

Diese Gestalt der Kurve ergibt sich in der That aus der Helmholtz-Kettlerschen Dispersionsgleichung (§ 366). Zwischen den Absorptionsstreifen steigt die Kurve gleichmässig an, und da passt die Cauchysche Formel, aber nicht mehr, sobald man sich den Absorptionsgebieten nähert. Man erkennt so, dass die ganze Dispersion nur eine Folge der Absorption ist; alles, was die Lage der Absorptionsstreifen ändert, z. B. eine Temperaturänderung, muss auch die Dispersionskurve ändern.

### E. Wirkungen des Lichtes.

§ 369. Die Transversalschwingungen des Lichtäthers, die Lichtstrahlen, können je nachdem, auf welchen Körper sie treffen, verschiedene Wirkungen ausüben. Wir können folgende unterscheiden:

1. Optische Wirkungen: Breiten wir das Tageslicht durch ein Prisma zu einem Spektrum aus, so sehen wir einen farbigen Streifen, dessen eines Ende rot, das andere violett ist. Die Enden sind nicht scharf begrenzt; nehmen wir direktes Sonnenlicht, so sehen wir das Spektrum nach beiden Seiten länger werden. Nach Methoden, die wir später besprechen werden, kann man nachweisen, dass das äusserste sichtbare Rot einer Wellenlänge von  $\lambda = 760 \mu\mu$  (milliontel Millimeter) entspricht, das äusserste Violett  $400 \mu\mu$ ; dazwischen liegen die übrigen Farben mit mittleren Wellenlängen. — Unsere Sehnerven haben daher nur eine beschränkte Empfindlichkeit, sie nehmen nur bestimmte Wellenlängen wahr, grössere und kleinere nicht; in ähnlicher Weise ist ja auch das Gehör beschränkt, so dass wir kleinere Wellen als von  $1 \text{ mm}$  nicht mehr hören. Es gibt aber sowohl längere als kürzere Wellen, als die sichtbaren. Die längeren Wellen sind zuerst nachgewiesen durch:

2. Wärmewirkungen: Herschel fand 1800, dass ein Thermometer im Spektrum verschoben desto stärker stieg, je längere Wellen auffielen, und dass die Temperaturerhöhung noch zunahm jenseits des roten Endes. Dieser unsichtbare Teil des Spektrums wird der ultraroten genannt. Statt des unempfindlichen Thermometers sind später schmale Thermosäulen (§ 305) namentlich durch Melloni und Bolometer (§ 282) durch Langley zur Untersuchung verwandt worden. Da Glas die langen Wellen nicht durchlässt, muss man Prismen aus Steinsalz oder Flusspat be-

nutzen. — Diese langen Wellen sind dasjenige, was wir als strahlende Wärme wahrnehmen. Rubens hat noch Wellen von  $0,06 \text{ mm}$  beobachten können. Dass diese Wärmestrahlen wirklich identisch sind mit den Lichtstrahlen, ist auf verschiedene Weise nachgewiesen worden; wir werden darauf noch zurückkommen.

§ 370. 3. Chemische Wirkungen. Jenseits des Violetten liegen im Spektrum die kürzeren Wellen als  $400 \mu\mu$ ; man nennt sie ultraviolette Strahlen. Sie sind zuerst bemerkt worden durch ihre Fähigkeit, chemische Wirkungen hervorzubringen. Diese Wirkungen sind folgende:

a) Unter Einfluss des Lichts finden manchmal molekulare Umlagerungen statt, es entstehen allotrope Modifikationen oder isomere Verbindungen. So wird z. B. der giftige gelbe Phosphor durch Wärme oder Licht in den nicht giftigen roten übergeführt; ebenso wird Schwefel in eine in Schwefelkohlenstoff unlösliche Modifikation übergeführt; bei Gegenwart verschiedener organischer Substanzen wird Sauerstoff in Ozon verwandelt, der sich durch seine bleichende Kraft kenntlich macht. Ein interessantes Beispiel bietet auch das Chinin: Chininsulfat wird in Chinidin verändert; daher geben moosbedeckte Chinabäume mehr Chinin, und man hält die Arbeitsräume bei der Darstellung von Chinin dunkel.

b) Das Licht führt chemische Verbindungen herbei: gleiche Volumina von Chlor und Wasserstoff verbinden sich im Dunklen nicht, im Licht mit Explosion zu HCl. Oxydation wird in zahllosen Fällen durch das Licht erleichtert; hierher gehört das Bleichen vieler Farbstoffe, welches auf Oxydation beruht.

c) Das Licht zerlegt chemische Verbindungen. Hier sei vor allem die Zerlegung der Kohlensäure genannt: Menschen und Tiere atmen den Sauerstoff der Luft ein, der zur Verbrennung der Kohlenwasserstoffe dient und zum Teil wieder als Kohlensäure ausgeatmet wird. Der grüne Farbstoff der Pflanzen, das Chlorophyll, zerlegt bei Gegenwart von Licht wieder die  $\text{CO}_2$ , der Kohlenstoff wird zum Aufbau der Pflanzenzellen verwandt, der Sauerstoff wird frei und so das nötige Quantum desselben immer wieder hergestellt.

