

## Newton's Axioms

In der ersten englischen Übersetzung (B. Motte, 1729) von Newton's Axiomen sind sie wie folgt formuliert:

**Law 1:** *Every Body preserves its state of rest, or of uniform motion in a right line, unless it is compelled to change that state by forces impressed on it.*

**Law 2:** *The alteration of motion is ever proportional to the motive force impressed: and is made in the direction of right line in which that force is impressed.*

**Law 3:** *To every Action there is always opposed an equal Reaction: or the mutual actions of two bodies upon each other are always equal, and directed to contrary parts.*

Weiterhin gibt Newton Definitionen zu den verwendeten Begriffen an:

**Def. 1:** *The Quantity of Matter is the measure of the same, arising from its density and bulk conjunctly.*

Die „Quantity of Matter“ wird heute als Masse  $m = \rho V$  bezeichnet.

**Def. 2:** *The Quantity of Motion is the measure of the same, arising from the velocity and quantity of matter conjunctly.*

Die „Quantity of Motion“ wird heute als Impuls:  $\vec{p} = m\vec{v}$  bezeichnet und ist eine vektorielle Größe.

**Def. 3:** *An impressed force is an action exerted upon a body, in order to change its state, either of rest, or of moving uniformly forward in a right line.*

### Bedeutung der einzelnen Axiome

Axiome sind Gesetze, die als Grundlage einer Theorie (eines Modells) postuliert werden. Sie müssen alle unabhängig voneinander eine eigenständige wesentliche Bedeutung haben und das Modell vollständig aufspannen.

Newton's erstes Axiom definiert ein Inertialsystem. Geschwindigkeit, Beschleunigung und Impuls sind nur relativ zu einem Bezugssystem definiert. Man kann zwei Klassen von Bezugssystemen unterscheiden: solche in denen die im ersten Axiom beschriebene experimentelle Beobachtung zutrifft und solche in denen das nicht der Fall ist. Erstere nennt man Inertialsysteme. Newton's Axiome und Folgerungen daraus (Energieerhaltung, Impulserhaltung, etc.) gelten nur in Inertialsystemen.

Newton's zweites Axiom definiert die Kraft. Auch in Definition 3 wird gesagt, dass Kraft über die Änderung eines Bewegungszustandes eines Körpers definiert wird. Dies wird im zweiten Axiom konkretisiert als  $\vec{F} = d\vec{p}/dt = m\vec{a}$ .

Newton's drittes Axiom macht Aussagen über vorher wohl definierte Größen. Damit kann es im Experiment empirisch untersucht werden.

### Verwendbarkeit des Modells

In der Physik kann experimentell überprüft werden, ob das Modell die Natur – ggf. in einem eingeschränkten Wertebereich – gut beschreibt. Ist dies der Fall, kann das Modell zur Beschreibung von Naturvorgängen verwendet werden.

Experimente zeigen, dass das Modell von Newton die Natur gut beschreibt für Systeme mit hinreichend kleinen Massendichten und Relativgeschwindigkeiten sowie hinreichend großen Längen. Die Dichten der Körper müssen hinreichend klein gegen die Dichte von schwarzen Löchern sein. D.h. der Radius eines Körpers muss groß gegen seinen Schwarzschildradius  $r_s = 2\gamma m/c^2$  sein. (Gravitationskonstante  $\gamma = 6.67408 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 /(\text{kg s}^2)$ ). Die Beträge der Relativgeschwindigkeiten von Körpern müssen hinreichend klein gegen die Lichtgeschwindigkeit  $c = 299792458 \text{ m/s}$  sein. Die relevanten Längen müssen hinreichend groß gegen die De Broglie-Wellenlänge  $\lambda = h/p$  sein ( $h = 6.62607004 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ) sein.