

vertrauten Konstrukteur astronomischer Darstellungen ehren wollen, und die im Hintergrunde sichtbare einfache Zimmeruhr soll offenbar auf den Ausgangspunkt des Lebensweges unseres Helden deuten. Die lateinische Inschrift am Fuße des Bildes, welche in der bekannten Versform des aus Hexameter und Pentameter zusammengesetzten Distichons abgefaßt ist, lautet:

*Argyroduni automati inventor fabricator et autor
Immortale Habrecht nomen Isacus habet;*

zu deutsch: als des straßburger Automaten Erfinder, Erbauer und Leiter hat unsterblichen Namen Isaac Habrecht; (der erste lateinische Vers, der Hexameter, ist freilich zu lang gerathen: man muß den Stadtnamen etwas zusammengezogen, wie „Argrodun“ lesen).

Licht und Lichtzerlegung

(Auszug aus einem Vortrage von Prof. Wilhelm Foerster, Berlin)

In der ersten Hälfte des verflorenen Jahrhunderts waren durch die englischen Physiker Wollaston und Brewster, besonders aber durch unseren Fraunhofer erhebliche Fortschritte in der Zerlegung des Lichtes durch prismatische Brechung und durch Beugung gemacht worden. Nach der schon damals in der Wissenschaft allgemein angenommenen Theorie ist bekanntlich in dem Leuchten der Körper und in den Wirkungen des Lichtes auf die Netzhaut unseres Auges ein sehr zusammengesetzter Vorgang enthalten. Die leuchtenden Körper entsenden durch Vermittelung des sogenannten Licht-Aethers, eines all-durchdringenden Stoffes von unermessen geringer Dichtigkeit und größter sogenannter Elasticität, sonst aber noch ganz räthselhafter Beschaffenheit, gleichzeitig Schwingungen von sehr verschiedenem Verlauf, deren Fortpflanzung in beliebige Entfernungen man Strahlung nennt, während der wirkliche Vorgang dieser Fortpflanzung der Schwingungen in dem Licht-Aether als Wellenbewegung — ungefähr entsprechend den allbekannten Naturerscheinungen der Wellenbewegung in Flüssigkeiten — betrachtet wird. Je schneller eine Schwingung der Theilchen des Licht-Aethers sich vollzieht, desto kleiner ist, unter der erfahrungsmäßig erwiesenen Annahme einer gleichen Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der verschiedenen schnell verlaufenden Licht-Schwingungen, die sogenannte Wellenlänge ihrer Fortpflanzung, d. h. der kleinste Abstand derjenigen Theilchen, die sich jeweilig in gleicher Schwingungsphase befinden. In dem Eindrucke des sogenannten weißen Lichtes auf die Netzhaut unseres Auges ist nun das ungetrennte gleichzeitige Zusammenwirken einer großen Reihe von verschiedenen derartigen Schwingungen enthalten. Dabei kommen für die Empfindlichkeit unseres Auges nur solche Aether-Schwingungen in Betracht, deren Schwingungsgeschwindigkeiten und Wellenlängen zwischen gewissen Grenzwerten liegen.

Die Dauer einer solchen Aetherschwingung hat zu der Zeit-Einheit (einer Sekunde mittlerer Sonnenzeit) dasselbe Verhältniß, wie die vorerwähnte Wellenlänge der bezüglichen Schwingung zu der ganzen Weglänge, um welche sich die Wellenbewegung des Lichtes während der Zeit-Einheit fortpflanzt (300 000 km). Ein normales Menschen-Auge empfindet deutlich als Licht diejenigen Schwingungen, deren Wellenlänge etwa zwischen 7 und $3\frac{1}{2}$ Zehntausendsteln eines Millimeter liegt, — Größen, welche man bei starken mikroskopischen Vergrößerungen durch geeignete Veranstaltungen vollkommen sicher bis auf kleine Bruchtheile ihrer Beträge wahrnehmen und messen kann.