Auch die photographischen Prozesse gehören hierher, die meist auf einer Reduktion der Metallsalze beruhen. Namentlich sind es die Haloidverbindungen des Silbers, die benutzt werden. Während lange Belichtung dieselben wirklich reduziert, macht kurze

sie nur leichter reduzierbar. Wird daher eine Platte, welche mit Brom- oder Jodsilber, suspendiert in Kollodium oder Gelatine, überzogen ist, in der Camera obscura für kurze Zeit einem Bilde ausgesetzt, so wird an den hellsten Stellen das Silbersalz von einem schwachen Reduktionsmittel, z. B. einem Eisensalz, zuerst reduziert, an den anderen Stellen langsamer. Das in kleinsten Teilchen ausgeschiedene metallische Silber sieht schwarz aus; es entsteht daher ein Bild, in welchem Hell und Dunkel gerade umgekehrt wie in der Natur verteilt sind, ein sog. Negativ. Die Reduktion nennt man Hervorrufen oder Entwickeln des Bildes. Dasselbe enthält noch an den in der Natur dunkelsten Stellen unreduziertes Silbersalz. Daher wird die Platte nun in eine Lösung gebracht, welche das Silbersalz auflöst, meist unterschwefligsaures Natron, wodurch das Bild fixiert wird. Von dem Negativ werden dann positive Bilder erhalten, indem man unter dem Negativ mit Chlorsilber überzogenes Papier dem Licht aussetzt. Das Chlorsilber wird dadurch an den hellsten Stellen des Negativs am stärksten reduziert, geschwärzt, an den dunkelsten Stellen bleibt es unverändert. Es kann hier nicht näher auf die photographischen Operationen eingegangen werden.

Es zeigt sich, dass es im wesentlichen nur die kurzen Wellen sind, welche diese photographische Wirkung hervorbringen. Entwerfen wir ein Sonnenspektrum auf einer photographischen Platte, so finden wir, dass das rote, gelbe und grüne Licht im allgemeinen gar nicht reduzierend wirkt, wohl aber das blaue, violette und unsichtbare ultraviolette. Doch ist die Grenze, wo die Wirksamkeit beginnt, abhängig von der chemischen Natur der Platte. H. W. Vogel hat die für die Photographie hervorragend wichtige Tatsache gefunden, dass durch Zusatz eines Farbstoffes, welcher grünes, gelbes oder rotes Licht absorbiert, zum Silbersalz auch diese Wellen zu chemischer Wirksamkeit gezwungen werden können. Mit Hilfe der Photographie hat V. Schumann die Lichtstrahlen bis  $\lambda = 100 \mu\mu$  verfolgen können.

§ 371. Wir kennen noch eine Wirkung des Lichts, nämlich Hervorrufung von

4. Fluorescenz und Phosphorescenz. Es gibt eine Menge Substanzen, welche von Licht getroffen selbst leuchtend werden; dauert dies Leuchten nur so lange, als das fremde Licht auffällt, so nennt man es Fluorescenz, dauert es länger, so heisst es Phos-

phorescenz. Die verschiedenen Substanzen leuchten dabei in ihnen eigentümlichen Farben; so sendet Chlorophylltinktur rotes Fluorescenzlicht aus, Kaliumplatincyankür gelbes, Uranglas gelbgrünes, Curcuma-Lösung hellgrünes, Aeskulin blaues u. s. w. Im allgemeinen wird das Fluorescenzlicht nur angeregt durch kürzere Wellen, als es selbst besitzt (Gesetz von Stokes), also wird z. B. Uranglas fluorescierend nicht durch rotes und gelbes Licht, sondern nur durch grünes bis ultraviolettes, Aeskulin nur durch violette und ultraviolettes u. s. w.

Die Phosphorescenz wurde zuerst bei schwefelsaurem Baryt beobachtet, dann besonders bei Calcium-Verbindungen gefunden. Sie wird namentlich durch kurze Wellen angeregt, während, wie Becquerel fand, lange, die ultraroten, sie vernichten.

Es ist sehr möglich, dass diese Erscheinungen auch auf chemischer Wirkung beruhen, dass die Beleuchtung molekulare Umlagerungen hervorbringt, deren Rückbildung mit Lichterzeugung verbunden ist.

Fluorescierende Platten werden benutzt, um das ultraviolette Spektrum sichtbar zu machen, indem dasselbe die sichtbaren Fluorescenzstrahlen an den getroffenen Stellen erregt; die Auslöschung des Phosphorescenzlichtes ist ebenso von Becquerel zur Sichtbarmachung des Ultrarot verwandt. Bringt man z. B. eine mit Balmainscher Leuchtfarbe überzogene, dem Tageslicht ausgesetzt gewesene und daher leuchtende Platte ins Dunkle, und entwirft auf ihr ein Spektrum, so hört das Leuchten auf, wo ultrarote Strahlen hinfallen, es entsteht ein negatives Bild des Spektrums.

#### F. Emission des Lichtes (Spektralanalyse).

§ 372. Alle Körper senden jederzeit Strahlen von ihrer Oberfläche aus. Solange sie sich auf niedriger Temperatur befinden, handelt es sich nur um Wärmestrahlen von grosser Wellenlänge. So senden nach Langley Körper von 0° Wellen von  $\lambda = 28000 \mu\mu$  aus. Je höher die Temperatur steigt, desto kürzere Wellen kommen hinzu; nach Draper beginnen bei etwa 525° C. alle festen Körper rote Strahlen zu emittieren. Bei noch höherer Temperatur kommen dazu gelbe, grüne, blaue, violette, ultraviolette, so dass wir bei der höchsten Temperatur, der Weissglut, weisses Licht haben.

Untersuchen wir das Licht, welches von glühenden festen