

Impulssatz und Rückstoß

Impulssatz

Ein Impuls ist eine sehr kurze Wechselwirkung zwischen zwei Körpern, es entstehen Veränderungen bei den Bewegungsgeschwindigkeiten.

Beim **elastischen Stoß** geschieht eine Übertragung der kinetischen Energie zwischen den sich berührenden Körpern (Billard - Kugeln)

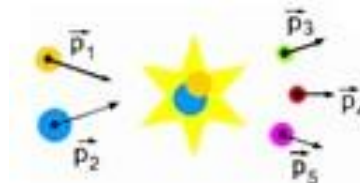
Es gelten die Gesetze

$$\vec{p} = m_1 \cdot \vec{v}_1 = m_2 \cdot \vec{v}_2 \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{s} \cdot \text{s}} = \text{N} \cdot \text{s} \right] \quad \text{Impulsvektor}$$

Im abgeschlossenen System ist die Summe der Impulsvektoren vor der Wechselwirkung gleich der Summe der Impulsvektoren nach der Wechselwirkung.

Impulssatz

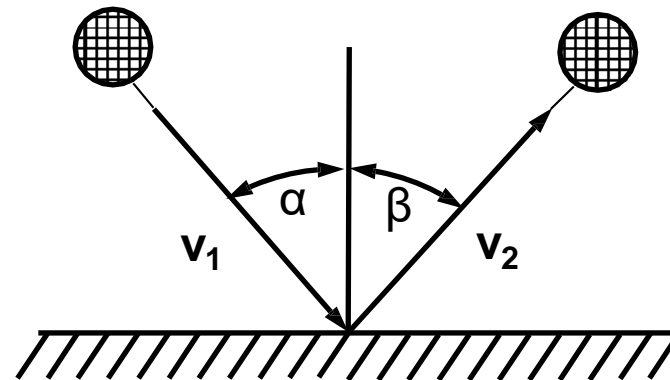
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4 + \vec{p}_5$$



Reflexionsgesetz des elastischen Stoßes

Beim **elastischen Stoß** einer Kugel gegen eine feste Wand ist der Einfallswinkel α gleich dem Reflexionswinkel β . Der Betrag der Geschwindigkeit bleibt unverändert.

$$\alpha = \beta$$
$$v_1 = v_2$$



Impulssatz

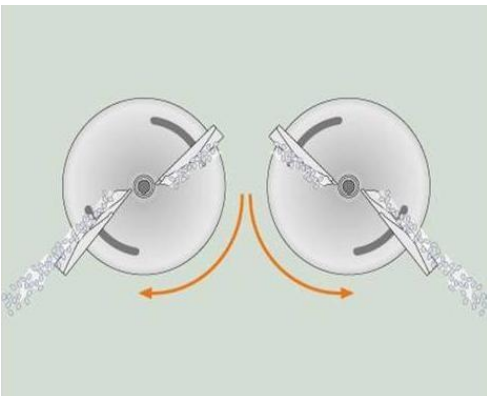
Beim **plastischen Stoß** prallen zwei Massen zusammen und bewegen sich nach dem Stoß mit gemeinsamer Geschwindigkeit weiter.

Es gilt

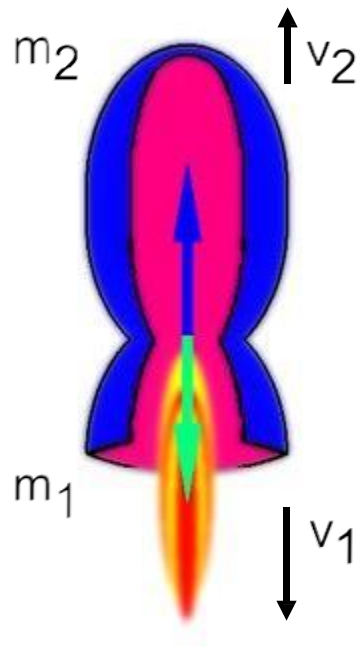
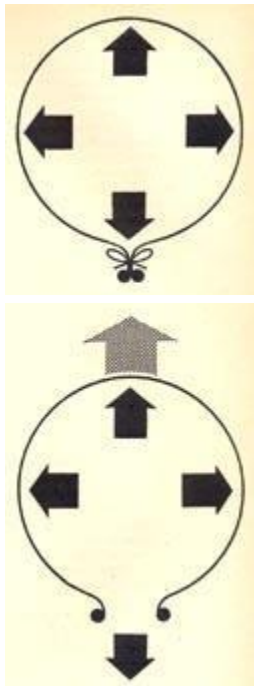
$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_3$$

Beispiel:

Düngerkörner auf der Steuscheibe



Rückstoß



3. Newtonsches Gesetz
Kräfte treten paarweise auf – Reaktionsprinzip

$$\vec{p}_1 = - \vec{p}_2 \quad \text{oder} \quad m_1 \cdot \vec{v}_1 = - m_2 \cdot \vec{v}_2$$

Bei der Rakete

m_1 : ausgestoßenes Verbrennungsprodukt

m_2 : Masse Rakete

Prinzip des Rückstoßes

Rückstoß

In der Rückstoßkammer ist der Druck p_i größer als der Druck p_a in der Umgebung.

