



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

345. Absorption des Lichts

---

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

Flamme zur Verdampfung, so gewahrt man im Spektrum nebeneinander die jedem Stoff eigentümlichen Linien, jede an ihrer bestimmten Stelle, und erkennt sonach mit einem Blick die Gegenwart jener Stoffe in dem zu untersuchenden Gemisch. Dieses von Bunsen und Kirchhoff ausgebildete Verfahren, die einfachen Bestandteile der Körper durch Beobachtung ihres Spektrums zu erforschen, nennt man „Spektralanalyse“. Bunsen fand durch dieses Verfahren die bis dahin unbekannten Alkalimetalle Cäsium (5) und Rubidium (6) auf, und andere Forscher entdeckten auf demselben Wege das Thallium (10), Indium und Gallium. Stoffe, zu deren Verdampfung die Hitze der Bunsenschen Flamme nicht ausreicht, verflüchtigt man im elektrischen Funken, indem man die Entladung eines Funkeninduktors, verstärkt durch eine nebengeschaltete Leidener Flasche, zwischen Polspitzen, die aus dem zu untersuchenden Metall bestehen oder mit der zu prüfenden Verbindung überzogen sind, übergehen läßt. Die Spektren der schweren Metalle, welche auf diese Weise sichtbar werden, sind durch zahlreiche, jedem Metall eigentümliche helle Linien ausgezeichnet; im Spektrum des Eisens z. B. haben Kayser und Runge mehr als 4500 Linien gemessen. Um ein Gas leuchtend zu machen, läßt man die Entladung des Funkeninduktors mittels der eingeschmolzenen Platindrähte *a* und *b* (Fig. 370) durch eine Geißlersche Spektralröhre gehen, welche das Gas in verdünntem Zustande enthält. Befindet sich z. B. Wasserstoffgas in der Röhre, so leuchtet ihr mittlerer enger Teil mit schön purpurrotem Licht, dessen Spektrum aus drei hellen Linien besteht: einer roten, welche an derselben Stelle liegt wie die Fraunhofersche Linie *C*, einer grünblauen, die mit *F*, und einer violetten, die mit einer dunklen Linie des Sonnenspektrums nahe bei *G* der Lage nach übereinstimmt.



Fig. 370.

Spektralröhre.

345. **Absorption des Lichts.** Entwirft man mittels Spalt, Linse und Prisma auf einen weißen Papierschirm ein vollständiges Spektrum, und bedeckt nun die Spaltöffnung mit einer dunkelroten Glasscheibe, so bleiben von diesem Spektrum nur Rot und Orange übrig; die anderen Farben vom Gelb bis zum Violett sind ausgelöscht. Das rote Glas läßt also von sämtlichen im weißen Licht enthaltenen Farben nur das Rot und Orange durch, die anderen werden von ihm verschluckt oder absorbiert, für sie ist dieses Glas undurchsichtig. Es verhält sich gleichsam wie ein Sieb, welches die roten und orangefarbenen Strahlen durchläßt, die übrigen aber zurückhält, und eben darum erscheint es unserm Auge in einem aus dem Rot und Orange des Spektrums gemischten roten Farbenton. Ebenso verdankt ein grünes oder ein blaues Glas sein farbiges Aussehen dem Umstand, daß jenes die grünen, dieses die blauen Strahlen vorzugsweise durchläßt, die übrigen aber mehr oder



weniger vollständig verschluckt. Eine gewöhnliche Fensterscheibe dagegen erscheint farblos, weil sie alle im weißen Licht enthaltenen farbigen Strahlen gleichgut durchläßt, so daß auch die durchgegangenen Strahlen in ihrem Verein wieder Weiß geben.

