



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

361. Farben dünner Blättchen

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

messer der Nebelkügelchen bestimmen; man findet, daß sie im Winter durchschnittlich größer sind als im Sommer. Bei herannahendem Regenwetter vergrößern sich die Kügelchen schnell, und der Mondhof wird enger. Daß man Mondhöfe häufiger beobachtet als Sonnenhöfe, hat seinen Grund darin, daß das Licht der Sonne so blendend ist, daß man die lichtschwachen Ringe daneben nicht zu sehen vermag; man sieht sie aber sofort, wenn man das viel weniger helle Spiegelbild der Sonne auf einer Wasserfläche oder auf einer Glasplatte betrachtet.

Steht man auf freier Bergspitze, von feinen, in der Nähe kaum sichtbaren Nebeln umgeben, die unverhüllte Sonne im Rücken und wogende Nebelschleier zu Füßen, so sieht man sein Schattenbild in scheinbar riesiger Größe auf die Nebelwand gezeichnet und den Kopf desselben von farbigen Ringen umkränzt (Heiligenschein). Diese Ringe entstehen durch Beugung der Sonnenstrahlen an den Nebelkügelchen, welche dem Kopfe des Beobachters nahe sind, und durch Zurückwerfung der farbigen gebeugten Strahlen an den vor ihm befindlichen Dunstkörperchen. Die anscheinend riesenhafte Größe des Schattenbildes beruht auf einer unbewußten Gesichtstäuschung. Da die Sonnenstrahlen unter sich nahezu parallel sind, kann der Schatten in der Tat nicht größer sein als der schattenwerfende Körper selbst. Obgleich er auf den Nebelschichten in gewöhnlicher Größe entsteht, versetzt ihn unser Urteil unwillkürlich in jene größere Entfernung, in welcher der Nebel für unser Auge bestimmtere Umrisse gewinnt und als eine zum Auffangen eines Schattens geeignete Wand erscheint, und muß ihm, da der Sehwinkel derselbe bleibt, eine abenteuerliche Größe zuschreiben. Nach dem Berg, auf dessen Gipfel der riesige Schatten zuerst wahrgenommen wurde, hat man ihn das Brocken-  
gespenst genannt.

361. **Farben dünner Blättchen.** Gießt man ein wenig Terpentinöl auf Wasser, so breitet es sich zu einem dünnen, in prachtvollen Farben spielenden Häutchen aus; ähnliche Farben beobachtet man an alten, durch Verwitterung blind gewordenen Fensterscheiben, besonders schön aber an Seifenblasen. Sie zeigen sich überhaupt an dünnen, durchsichtigen Schichten jeder Art und werden daher „Farben dünner Blättchen“ genannt. Fällt ein Lichtbündel  $AB$  (Fig. 387) auf eine dünne Schicht, so wird ein Teil von ihm an der Oberfläche nach  $BC$  zurückgeworfen; ein großer Teil  $BD$  aber dringt in das Blättchen ein, wird an der unteren Fläche nach  $DE$  reflektiert, und tritt nach  $EF$  parallel zu  $BC$  aus. Die Strahlen  $BC$  und  $BDEF$  interferieren miteinander, wenn sie im Auge, oder auf einem Schirm, auf dem man mittels einer Linse das Bild des Blättchens entwirft, zusammentreffen. Die an der Hinterfläche zurückgeworfenen Strahlen haben nämlich bis zur Wellenebene  $EG$ , indem sie die Dicke des Blättchens hin und zurück durchlaufen mußten, gegenüber den an der Vorderfläche reflektierten eine um so größere Verzögerung erlitten, je dicker das Blättchen ist. Sind nun die Umstände z. B.



