

entspricht genau der von der Luft geleisteten Arbeit; auf diesem Wege wurde auch von MAYER zuerst die Äquivalentzahl zwischen Wärme und Arbeit berechnet. c_p kann man direkt finden, indem man Luft zuerst auf eine bestimmte Temperatur bringt und dann in Röhren durch ein Wasserkalorimeter leitet; in diesem wird die Wärme abgegeben und kann in der schon besprochenen Weise berechnet werden. c_v kann man deshalb nicht direkt bestimmen, weil sich ja bei der Abkühlung im Kalorimeter das Volumen ändern muß.

Dagegen ist das Verhältnis $\frac{c_p}{c_v} = k$ bekannt; es beträgt für alle Gase bei einem Atmosphärendruck 1,41. Der Ausdruck \sqrt{k} ist bereits bei der Akustik [§ 71] als sogenannter LAPLACE'scher Faktor erwähnt worden, mit dem die Formel für die Schallgeschwindigkeit $v = \sqrt{\frac{e}{d}}$ multipliziert werden muß.

Diese Formel wäre nur richtig, wenn die an den Verdichtungsstellen der Schallwellen immer entstehende Wärme abströmen, also vernachlässigt werden könnte. Da aber Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, da ferner die Temperaturschwankungen in den Schallwellen sehr rasch verlaufen, so ist dies hierbei nicht der Fall. (Man nennt übrigens derartige Prozesse, bei denen ein Wärmeaustausch mit der Umgebung nicht stattfindet, *adiabatisch*.) In den Verdichtungen wird daher die elastische Spannung durch die Erwärmung noch vermehrt, in den Verdünnungen durch die Abkühlung noch mehr verringert. Dadurch findet eine Erhöhung der Schallgeschwindigkeit statt, die, wie LAPLACE zeigte, dem Faktor k entspricht. Umgekehrt kann natürlich aus einer bekannten Schallgeschwindigkeit $\frac{c_p}{c_v}$ gefunden werden.

Aus $\frac{c_p}{c_v}$ und c_p ergibt sich dann c_v .

E. Fortpflanzung der Wärme.

§ 103. **Wärmeleitung.** Die Fortpflanzung der Wärme erfolgt zum Teil derartig, daß sich die Bewegung der Moleküle direkt auf benachbarte überträgt. Dieser Modus heißt Wärmeleitung, und zwar *innere*, wenn es sich um die Moleküle desselben Körpers handelt, *äußere*, wenn dabei die Bewegung auf einen anderen Körper übergeht. Gute Wärmeleiter sind besonders die Metalle, unter denen wieder Silber die erste Stelle einnimmt. Es ist bemerkenswert, daß der Leitungsfähigkeit für Wärme die für Elektrizität proportional ist. Auf der guten Leitungsfähigkeit der Metalle beruht z. B. die

¹ *à* privatim, *διὰ βέλτου* hindurchgehen.

Davy'sche Sicherheitslampe, eine einfache Ollampe, die von einem Drahtnetz umgeben ist. Dieses entzieht den Flammgasen soviel Wärme, daß sie unter ihre Entzündungstemperatur abgekühlt werden; dadurch werden Explosionen vermieden, selbst wenn in der Umgebung Grubengas ist. Interessant sind die Verhältnisse bei den Kristallen, deren Leitungsfähigkeit in den verschiedenen Achsen verschieden ist. Im Gegensatz zu den festen Körpern leiten flüssige und gasförmige die Wärme schlecht. Eine merkwürdige Ausnahme bildet nur der Wasserstoff, der aber auch sonst den Metallen nahesteht. In Flüssigkeiten und Luftarten erfolgt die Wärmeleitung meist durch Strömung (Konvektion), was eine Folge der Veränderung des spezifischen Gewichts durch die Wärme ist. Auf dem schlechten Leitungsvermögen der zwischengelagerten Luft beruht z. B. die kälteschützende Wirkung der Kleider, Doppelfenster etc.

