

Über eine Consequenz des Fresnel-Huyghens'schen Principes

von

Karl Exner.

(Mit 2 Textfiguren.)

Huyghens erklärte die Brechung des Lichtes mittels der einhüllenden Wellenflächen, während ihm die Vorstellung einer regelmässigen Aufeinanderfolge von Lichtwellen und der Begriff der Interferenz noch fehlten. Merkwürdiger Weise ist die Annahme periodischer Ätherschwingungen zuerst von Newton in die Optik eingeführt. Fresnel verband mit dem Principe der einhüllenden Wellenflächen das der Interferenz und gelangte so zu der folgenden Erklärung der Brechung.

Von jedem Punkte der Trennungsfläche der beiden Mittel pflanzen sich im zweiten Mittel Elementarstrahlen in allen Richtungen fort; und es findet Lichtfortpflanzung in jeder Richtung statt, in welcher die Elementarstrahlen auf einer zu den Strahlen senkrechten Ebene in Phasentübereinstimmung stehen. Drückt man diese Bedingung mathematisch aus, so gelangt man zum Brechungsgesetze des Cartesius.

Totalreflexion tritt ein, wenn nach dem Brechungsgesetze der Brechungswinkel unmöglich wird, oder wenn es im zweiten Mittel keine Richtung gibt, für welche die Elementarstrahlen in Phasentübereinstimmung stehen.

Es ergibt sich als eine Consequenz der Fresnel'schen Anschauung, dass bei Totalreflexion die Elementarstrahlen im neuen Mittel existiren, wenn sie auch nicht Veranlassung zur Lichtfortpflanzung geben. Und es ergibt sich die weitere Consequenz, dass die Unterdrückung eines Theiles dieser Elementar-

strahlen auch bei Totalreflexion, Lichtfortpflanzung im neuen Mittel ergeben muss.

Diess führt zu dem Versuche, bei Totalreflexion ein Beugungsgitter in die Trennungsebene zu legen, dessen Stäbe auf der Einfallsebene senkrecht stehen. Ist dann a die Constante des Gitters, n der Brechungsindex des ersten Mittels, α der Einfallswinkel, β der Winkel irgend einer Richtung im neuen Mittel mit dem Einfallslothe, l der Brechungsindex des zweiten Mittels und k eine ganze Zahl, so ergibt sich, dass im zweiten

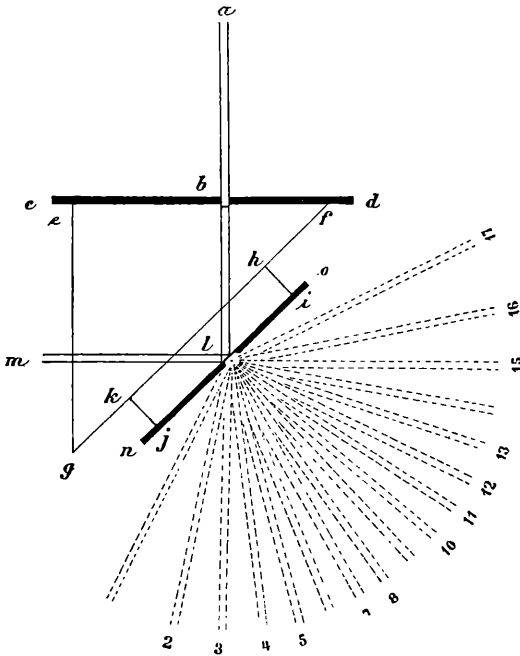


Fig. 1.

Mittel Luftfortpflanzung in jeder Richtung stattfinden muss, für welche:

$$\frac{a}{\lambda} (n \sin \alpha - \sin \beta) = k. \quad (1)$$

Der entsprechende Versuch kann in der folgenden Weise angestellt werden.

Ein Strahlenbündel a , (Fig. 1), tritt durch die spaltförmige Öffnung b eines Schirmes cd in ein gleichschenkelig rechtwinkliges Glasprisma efg und eine mittelst eines Tropfens Öl aufge-

klebte Glasplatte $hijk$, um in der letzteren bei l total nach m reflectirt zu werden. Auf der Fläche ij , an welcher die Totalreflexion vor sich geht, ist ein Gitter von ungefähr 200 Linien auf dem Millimeter eingeritzt. Dann pflanzen sich durch die Öffnung l des Schirmes no trotz der Totalreflexion gebeugte Strahlenbündel fort, welche der Formel (1) unterliegen. Ist beispielsweise $a = 200$, $n = \frac{3}{2}$, $\alpha = 45^\circ$, so ergibt Formel (1) für

