



**Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

352. Energie der Sonnenstrahlung

---

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

nicht wie das unmittelbar gesehene mit der am Ende des Violett liegenden Linie  $H$ , sondern erstreckt sich noch weit darüber hinaus, da auch die ultravioletten Strahlen photographisch wirksam sind. Wenn man der lichtempfindlichen Schicht Farbstoffe (Azalin, Eosin u. a.) zusetzt, welche die weniger brechbaren Strahlen absorbieren, so erhält man sogen. orthochromatische Platten, auf welche auch die grünen, gelben, roten Strahlen chemisch wirken. Mittels einer besonders präparierten Bromsilberemulsion ist es Abney (1880) sogar gelungen, das ultrarote Gebiet des Spektrums zu photographieren. Die Photographie der weniger brechbaren Teile des Spektrums bis weit ins Ultrarote hinein gelingt auf folgende Weise auch mit gewöhnlichen photographischen Platten: man erzeugt auf einer phosphoreszierenden Fläche (Balmain'sche Leuchtfarbe) das phosphorographische Bild des Spektrums (347), auf dessen dunklem Grunde die Fraunhoferschen Linien bläulich leuchtend stehen bleiben, und legt auf dieses Bild eine gewöhnliche Gelatinetrockenplatte, auf der sich nun das Spektrum mit allen seinen Einzelheiten deutlich abbildet (Lommel, 1890).

Man kann die brechbareren Strahlen, welche auf Chlor-, Brom- und Jodsilber wirken, nämlich die blauen, violetten und ultravioletten, passend als photographische Strahlen bezeichnen. Wenn man sie, wie häufig geschieht, „chemische Strahlen“ nennt, so schreibt man ihnen dadurch mit Unrecht die ausschließliche Fähigkeit zu, chemisch zu wirken. Ihre chemische Wirkung beruht nicht, wie man durch letztere Bezeichnung verleitet werden könnte zu glauben, auf einem besonderen, ihnen im Gegensatz zu anderen Strahlen allein innenwohnenden chemischen oder, wie man auch gesagt hat, aktinischen Vermögen, sondern einfach auf dem Umstand, daß jene leicht zersetzbaren Silbersalze die brechbaren Strahlen absorbieren, die weniger brechbaren aber ungehindert durchlassen. Eine Wirkung auf einen Körper, sei es eine chemische oder irgend eine andere, können aber nur solche Strahlen hervorbringen, welche von dem Körper absorbiert werden. Auf einen zersetzbaren Körper, welcher vorzugsweise die weniger brechbaren Strahlen absorbiert, werden daher gerade diese am stärksten chemisch wirken. Ein Beispiel für die chemische Wirkung der minder brechbaren Strahlen bietet uns die Natur selbst im großen dar. Die Pflanzen nämlich beziehen die gesamte Menge des Kohlenstoffs, welchen sie zum Aufbau ihres Körpers bedürfen, aus der Luft, indem sie die der Luft beigemischte gasförmige Kohlensäure zerlegen in Kohlenstoff, welcher in der Pflanze zurückbleibt, und Sauerstoff, welcher gasförmig in die Atmosphäre zurückkehrt. Diese Zerlegung der Kohlensäure unter Aneignung (Assimilation) des Kohlenstoffs vollzieht sich in den grünen Pflanzenteilen durch die Einwirkung des Sonnenlichts auf das Blattgrün (Chlorophyll), und zwar vorzugsweise durch die vom Chlorophyll absorbierten mittleren roten Strahlen (Lommel, 1871. Engelmann, 1881).