Nun kann man, bevor die aus verschiedenen Schwingungen zusammengesetzten Wirkungen sogenannten weißen Lichtes die Netzhaut des Auges erreichen, durch prismatische Brechung oder durch Beugung die in verschiedener Schwingungsdauer und entsprechend verschiedener Wellenlänge vor sich gehenden Strahlungen von einander trennen, indem man je nach letzteren Verschiedenheiten verschiedene Ablenkungen der Richtung ihrer Fortpflanzungen zu Wege bringt. Durch solche Ablenkungen der Richtungen kann man dann, sei es auf der Netzhaut des Auges, sei es schon vorher, auf einer geeigneten, die einzelnen Lichtwirkungen auffangenden und reflektirenden oder photographisch fixirenden Fläche statt einer weißen Lichtwirkung eine räumlich ausgebreitete Reihe verschiedener Lichtwirkungen erzeugen. Die Besonderheit des Augen-Eindrucks einer Aetherbewegung, in welcher nur eine bestimmte einzelne oder nur eine Gruppe von einer relativ geringen Anzahl verschiedener einzelner Schwingungs-Geschwindigkeiten enthalten ist, bezeichnen wir mit „farbig“. Dagegen bezeichnen wir mit „weiß“ das entsprechende Zusammenwirken einer viel größeren Gesamtheit von Aetherbewegungen von verschiedener Geschwindigkeit. Und zwar bedeutet weiß meistens in besonderem Sinne das Zusammenwirken aller innerhalb der vorerwähnten Grenzwerte der Wellenlängen von der Sonne ausgehenden und am Boden unseres Luftmeeres gleichzeitig auf einem und demselben Nerven-Element der Netzhaut eines normalen Auges zur Wahrnehmung gelangenden Aetherbewegungen.

Die durch Brechungswirkung mit Hilfe von durchsichtigen Prismen und durch Beugung mit Hilfe von Systemen feiner Oeffnungen oder Gitter zu erreichende räumliche Ausbreitung der Wirkungen der ver-

schiedenen, in der Gesamtheit der Strahlungen einer Lichtquelle enthaltenen Aetherschwingungen kann nun dadurch erheblich verfeinert werden und sofort eine möglichst deutliche Trennung der Besonderheiten der Wirkungen der einzelnen verschiedenen Schwingungsgeschwindigkeiten und -Arten ermöglichen, wenn die Lichtquelle, von welcher die zu zerlegende Gesamtstrahlung ausgeht, eine möglichst einfache Gestalt hat. Wenn man z. B. das Licht eines punktförmig erscheinenden Fixsterns auf jene Weise auseinanderlegt, so entsteht in der Bildfläche eine aus lauter neben einander liegenden verschiedenfarbigen Punkten zusammengesetzte Linie, und diese stellt die einfachste Form eines sogenannten Spektrums dar.

Hat man mit einer leuchtenden Fläche, z. B. mit der Sonnenscheibe zu thun, so scheidet man aus derselben am besten ein kleines, sehr schmales Rechteck aus, und zwar dadurch, daß man das Sonnenlicht durch einen schmalen Spalt von dieser Gestalt hindurchgehen läßt. Dann entsteht bei der Zerlegung des Lichtes der Fläche ein aus den verschiedenfarbigen Bildern dieser schmalen, linienartigen Spaltfläche zusammengesetzter rechteckiger Streifen, welcher die gewöhnlichste und zweckmäßigste Form eines Spektrums darstellt. Auch die obige einfachste Gestalt einer Linie, in welche man das Licht eines punktförmig erscheinenden Sterns bei der Zerlegung ausbreitet, pflegt man zweckmäßig durch naheliegende optische Hilfsmittel in eine Spektrumsfläche zu verbreitern, in welcher sich die Lücken und sonstigen Besonderheiten der Zusammensetzung des Lichtes deutlicher ausprägen, als in der bloßen Aneinanderreihung der punktförmigen Bilder des Sternes. Die Lücken der Punktreihe erscheinen dann nämlich als dunkle Linien oder Streifen in einer hellen Fläche.

