



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

Einleitung.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

## Einleitung.

1. **Physik.** Natur (griechisch physis) nennen wir den Inbegriff alles sinnlich Wahrnehmbaren. Das raumerfüllende Etwas, welches auf unsere Sinne wirkt, nennen wir Materie oder Stoff. Körper heißt jeder von Stoff erfüllte begrenzte Raum. Veränderungen in der Körperwelt, die sich nach dem Zeugnis unserer Sinne im Laufe der Zeit vollziehen, nennen wir Erscheinungen.

Der Name „Physik“ bedeutet sonach eigentlich „Naturwissenschaft“ oder „Naturlehre“ überhaupt und würde sich daher seinem Wortsinn nach auf sämtliche Naturerscheinungen beziehen. Im Altertum hatte das Wort Physik auch in der Tat diese umfassende Bedeutung. Die große Menge und Verschiedenheit der Tatsachen ließ es aber im Laufe der Zeit wünschenswert erscheinen, die Vorgänge an Tieren und Pflanzen, welche deren Leben ausmachen, einer besonderen Gruppe von Wissenschaften, den biologischen, zuzuweisen und die überaus mannigfaltigen Erscheinungen, welche auf der Änderung der stofflichen Zusammensetzung der Körper beruhen, in einer selbständigen Wissenschaft, der Chemie, zu behandeln.

Diesen gegenüber verstehen wir unter Physik die Lehre von denjenigen Erscheinungen, bei denen es sich weder um Lebensvorgänge noch um eine Änderung in der Zusammensetzung der beteiligten Körper handelt. Doch ist jeder chemische Vorgang mit physikalischen Erscheinungen verbunden, und viele physikalische Vorgänge sind durch Veränderungen chemischer Art bedingt, so daß sich eine strenge Grenze zwischen Chemie und Physik nicht ziehen läßt.

Die Physik ist gleich den anderen Naturwissenschaften eine empirische oder Erfahrungswissenschaft. Aber die unmittelbare Beobachtung der Natur zeigt uns stets nur zusammengesetzte, oft sehr verwickelte Erscheinungen. Um einen Vorgang bestimmter Art in seinem Verlaufe untersuchen zu können, muß man ihn künstlich hervorrufen und die Bedingungen seiner Entstehung so lange abändern, bis er in möglichst reiner Form ohne störende Nebenerscheinungen verläuft. Dies ist die Aufgabe des Versuchs oder Experiments. Die Vergleichung gleichartiger Vorgänge lehrt uns das Typische der Erscheinungen kennen, das wir in die Form allgemeiner Begriffe fassen. Mit Hilfe dieser Begriffe können wir

dann die physikalischen Vorgänge in ganz allgemeiner, typischer Form beschreiben, und indem wir voraussetzen, daß ein Vorgang nicht bloß in den untersuchten Fällen, sondern auch bei allen künftigen Wiederholungen unter denselben Umständen stets wieder in der gleichen Weise verlaufen wird (Induktionsschluß), nennen wir diese allgemein gültige Beschreibung seines Verlaufes das Gesetz des Vorganges. Aber mit der Aufstellung dieser Gesetzmäßigkeiten für alle möglichen verschiedenartigen Vorgänge ist die wissenschaftliche Arbeit nicht beendet. Sie ist vielmehr andauernd darauf gerichtet, die Vielgestaltigkeit dieser Erkenntnisse zu vereinfachen durch Zusammenfassung der gewonnenen allgemeinen Begriffe zu noch allgemeineren, höheren Begriffen und durch entsprechende Unterordnung der gefundenen Gesetzmäßigkeiten unter höhere, allgemeinere Gesetze. Diese Zusammenfassung gelingt nicht immer auf Grund der unmittelbaren Erfahrung, sondern oft nur durch Einführung von Annahmen (Hypothesen) über die Art des Zusammenhanges bestimmter Erscheinungsgruppen.