352. **Energie der Sonnenstrahlung.** Wenn die Sonnenstrahlen an der Erdoberfläche vollständig zurückgeworfen würden, so könnten

sie dieselbe weder erwärmen, noch in irgend einer Art auf sie wirken; ihre Wirkung wird erst ermöglicht durch die absorbierende Fähigkeit der irdischen Gegenstände. Die klare Luft lässt die Sonnenstrahlen fast ungeschwächt durch sich hindurchgehen und wird daher von ihnen unmittelbar nur wenig erwärmt; dagegen erfährt die feste Erdrinde, welche ein bedeutendes Absorptionsvermögen besitzt, eine beträchtliche Erwärmung; vom Boden aus wird nun allmählich auch die Luft erwärmt; indem diese Erwärmung an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche ungleich ausfällt, z. B. am Äquator wegen des steileren Einfallens der Strahlen einen höheren Grad erreicht als in den Polargegenden, wird das Gleichgewicht der Atmosphäre gestört und sucht sich durch Strömungen, welche wir Winde nennen, wiederherzustellen. Die Bewegungen unserer Atmosphäre werden sonach ursprünglich durch die Sonnenstrahlen verursacht; in der Brise, welche die Schiffssegel schwellt, wie in dem Orkan, welcher Bäume entwurzelt, offenbart sich ein Teil der Energie, welche die Sonne durch ihre Strahlung dem Erdball zusandte. Durch die Verdampfung, welche unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen an der Meeresoberfläche vor sich geht, werden ungeheure Mengen Wasserdampf in die höheren Luftsichten emporgehoben, von wo sie, zu Wasser verdichtet, als Regen oder Schnee herabfallen und, zu Bächen und Flüssen gesammelt, dem Meere wieder zuströmen. Während dieses Kreislaufs gibt das Wasser die gesamte Energie wieder aus, welche es am Anfang von der Sonne empfing. Der fallende Regentropfen, der schifftragende Strom, das Gefälle, welches Mühlräder dreht oder den Tunnelbohrer durch den Alpengranit treibt, verdanken ihre Energie der Sonne. — In den grünen Blättern der Pflanzen wird durch die von ihnen absorbierten Sonnenstrahlen die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure zerlegt; der Sauerstoff wird der Atmosphäre zurückgegeben, der Kohlenstoff aber wird zum Aufbau des Pflanzenkörpers verwendet. In dem Holz eines Baumstamms findet sich die Energie der Sonnenstrahlen, welche zu seiner Bildung im Laufe der Jahre verbraucht wurde, in untätigem Zustand gleichsam aufgespeichert, sie kommt aber ungeschmälert als tätige Energie in Form von Licht und Wärme zum Vorschein, wenn das Holz oder vielmehr der in ihm enthaltene Kohlenstoff durch Verbrennung wieder in den Zustand der Kohlensäure zurückgeführt wird. In den Steinkohlenlagern, umgewandelten Resten urweltlicher Pflanzen, besitzen wir einen reichen Sparpfennig gebundener Sonnenenergie, welche, durch den Verbrennungsvorgang wieder in Freiheit gesetzt, unsere Wohnungen heizt und beleuchtet, in unseren Werkstätten Hämmer schwingt und Spindeln dreht und die Lokomotive auf dem Eisenstrang dahintreibt. — Von den Tieren nähren sich die einen unmittelbar von Pflanzen, andere verzehren ihre pflanzenfressenden Mitgeschöpfe: in beiden Fällen erscheint die Pflanzenwelt als die Ernährerin alles tierischen Lebens. Im tierischen Körper verbindet sich der in der Nahrung eingenommene Kohlenstoff mit

dem eingeaatmeten Sauerstoff und wird in Form von Kohlensäure ausgehaucht: die Uhr, welche im Pflanzenkörper aufgezogen wurde, läuft im Tierkörper wieder ab, d. h. die Energie der Sonnenstrahlen, welche die Pflanze zur Trennung des Kohlenstoffs vom Sauerstoff verbrauchte, wird im tierischen Körper bei der Wiedervereinigung dieser beiden Bestandteile als Wärme und Bewegung wieder frei. Die Wärme unseres Blutes, der Pulsschlag unseres Herzens, die Arbeitsfähigkeit unserer Arme sind nichts anderes als Energie, welche ursprünglich der Sonne entstammt. So wird die Sonne durch Vermittelung der Strahlen, die sie uns aus weiter Ferne zusendet, zum Urquell aller Wärme, alles Lebens, aller Bewegung an unserer Erdoberfläche.