Läßt man das Spektrum, statt auf einen weißen Schirm, auf eine rote Papierfläche fallen, so bleibt, wie bei dem Versuch mit dem roten Glas, nur noch das rote Ende des Spektrums sichtbar. Die auf die raue Papierfläche treffenden Lichtstrahlen dringen nämlich, ehe sie durch diffuse Zurückwerfung nach allen Seiten zerstreut werden, bis zu einer geringen Tiefe unter die Oberfläche und unterliegen hier der Absorption, welche der das Papier überziehende Farbstoff ausübt; dieser aber gibt nur die roten Strahlen zurück und verschluckt alle übrigen. Daraus erklärt es sich von selbst, warum dieses Papier, von weißem Tageslicht beleuchtet, rot erscheint. Fängt man das Spektrum ebenso auf gelbem, grünem, blauem Papier auf, so bemerkt man, daß jedes derselben andere Teile des Spektrums verdunkelt oder auslöscht und vorzugsweise diejenige Farbe unverseht läßt, welche das Papier im Tageslicht zeigt. Weißes Papier absorbiert keine der im weißen Licht enthaltenen einfachen Farben mit besonderer Vorliebe, sondern wirft alle in ihrem ursprünglichen Mischungsverhältnis zurück, und gerade darum erscheint es bei Tagesbeleuchtung weiß. Grau nennen wir eine Oberfläche, welche für alle farbigen Lichtarten ein gleichmäßig geringes Zerstreuungsvermögen besitzt; schwarz endlich erscheint uns ein Körper, welcher, wie z. B. der Kienruß, alle Strahlengattungen absorbiert. So erklärt sich die ganze reiche Mannigfaltigkeit der Körperfarben (natürlichen Farben) aus der von den Körpern ausgeübten Lichtabsorption; die Farbe eines Körpers ist nichts anderes als die Mischfarbe aus allen denjenigen farbigen Strahlen, welche von dem ihn beleuchtenden weißen Licht nach Abzug der absorbierten Strahlenarten noch übrig geblieben sind. Hiernach versteht es sich von selbst, daß ein Körper im durchgelassenen und im diffus zurückgestrahlten Licht nur solche Farben zeigen kann, welche in dem einfallenden Licht schon enthalten sind. Damit ein rotes Papier rot erscheine, müssen rote Strahlen in dem Licht enthalten sein, mit dem es beleuchtet wird. Kerzenlicht z. B. enthält diese Strahlen; beleuchtet man es aber mit einer Weingeistlampe, deren Docht mit Kochsalz eingerieben ist oder mit einer Bunsenflamme, in welche man eine an einen Platindraht angeschmolzene Kochsalzperle gebracht hat (Natriumflamme), welche nur einfaches gelbes Licht ausstrahlt, so erscheint es schwarz. Bei dieser einfach gelben Beleuchtung lassen sich überhaupt keine Farbenunterschiede mehr wahrnehmen; man unterscheidet nur noch Hell und Dunkel. Die Gesichter der Menschen erscheinen geisterhaft bleich, und das farbenreichste Gemälde gleicht einer Sepiazeichnung. Wäre die Sonne ein Ball von glühendem Natriumdampf, so würde die ganze Natur dieses eintönig düstere Gewand tragen; es bedarf des weißen Sonnenlichts, in welchem unzählige Farben vereint sind,



um den Farbenreichtum der Körperwelt unserm Auge zu erschließen. Das Licht der Gasflammen und Kerzen enthält zwar alle Farben des Sonnenspektrums, jedoch in einer etwas anderen Mischung; die gelben Strahlen sind darin sehr reichlich, die blauen und violetten verhältnismäßig weit sparsamer vertreten, als im Tageslicht, und es erscheint daher im Vergleich mit diesem gelb. Daraus erklärt sich die bekannte Tatsache, daß bei Kerzenlicht Weiß und Gelb leicht verwechselt werden, sowie grüne und blaue Kleiderstoffe nur schwer voneinander zu unterscheiden sind. Die grünen Stoffe nämlich werfen vorzugsweise Grün und etwas Blau, die blauen Stoffe nebst Grün vorzugsweise Blau zurück; da nun Blau im Kerzenlicht nur spärlich, Grün aber reichlich vorhanden ist, so müssen beide Stoffe mehr oder weniger grün aussehen.

Nicht immer ist das Spektrum des durch einen farbigen Körper durchgegangenen oder des von ihm zerstreuten Lichts (das Absorptionsspektrum) von so einfacher Art wie bei rotem Glas oder rotem Papier; es gibt viele farbige Stoffe, welche sich unter den Strahlengattungen des Spektrums eine oder mehrere Partien gleichsam auswählen, um sie zu verschlucken, während sie andere benachbarte oder dazwischenliegende Partien unangetastet lassen (auswählende Absorption); es offenbart sich dies im Spektrum durch mehr oder minder zahlreiche bald breitere bald schmalere dunkle Absorptionsstreifen auf dem hellen Grunde des Spektrums. So gewahrt man z. B. im Spektrum des durch ein grünes Pflanzenblatt durchscheinenden Lichts einen schwarzen Streifen im Hochrot (zwischen den Fraunhoferschen Linien *B* und *C*); dieses mittlere Rot wird nämlich von dem Blattgrün (Chlorophyll) verschluckt, nicht aber das äußerste Rot und das Orangerot. Der Farbstoff des Blutes absorbiert das violette Ende des Spektrums und erzeugt im Gelbgrün (zwischen *D* und *E*) zwei dunkle Absorptionsstreifen, die durch einen hellen gelbgrünen Zwischenraum voneinander getrennt sind. Manche gasförmige Körper, z. B. Untersalpetersäure, Joddampf u. a., zeigen in dem durch sie gegangenen Licht zahlreiche schmale dunkle Absorptionsstreifen.