Fraunhofer ist der Erste gewesen, der in vorerwähnter Weise das Licht der Sonne und einiger Sterne durch sorgfältige Messungen untersuchte und die Zusammensetzung der von verschiedenen Lichtquellen herrührenden Spektralflächen aus helleren und dunkleren Streifen oder Linien durch Maßbestimmungen festlegte. Die dunklen Flächenstücke und Linien in den Spektralflächen bezeichneten diejenigen Stellen, an denen in der Gesamtwirkung der Lichtquelle Aetherbewegungen von der bezüglichen Schwingungs-Geschwindigkeit fehlten oder nur in bedeutend geringerer Intensität als die Aetherbewegungen von anderen Schwingungs-Geschwindigkeiten vorhanden waren.

Eine noch tiefere Erforschung der Besonderheiten der Spektralflächen von verschiedenen Lichtquellen und eine entscheidende Befruchtung dieser Wahrnehmungen durch umfassendere physikalisch-chemische Gesichtspunkte verdanken wir aber erst dem Physiker Gustav Kirchhoff und dem Chemiker Robert Bunsen. Durch ihr Zusammenwirken in Heidelberg ist um 1859 in Verbindung und Vervollständigung vorangegangener vereinzelter Entdeckungen und in bedeutender Erweiterung derselben durch eigene neue Ergebnisse und Theorien Folgendes festgestellt worden: Die Art der Lichtvertheilung in dem Spektrum eines selbstleuchtenden Körpers ist in hohem Grade charakteristisch für die Besonderheiten der inneren Struktur des Körpers. Daher können die Spektral-Erscheinungen auch überaus sichere Kennzeichen für das Vorhandensein selbst der kleinsten Mengen eines bestimmten Körpers in einer selbstleuchtenden Zusammensetzung von mehreren Körpern liefern. Hierdurch aber wird die Erforschung der Besonderheiten der Spektre der Körper ein außerordentlich wichtiges Mittel der chemischen Analyse (Spektral-Analyse).

Ebenso charakteristisch wie die im Spektrum zu erkennende Besonderheit der Zusammensetzung des von einem Körper ausgesandten Lichtes ist aber für die Eigenart seiner gesamten inneren Struktur die Besonderheit seines Verhaltens in Betreff der Absorption des Lichtes anderer Körper, welches durch ihn hindurchgeht. Jeder Körper absorbiert nämlich von dem durchgehenden Lichte in besonderer gesetzmäßiger Weise die Schwingungen von denselben Geschwindigkeiten, welche er selber unter den entsprechenden Umständen selbstleuchtend auszusenden (zu emittiren) vermag. Wenn also z. B. das Licht einer Lichtquelle *A*, deren Spektrum an und für sich keine merklichen Lücken zeigt, durch einen anderen Körper *B* hindurchgeht, dessen eigenes Licht nur aus einer begrenzten Anzahl von Lichtschwingungen, also aus hellen Linien oder Streifen im Spektrum mit dunklen Zwischenräumen zusammengesetzt ist, und wenn dann das eigene Leuchten des Körpers *B* mit einer geringeren Temperatur und Intensität stattfindet, als das durch *B* hindurchgehende Leuchten der Lichtquelle *A*, so erblickt man in derjenigen Spektralfläche, die aus dem Zusammenwirken beider Lichtquellen hervorgeht, eine Art von Schattenbild des charakteristischen Spektrums der weniger intensiv leuchtenden, das Licht von *A* beim Durchlassen theilweise absorbirenden Lichtquelle *B*. Infolge des obigen Absorptionsgesetzes tritt nämlich gerade an jeder für das Eigenlicht von *B* charakteristischen Stelle der aus dem Lichte der beiden Körper zusammengesetzten Spektralfläche eine Verminderung der Intensität ein, denn an diesen Stellen wird von dem nach obigen Voraussetzungen intensiveren Licht des Körpers *A* ein bestimmter Verhältnißbetrag absorbiert, während nach denselben Annahmen der Ersatz, welcher an denselben Stellen durch die weniger intensive Licht-Emission des Körpers *B* hinzugefügt wird, geringer ist, als der Verlust durch jene Absorption.

Die Bilanz des Zusammenwirkens ist also an diesen Stellen negativ, und es entstehen daher in dem Spektrum des sonst lückenlosen Lichtes von *A* relativ dunkle Linien oder Streifen. Ein eklatantes Beispiel hierfür