



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

353. Fresnels Spiegelversuch

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

dieser Fläche in der Minutē 3 gr-Calorien zuführen. Diese Zahl nennt man die Solarkonstante. Die Erdatmosphäre absorbiert von dieser Strahlung für senkrecht hindurchfallende Strahlen etwa  $\frac{1}{3}$ , so daß an der Erdoberfläche selbst nur höchstens 2 gr-Calorien jedem  $\text{cm}^2$  in der Minute zugeführt werden.

**353. Fresnels Spiegelversuch.** Von einem durch die Sammellinse  $L$  (Fig. 377) stark erleuchteten (zur Zeichnungsebene senkrechten) Spalt  $P$  fällt Licht auf zwei Spiegel  $AB$  und  $BC$ , welche, damit jeder nur eine spiegelnde Fläche besitze und nur einen Bildpunkt liefere, aus schwarzem Glase bestehen, und bei  $B$  unter einem sehr stumpfen Winkel zusammenstoßen. Von dem Spiegel  $AB$  werden die Strahlen so zurückgeworfen, als kämen sie von dem Bildpunkte  $M$ , und von dem Spiegel  $BC$  derart, als kämen sie von  $N$ . Von den Spiegeln gehen demnach zwei Lichtkegel  $M m m'$  und  $N n n'$  aus, welche von den Punkten  $M$  und  $N$  herzukommen scheinen; sie haben den (in der Figur schraffierten) Raum  $Bmn$  miteinander gemeinschaftlich, sodaß auf dem Schirme  $m' n'$  das Feld  $m n$  von beiden Lichtkegeln gleichzeitig Licht empfängt. In diesem Mittelfelde nun gewahrt man eine Reihe mit der Kante  $B$  paralleler abwechselnd heller und dunkler Streifen; wenn man den einen Spiegel verdeckt, so verschwinden die Streifen, und das Feld  $m n$ , welches jetzt nur noch von dem anderen Spiegel her Licht erhält, zeigt sich in seiner ganzen Ausdehnung gleichförmig erleuchtet. Die Streifen erscheinen aber sofort wieder, wenn man die Bedeckung wegnimmt und zu dem Lichte, welches der Punkt  $M$  auf den Schirm sendet, auch noch dasjenige des Punktes  $N$  hinzutreten läßt. Der Fresnelsche Spiegelversuch beweist also, daß Licht zu Licht gefügt sowohl verstärkte Helligkeit als auch unter Umständen Dunkelheit hervorbringen kann.

Die Annahme, daß das Licht ein Stoff sei (Newtons Emanations-, Emissions- oder Corpusculartheorie, 1669), dessen Teilchen von den leuchtenden Körpern mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km fortgeschleudert werden, vermag von dieser Tatsache eine ungezwungene Erklärung nicht zu geben; dagegen ergibt sich die Erscheinung aus der anderen noch möglichen Annahme, daß das Licht eine Wellenbewegung sei, die sich in einem den Weltenraum und die Zwischenräume der Körperteilchen erfüllenden Mittel, dem sogen. Äther,

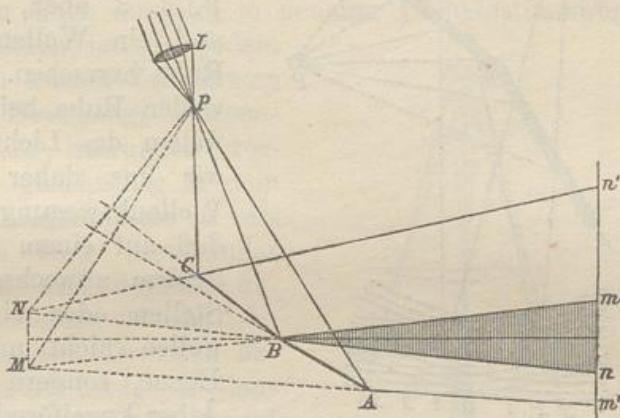


Fig. 377.  
Fresnels Spiegelversuch.

mit jener Geschwindigkeit durch Schwingungen von Teilchen zu Teilchen fortpflanzt (Vibrations- oder Undulationstheorie, Huygens, 1678), als notwendige Folgerung, nämlich als Interferenz-Erscheinung (Young, 1801).

Betrachten wir nämlich die Punkte  $M$  und  $N$  als Ausgangspunkte zweier sich durchkreuzender Wellenzüge (etwa Wasserwellen), deren Wellenberge in der Fig. 378 durch ausgezogene, deren Wellentäler durch punktierte Kreisbögen angedeutet sind, so wird in den Punkten  $0$ ,  $2$  und  $2'$ , wo zwei Wellentäler oder zwei Wellenberge zusammentreffen, verstärkte Bewegung, in den Punkten  $1$ ,  $1'$ ,  $3$ ,  $3'$  aber, wo je ein Wellenberg und ein Wellental sich durchkreuzen, Ruhe herrschen. Was aber bei Wasserwellen Ruhe heißt, ist bei den Ätherwellen des Lichts Dunkelheit. Stellen wir uns daher das Licht als eine Wellenbewegung vor, so begreifen wir, daß auf einem bei  $3$ ,  $3'$  aufgestellten Schirm abwechselnd helle und dunkle Stellen oder vielmehr, da die Lichtwellen nicht nur kreisförmig in einer Ebene, sondern im rings vorhandenen Äther kugelförmig sich ausbreiten, helle und dunkle Streifen auftreten, welche zur gemeinschaftlichen Kante  $B$  der beiden Spiegel parallel sind.