derart, daß der Gangunterschied anderthalb Wellenlängen des grünen Lichts beträgt, so werden die längeren roten Wellen nur etwa um eine, die kürzeren violetten Wellen aber um nahezu zwei Wellenlängen verzögert. Die grünen Strahlen löschen sich daher gegenseitig aus, die roten und violetten aber nicht, und das Blättchen zeigt unserem Auge ein aus Rot und Violett gemischte Purpurfarbe. Je nach der Dicke des Blättchens werden immer andere Farben aus dem zurückgeworfenen Lichte getilgt und dadurch die mannigfaltigsten Farbenmischungen hervorgebracht. Ist daher die durchsichtige Schicht nicht überall gleich dick, so erscheint sie vielfach gestreift, indem alle Stellen gleicher Dicke auch gleiche Färbung zeigen und sog. isochromatische Kurven bilden. Bei einer Seifenblase z. B. sieht man ihre oberste dünnste Stelle von lebhaft gefärbten Ringen umgeben.

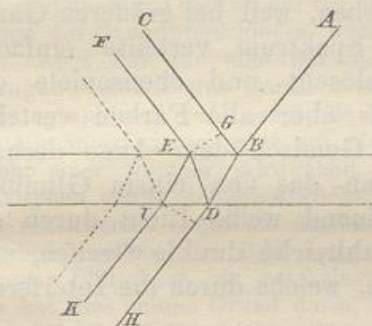


Fig. 387.

Farben dünner Blättchen.



Fig. 388.

Newtonsche Farbenringe.

Man kann nach Newton (1675) solche Farbenringe (Fig. 388) dauernd hervorrufen, wenn man eine schwache Konvexlinse auf eine ebene Glasplatte legt und etwas anpreßt; man erhält so zwischen den beiden Gläsern eine dünne Luftschicht, welche vom Berührungspunkt nach außen an Dicke allmählich zunimmt, und um diesen Punkt herum die farbigen Ringe in regelmäßiger Anordnung zeigt.

Da im Berührungspunkt die Dicke des Blättchens Null ist, so ist hier auch der von ihm herrührende Gangunterschied Null, und man sollte erwarten, daß die daselbst an der Vorder- und Hinterfläche reflektierten Strahlen sich verstärken. Tatsächlich aber vernichten sie sich, denn der Mittelpunkt des Ring-systems erscheint schwarz. Von den beiden interferierenden Strahlen wird nämlich der eine aus Luft kommend an Glas, also an einem Mittel kleinerer Fortpflanzungsgeschwindigkeit, der andere aus Glas kommend an Luft, an dem Mittel größerer Lichtgeschwindigkeit, reflektiert. Bei jener Zurückwerfung aber wird die Schwingungsrichtung umgekehrt, oder, was dasselbe heißt, die Phase der Bewegung wird um eine halbe Schwingungsdauer geändert, bei dieser dagegen nicht (vgl. 286 u. 296). Es kommt daher überall zu dem beim Durchlaufen des Blättchens entstandenen Gangunterschied noch eine halbe Wellenlänge hinzu, und es entstehen für jede homogene Lichtart dunkle Ringe, wo jener Gangunterschied für sich Null oder eine gerade Anzahl, helle Ringe dagegen, wo er eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen ausmacht.

Der in D nach E (Fig. 387) zurückgeworfene und hier abermals reflektierte Strahl tritt teilweise nach I K aus, so daß I K mit dem direkt durchgegangenen



Strahl  $DH$  zur Interferenz kommt. Es zeigen sich daher Farbenringe auch im durchgehenden Licht, welche jedoch viel blasser sind als im reflektierten, weil der Strahl  $IK$  infolge der zwei auf seinem Wege durch das Blättchen bei  $D$  und  $E$  erlittenen Reflexionen weit schwächer ist als der ohne Reflexion durchgegangene Strahl  $B D H$ , und diesen sonach niemals vollständig auslöschen kann. Da beide Reflexionen in diesem Falle gleichartig sind, so entsteht durch sie entweder gar keine Phasenänderung, oder eine solche von zwei halben, d. i. einer ganzen Schwingungsdauer; die Ringe im durchgehenden Licht sind also hell, wo die im reflektierten dunkel sind, und zeigen bei weißer Beleuchtung zu letzteren komplementäre Farben.

