



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

48. Allgemeine Eigenschaften der Materie. Die Molekularhypothese

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

## II. Feste Körper.

48. Allgemeine Eigenschaften der Materie. Die Molekulargesetze. Bei den vorausgehenden Erörterungen über die Bewegung und das Gleichgewicht ist die Materie im wesentlichen nur mit zweien ihrer Eigenschaften in Betracht gekommen, als träge Masse — denn alle Körper setzen einer beschleunigenden Kraft einen gewissen Widerstand entgegen — und als anziehende Masse — denn alle Körper ziehen sich an nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz. Außerdem ist noch einer weiteren Eigenschaft Erwähnung getan worden (26). Die festen Körper erfahren, wenn Kräfte auf sie einwirken, Veränderungen ihres Rauminhaltes oder ihrer Gestalt; diese Veränderungen rufen widerstrebende Gegenkräfte in den Körpern hervor und diese sind es, die den einwirkenden Kräften das Gleichgewicht halten. Aber man wählt, wenn man sich in der Mechanik der festen Körper zur Kraftübertragung (z. B. bei der Rolle, dem Hebel usf.) bedient, die Abmessungen der Körper so, daß die wirkenden Kräfte keine ohne feinere Beobachtung wahrnehmbaren Volum- oder Gestaltsänderungen hervorbringen. Man sieht dann von diesen Veränderungen ganz ab und behandelt die festen Körper als vollkommen starre Körper. Indem wir uns aber nunmehr der Betrachtung der Eigenschaften der wirklichen Materie zuwenden, sind es gerade jene Änderungen der Gestalt, die wir in ihrer Abhängigkeit von den äußeren Kräften als charakteristisch für die Materie im festen Zustand kennen zu lernen und zu untersuchen haben. Die Materie kommt aber auch in Zuständen vor, in denen sie durchaus nicht die Eigenschaften fester Körper hat. Man unterscheidet neben dem festen den flüssigen und den gasförmigen „Aggregatzustand“, deren Eigentümlichkeiten wir in den folgenden Abschnitten ausführlich kennen lernen werden. Die Erfahrung lehrt, daß diese verschiedenen Zustände nicht charakteristisch sind für bestimmte Stoffe, sondern daß ein und derselbe Stoff je nach den Umständen fest, flüssig oder gasförmig sein kann; das flüssige Wasser kann sich in festes Eis oder in gasförmigen Wasserdampf verwandeln. Dabei nimmt ein und dieselbe Stoffmenge, mechanisch charakterisiert als ein und dieselbe Masse, je nach dem Aggregatzustand einen ganz verschiedenen Rauminhalt ein, und selbst innerhalb eines und desselben Aggregatzustandes ändert sich der

Raum, den eine gegebene Stoffmenge einnimmt, mit den Druck- und Temperaturverhältnissen, unter denen der Körper steht.

Um sich von dieser Veränderlichkeit der Raumerfüllung bei konstanter Masse eine anschauliche Vorstellung zu machen, hat man eine besondere Hypothese über den Aufbau der Materie aufgestellt. Ein Körper soll danach nicht, wie es den unmittelbaren Anschein hat, den Raum vollständig und stetig erfüllen, sondern er soll aus getrennten gleichartigen Teilchen von außerordentlicher Kleinheit und außerordentlicher Anzahl zusammengesetzt sein. Die Volumenänderung eines Körpers würde dann nicht in einer eigentlichen Änderung seiner Raumerfüllung, sondern in einer Änderung des Abstandes dieser kleinsten Teilchen voneinander bestehen. Man hat diese kleinsten gleichartigen Elemente, aus denen der Körper aufgebaut sein soll, Moleküle genannt.

Ihre außerordentliche Kleinheit folgt aus der weitgehenden Teildbarkeit der Materie. Wollaston hat Platindrähte hergestellt von  $0,0008\text{ mm}$  oder  $0,8\text{ }\mu$  Dicke ( $1\text{ }\mu$  oder Mikron ist  $0,001\text{ mm}$ ), von welchen 140 nebeneinander gelegt erst die Dicke eines Kokonfadens ausmachen. Gold wird in Blättchen von  $0,1\text{ }\mu$  Dicke geschlagen, von welchen 10000 aufeinander gelegt werden müssen, um die Dicke von  $1\text{ mm}$  zu geben. Die Goldschicht, welche die feinen Silberfäden der Lyoner Spitzen überzieht, hat eine Dicke von noch nicht  $0,004\text{ }\mu$ . Desgleichen gehen die Goldteilchen, welche die Färbung der Rubingläser bedingen, nach Siedentopf und Zsigmondy (1903) bis zu Durchmessern von  $0,004\text{ }\mu$  herunter. Noch geringer ist die Dicke der dünnsten Ölschichten, die man noch auf Wasser erzeugen kann; sie beträgt nach Röntgen nur  $0,0006\text{ }\mu$ . Ein hunderttausendstel Kubikzentimeter Fuchsin vermag noch ein Liter Alkohol merklich zu färben. Fünf Zentigramm Moschus erfüllen ein Zimmer trotz häufigen Luftwechsels mehrere Jahre lang mit ihrem Geruch. Durch Gelbfärbung der Bunsenschen Flamme macht sich noch der dreimillionste Teil eines Milligramms Natrium erkennbar usw. Alles in allem ist es wahrscheinlich, daß die Dimensionen der Moleküle nur Bruchteile eines milliontel Millimeters betragen.