Auch die Absorptionsstreifen, welche farbige Körper im Spektrum des durch sie gegangenen Tages- oder Lampenlichts hervorbringen, sind für die chemische Beschaffenheit dieser Körper kennzeichnend und gestatten, sie mit Hilfe des Spektroskops zu prüfen. Das Spektroskop kann daher in vielen Fällen dazu dienen, die Echtheit oder Verfälschung von Nahrungsmitteln, Arzneistoffen, Farbwaren usw. zu erkennen. Auch in die gerichtliche Medizin hat die Spektralanalyse Eingang gefunden, weil sie die geringsten Spuren von Blut durch die ihm eigentümlichen Absorptionsstreifen nachzuweisen vermag.

Die oben erwähnte Natriumflamme sendet einfaches gelbes Licht aus, welches durch das Prisma nicht zerlegt, sondern nur abgelenkt wird und eine helle gelbe Linie erzeugt. Sendet man nun durch diese gelbe Flamme das Licht eines weißglühenden Körpers (z. B. Drummondsches oder elektrisches Licht) und breitet das durchgegangene



Licht zu einem Spektrum aus, so erscheint an der Stelle der gelben Linie eine dunkle Linie auf dem hellen Grunde des sonst ununterbrochenen Spektrums, man sieht das umgekehrte Spektrum des Natriums; der in der Flamme enthaltene Natriumdampf hat also sämtliche von dem glühenden Körper ausgestrahlten Lichtgattungen ohne Anstand durch sich hindurchgelassen, mit Ausnahme derjenigen gelben Strahlenart, welche er selbst auszusenden vermag; diese wird von ihm absorbiert, für sie allein ist er undurchsichtig. Das Gesetz, welches sich in dieser Tatsache offenbart, gilt ganz allgemein: Ein Körper absorbiert gerade diejenigen Strahlengattungen, die er selbst auszusenden imstande ist, oder das Absorptionsvermögen für eine bestimmte Strahlenart steht mit dem Ausstrahlungsvermögen für dieselbe bei gleicher Temperatur für alle Körper in demselben Verhältnis (Kirchhoffs Gesetz, 1860).

Schon Fraunhofer hatte beobachtet, daß die helle gelbe Doppellinie<sup>1)</sup> des Natriumlichts dieselbe Stelle im Spektrum einnimmt wie die dunkle Doppellinie *D* des Sonnenlichts. Nun sagt uns das Kirchhoffsche Gesetz, daß ein gas- oder dampfförmiger Körper gerade diejenigen Strahlengattungen absorbiert, welche er im leuchtenden Zustande selbst aussendet, während er alle anderen Strahlenarten ungeschwächt durchläßt. Denken wir uns die Sonne als einen glühenden Körper, dessen Oberfläche weißes Licht ausstrahlt, welches an und für sich ein ununterbrochenes Spektrum geben würde, und diesen Körper rings von einer aus weniger heißen Gasen und Dämpfen bestehenden Hülle umgeben, welche Natriumdampf enthält, so muß dieser im Spektrum des Sonnenlichts eine dunkle Doppellinie an der Stelle der beiden Natriumlinien erzeugen; aus dem Vorhandensein des Linienpaares *D* im Sonnenspektrum läßt sich demnach auf die Gegenwart von Natriumdampf in der Sonnenatmosphäre schließen. Bei genauer Vergleichung der Fraunhoferschen dunkeln Linien mit den hellen Linien irdischer Stoffe stellte sich heraus, daß eine sehr große Anzahl jener mit diesen genau übereinstimmen; so hat z. B. Rowland für 2000 der hellen Linien des Eisens ihr dunkles Ebenbild im Sonnenspektrum nachgewiesen, woraus wir schließen, daß auch Eisendämpfe in der Dampfhülle der Sonne enthalten sind. Die meisten Fraunhoferschen Linien sind hiernach nichts anderes als feine Absorptionsstreifen, hervorgebracht durch die Absorption, welche die in der Atmosphäre der Sonne<sup>2)</sup> enthaltenen Gase und Dämpfe auf das von dem weißglühenden Sonnenkörper ausstrahlende Licht

<sup>1)</sup> Die Natriumlinie besteht ebenso wie die *D*-Linie des Sonnenspektrums aus zwei sehr nahe beieinander stehenden Linien  $D_1$  und  $D_2$ , welche nur bei hinreichend starker Dispersion getrennt gesehen werden.