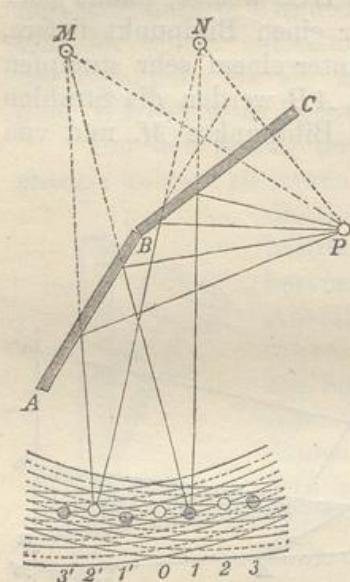


Fig. 378.  
Zum Fresnelschen Spiegelversuch.

Fassen wir statt der Wellen selbst die Strahlen ins Auge, welche von den beiden Erregungsmittelpunkten  $M$  und  $N$  aus in jedem Punkte des Schirmes zusammentreffen, so ist ersichtlich, daß die beiden Strahlen, welche von  $M$  und  $N$  nach dem mittleren Punkte  $0$  gehen, an Länge einander gleich sind; die schwingenden Bewegungen, welche von jenen Zentren gleichzeitig ausgehen, treffen daher im Punkte  $0$  in gleichen Zuständen (Phasen) ein und unterstützen sich gegenseitig zu möglichst lebhafter Wirkung. In dem seitwärts gelegenen Punkten  $1$  dagegen (und ebenso in  $1'$ ) treffen zwei Strahlen zusammen, deren Wege  $M1$  und  $N1$  um eine halbe Wellenlänge verschieden sind; die Antriebe, welche sie dem Punkte  $1$  erteilen, sind daher gleich und entgegengesetzt: der Punkt bleibt in Ruhe. Das gleiche erfolgt an den Stellen,  $3$ ,  $5$  usf., wo der Gangunterschied der Strahlen  $3$ ,  $5$  usf., überhaupt eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen ausmacht. An den Stellen  $2$ ,  $4$  usf., wo die Strahlen mit Wegunterschieden von einer, zwei usf. oder überhaupt von einer Anzahl ganzer Wellenlängen, also mit gleichen Schwingungszuständen, zusammentreffen, herrscht wieder die lebhafteste Bewegung. Die zwischenliegenden Punkte werden durch Strahlenpaare, welche sich in allen

möglichen Abstufungen des Einklanges und des Gegensatzes befinden, in minder lebhafter Bewegung erhalten.

Man könnte fragen, warum man sich die beiden Lichtzentren  $M$  und  $N$  erst auf einem Umweg durch die beiden Spiegel verschafft, und nicht lieber direkt zwei leuchtende Linien, etwa zwei glühende Platindrähte, nimmt. Man würde aber in diesem Falle keine Interferenzstreifen auf dem Schirme erhalten. Denn aus der obigen Be trachtung folgt, daß die beiden Wellensysteme, damit sie an den angegebenen Stellen des Schirmes interferieren, zu gleicher Zeit und in ganz gleicher Weise von den beiden Erregungszentren ausgehen müssen. Wir haben es aber nicht in unserer Gewalt, den Leuchtprozess in zwei leuchtenden Körpern so zu leiten, daß die schwingende Bewegung, die von dem einen ausgeht, in genauer Übereinstimmung mit derjenigen des anderen ist; in jedem von ihnen werden nach kurzen Zeiträumen Unterbrechungen der Bewegung, Phasenänderungen und andere Störungen vorkommen, welche nicht gleichzeitig in dem anderen auftreten; die Lichtprozesse in verschiedenen Lichtquellen sind voneinander unabhängig (inkohärent) und deshalb ungleichartig. Die zur Interferenz erforderliche Gleichartigkeit wird nun am sichersten dadurch erreicht, daß man die beiden Wellensysteme durch Spiegelung oder auf irgend eine andere Art aus der nämlichen Quelle schöpft. Denn die Unregelmäßigkeiten des Leuchtprozesses in der einen benutzten Lichtquelle treten alsdann übereinstimmend und gleichzeitig in beiden Wellensystemen auf, und können sonach auf den Einklang oder den Gegensatz der Strahlen, der jetzt nur noch durch ihre Wegunterschiede bedingt ist, keinen Einfluß üben.

