



## **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

348. Wärmewirkung des Strahlen

---

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

man auf diese Weise erhält, nur wenige Augenblicke vom Sonnen- oder Tageslicht bescheinen, so leuchten sie nun stunden-, ja tagelang mit sanftem farbigen Licht, dessen Farbe von dem Darstellungsverfahren und geringen fremden Beimengungen abhängt.

Um die Wirkung der verschiedenen Strahlengattungen auf diese Substanzen zu untersuchen, entwerfen wir ein Sonnenspektrum auf einem Schirm, dessen Oberfläche mit einem dieser phosphoreszierenden Pulver (z. B. mit der käuflichen Balmainschen Leuchtfarbe) überzogen und durch vorhergegangene Beleuchtung mit Tageslicht zum Leuchten gebracht worden ist; nachdem die Strahlen des Spektrums einige Minuten lang eingewirkt haben und dann abgeblendet worden sind, sehen wir im Dunkeln auf dem Schirm ein eigenümliches „phosphorographisches“ Bild des Spektrums, welches da, wo die blauen und violetten Strahlen hintrafen, mit hellerem Phosphoreszenzlichte strahlt als der schwach leuchtende Grund des Schirmes, dort aber, wo Grün, Gelb, Rot gewirkt haben, dunkel auf hellem Grunde erscheint. Man sieht also, daß nur die brechbareren Strahlen (etwa von der Fraunhoferschen Linie *F* an) die Phosphoreszenz zu erregen imstande sind, die weniger brechbaren dagegen das bereits vorhandene Phosphoreszenzlicht auslöschen. Diese auslöschende Wirkung erstreckt sich aber noch weit über das rote Ende des Spektrums (Linie *A*) hinaus: daraus folgt, daß es noch unsichtbare Strahlen gibt, welche weniger brechbar sind als die roten, und die man daher ultrarote (infrarote) Strahlen nennt. Das vollständige Sonnenspektrum besteht demnach aus folgenden drei Teilen: dem unsichtbaren ultraroten Teil, dem zwischen den Fraunhoferschen Linien *A* und *H* gelegenen sichtbaren Teil und dem unsichtbaren ultravioletten Teil.

Der Auslöschung des Phosphoreszenzlichts durch die genannten Strahlen geht im allgemeinen ein stärkeres Aufleuchten der Substanz vorher; diese Strahlen bewirken, daß der Energievorrat, den der phosphoreszierende Körper durch Absorption der ihn erregenden brechbareren Strahlen in sich aufgenommen hat, in kürzerer Zeit und darum gleichsam konzentrierter wieder herausgegeben wird. Läßt man daher auf einen phosphoreszierenden Schirm ein Spektrum fallen, so erblickt man außerhalb seines roten Endes das Gebiet der ultraroten Strahlen in hellem Grünlichblau, weil hier das Phosphoreszenzlicht zu höherer Leuchtkraft angefacht wird (Becquerel, 1866. Lommel, 1883).

E. Wiedemann bezeichnet alle Leuchtprozesse ohne entsprechende Erhitzung als Lumineszenz, und zwar durch absorbiertes Licht hervorgerufene Fluoreszenz und Phosphoreszenz als Photolumineszenz, das Leuchten durch Einwirkung von Kathodenstrahlen (282) als Kathodolumineszenz, das durch chemische Vorgänge bedingte Leuchten als Chemilumineszenz.

**348. Wärmewirkung der Strahlen.** Die ultraroten Strahlen wurden übrigens schon 1800 von Herschel entdeckt, als er ein berußtes Thermometer durch das Spektrum führte und beobachtete, daß die Wärmewirkung vom violetten nach dem roten Ende hin zunimmt und

erst in dem dunklen Gebiet jenseits des roten Endes ihren größten Wert erreicht. Als eines feineren Mittels zum Nachweis und zur Erforschung dieser dunklen Wärmestrahlung bediente sich Melloni (1834) einer Thermosäule in Verbindung mit einem Galvanometer, des Thermomultiplikators, Fig. 372 (vgl. 237). Dieser besteht aus einer thermoelektrischen Säule  $p$ , deren berußte Endflächen zum Auffangen der Strahlen einerseits mit einer zylindrischen ( $a$ ), andererseits mit einer kegelförmigen Ansatzröhre ( $b$ ) versehen sind, und einem sehr empfindlichen Galvanometer (Multiplikator)  $M$ , mit welchem die Thermosäule durch die Klemmschrauben  $x$ ,  $y$  und die Leitungsdrähte  $g$ ,  $h$  in Verbindung steht. Die von der Lampe  $L$  ausgestrahlte

