

Weg, auf dem diese in gerader Linie vorwärts eilen, ist eben ein Lichtstrahl. Die Form der Wellen kann man sich ebenso denken, wie die des wogenden Wassers, nur schwingen die Teilchen des Aethers nicht allein von oben nach unten, sondern auch von rechts nach links und umgekehrt, und auch in vielen andern Schwingungsrichtungen. Das Hauptmerkmal bildet aber ihre Länge, denn davon ist die Farbe des Lichtstrahls abhängig. In dem Spektrum, das wir uns künstlich erzeugten, erblickten wir an dem äussersten Ende auf der einen Seite das Rot, es fielen demnach auf diese Stelle die roten Strahlen, also Lichtwellen von ganz bestimmter Länge, nämlich 7 Zehntausendstel Millimeter. Trotz dieser für unsere Begriffe äusserst winzigen Ausdehnung gehören diese noch zu den längsten Lichtwellen; denn jene Aetherschwingungen, die wir als orangefarbenes Licht empfinden, besitzen eine Wellenlänge von nur  $6\frac{1}{4}$  Zehntausendstel Millimeter. Die gelben sind noch kürzer:  $5\frac{1}{2}$ , die grünen  $5\frac{1}{4}$ , die blauen  $4\frac{3}{4}$  und die violetten 4. Betrachten wir das Glasprisma von oben, so erscheint es als Dreieck, und verfolgen wir nun die Richtung des eintretenden Lichtstrahls, so sehen wir, dass er nach der uns zugewandten Fläche hin gebrochen wird. Diese Brechung erfolgt nicht im Innern des Glases, sondern nur dort an der Fläche, wo der Lichtstrahl eindringt, und an der andern, bei der er es wieder verlässt. An der Eintrittsstelle wird er nach der beschriebenen Seite scharf abgelenkt, er bildet einen stumpfen Winkel; dasselbe geschieht mit ihm an der Austrittsstelle. Schauen wir aber jetzt in der Richtung des Fernrohrs auf das Spektrum, dann bemerken wir bald, dass das Rot gar nicht so weit von der ursprünglichen Bahn des eintreffenden Lichtstrahls seitwärts liegt, während das Violett auf derselben Seite, nur viel weiter drüben sichtbar ist. Daraus erkennt man ein wichtiges physikalisches Gesetz: Die roten Strahlen, also die mit den längeren Aetherwellen, werden wenig, die violetten, die kurzen Wellen, viel gebrochen. Ein jeder Lichtstrahl wird deshalb um so mehr abgelenkt, je kürzer die Länge seiner Wellen ist. Deshalb muss der weisse, aus mehreren bunten zusammengesetzte Lichtstrahl sich im Prisma auflösen, sobald er die vordere Fläche berührt, beginnt das Prisma seine Bestandteile nach ihrer Wellenlänge zu sortieren, die Strahlen aus längeren Wellen zieht es weniger, die aus kürzeren mehr nach der Seite.

Diese Arbeit des Glasprismas lässt sich ungefähr an einem einfachen Vergleich veranschaulichen, nämlich an einem aus sieben Fäden gedrehten Seil. Jeder Faden trägt eine Farbe des Spektrums. Man spannt das Seil an einem Ende und in der Mitte auf, das andre rollt man bis zur Mitte in seine sieben Fäden fächerartig auseinander und befestigt dann den roten fest in derselben Richtung wie das Seil, den orangenen mehr seitlich, den gelben noch weiter, bis schliesslich zum violetten, der mit dem Seil schon einen ziemlich scharfen Winkel bildet. Dort, wo man die Fäden in einer Reihe befestigt, käme, wenn das Seil dem weissen Lichtstrahl entspräche, das Spektrum zu stehen, die Mitte könnte das Prisma sein.

Nun wäre noch eine Erscheinung am Spektrum zu erwähnen, die sich an diesem Vergleich nicht erläutern lässt, der allmähliche Uebergang der Farben ineinander. Auch das ist in der Länge der Lichtquellen begründet. Hätten diese alle genau die oben angegebenen Grössen, die roten 7, die orangenen  $6\frac{1}{4}$  Zehntausendstel eines Millimeters, dann würden sich die einzelnen Farben scharf von einander abheben, in Wirklichkeit jedoch existieren auch innerhalb der sieben Wellengruppen noch zahlreiche grössere und geringere Wellenlängen. Diese bilden dann Strahlen von derselben Farbe, aber etwas andern Ton und höherer oder niedrigerer Brechbarkeit. So sind, um bei den roten Strahlen zu bleiben, neben deren Wellen von 7 Zehntausendstel Millimeter solche bis zu 8 vorhanden, die davon resultierenden Strahlen unterliegen der Brechung weniger als die andern, und sie erscheinen im Spektrum an dessen Ende. Andererseits verkürzt sich die Länge mancher Wellen bis  $6\frac{1}{2}$ , deren Strahlen werden stärker abgelenkt und sind schon in der Nähe des Gelbroten zu suchen. Ähnlich ist es bei den andern Farben, alle führen ausser den angegebenen Wellenlängen noch grössere und kleinere, die von dem Glasprisma mehr nach dem folgenden oder vorhergehenden Streifen im Spektrum gezogen werden. Auf diese Weise findet ein allmählicher Uebergang der Farben statt.

