

*Die naturwissenschaftliche Bedeutung der Resonanz
in der Physik!*

Einleitung.

§ 1. **Physik und Chemie.** Die Physik¹ beschäftigt sich mit den Kräften, die in der Natur walten, die Chemie dagegen mit der stofflichen Zusammensetzung der Körper. Ist z. B. Eisen der Luft ausgesetzt, so rostet es, d. h. es entsteht durch Verbindung mit dem Sauerstoff und Wasserstoff der Luft ein ganz neuer Körper, nämlich Eisenoxydhydrat. Bestreicht man dagegen Eisen mit einem Magnet, so ist zwar stofflich kein Unterschied zu bemerken, aber das Eisen hat eine neue Kraft, nämlich magnetische Wirkung, bekommen. Der erste Vorgang fällt in das Gebiet der Chemie, der zweite in das der Physik. Beide Gebiete sind aber nicht scharf voneinander abzugrenzen, da Kraft und Stoff nur begriffliche Abstraktionen sind, die in Wirklichkeit nie allein vorkommen, sondern stets untrennbar miteinander verbunden sind. Ihre gesonderte Betrachtung geschieht nur aus praktischen Gründen.

Die scheinbar trivialen Wahrheiten, daß aus nichts nichts entstehen, und daß umgekehrt nichts spurlos verschwinden kann, bilden die Grundlagen der Physik und Chemie, die noch nicht allzu lange Zeit sicher festgestellt sind. LAVOISIER bewies nämlich am Ende des 18. Jahrhunderts mit der Wage das Gesetz von der Unzerstörbarkeit des Stoffes, ROBERT MAYER sprach 1842 das Gesetz von der Unzerstörbarkeit der Kräfte aus, auch Gesetz von der Erhaltung der Energie genannt.

*Lavoisier
Robert Mayer*

§ 2. **Atome und Moleküle.** Bezüglich der Beschaffenheit des Stoffes (der Materie²) wird heute ziemlich allgemein die Atomtheorie DALTONS angenommen, deren Anfänge bis auf DEMOKRIT zurückgehen. Danach bestehen die Körper aus kleinsten, selbst mikroskopisch unsichtbaren Teilchen, den Atomen³, die man sich durch fortgesetzte Teilung entstanden denken kann. Diese können aber nicht allein existieren, sondern bilden Komplexe von mindestens zwei Atomen, die sogenannten Moleküle⁴. Bei den Elementen (d. s.

¹ φυσική (Φυσική) eigentlich nur: Naturforschung. — ² Mutter- oder Ursubstanz; von mater Mutter. — ³ ἄτομος unteilbar. — ⁴ Diminutiv von moles Masse.

solche Stoffe, die sich mit den heutigen Mitteln nicht weiter zerlegen lassen) bestehen nun die Moleküle aus gleichen Atomen, bei zusammengesetzten Verbindungen aus verschiedenen. Also ein Molekül Wasserstoff (H) besteht aus 2 Atomen H , ein Molekül Salzsäure (HCl) dagegen aus 1 Atom H und 1 Atom Cl . Zwischen diesen Körpermolekülen nimmt man einen äußerst feinen, unsichtbaren Stoff, den Äther, an, der noch kleinere Moleküle besitzt und zur Fortpflanzung von Licht, Wärme und Elektrizität dient.

So große Erfolge die moderne Wissenschaft der Atomistik verdankt, so muß man sich doch erinnern, daß es sich hier nur um eine Hypothese handelt, zumal die Annahme von unteilbaren (*ἄτομος*) Körpern eine *contradictio in adjecto* ist. Es sei gleich hier darauf hingewiesen, daß auch alle anderen Grundbegriffe der Physik nicht vorstellbar sind, z. B. Äther, Anziehung, Zeit und Raum, mag man letztere als objektive Größen oder als Form des Denkens betrachten. — In neuester Zeit nimmt man übrigens als letzte Einheiten mit negativer Elektrizität geladene aller kleinste Massenteilchen, die sog. Elektronen, an [vgl. §§ 207, 210, 212].

§ 3. **Aggregatzustände.** Je nachdem die Moleküle eines Körpers näher oder weiter voneinander entfernt sind, unterscheidet man drei Aggregatzustände¹, den festen, flüssigen und gasförmigen. Feste Körper haben bestimmtes Volumen² und bestimmte Gestalt; flüssige Körper bestimmtes Volumen, wechselnde Gestalt; gasförmige Körper weder bestimmtes Volumen, noch bestimmte Gestalt [vgl. §§ 36, 45].

