

2. Impulserhaltung

In einem abgeschlossenen System gibt es nur Wechselwirkungskräfte (= innere Kräfte) zwischen den Körpern. In solchen Systemen ist die Summe aller Kräfte Null, weil es zu jeder Kraft eine Gegenkraft gibt. (Newton: actio = reactio).

Betrachtet man die Wechselwirkung zweier Körper in einem solchen System, dann gilt :

$$\begin{aligned} \vec{F}_1 &= -\vec{F}_2 && \text{Die Kräfte auf Körper 1 und Körper 2 sind gegengleich.} \\ \Leftrightarrow m_1 \frac{\Delta \vec{v}_1}{\Delta t_1} &= -m_2 \frac{\Delta \vec{v}_2}{\Delta t_2} && ; \text{ Die Kräfte wirken auf beide Körper gleich lang : } \Delta t_1 = \Delta t_2 \\ \Leftrightarrow m_1 \Delta \vec{v}_1 &= -m_2 \Delta \vec{v}_2 && ; \text{ Mit den Geschwindigkeiten } v \text{ vor und } u \text{ nach der Wechselwirkung} \\ \Leftrightarrow m_1(\vec{u}_1 - \vec{v}_1) &= -m_2(\vec{u}_2 - \vec{v}_2) && ; \text{ Ausmultiplizieren und nach Geschwindigkeiten sortieren:} \\ \Leftrightarrow m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 &= m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 && ; \text{ Mit den Impulsen } \vec{p} \text{ vor und } \vec{p}' \text{ nach der Wechselwirkung:} \\ \Leftrightarrow \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 &= \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \end{aligned}$$

$$\vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Dies bedeutet :

In einem abgeschlossenen System ist die vektorielle Summe der Impulse vor einem Wechselwirkungsvorgang so groß wie danach.

Man formuliert diese Tatsache im

Impulserhaltungssatz:

In einem abgeschlossenen System ist die Summe der Impulse aller Körper eine konstante Größe.

Bemerkung:

Bei der Betrachtung *eines* Körpers, der sich mit Reibung auf einer Unterlage bewegt, scheint auf den ersten Blick die Impulserhaltung nicht zu gelten, da seine Geschwindigkeit und damit sein Impuls abnimmt.

Der Widerspruch löst sich auf, wenn man bedenkt, dass der *Körper alleine* betrachtet *kein abgeschlossenes System* bildet. Auf ihn wirkt die „äußere“ Reibungskraft.

Abgeschlossen wird das System erst, wenn die Unterlage mit einbezogen wird. Sie darf dann allerdings auch keine äußeren Kräfte erfahren.

Realisieren lässt sich so ein System z. B. mit einer schwimmenden Unterlage. Wird auf ihr ein Körper durch Reibung abgebremst, erhöht sich die Geschwindigkeit der Unterlage derart, dass der Gesamtimpuls des Systems Körper-Unterlage erhalten bleibt.