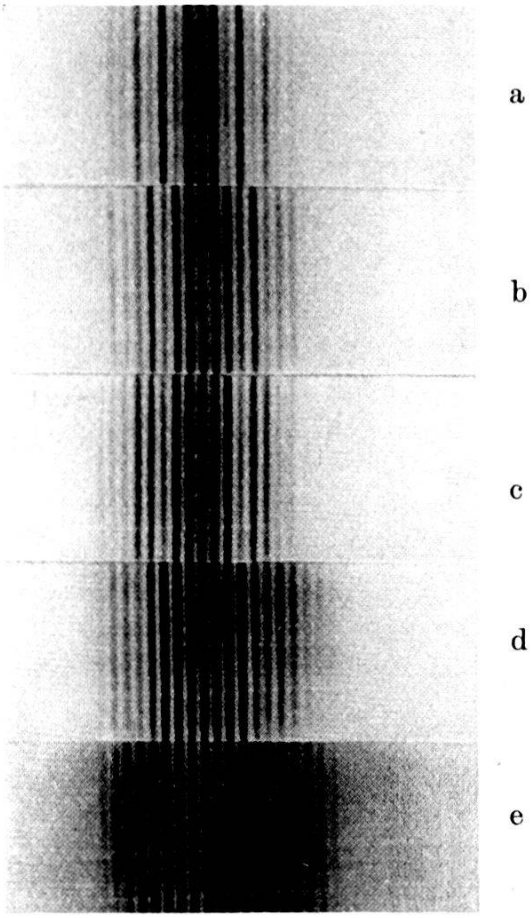
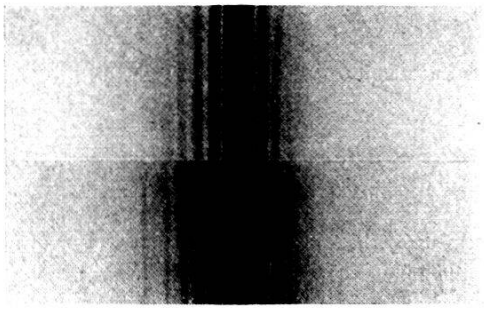


Fig. 3 a—e.
Beugungsspektren einer Webplatte für verschiedene α.
Zunehmendes α von oben nach unten. Die Lage der Ordnungen bleibt gleich, dagegen ändert sich die Intensitätsverteilung. Bei den grössten Werten von α ist eine geringe Assymetrie der Ordnungen links und rechts zu bemerken.

durch Interferenz auslöschen. Fällt nun aber zufällig nach der für ein Gitter geltenden Gleichung $n \cdot \lambda = d \cdot \sin \varphi$ eine Gitterordnung in diese Richtung, so besitzt sie daher die Intensität null. Die Bedingung dafür ist $\varphi = \psi$ und es wird dann $\frac{a}{d} = \frac{m}{n}$. Damit Ordnungen ausfallen, muss also a/d ein echter nationaler Bruch sein.

Dieser Zusammenhang zwischen Gitter- und Spaltbeugung lässt sich auch schön mit dem Blattgitter zeigen, wenn man das

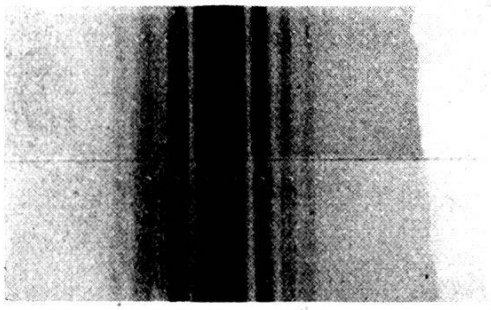
Gitter mit einem verstellbaren Spalt abdeckt, so dass man die Zahl der verwendeten Gitteröffnungen bequem verändern kann. Derartige Beugungsbilder zeigen die Fig. 4 und 5. In 4a und 5a ist die Öffnung des verstellbaren Spaltes gerade so gross wie die Öffnung eines Gitterspaltes, das Beugungsbild ist dasjenige eines einzigen Spaltes. In 4b und 5b werden durch den Spalt zwei Gitteröffnungen freigegeben, das Beugungsbild ist dasjenige eines Doppelspaltes, der das einfachste Gitter darstellt. Bei Fig. 4



a

b

Fig. 4a. Aufnahme mit einer einzigen Öffnung der Webplatte, $\alpha = 0$.
Fig. 4b. Aufnahme mit zwei Öffnungen, $\alpha = 0$.



a

b

Fig. 5a. Aufnahme mit einer einzigen Öffnung, Webplatte etwas gedreht.
Fig. 5b. Aufnahme mit zwei Öffnungen, gleiches α wie 5a.

ist $\alpha = 0$, in 5 ist das Gitter ein wenig verdreht, so dass a kleiner wird. Man sieht aus den Bildern, dass die Intensitätsminima eines einzigen Spaltes sich auch im Beugungsbild des Doppelspaltes wiederfinden. Durch das Hinzufügen des zweiten Spaltes entstehen dagegen neue Minima, was besonders gut im mittleren Teil des Beugungsbildes zu sehen ist. So entstehen in Fig. 5b vier neue Minima, es bilden sich die nullte, $\pm$ erste und $\pm$ zweite Gitterordnung aus. Von der $\pm$ dritten Ordnung ist nichts zu sehen, weil sie dort zu liegen käme, wo das erste Minimum des Spaltbeugungsbildes ist.

Physikalisches Institut der Universität Zürich.