§ 4. **Maßeinheiten.** Bevor die Physik ihre Hauptaufgabe, das Wesen der Kräfte festzustellen, erfüllen kann, ist es nötig, die verschiedenen Formen der Kräfte bzw. die von ihnen an der Materie hervorgebrachten Wirkungen zu messen. Die konventionell gewählten Maßeinheiten sind folgende:

Als Längeneinheit gilt das Meter. Ursprünglich war es als 40millionster Teil des Erdmeridians gewählt worden; doch trifft dies nach neueren Messungen nicht genau zu. Jetzt gilt als Urmaß das aus Platin-Iridium gemachte „Mètre des archives“ in Paris. Anstelle des Meters dienen auch Bruchteile desselben, speziell das Zentimeter, als Maßeinheiten.

Lineare Maße: 1 Meter (m) = 10 Dezimeter³ (dm) = 100 Zentimeter (cm) = 1000 Millimeter (mm).

1 Mikron (μ) = 0,001 mm.

1 Mikromillimeter ($\mu\mu$) = 0,001 μ = 0,000001 mm.

¹ Aggregat ist ein durch Vereinigung getrennter Einheiten entstandenes Ganzes, von *aggrego* anhäufen. — ² Der von einem Körper eingenommene Raum: eigentlich etwas Zusammengerolltes, von *volvo* wälzen. — ³ Die lateinischen Vorsilben Dezi-, Zenti-, Milli- bezeichnen den zehnten, hundertsten, tausendsten Teil, die griechischen Dekka-, Hekto-, Kilo- das

100 Quadratdeciimeter = 1 Decimeter
100 Liter = 1 Hektoliter
1 Morgen = 25 (1/2) Quadratkilometer

1 Meile = 7,5 Kilometer
= 7500 m

Flächenmaß: 1 Quadratmeter (qm oder m^2) = 10 · 10 Quadratdezimeter (qdm oder dm^2) = 1000 · 1000 Quadratmillimeter (qmm oder mm^2) usw.

Raum- oder Volummaße: 1 Kubikmeter (cbm oder m^3) = 10 · 10 · 10 Kubikdezimeter (cdm oder dm^3) = 100 · 100 · 100 Kubikzentimeter (ccm oder cm^3) usw. — 1 Kubikdezimeter, auch Liter (l) genannt, ist also 0,001 Kubikmeter und enthält 1000 Kubikzentimeter.

Als Masseneinheit gilt die Masse, die 1 Kubikdezimeter (1 Liter) Wasser von 4° Celsius (also im Zustand der größten Dichte) besitzt. Da nun 1 Liter Wasser von 4° C 1 Kilogramm wiegt, kann die Masseneinheit auch definiert werden als diejenige Masse, die 1 Kilogramm wiegt. Diese Einheit wird ebenfalls als Kilogramm bezeichnet. Noch häufiger dient der tausendste Teil dieser Größe, das Gramm, als Einheit. Es ist also die Masse, die 1 Kubikzentimeter Wasser von 4° besitzt¹. Auch hier gilt wieder das aus Platin-Iridium bestehende „Kilogramme des archives“ in Paris als Urmaß.

1 Kilogramm (kg) = 1000 Gramm (g oder gr). 1 Gramm = 10 Deziagramm (dg) = 100 Zentigramm (cg) = 1000 Milligramm (mg).

Als Zeiteinheit gilt die Sekunde oder der 86400. Teil des mittleren Sonnentages.

§ 5. Absolute Maßsysteme. In der Neuzeit ist man bemüht, alle physikalischen Größen in absoluten Maßen auszudrücken, d. h. auf die Einheiten der Länge, Masse, Zeit zurückzuführen. Man erhält dann die Dimension der betreffenden Größe. Gegenwärtig ist dasjenige absolute Maßsystem am gebräuchlichsten, dessen Grundeinheiten Zentimeter, Gramm und Sekunde sind. Spricht man von absolutem Maßsystem schlechthin, so meint man stets dieses Zentimeter-Gramm-Sekunden- (cm. gr. sec.- oder C.G.S.-) System. Im folgenden sind an den betreffenden Stellen für einige wichtige Größen die Dimensionen — allgemein und im C.G.S.-System — angeführt.