<sup>2)</sup> Einige Linien des Sonnenspektrums entstehen durch die Absorption der Erdatmosphäre, was man daran erkennt, daß sie stärker werden, wenn die Sonne sich dem Horizont nähert und sonach ihre Strahlen einen längeren Weg in unserer Atmosphäre zu durchlaufen haben. Man nennt sie deshalb „atmosphärische“ Linien; zu ihnen gehören *A* und *B*.



ausüben; sie sind die Umkehrungen der hellen Linien, welche diesen Gasen und Dämpfen eigen sind. Wenn diese Anschauung richtig ist, so müßte diese Dampfhülle am Rande der Sonne, wo sie über deren weißglühenden Körper hinausragt, an Stelle der dunkeln Fraunhoferschen Linien helle Linien auf dunklem Grunde zeigen. Bei Sonnenfinsternissen kann man in der Tat diese sog. umkehrende Schicht mit hellen Linien unmittelbar vor dem Verschwinden des Sonnenrandes wahrnehmen. Außerdem hatte man schon früher bei Sonnenfinsternissen am Sonnenrand rötlich gefärbte Hervorragungen oder Protuberanzen bemerkt, welche bald wie im Abendrot glühende Schneegebirge, bald wie schwebende Wolkenmassen aussehen. Die Untersuchung mit dem Spektroskop (welche sich auch bei nicht verfinsteter Sonne durchführen läßt) zeigte, daß das Spektrum des von diesen Gebilden ausgestrahlten Lichts aus hellen Linien besteht, unter denen die drei Linien des Wasserstoffgases (*C*, *F* und eine etwas hinter *G*) die stärksten sind. Die Protuberanzen sind demnach in der Hauptsache Ausbrüche glühenden Wasserstoffgases, auf dessen Gegenwart in der Sonnenatmosphäre aus der Übereinstimmung seiner hellen Linien mit den Fraunhoferschen Linien *C*, *F* und nahe *G* bereits geschlossen worden war. So gibt die Spektralanalyse nicht nur Aufschluß über die chemische Zusammensetzung der Sonne, sondern auch der übrigen Himmelskörper, auf welche sie mit großem Erfolg ebenfalls Anwendung gefunden hat.

346. **Fluoreszenz. Ultraviolette Strahlen.** Läßt man die Sonne auf Petroleum scheinen, so strahlt dieses an sich schwach gelbliche Öl nach allen Seiten violettblaues Licht aus, indem es während der Dauer der Beleuchtung selbstleuchtend wird; Wasser, in welches man einige Stückchen Roßkastanienrinde geworfen hat, schimmert vermöge des sich auflösenden Äskulins im Tages- oder Sonnenlicht hellblau, ebenso eine Chininlösung. Das gelbe Uranglas (Annaglas, Kanarienglas) zeigt bei Tagesbeleuchtung einen hellgrünen, gewisse Spielarten von Flußspat (Fluorcalcium) einen blauen Schimmer; nach letzterem Körper hat man die Erscheinung Fluoreszenz genannt. Übergießt man zerkleinerte Pflanzenblätter mit Weingeist, worin das Blattgrün (Chlorophyll) sich auflöst, so leuchtet die grüne Lösung, von den Sonnenstrahlen getroffen, mit blutrotem Licht; eine blaue Lösung von Resorcinblau fluoresziert hochrot, von Lackmus orange, ebenso die purpurrote Lösung von Naphthalinrot. Läßt man das Sonnenlicht durch eine Flasche mit Petroleum gehen, so vermag es, obgleich viel heller als das gewöhnliche Tageslicht, den blauen Schimmer in einer zweiten Flasche mit Petroleum nicht mehr hervorzurufen; es müssen demnach diejenigen besonderen Strahlenarten, welche dieses Vermögen besitzen, in dem Petroleum der ersten Flasche zurückbehalten (absorbiert) und zur Erregung des blauen Lichts verbraucht worden sein. Nur solche Strahlen können die Fluoreszenz eines Stoffs hervorrufen, welche von ihm absorbiert werden, und tun dies um so stärker, je kräftiger sie absorbiert werden. Um genauer