Je nach der Art der Darstellung unterscheidet man die Experimentalphysik, welche die vorgetragenen Lehren unmittelbar aus der Erfahrung entnimmt und durch Versuche erläutert (wie es in dem vorliegenden Werke geschieht), von der theoretischen Physik, welche aus wenigen an die Spitze gestellten Erfahrungssätzen und Hypothesen ihr Lehrgebäude durch bloße Denkprozesse entwickelt und erst hinterher die Übereinstimmung der Ergebnisse mit der Erfahrung nachweist. Da die letztere sich bei ihren Schlußfolgerungen der Mathematik als unentbehrlichen Hilfsmittels bedient, wird sie auch als mathematische Physik bezeichnet.

**2. Messung. Maßeinheiten.** Um die Erscheinungen in ihrem Verlaufe genau zu verfolgen, ist es notwendig, die dabei vorkommenden Größen, wie Raum, Zeit u. a., durch Messung mit nach Übereinkunft gewählten gleichartigen Maßeinheiten zu vergleichen. Besonders wichtig sind die Raummessungen, welche sich sämtlich auf Längmessungen zurückführen lassen.

Als Längeneinheit gilt heutzutage fast überall das Meter, nach der ursprünglichen Festsetzung der 40 000 000. Teil des Erdmeridians. Man hat 1791 in Frankreich auf Vorschlag einer akademischen Kommission diese Bestimmung getroffen, um ein der Natur selbst entnommenes und daher der Vergänglichkeit aller willkürlichen Maße nicht unterworfenen Maß zu erhalten. Da jedoch die damals ausgeführten Messungen des Erdmeridians, wie man später erkannte, fehlerhaft ausgefallen sind, so ist das aus ihnen abgeleitete und seitdem gesetzlich eingeführte Meter dem 40 000 000. Teile des Meridians nicht genau gleich, sondern ein wenig (um 0,0858 mm) kürzer. Der Zweck, ein Naturmaß zu erhalten, wurde also nicht erreicht, und das gesetzliche Meter ist nun doch ein willkürliches Maß, welches 1799 verkörpert wurde durch den im Staatsarchiv zu Paris als Urmeter hinterlegten Endmaßstab aus Platin, seit 1889 aber dargestellt wird

durch einen Strichmaßstab aus Platin-Iridium (einer Legierung aus 90% Platin und 10% Iridium von stahlgleicher Festigkeit). Dieser Maßstab wird im internationalen Bureau für Maß und Gewicht in Sèvres bei Paris als internationales Prototyp des Meters aufbewahrt und gibt die Länge des Meters durch den Abstand an, welchen zwei auf seiner Oberfläche eingeritzte Endstriche bei der Temperatur des schmelzenden Eises zeigen. Der alte Platinstab mit rechteckigem Querschnitt war wegen seiner geringen Dicke zu biegsam. Wenn aber ein Stab sich biegt, so wird seine konvexe Seite etwas länger und seine konkave Seite verkürzt sich ein wenig; im Innern des Stabes muß sonach eine Schicht von Längsfasern vorhanden sein, welche sich bei einer Biegung weder verlängern noch verkürzen; sie bilden die sogenannte neutrale Schicht.

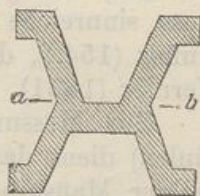


Fig. 1.  
Querschnitt des Meterprototyps.

Für den Querschnitt des neuen Stabes wählte man daher die in Fig. 1 in wirklicher Größe dargestellte Form, bei welcher die Endstriche auf der neutralen Schicht  $ab$ , die als Grundfläche der oberen Rinne des Stabes freiliegt, angebracht werden konnten. Diese Form des Querschnitts bietet außerdem noch den Vorteil, daß der Stab mehr als bei anderen Formen gegen Biegung geschützt ist. Mit diesem internationalen Prototype sind die nationalen Prototype, die die einzelnen Staaten besitzen, auf das genaueste verglichen; z. B. ist das deutsche Urmeter bei der Temperatur  $t^0$  Celsius  $= 1 \text{ m} - 0,000001 + 0,000008642 t^0$ ; also bei  $0^0$  um 0,001 mm kleiner als das internationale Urmaß.