§ 6. Nonius. Um die Länge eines Körpers auch in Bruchteilen eines Maßstabes auszudrücken, gebraucht man den sog. Nonius². Es ist dies ein kleiner, am Hauptmaßstab verschieblicher Maßstab, bei dem $n + 1$ oder $n - 1$ Teile n Teilen des ersteren entsprechen; im ersten Falle heißt er vortragend, im

Zehn- Hundert-, Tausendfache des Grundmaßes. Mega- ($\mu\acute{\nu}\alpha\varsigma$ groß) bezeichnet das Millionenfache, Mikro- ($\mu\iota\kappa\rho\acute{\sigma}$ klein) den millionten Teil der Einheit.

¹ Das Wort „Gramm“ (und „Kilogramm“) bedeutet also in der Physik nicht, wie im gewöhnlichen Leben, ein Gewicht, sondern eine Masse! Es ist daher zweckmäßig, einerseits von Massengramm bzw. Gramm-masse, andererseits von Grammgewicht zu sprechen [vgl. § 11]. — ² Benannt nach dem Portugiesen PETRO NUNEZ, erfunden aber 1631 von dem Niederländer PETER WERNER (VERNIER).

zweiten nachtragend. Um z. B. mit einem vortragenden Nonius, bei dem 10 Teile 9 Teilen des Hauptmaßstabes entsprechen, den Körper ab (Fig. 1) zu messen, bringt man a an den Nullpunkt des Hauptmaßstabes, schiebt dann

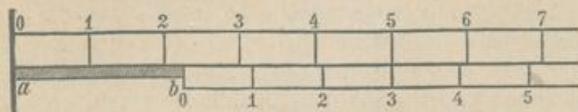


Fig. 1.

den Nullpunkt des Nonius an b heran und sieht nach, welcher Teilstrich des letzteren mit einem Teilstrich des ersteren zusammenfällt.

Ist es wie in der Figur, der dritte, so bedeutet dies, daß ab 2,3 Teilstriche des Hauptmaßstabes lang ist.

Mechanik.

A. Allgemeine Grundbegriffe.

§ 7. Die Grundlage der Mechanik, d. h. der Lehre vom Gleichgewicht und von der Bewegung der Körper, bilden die drei **Newton'schen Bewegungsgesetze**, von denen übrigens die beiden ersten schon **GALILEI** bekannt waren.

1. Jeder Körper verharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der geradlinigen, gleichförmigen Bewegung, solange er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern.

Dieses sogenannte Trägheitsgesetz (Trägheit = Beharrungsvermögen) ist eine Erfahrungstatsache. Beispiele hierfür sind z. B. das Umfallen eines Menschen beim raschen Anfahren oder Halten eines Wagens, die Fortdauer der Bewegung eines Schwungrades nach Aufhören der antreibenden Kraft, die Bewegung der Weltkörper usw. Eine Bewegungshemmung wird namentlich durch die Reibung bewirkt [vgl. § 35].

2. Die Änderung der Bewegung ist proportional der einwirkenden Kraft und erfolgt in der Richtung der Geraden, in der jene Kraft wirkt.

Ein starker Stoß bringt z. B. einen größeren Ausschlag eines Pendels hervor als ein schwacher. Da beim Zusammenwirken mehrerer Kräfte jede einzelne derselben ohne Rücksicht auf die anderen bzw. auf eine bereits vorhandene Bewegung ihren Einfluß ausübt, so heißt das Gesetz auch **Unabhängigkeitsprinzip**.

3. Wirkung und Gegenwirkung sind einander gleich.

Dieses Prinzip der Wechselwirkung besagt also, daß die Wirkungen zweier Körper aufeinander stets gleich und von entgegengesetzter Richtung sind. So zieht z. B. nicht nur ein Magnet ein Stück Eisen an, sondern umgekehrt auch das Eisen den Magnet; ein Brett drückt ebenso stark ein auf ihm liegendes Gewicht, wie umgekehrt; die Wagen eines Zuges ziehen die Lokomotive ebenso stark an, wie diese die Wagen usw. Bei ungleichen Kräften kommt es aber natürlich schließlich zu einer fortschreitenden Bewegung in der Richtung der