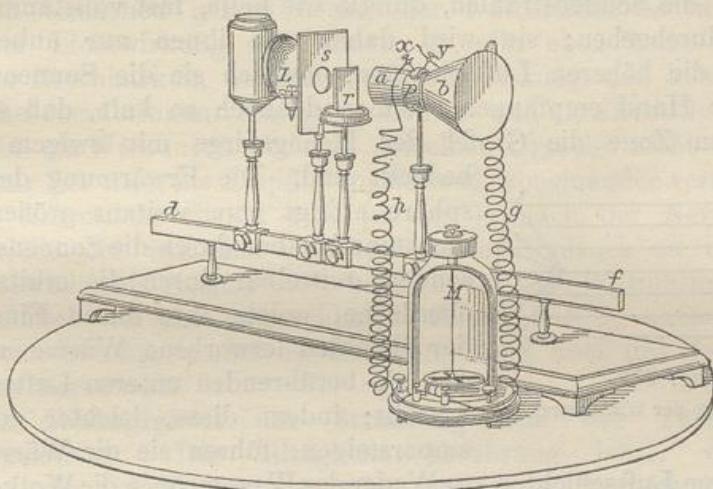


Fig. 372.  
Thermomultiplikator.

Wärme gelangt durch das Loch des Metallschirms  $s$  zur einen Endfläche der Thermosäule und erregt einen thermoelektrischen Strom, der eine um so größere Ablenkung der Magnetnadel des Galvanometers hervorbringt, je kräftiger die Strahlung ist. Thermosäule, Lampe, Schirm und ein zum Tragen der zu untersuchenden Gegenstände ( $r$ ) bestimmtes Tischchen sind längs einer Messingschiene verstellbar. Mittels des Thermomultiplikators kann man die Wärmewirkung der verschiedenen Gegenden des Spektrums durch genaue Messung bestimmen (349). In neuerer Zeit bedient man sich hierzu auch des Bolometers (230).

Die dunklen Wärmestrahlungen befolgen die nämlichen Gesetze der Zurückwerfung und Brechung wie die sichtbaren Lichtstrahlen. Stellt man z. B. zwei große Hohlspiegel in der durch Fig. 373 angedeuteten Weise einander gegenüber und bringt in den Brennpunkt des einen eine erhitze eiserne Kugel, so werden die von ihr ausgehenden Strahlen unter sich parallel auf den anderen Spiegel zurückgeworfen und von diesem in seinem Brennpunkt gesammelt; ein dahingebrachtes Thermometer, dessen Kugel durch Überziehen

mit Ruß zur Aufnahme der Wärmestrahlen fähig gemacht worden, steigt, und eine daselbst aufgestellte schwach phosphoreszierende Platte leuchtet hell auf (347). Eine Sammellinse entwirft von der heißen Kugel jenseits ein unsichtbares Wärmebild, welches auf der phosphoreszierenden Platte ebenfalls sichtbar wird. Durch ein Prisma werden die Strahlen, die von der heißen Kugel ausgehen, gebrochen, wie die Lichtstrahlen, aber sie werden weniger stark als die roten Strahlen abgelenkt. Sie sind demnach von derselben Natur wie die ultraroten Strahlen der Sonne.

Die Durchlässigkeit verschiedener Körper ist, wie für helle Strahlen, so auch für dunkle Wärmestrahlen sehr verschieden. Reine Luft lässt die Sonnenstrahlen, dunkle wie helle, fast vollständig durch sich hindurchgehen; sie wird daher von ihnen nur unbedeutend erwärmt; die höheren Luftschichten, obgleich sie die Sonnenstrahlen aus erster Hand empfangen, bleiben dennoch so kalt, daß selbst in der heißen Zone die Gipfel der Hochgebirge mit ewigem Schnee

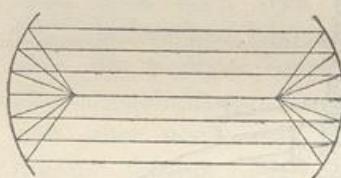


Fig. 373.

Zurückwerfung der Wärmestrahlen.

bedeckt sind. Die Erwärmung der Atmosphäre erfolgt zum weitaus größeren Teil nicht unmittelbar durch die Sonnenstrahlen, sondern mittelbar durch die erhitze Erdoberfläche, welche ihre durch Einsaugung der Strahlen erworbene Wärme zunächst den sie berührenden unteren Luftschichten mitteilt; indem diese, leichter geworden, emporsteigen, führen sie die Wärme auch