Um den Betrag der unserer Erdoberfläche zugestrahlten Sonnenenergie kennen zu lernen, muß man die Wärmemenge ermitteln, welche

die Sonnenstrahlen, wenn sie von einer Fläche von bestimmter Größe vollständig absorbiert werden, hervorzubringen vermögen. Pouillet hat sich zur Ausführung dieser Messung der von ihm Pyrheliometer genannten Vorrichtung (Fig. 376) bedient. Sie besteht aus einem Thermometer, dessen Kugel sich inmitten eines zylindrischen Gefäßes aus dünnem Silberblech befindet, welches mit Wasser gefüllt ist. Die aus dem Gefäße hervortretende Thermometerröhre ist von einem Messingrohr umhüllt, das seitlich behufs Ablesung des Thermometerstandes einen Schlitz trägt. Auf dem Messingrohr ist noch eine Metallscheibe von gleichem Durchmesser wie das silberne Gefäß aufgesetzt. Damit die Sonnenstrahlen den mit Kienruß geschwärzten und dadurch zur Wärmeaufsaugung vorzüglich geschickt gemachten Boden des Silbergefäßes senkrecht und somit in möglichst günstiger

Richtung treffen, braucht man das Instrument nur so gegen die Sonne zu stellen, daß der Schatten des Silbergefäßes genau auf jene Metallscheibe fällt. Beobachtet man nun das Steigen des Thermometers während 5 Minuten, so kann man, da das Gewicht des im Gefäß enthaltenen Wassers bekannt ist, die Anzahl der Wärmeeinheiten angeben, welche die geschwärzte Oberfläche während dieser Zeit von der Sonne empfing. Freilich hat die Kienrußfläche unterdessen auch Wärme durch Ausstrahlung gegen den Himmelsraum verloren; man bestimmt diesen Verlust, indem man nachher im Schatten das Sinken des Thermometers während 5 Minuten beobachtet, und rechnet ihn der zuerst gefundenen Wärmemenge hinzu. Fügt man ferner noch hinzu den Verlust, welchen die Strahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre erleiden, der sich durch Messungen bei verschiedenen Sonnenhöhen ermitteln läßt, so findet man, daß die Sonnenstrahlen, wenn sie außerhalb der Atmosphäre senkrecht auf eine vollkommen schwarze Fläche auffallen, jedem Quadratzentimeter

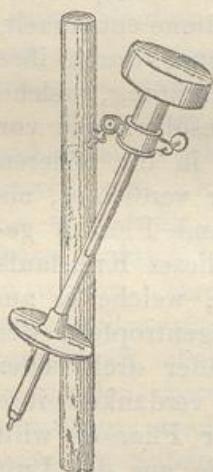


Fig. 376.  
Pyrheliometer.

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  $Mm'm'$  und  $Nn'n'$  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  $mn$  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  $mn$ , 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,

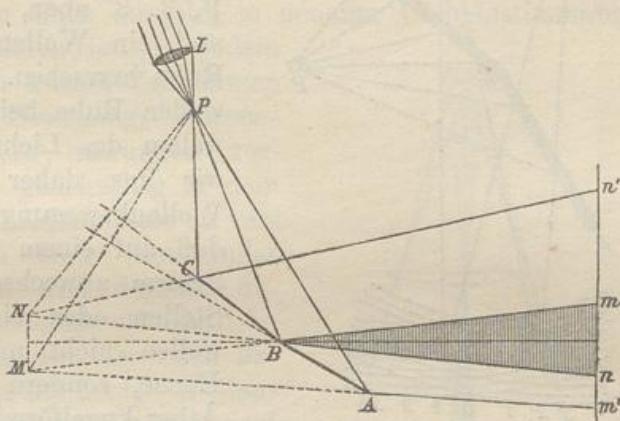


Fig. 377.  
Fresnels Spiegelversuch.