Natriumlicht die Beugungswinkel: $\beta_1 = 70^\circ 32'$, $\beta_2 = 55^\circ 35'$, $\beta_3 = 45^\circ$, $\beta_4 = 36^\circ 6'$, $\beta_5 = 28^\circ 7'$, $\beta_6 = 20^\circ 42'$, $\beta_7 = 13^\circ 38'$, $\beta_8 = 6^\circ 45'$, $\beta_9 = 0^\circ$, $\beta_{10} = -6^\circ 46'$, $\beta_{11} = -13^\circ 38'$, $\beta_{12} = -20^\circ 43'$, $\beta_{13} = -28^\circ 8'$, $\beta_{14} = -36^\circ 7'$, $\beta_{15} = -45^\circ$, $\beta_{16} = -55^\circ 36'$, $\beta_{17} = -70^\circ 33'$, welchen in Fig. 1 die Richtungen 1 bis 17 entsprechen.

Derlei Versuche wurden mittelst des Spectrometers angestellt und ergaben qualitativ und quantitativ (die Messungen bezogen sich auf die D -Linie des Sonnenlichtes) Resultate, welche mit der Formel (1) übereinstimmten.

Befreit man das Prisma von den Schirmen cd und no , so kann man durch Drehung des Spectrometertischchens, auf welchem sich das Prisma befindet, die Incidenz des auf das Beugungsgitter fallenden Strahlenbündels variiren. So lange die Totalreflexion nicht erreicht ist, tritt das directe Bild durch das Gitter und ist zu beiden Seiten von Beugungsspectren umgeben. Nähert man sich der Totalreflexion, so verschwinden auf der einen Seite des directen Bildes die Beugungsspectra der Reihe nach, die voranschreitenden zuerst. Ist der Winkel der Totalreflexion erreicht, so verschwindet das directe Bild und es bleibt die zweite Reihe der Beugungsspectra übrig. Bei weiterer Drehung im selben Sinne verschwinden die letzteren Spectra der Reihe nach. Es hat also gewissermassen jedes Beugungsspectrum seinen eigenen Winkel der Totalreflexion, welcher gegeben ist durch die Gleichung:

$$\sin \alpha = \frac{a + k\lambda}{an}. \quad (2)$$

Die negativen Werthe von k entsprechen den voranschreitenden Beugungsspectren, die positiven den nachfolgenden, der Nullwerth von k dem directen Bilde.

Zu ebenso übereinstimmenden Resultaten führten analoge Versuche mit einem Goldgitter. Die vom Collimator eines Spectralapparates kommenden Strahlen einer Natriumflamme trafen, (Fig. 2), ein auf dem Tischchen des Spectralapparates stehendes

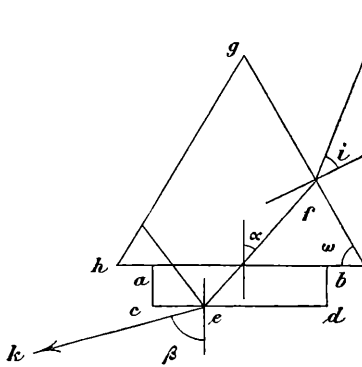


Fig. 2.

Prisma vom brechenden Winkel $\omega = 60^\circ 19\frac{1}{2}'$ und Brechungsexponenten $n = 1.6191$

unter dem Incidenzwinkel

$i = 36^\circ 35'$, und die zweite

Fläche unter dem Incidenzwinkel

$\alpha = 38^\circ 43\frac{1}{2}'$. Auf diese Fläche war mittelst eines

Tropfens Öl eine Glasplatte

$abcd$ geklebt, dessen äussere

Fläche cd ein Goldgitter trug.

Die Stäbe des Gitters lagen

normal zur Einfallsebene und

die Constante des Gitters war $a = 0.04135 \text{ mm}$, d. i. 24 Stäbe

auf den Millimeter. Da der Grenzwinkel der Totalreflexion $38^\circ 8\frac{1}{2}'$ betrug, wurde das directe Licht ef nach der mattgeschliffenen Fläche gh total reflectirt. Trotzdem gingen gebeugte Lichtbündel über. Das dritte dieser Bündel, ek (entsprechend $k = 3$), wurde nach Formel 1 berechnet, und es ergab sich für die Richtung dieses Bündels $\beta = 75^\circ 57\frac{1}{2}'$, die Messung des Winkels β ergab dieselbe Zahl. Durch Einschaltung eines Schirmes, wie no , Fig. 1, wurde die Erscheinung nicht alterirt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [98_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Exner Karl

Artikel/Article: [Über eine Consequenz des Fresnel-Huyghens'schen Principes 51-54](#)