

Was ist Physik?

Das Wort Physik ist vom griechischen Philosophen Aristoteles (384-322 v. Chr.) geprägt worden. Es geht auf den Wortstamm physis (Natur) zurück.

Physik ist eine exakte Naturwissenschaft.

‘Naturwissenschaft’, um die Physik von Geisteswissenschaften wie Psychologie oder Mathematik abzugrenzen und sie von den technischen Wissenschaften wie Maschinenbau zu unterscheiden.

‘Exakt’, weil die Natur von der Physik mathematisch beschrieben wird, nicht nur mit Worten. Die Beschreibungen (Theorien, quantitative Modelle) sind im Experiment geprüft oder folgen aus diesen. Falls die Zahlen nicht stimmen, ist die mathematische Beschreibung falsch!

Beispiel: $1 + 1 = 2$?

Addiert man einen Liter Wasser zu einem Liter Sand, so erhält man nicht zwei Liter Dreck, sondern deutlich weniger. Zwischen den Sandkörnern hat es nämlich Hohlräume, die mit Wasser gefüllt werden. Man ist auf Experimente angewiesen, um zu erkennen, wie man rechnen muss.

Wenn mathematische Beziehungen experimentell geprüft werden sollen, muss man messen können. Die zwei wichtigsten Messgrößen der klassischen Mechanik sind Zeit und Länge.

Zeit

Warum ist Zeit wichtig? Beispiele: Die Bauern müssen für die Aussaat die Jahreszeit kennen. Rechtsanwälte werden nach Arbeitszeit bezahlt. Sie wollen wissen, wann Sie volljährig werden.

Was ist Zeit?

Zeit ist das, was ich an meiner Uhr ablese. (Albert Einstein, 1905)

Wenn wir jetzt lernen, wie eine Uhr gebaut wird, können wir alle die Zeit messen und rechtzeitig in der Physikstunde erscheinen!

Die Sonne kann als Zeitmesser verwendet werden (Sonnenuhr). Wasseruhren zeigen auch bei Bewölkung, wie die Zeit fließt. Christoph Kolumbus ist mit Sanduhren nach Amerika navigiert.

Moderne Zeitmesser zählen Schwingungen. Beispiele sind Standuhr mit Stangenpendel und Taschenuhr mit Federpendel (Unruh). Die besten Pendeluhren liefen weniger als 0.01 s pro Tag falsch. In Quarzuhren wird ein Kristall elektrisch zu Schwingungen angeregt. In Atomuhren werden Atome zu Schwingungen angeregt. Optische Atomuhren erreichten im Jahr 2014 relative Genauigkeiten von 10^{-18} , d.h. besser als eine Milliardstelsekunde pro Jahr. Solche Genauigkeiten können z.B. in der Satellitennavigation gebraucht werden.

Die besten Uhren würden im Alltag wenig nützen, wenn jeder Uhrmacher seine Zifferblätter anders einteilte. Die Masseinheit der Zeit wird darum gesetzlich geregelt. Wir verwenden SI-Einheiten (Système International d’Unités). Die SI-Einheit der Zeit ist die Sekunde. Die erste abendländische Uhr mit Sekunde ist vom Schweizer Jost Bürgi 1586 gebaut worden. Bis 1967 ging die Definition der Sekunde so: 1 s ist der 86400ste Teil des mittleren Sonnentages.

Dauer eines mittleren Sonnentags: $1 \text{ d (lat. dies)} = 24 \text{ h (lat. hora)} = 1440 \text{ min} = 86400 \text{ s}$

$1 \text{ Jahr} = 1 \text{ a (lat. annus)} \approx 365.24 \text{ d} \approx 31556925 \text{ s} \approx \pi \cdot 10^7 \text{ s}$

Eine Minute (lat. pars minuta prima) ist die ‘einmal verkleinerte’ Stunde, die Sekunde (lat. pars minuta secunda) eine ‘zweimal verkleinerte’ Stunde.

Leider schwankt die Tageslänge um 0.004 s und hat über die letzten tausend Jahre 0.0014 s pro Jahrhundert zugenommen. Die aktuelle Sekundendefinition beruht auf der Cäsium-Atomuhr:

1 s ist das 9 192 631 770fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids Cs 133 entsprechenden Strahlung (FoTa).

Für Zeit verwenden wir oft das Formelzeichen t von lateinisch tempus (Zeit, auch Schläfe, weil man dort den Puls sehen kann.)

Länge

Warum ist Länge wichtig? Beispiele: Man will wissen, wie weit ein Ziel entfernt ist, welche Fläche ein Grundstück hat oder welches Volumen eine Bierdose aufweist.

Längen werden mit Massstäben gemessen (Messbänder, Blechmassstäbe, Schublehren, Mikrometerschrauben, Etalons, Laser-Distanzmesser, usw.).

Als Masseinheiten verwendete man früher vom Menschen abgeleitete Grössen wie Spanne, Elle, Fuss, Schritt, Wegstunde, etc. Die Elle konnte von Stadt zu Stadt eine andere Länge haben. Zur Zeit der französischen Revolution wollte man dies vereinheitlichen.

Die SI-Einheit der Länge ist der Meter (gr. metron: Mass).

Die ursprüngliche (1793) Definition des Meters ging so: 1 m ist der Zehnmillionste Teil des Erdquadranten durch Paris. Es ist also kein Zufall, dass der Erdumfang etwa 40 000 km beträgt. Leider ist die Erde unregelmässig geformt. Man musste auf ein Urmeter aus Metall zurückgreifen. Die aktuelle Meterdefinition beruht auf der Lichtgeschwindigkeit:

1 m ist die Länge der Strecke, die das Licht im Vakuum während des Intervalls von $(1 / 299\,792\,458)$ s durchläuft (siehe FoTa).

Experimente zeigen nämlich, dass die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum eine Naturkonstante ist. Dass die Lichtgeschwindigkeit immer gleich gross ist lässt sich wesentlich einfacher bestimmen als deren Zahlenwert. Man hat darum den Spiess umgedreht und den Zahlenwert zu 299 792 458 m/s festgesetzt. Damit wurde die Längeneinheit über die Formel 'Weg gleich Geschwindigkeit mal Zeit' auf die Zeiteinheit zurückgeführt. Die relative Messgenauigkeit für 1 m betrug im Jahr 2011 etwa 10^{-11} .

Wir verwenden für Strecke oder Position häufig das Formelzeichen s (von Strecke oder von lateinisch spatium: Raum, Grösse, Entfernung, Länge, Umfang, etc.).

Weitere SI-Basiseinheiten:

Das Kilogramm (nicht das Gramm!) ist die Grundeinheit für die Masse, das Ampere für die Stromstärke, das Kelvin für die absolute Temperatur, das Mol für die Stoffmenge und die Candela für die Lichtstärke. Wir werden diese Einheiten besprechen, sobald wir sie benötigen.