§ 104. **Wärmestrahlung.** Die schon betonte Verwandtschaft zwischen Wärme und Licht zeigt sich besonders bei der Art der Wärmefortpflanzung, die durch Strahlung geschieht. Man hat sich vorzustellen, daß durch die Bewegung der Körpermoleküle auch die zwischen ihnen befindlichen Äthermoleküle in Schwingungen geraten und diese dem angrenzenden Äther mitteilen, der sie in Form von transversalen Wellen zu anderen Körpern fortleitet, wo sie wieder in materielle Bewegung umgewandelt werden. Daraus folgt, daß die strahlende Wärme auch durch den sog. leeren Raum geht, und daß die Schicht zwischen Wärmequelle und erwärmtem Körper ganz kalt sein kann. So ist z. B. auf hohen Bergen die Temperatur des Bodens bedeutend höher als die der Luft.

Die Fähigkeit Wärme auszustrahlen (Emissionsvermögen) ist im allgemeinen um so größer, je größer die Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebung und je weniger dicht ihre Oberfläche ist; auch die Natur der Körper ist von Einfluß. Wenn Wärmestrahlen auf einen Körper fallen, so werden sie entweder zurückgeworfen (reflektiert) oder sie dringen in ihn ein. In letzterem Falle werden sie entweder verschluckt (absorbiert), oder sie gehen unverändert durch. Gewöhnlich findet alles dieses zusammen statt, jedoch eins vornehmlich. Körper, welche Wärmestrahlen unverändert durchlassen, heißen „wärmedurchsichtig“, diatherman¹. Trotz der nahen Verwandtschaft zwischen Licht und Wärme sind nun keineswegs alle durchsichtigen Körper auch in hohem Grade diatherman und umgekehrt. Am meisten diatherman ist Steinsalz, sehr wenig z. B.

¹ *διὰ* durch, *θέρμη* Wärme.

Alaun, und fast gar nicht Eis. Ferner ist z. B. die Diathermanität des durchsichtigen Bergkristalls gleich der des wenig durchsichtigen Rauchtropases. Wie man nun Licht in verschiedene Farben zerlegen kann, die durch Körper in verschiedenem Maße gehen, so kann auch Wärme durch ein Steinsalzprisma in Strahlen von verschiedener Wellenlänge zerlegt werden. Man spricht daher analog von „Wärmefarben“ und nennt diese Eigenschaft der Wärme Thermochrose¹. Mit anderen Worten, die Wärmedurchlässigkeit hängt auch von der Qualität der Wärme ab. Über das Verhältnis der Emission zur Absorption gilt das KIRCHHOFF'sche Gesetz, daß ein Körper genau die Strahlen absorbiert, die er selbst aussenden kann. Darauf soll bei der Optik näher eingegangen werden, ebenso wie auf die Erscheinungen der Brechung, Polarisation und Interferenz der Wärmestrahlen, welche genau den Verhältnissen beim Lichte entsprechen.

Optik.

A. Ursprung und Ausbreitung des Lichtes.

§ 105. **Natur des Lichtes.** Unter Licht versteht man einmal die subjektive Empfindung der Helligkeit, welche durch verschiedene Reize des Sehnerven und der Sehzentra, z. B. durch Elektrizität, Blutdruckschwankungen etc. hervorgebracht wird, dann aber besonders — im physikalischen Sinne ausschließlich — das Agens selbst, welches diese Empfindung vorzugsweise auslöst. Über die Natur dieses letzteren bestehen verschiedene Ansichten. Nach der Emanations- oder Emissionstheorie² NEWTON's ist das Licht ein äußerst feiner Stoff, der von den leuchtenden Körpern ausgesandt wird. Nach der jetzt fast allgemein akzeptierten Undulationstheorie von HUYGENS entsteht es ebenso wie Wärme durch außerordentlich schnelle Schwingungen der Körpermoleküle, die durch transversale Ätherschwingungen fortgepflanzt werden. Nach der Auffassung von MAXWELL, die immer mehr an Einfluß gewinnt, ist diese wellenförmige Fortpflanzung ihrerseits durch elektromagnetische Vorgänge bedingt [cf. § 190].

¹ χροῖμα Farbe.

² *emano* ausfließen, *emitto* aussenden.