Die **Ausströmgeschwindigkeit** v_s beträgt

$$-v_s = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_i - p_a)}{\rho}}$$

p_i : Druck in der Kammer

p_a : Druck in der Umgebung

ρ : Dichte des ausströmenden Mediums

Der Massenstrom oder der **Durchsatz** μ beträgt:

$$\mu = A \cdot \rho \cdot -v_s$$

Die erzeugte **Schubkraft** F_s beträgt

$$F_s = \mu \cdot v_s$$

A : Querschnittsfläche der Düsenöffnung

$$F_s = A \cdot \rho \cdot \frac{2 \cdot \Delta p}{\rho} \quad \Delta p = p_i - p_a$$

$$F_s = 2 \cdot \Delta p \cdot A$$

massenunabhängige Beziehung

Rückstoß

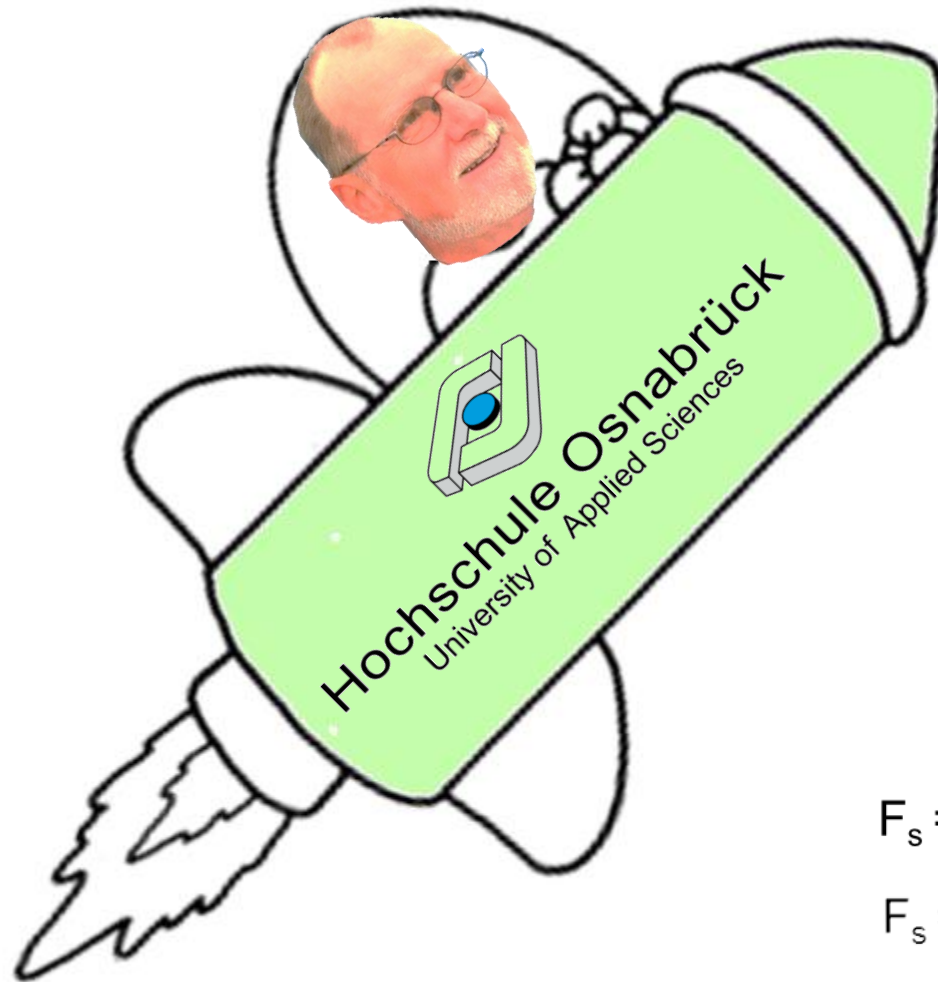
Beispiel aus der Agrartechnik

Düsen im Spritzgestänge
mit ausströmender Spritzbrühe



Wasserrakete

Versuch 1



$$F_s = A \cdot \rho \frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}$$

$$F_s = 2 \cdot \Delta p \cdot A$$