den höheren Luftschichten zu. Weder das Wasser, noch die Wolken, noch irgend welche Bestandteile der festen Erdrinde sind so durchlässig wie die Luft; alle absorbieren einen größeren oder geringeren Anteil der sie treffenden Sonnenstrahlen und erwärmen sich dadurch. Melloni nannte Körper, welche die dunklen (ultraroten) Wärmestrahlen in ähnlicher Weise durchlassen wie durchsichtige Körper die leuchtenden Strahlen, diatherman; atherman dagegen solche, welche die dunklen Wärmestrahlen absorbieren. Steinsalz lässt fast alle dunklen Wärmestrahlen (ebenso gut wie die hellen) durch<sup>1)</sup> und verhält sich demnach zu ihnen wie ein farblos durchsichtiger Körper gegenüber den Lichtstrahlen; der für Licht ebenso durchsichtige Alaun dagegen ist für ultrarote Strahlen nahezu undurchlässig. Andere Körper absorbieren bestimmte Partien aus dem ultraroten Gebiet des Spektrums und verhalten sich also den dunklen Wärmestrahlen gegenüber ähnlich wie gefärbte durchsichtige Körper, welche nur Lichtstrahlen von gewisser Farbe durchlassen, andersfarbige aber absorbieren. Melloni bezeichnet dieses Verhalten als Wärmefärbung oder Thermochrose.

Aus allen diesen Tatsachen geht hervor, daß zwischen den dunklen Wärmestrahlen und den Lichtstrahlen an sich kein anderer

<sup>1)</sup> Um ein Spektrum mit vollständigem ultraroten Teil zu erhalten, wendet man daher Linsen und Prismen aus Steinsalz oder Flußpat an.

Unterschied besteht als der stufenweise Unterschied der Brechbarkeit; jene unterscheiden sich von den roten Strahlen nicht mehr als die roten von den gelben oder die gelben von den grünen. Die Unsichtbarkeit jener wie die Sichtbarkeit dieser ist nicht in dem Wesen der Strahlen, sondern in der Beschaffenheit unseres Auges begründet, welches zur Wahrnehmung der ultraroten Strahlen nicht befähigt ist. Diese sind uns unmittelbar nur durch den Gefühlssinn als Wärme wahrnehmbar, die hellen Strahlen dagegen wirken gleichzeitig auf zwei Sinne, auf die Gefühlsnerven als Wärme, auf das Auge als Licht. Jeder Lichtstrahl ist zugleich auch ein Wärmestrahl. Wir sind durch kein Mittel imstande, die Wärmewirkung, welche z. B. dem einfachen gelben Lichte der Natriumflamme innewohnt, von seiner Lichtwirkung zu trennen; es gibt eben keine Strahlen von dieser Brechbarkeit, welche nur Wärmewirkung und keine Lichtwirkung hervorzubringen vermögen. Licht- und strahlende Wärme sind daher als Wirkungen ein und derselben Ursache nicht an sich, sondern nur für uns, als Empfindungsformen, voneinander verschieden. Derselbe einheitliche Strahl ruft in uns je nach der Nervenbahn, durch welche der von ihm hervorgebrachte Eindruck zu dem Sitz unseres Bewußtseins geleitet wird, bald Licht-, bald Wärmeempfindung hervor, ähnlich wie eine angeschlagene Stimmgabel in unserem Ohr eine Tonempfindung, in der berührenden Hand aber das Gefühl des Schwirrens hervorruft.

**349. Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur.**  
**Energiespektrum.** Die alltägliche Erfahrung lehrt, daß die Strahlung, die ein Körper aussendet, um so stärker ist, je höher seine Temperatur ist. Aber mit steigender Temperatur ändert sich nicht bloß die Stärke, sondern auch die Beschaffenheit der Strahlung. Ein mäßig warmer Körper sendet nur dunkle Strahlen aus. Erwärmen wir ihn höher, so treten allmählich zu diesen dunkeln immer höher brechbare Strahlen dazu; der heiße Körper wird sichtbar, er glüht. Bei  $540^{\circ}$  zeigt sich das Rot bis gegen *B* (dunkles Rotglühen), bei  $700^{\circ}$  (Hellrotglühen) erstreckt sich das Spektrum der ausgesandten Strahlen bis jenseits *F* und endlich beim Weißglühen ( $1200^{\circ}$ ) über *H* hinaus.

Der nach Draper bei etwa  $525^{\circ}$  beginnenden Rotglut geht die 1887 von F. Weber entdeckte Grauglut vorauf, die bei etwa  $400^{\circ}$  beginnt. In diesem Stadium senden die Körper ein ganz schwaches Leuchten aus, das als ein farbloser Lichtschimmer zuerst von den für geringe Lichtstärken empfindlicheren seitlichen Teilen des Augenhintergrundes (im indirekten Sehen) wahrgenommen wird (Gespenstergrau).

Genauere Untersuchungen über die Änderung der Strahlung mit der Temperatur sind in neuerer Zeit von Langley, später von Paschen, Lummer und Pringsheim angestellt worden. Um zu untersuchen, welche Strahlen ein Körper aussendet, wie sich die Energie der einzelnen Strahlenarten zueinander verhält und wie sie sich mit der Temperatur ändert, läßt man nicht die ganze Strahlung