Für den Aufbau der Materie aus getrennten Molekülen sprechen eine Reihe anderer Erscheinungen, vor allem die Mischbarkeit. Zwei Flüssigkeiten, z. B. Wasser und Alkohol können in jedem beliebigen Verhältnis so miteinander gemischt werden, daß die Mischung als ein einheitlicher Körper erscheint, d. h. daß jedes kleinste meßbare Volumen beide Bestandteile im gegebenen Mischungsverhältnis enthält. In demselben Sinne ist die Luft eine vollkommene Mischung zweier verschiedener Gase, des Sauerstoffs und des Stickstoffs. Ebenso kann sich ein fester Körper mit einer Flüssigkeit durch Auflösung vollkommen mischen, z. B. Zucker mit Wasser. Solche Erscheinungen sind vom Standpunkte der Molekularhypothese aus als Einlagerungen von Molekülen einer Art zwischen die Moleküle einer anderen Art anschaulich zu deuten.

Die größte Stütze aber hat die Molekularhypothese in den Erfahrungen über die stoffliche Zusammensetzung der Körper, die wir der Chemie verdanken.

**49. Atome. Atom- und Molekulargewicht.** Der Zinnober, das bekannte rote Farbmateriel, ist eine chemische Verbindung aus Quecksilber und Schwefel und kann leicht in diese beiden ungleichartigen Bestandteile zerlegt oder aus ihnen wieder zusammengesetzt werden. Dagegen können weder Schwefel noch Quecksilber durch die Mittel der heutigen Chemie in ungleichartige Bestandteile weiter zerlegt werden und sind daher auf dem gegenwärtigen Standpunkt unseres Wissens als einfache Stoffe (Grundstoffe, Elemente) anzusehen. Der Zinnober enthält stets auf je 100 Gewichtsteile Quecksilber 16 Gewichtsteile Schwefel. Nimmt man zu seiner Darstellung gerade 100 Teile Quecksilber und 16 Teile Schwefel, so erhält man 116 Gewichtsteile Zinnober, ohne daß weder vom Quecksilber noch vom Schwefel etwas übrig bleibt. Würde man dagegen auf 100 Teile Quecksilber 17 Teile Schwefel, oder auf 16 Teile Schwefel 101 Teile Quecksilber nehmen, so würden doch nur 116 Gewichtsteile Zinnober entstehen und im ersten Fall 1 Gewichtsteil Schwefel, im zweiten Fall 1 Gewichtsteil Quecksilber unverbunden übrig bleiben. Ebenso sind, um mit 100 Gewichtsteilen Quecksilber in chemische Verbindung zu treten, 8 Gewichtsteile Sauerstoff, 35,5 Chlor, 127 Jod usw. erforderlich. Die Grundstoffe verbinden sich also miteinander nur nach bestimmten unabänderlichen Gewichtsverhältnissen. Die Verbindung von 100 Gewichtsteilen Quecksilber mit 127 Gewichtsteilen Jod entsteht, wenn man die beiden Grundstoffe in diesem Verhältnis zusammenreibt, als rotes Pulver (Mercurijodid). Das Jod kann jedoch mit dem Quecksilber noch eine andere Verbindung bilden, das Mercurojodid, ein grünliches Pulver, das auf 127 Gewichtsteile Jod 200 Gewichtsteile Quecksilber enthält. Ebenso können 14 Gewichtsteile Stickstoff nicht nur mit 8, sondern auch mit 16 oder 24 oder 32 oder 40 Gewichtsteilen Sauerstoff sich verbinden. Es ergibt sich also, daß, wenn ein Grundstoff mit einem anderen sich in mehr als einem Verhältnis zu vereinigen vermag, die in die Verbindung eingehende Gewichtsmenge ein durch einfache Zahlen ausdrückbares Vielfaches der kleinsten zur Verbindung erforderlichen Gewichtsmenge ist. Dieses wichtige Gesetz (Dalton, 1803) wird das Gesetz der vielfachen Verbindungsverhältnisse oder der Multipeln genannt. Man kann sich das durch diese Gesetze angedrückte Verhalten am einfachsten durch die Annahme erklären, daß jeder Grundstoff aus unveränderlichen, unteilbaren kleinsten Teilchen oder Atomen (v. griech. *ἄτομος*, „unteilbares Wesen“) bestehe, welche für die verschiedenen Grundstoffe derart verschieden sind, daß ihre Massen sich verhalten wie die entsprechenden Verbindungsgewichte. Die Zahlen 100 für Quecksilber und 16 für Schwefel sagen demnach aus, daß ein Atom Schwefel 16 Einheiten wiegt, wenn man das Gewicht eines Atoms