Statt der beiden Spiegel kann man auch das in Fig. 379 im Querschnitt dargestellte stumpfwinklige Doppelprisma aus Glas anwenden, aus welchem die von der Lichtquelle  $P$  ausgehenden Strahlen so austreten, als ob sie von  $M$  und  $N$  herkämen.

Bedeckt man beim Fresnelschen Interferenzversuch die Öffnung des Heliostaten der Reihe nach mit rotem, grünem, blauem Glas, so bemerkt man, daß im blauen Licht die dunklen Streifen enger beisammen stehen als im grünen Licht, und im grünen enger als im roten. Daraus folgt, daß blaue Strahlen, um sich gegenseitig aufzuheben, eines geringeren Wegunterschiedes bedürfen als grüne und um so mehr als rote, oder daß die Wellenlänge des blauen Lichts kleiner ist als die des grünen, und diese kleiner als die des roten Lichts. Überhaupt entspricht jeder einfachen Farbe eine bestimmte, in der Reihenfolge der Spektralfarben vom Rot bis zum Violett

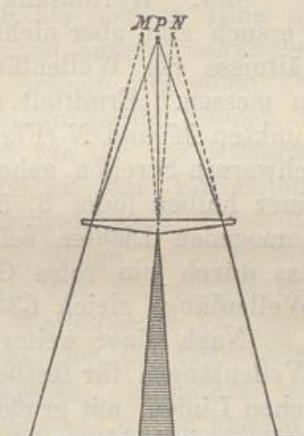


Fig. 379.  
Interferenzprisma.

immer kleiner werdende Wellenlänge. Stellt man daher den Interferenzversuch mit weißem Licht an, welches aus allen einfachen Farben gemischt ist, so erscheinen die Streifen auf dem Schirm nicht abwechselnd weiß und schwarz, sondern farbig, weil wegen der Verschiedenheit der Wellenlängen die Streifen verschiedener Farben nicht aufeinander fallen; und da bei größeren Gangunterschieden an derselben Stelle des Schirmes immer zahlreichere Verstärkungen und Schwächungen verschiedener Farben sich mischen, so sieht man bei weißem Licht zu beiden Seiten des mittleren hellen Streifens nur wenige, nach außen hin immer blasser gefärbte und schließlich in einförmigem Weiß sich verlierende Streifen. Bei Anwendung von homogenem Lichte dagegen sind die dunklen Streifen vollkommen schwarz und in großer Anzahl vorhanden.

**354. Wellenlängen. Schwingungszahlen.** Der Fresnelsche Versuch gibt aber nicht bloß im allgemeinen Auskunft über die Verhältnisse der Wellenlängen, sondern kann auch dazu dienen, sie zu messen. Ermittelt man nämlich die Längen der von den Lichtpunkten *M* und *N* (Fig. 378) nach dem ersten (oder zweiten, dritten) schwarzen Streifen gehenden Strahlen, so muß ihr Unterschied gleich einer halben (oder 3, 5 usw. halben) Wellenlänge des angewendeten homogenen Lichtes sein. Fresnel hat diese Messungen für Licht, das durch ein rotes Glas gegangen war, durchgeführt und dessen Wellenlänge gleich 638 Milliontel eines Millimeters gefunden.

Nach einer weiterhin zu besprechenden Methode hat man die Wellenlängen für festbestimmte Strahlen, nämlich für die Fraunhofer-schen Linien, mit großer Genauigkeit zu messen vermocht. Die Lichtwellen sind hiernach außerordentlich klein; auf die Länge eines Millimeters gehen 1315 Wellen des äußersten Rot (Linie *A*), 1698 Wellen des gelben Natriumlichts (*D*) und 2542 Wellen des äußersten Violett (*H*).

Nun weiß man, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts 300 000 km beträgt und im freien Äther des Weltalls (im leeren Raum und nahezu auch in der Luft) für alle Lichtarten die gleiche ist. Nachdem die Wellenlängen für die verschiedenen einfachen Lichtarten bekannt sind, lassen sich auch daher ihre Schwingungszahlen mit Leichtigkeit ermitteln; sie werden ausgedrückt durch die Anzahl von Wellenlängen, welche je in der Strecke von 300 000 km enthalten sind. Für das äußerste Rot z. B., von dessen Wellen 1315 auf die Länge eines Millimeters gehen, findet man so die ungeheure Zahl von 394 500 000 000 000 oder beiläufig 395 Billionen Schwingungen in der Sekunde. Je kleiner die Wellenlänge ist, desto größer muß die Schwingungszahl sein; in einem Strahl gelben Natriumlichts macht jedes Ätherteilchen während einer Sekunde 509 Billionen Schwingungen, und dem äußersten Violett entspricht eine Schwingungszahl von 763 Billionen.

Ein Ton erscheint um so höher, je größer seine Schwingungszahl ist. Wie das Ohr die Häufigkeit der Schallschwingungen als