Da der Strahl  $EF$ , weil er das Blättchen zweimal durchlaufen mußte, etwas schwächer ist als  $BC$ , so kann er allein diesen nicht vollkommen vernichten, sondern nur im Zusammenwirken mit den unzählig vielen Strahlen, welche nach wiederholten Reflexionen im Innern des Blättchens in derselben Richtung mit  $EF$  austreten (in Fig. 387 punktiert angedeutet). Gerade infolge dieses Zusammenwirkens erscheinen im reflektierten homogenen Licht die dunklen Ringe vollkommen schwarz (Poisson, 1823).

Dickere Blättchen zeigen keine Farben, weil bei größeren Gangunterschieden viele über das ganze Spektrum verteilte einfache Strahlenarten durch Interferenz ausgelöscht und ebensoviele dazwischen liegende und daher ebenfalls über alle Farben verteilte Strahlenarten verstärkt werden, deren Gemisch dem Auge deshalb als Weiß erscheinen muß. Zerlegt man das von einem Glimmer- oder Glasblättchen reflektierte, anscheinend weiße Licht durch ein Prisma, so zeigen sich im Spektrum zahlreiche dunkle Streifen, entsprechend allen jenen Strahlengattungen, welche durch die Interferenz ausgetilgt worden sind.

**362. Stehende Lichtwellen.** Trifft ein paralleles Strahlenbündel (oder eine ebene Lichtwelle) senkrecht auf einen ebenen Spiegel, so entsteht durch Interferenz der einfallenden mit der zurückgeworfenen Welle eine stehende Wellenbewegung, derart, daß in einem und demselben Abstand vom Spiegel, d. h. in einer zu ihm parallelen Ebene, überall der gleiche Schwingungszustand herrscht. Die Schwingungsbäuche und Schwingungsknoten bilden zwei Scharen solcher zum Spiegel paralleler Ebenen, deren Abstände voneinander für dieselbe Schar je eine halbe Wellenlänge betragen und durch die Ebenen der anderen Schar halbiert werden. Man denke sich nun dieses System stehender Wellen von einer gegen den Spiegel geneigten Ebene durchschnitten. Auf dieser müssen dann die beiden Scharen von Ebenen zwei Scharen von parallelen unter sich gleichweit abstehenden geraden Linien ausschneiden, welche abwechselnd den Schwingungsbäuchen und Schwingungsknoten entsprechen. Wäre die schneidende Ebene senkrecht zum Spiegel, so würden die Abstände dieser geraden Linien nur eine halbe Wellenlänge betragen und demnach so klein sein, daß sie mit unbewaffnetem Auge nicht getrennt wahrgenommen werden könnten. Die Abstände der Linien auf der schneidenden Ebene werden aber um so größer, eine je geringere Neigung zum Spiegel man ihr gibt, und man kann die Neigung so klein wählen, daß die Linien  $\frac{1}{2}$  bis 2 mm weit auseinander treten. Wiener (1890) erwies die Existenz solcher stehenden Lichtwellen auf photographischem Wege, indem er in der Lage einer solchen Ebene vor dem Spiegel ein sehr dünnes, durchsichtiges, lichtempfindliches Häutchen von Chlorsilber-Kollodium anbrachte. Längs der Geraden mit Schwingungsbäuchen muß alsdann die stärkste, längs der mit Schwingungsknoten die geringste photographische Wirkung eintreten, und nach der Entwicklung zeigte sich in der Tat auf dem Häutchen ein System abwechselnd heller und dunkler Streifen, von welchen diese den Bäuchen, jene den Knoten entsprechen.

**363. Photographie der Farben.** Mit Hilfe stehender Lichtwellen gelang es Lippmann 1891, das Spektrum sowie andere farbige Objekte in ihren