Das Meter (m) wird bekanntlich eingeteilt in 10 Dezimeter (dm), 100 Zentimeter (cm), 1000 Millimeter (mm) und ist demnach ein zehnteiliges oder Dezimalmaß. Der tausendste Teil eines Millimeters heißt ein Mikron ( $\mu$ ). Eine Länge von 1000 m heißt ein Kilometer (km) und dient als größere Einheit zur Messung von Weglängen.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei genauen Längenmessungen ist der Nonius oder Vernier, ein kleiner Maßstab ( $B$  Fig. 2), der sich entlang einem größeren ( $A$ ) verschieben läßt und die Messung von kleineren Teilen gestattet, als auf dem Hauptmaßstabe unmittelbar angegeben sind. Teilt man nämlich auf dem kleinen Maßstabe eine Strecke, welche gleich 9 Teilen des Hauptmaßstabes ist, in 10 gleiche Teile, so beträgt jeder dieser Teile

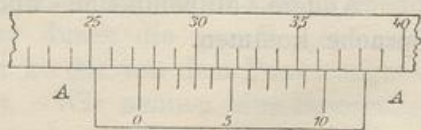


Fig. 2.  
Nonius.

$\frac{9}{10}$  von einem Teil des Hauptmaßstabes. Um eine bis zum Nullstrich des Nonius reichende Länge zu messen, sieht man zu, der wievielte Teilstrich des Nonius (in der Figur der dritte) mit einem Teilstrich des Maßstabes am genauesten zusammentrifft; dann ist der vorhergehende zweite Teilstrich um  $\frac{1}{10}$ , der erste um  $\frac{2}{10}$  und der

Nullstrich um  $\frac{3}{10}$  gegen den benachbarten Teilstrich des Maßstabes verschoben; man hat demnach zu der bis zum Nullstrich des Nonius in ganzen Teilen des Maßstabes abgelesenen Länge noch so viele Zehntel hinzuzufügen, als der mit einem Strich des Maßstabes zusammentreffende Teilstrich des Nonius angibt; in unserem Beispiel (s. Figur) beträgt also die Ablesung 27,3. Den Namen Nonius führt diese sinnreiche Einrichtung nach ihrem angeblichen Erfinder Pedro Nuñez (1542), den Namen Vernier nach dem wahren Erfinder Pierre Vernier (1631).

Zur Messung von Höhenunterschieden (z. B. von Flüssigkeitssäulen) dient das Kathetometer (Dulong und Petit, 1818), ein lot-rechter Maßstab, längs welchem ein in wagrechter Ebene drehbares Fernrohr samt daran befestigtem Nonius auf und ab geschoben werden kann, dessen horizontale durch das Fadenkreuz angegebene Visierlinie nacheinander auf die Höhenmarken eingestellt wird.

Flächeneinheit ist das Quadratmeter (qm, m<sup>2</sup>), d. i. ein Quadrat von 1 m Seitenlänge. Ein qm enthält 100 qdm (dm<sup>2</sup>), 10 000 qcm (cm<sup>2</sup>), 1 000 000 qmm (mm<sup>2</sup>).

Als Einheit des Rauminhaltes (Kubikinhalt oder Volumens) dient das Kubikmeter (cbm, m<sup>3</sup>), d. i. ein Würfel von 1 m Seitenlänge. Als kleinere Raumeinheit, namentlich als Hohlmaß für Flüssigkeiten, dient das Kubikdezimeter (cdm, dm<sup>3</sup>) oder Liter (l); es enthält 1000 Kubikzentimeter (ccm, cm<sup>3</sup>).

Winkelmessungen kommen auf Messung von Bogenlängen zurück. Winkleinheit ist der Grad (°), d. h. der 90. Teil eines rechten Winkels. Der Grad wird eingeteilt in 60 Minuten (′), die Minute in 60 Sekunden (″). Ein Winkel kann auch gemessen werden durch die Länge des Bogens, den er als Zentriwinkel in einem Kreise vom Radius 1 zwischen seine Schenkel faßt. Der Bogenlänge 1 entspricht der Winkel 57,296° und dem Halbkreis von 180° die Bogenlänge  $\pi = 3,14159\dots$  (Ludolfsche Zahl).

Als Einheit der Zeit gilt in der Physik die Sekunde (sec, Zeitsekunde), d. i. der 86 400. Teil des mittleren Sonnentages; 60 Sekunden geben eine Minute, 60 Minuten eine Stunde, 24 Stunden einen Tag.

Andere Maßeinheiten und Meßwerkzeuge werden später zur Sprache kommen.