Wenden wir die Brechungsvorgänge auf andere Lichtquellen an, so kann man auch deren Strahlungen auf diese Art zerlegen. Das Spektrum einer Kerze oder einer elektrischen Glühlampe wird sich vom Sonnenspektrum äusserlich nicht viel unterscheiden, ebenso die Spektren der leuchtenden Petroleum-, Kohlen-, Holz- oder Benzinflammen. Man sagt, diese liefern ein kontinuierliches Spektrum. Ganz andere Erscheinungen beobachtet man bei der Auflösung des Lichts der im gewöhnlichen Zustande fast nicht-leuchtenden Flamme eines Bunsenbrenners oder einer Lötlampe, wenn wir damit ein Metallsalz erhitzen, das in einer solchen Temperatur verdampft. Dazu genügt ein Körnchen des betreffenden Salzes, das man mit einer Oese aus Platindraht in die Flamme hält; sowie es nur deren Rand berührt, nimmt sie momentan eine Färbung an. Sie wird rot bei einem Lithium-, gelb bei einem Natrium- und grün bei einem Thalliumsalz; das Aussehen der Flamme wird also durch die Art des Metalls im Salz bedingt. Um ein solches Licht zu zerlegen, verwendet man einen Apparat, ähnlich dem zur Projektion von Lichtbildern. Die Flamme brennt in einem lichtdichten Gehäuse, nur vorn treten Lichtstrahlen aus einem Rohr mit optischen Linsen nach dem weissen Schirm. Das Salzkorn, mit dem man die Flamme färben will, bringt man hinten mittels einer Klappe in den Apparat und sofort zeigt sich auf dem Schirm ein bunter Lichtfleck als Widerschein. Rückt man das Prisma vor das Rohr, dehnt er sich ebenfalls zu einem Spektrum aus, dessen Zusammensetzung je nach dem eingefügten Salz wechselt. Vom Thalliumsalz zeichnet sich aus dem schwachen Schein des Schirmes besonders eine grüne Linie scharf ab, vom Natrium eine gelbe. Unser Glasprisma verrichtet auch hier die früher erklärte Arbeit. Die von der Flamme ausgesandten Strahlen werden ganz nach ihrer Wellenlänge in einer bestimmten Weise gebrochen, die erwähnten grünen mehr als die gelben. Deshalb taucht auch die grüne Linie mehr in der Mitte des Spektrums auf. Dass bei diesen Beispielen nur ein einziger Strich erscheint, hat seinen Grund darin, dass die sonst nichtleuchtende Flamme durch das Salz hauptsächlich diese eine Färbung erhielt und darum besonders nur Wellen von dieser einen Länge ausschickt. Anders ist es bei dem Lithiumsalz, das zwei rote Linien, eine etwas stärker als die andere, im Spektrum hervorruft. Es müssen da demnach zwei Arten roter Lichtwellen sein, die eine etwas länger als die andere. Manche gefärbte Flammen senden noch mehr Wellenarten aus, die jede für sich einen entsprechenden schwachen Strich im Spektrum verursachen. Verleiht man der Bunsenflamme eine Färbung durch ein Kaliumsalz, dann erinnert das resultierende Spektrum schon mehr an das des weissen Lichts mit seinen bunten Streifen, nur besteht es aus sehr feinen Linien, während vorn im Roten ein kräftigerer Strich zu bemerken ist. Diese, für die einzelnen Metalle charakteristischen, Linien erscheinen immer an ein und derselben Stelle des Spektrums, so dass man umgekehrt aus diesem auf dasjenige Metall schliessen kann, das gerade in der Flamme leuchtet. Erhitzt man z. B. ein Gemisch von Thallium-, Natrium- und Lithiumsalzen, so sieht man die grüne, gelbe und rote Linie im Spektrum nebeneinander. In diesem Verhalten erkennen wir die Grundzüge der Spektralanalyse von Bunsen und Kirchhoff.

Unter gewissen Umständen ist es aber auch möglich, an Stelle dieser bunten Linien schwarze hervorzurufen, nämlich sobald man eine Absorption der betreffenden Lichtwellen einleitet. Man hängt dazu eine elektrische Lampe in den Apparat und gewinnt nach dem Vorstellen des Prismas das gewohnte Bild. Jetzt entzündet man zwischen dem optischen Rohr des Apparates und dem Prisma eine durch ein Natriumsalz erhellte Flamme, und wo wir sonst deren gelbe Linien erblickten, bietet sich uns jetzt ein dunkler Strich. Mit den andern Salzen ziehen ähnliche schwarze Linien an den andern Stellen auf, dort, wo sonst deren bunte ihren Sitz hatten. Dies kommt daher, weil das vordere Licht die Neigung hat, diejenigen aus dem Kasten herausseilenden Wellen aufzuhalten, die den Wellen der gefärbten Flamme genau gleich sind. Sie gelangen dann nicht bis zum Schirm und fehlen dort.

Eine gleiche Absorption ist auch im Sonnenspektrum nachzuweisen, wenn man das Tageslicht direkt durch einen dünnen Spalt und ein passendes Fernrohr in einen finsternen Raum ein-