

Einführung und Überblick

1

1.1	Die Bedeutung des Experimentes	2
1.2	Der Modellbegriff in der Physik	3
1.3	Historischer Rückblick	5
1.4	Unser heutiges physikalisches Weltbild	10
1.5	Beziehungen zwischen Physik und Nachbarwissenschaften	13
1.6	Die Grundgrößen in der Physik, ihre Normale und Messverfahren	15
1.7	Maßsysteme	25
1.8	Messgenauigkeit und Messfehler	26
	Zusammenfassung	34
	Aufgaben	34
	Literatur	35

Der Name *Physik* stammt aus dem Griechischen ($\varphi\upsilon\sigma\iota\varsigma$ = Ursprung, Naturordnung, das Geschaffene) und umfasst nach einer Einteilung des *Aristoteles* (384–322 v. Chr.) die Lehre von der körperlichen, materieerfüllten Welt im Gegensatz zur *Metaphysik*, die bei *Aristoteles* in dem auf die Physik folgenden Themenkreis (*meta* = nach) behandelt wird und sich mit Strukturen der ideellen Welt, ihren Prinzipien und Möglichkeiten auseinandersetzt.

Definition

Physik ist die Naturwissenschaft, die sich mit den Grundbausteinen der uns umgebenden Welt und deren gegenseitigen Wechselwirkungen beschäftigt. Das Ziel physikalischer Forschung ist ein grundlegendes Verständnis auch komplizierter Körper aus ihrem Aufbau aus „elementaren“ Teilchen, deren Wechselwirkungen sich auf wenige unterschiedliche Typen reduzieren lassen. Komplexe Naturvorgänge sollen auf einfache Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt, quantifiziert und, wenn möglich, voraussagbar werden.

Anders ausgedrückt: Die Physiker versuchen, in der Vielfalt der Naturerscheinungen Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge aufzufinden und die beobachteten Phänomene durch wenige Grundprinzipien zu erklären.

Es zeigt sich jedoch, dass komplexe Systeme, die aus vielen Teilchen aufgebaut sind, oft neue Eigenschaften haben, die *nicht* auf die der einzelnen Teilchen direkt zurückgeführt werden können. Durch den Zusammenschluss zu einer größeren Einheit entsteht eine neue Qualität, die auf kooperativen Prozessen beruht. Mit anderen Worten: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ (Heisenberg 1973). Die Behandlung solcher komplexen Systeme erfordert daher neue Methoden, die ständig weiter entwickelt werden.

1.1 Die Bedeutung des Experimentes

Die Physik im heutigen Sinn begann (abgesehen von den mehr astronomisch orientierten Naturbeobachtungen der Babylonier, Ägypter und Araber) mit *Galilei* (1564–1642), Abb. 1.1, der zum ersten Male gezielte Experimente durchführte und damit an Stelle der vom Beobachter unbeeinflussbaren Naturerscheinungen einen kontrollierbaren und beliebig oft unter definierten Bedingungen wiederholbaren Vorgang untersuchte (z. B. die beschleunigte Bewegung).

Die Bedeutung des physikalischen Experimentes besteht gerade darin, dass der Experimentator die Bedingungen, unter denen der zu untersuchende Vorgang abläuft, weitgehend bestimmen kann. Alle störenden Einflüsse, die sich bei der Naturerscheinung dem eigentlich interessierenden Prozess überlagern (z. B. Luftreibung beim freien Fall) und dadurch die Lösung des Problems erschweren, können im Experiment erkannt und teilweise oder sogar vollständig eliminiert werden.

Das Experiment ist eine gezielte Frage an die Natur, auf die bei geeigneter experimenteller Anordnung eine eindeutige Antwort erhalten werden kann.

Ziel aller Experimente ist es, Gesetzmäßigkeiten aufzufinden, die die Fülle der Beobachtungen in einen größeren, überschaubaren Zusammenhang bringen. Der Sinn eines so gefundenen Gesetzes ist aber nicht nur die Zusammenfassung vieler Einzelergebnisse, sondern vor allem die Möglichkeit, physikalische Vorgänge quantitativ vorauszusagen.

Ein physikalisches Gesetz verknüpft messbare Größen und Begriffe miteinander. Seine übersichtliche Schreibweise ist die mathematische Gleichung.

Eine solche mathematische Formelsprache lässt auch am klarsten Zusammenhänge zwischen verschiedenen physikalischen Gesetzen erkennen und erleichtert das Zurückführen vieler, anfänglich verschieden erscheinender Gesetze auf wenige, in der gesamten Physik gültige Prinzipien.

Beispiele

1. Aufgrund der zahlreichen sorgfältigen Messungen der Planetenbahnen durch *Tycho Brahe* (1546–1601) und *Johannes Kepler* (1571–1630) konnte *Kepler* seine drei berühmten Gesetze aufstellen, die alle Beobachtungen zusammenfassten (siehe 2.9). Aber erst durch *Newtons* Formulierung des allgemeinen Gravitationsgesetzes werden Planetenbahnen *und* freier Fall auf ein gemeinsames Prinzip, nämlich die Gravitation, zurückgeführt. An dem Problem, auch die Gravitation zusammen mit den anderen Wechselwirkungen (elektrische, magnetische, Kern-Kräfte) auf ein gemeinsames Prinzip zurückzuführen, wird zur Zeit intensiv gearbeitet.
2. Ganz ähnlich ist es mit den Erhaltungssätzen (Energiesatz, Impulssatz), die erst nach vielen Beobachtungen formuliert werden konnten, nun aber eine Fülle von Einzeltatsachen erklären und zusammenfassen. Eine solche Zusammenfassung mehrerer physikalischer Gesetze und Prinzipien zu einem geschlossenen und in sich widerspruchsfreien Aufbau nennt man eine physikalische Theorie. ◀

Der Gültigkeitsbereich einer physikalischen Theorie wird durch Experimente geprüft!

Da die Formulierung der Theorie mathematische Gleichungen und Schlussfolgerungen voraussetzt, *sind fundierte mathematische Kenntnisse für den Physiker unerlässlich!*