
**ZIEL**

Untersuchung von eindimensionalen Stößen auf der Luftkissenfahrbahn

**ZUSAMMENFASSUNG**

Eine wichtige Konsequenz des dritten Newton'schen Axioms ist die Impulserhaltung bei Stößen zweier Körper. Sie lässt sich z. B. durch die Untersuchung eindimensionaler Stöße zweier Gleiter auf einer Luftkissenfahrbahn verifizieren. Man spricht von elastischen Stößen, wenn die gesamte kinetische Energie erhalten bleibt, und von inelastischen Stößen, wenn nur die kinetische Energie des gemeinsamen Schwerpunktes

erhalten bleibt. Im Experiment werden die einzelnen Geschwindigkeiten der Gleiter aus den Unterbrechungszeiten an einer Lichtschranke bestimmt und daraus die Impulse berechnet.

**AUFGABEN**

• Untersuchung des elastischen und des inelastischen Stoßes zweier Gleiter auf der Luftkissenfahrbahn.

• Nachweis der Impulserhaltung beim elastischen und beim inelastischen Stoß und Betrachtung der Einzelimpulse beim elastischen Stoß.

• Untersuchung der Energiebilanzen beim elastischen und beim inelastischen Stoß.

**BENÖTIGTE GERÄTE**

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Luftkissenfahrbahn	1019299
1	Luftstromerzeuger (230 V, 50/60 Hz)	1000606 oder
	Luftstromerzeuger (115 V, 50/60 Hz)	1000605
1	Digitalzähler mit Schnittstelle (230 V, 50/60 Hz)	1003123 oder
	Digitalzähler mit Schnittstelle (115 V, 50/60 Hz)	1003122
2	Lichtschranke	1000563
2	Tonnenfuß, 1000 g	1002834
2	Universalstufe	1002830
2	Stativstange, 470 mm	1002934
<b>Zusätzlich empfohlen</b>		
1	Laborwaage 610	1003419

**ALLGEMEINE GRUNDLAGEN**

Eine wichtige Konsequenz des dritten Newton'schen Axioms ist die Impulserhaltung bei Stößen zweier Körper. Sie lässt sich z. B. durch die Untersuchung eindimensionaler Stöße zweier Gleiter auf einer Luftkissenfahrbahn verifizieren.

Im Bezugssystem des gemeinsamen Schwerpunktes ist der Gesamtimpuls der beiden Gleiter mit den Massen  $m_1$  und  $m_2$  vor und nach dem Stoß Null.

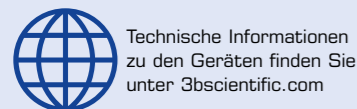
$$(1) \quad \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = 0$$

$\vec{p}_1, \vec{p}_2$ : Einzelimpulse vor dem Stoß,  $\vec{p}'_1, \vec{p}'_2$ : Einzelimpulse nach dem Stoß.

Die kinetische Energie der beiden Gleiter in diesem Bezugssystem

$$(2) \quad \vec{E} = \frac{\vec{p}_1^2}{2m_1} + \frac{\vec{p}_2^2}{2m_2}$$

kann je nach Art des Stoßes teilweise oder vollständig in andere Energieformen gewandelt werden. Von einem elastischen Stoß spricht man, wenn die kinetische Energie im Schwerpunktsystem vollständig erhalten bleibt, und von einem inelastischen Stoß, wenn sie vollständig umgewandelt wird.


**1**

Im Bezugssystem der Fahrbahn lautet die Impulserhaltung

$$(3) \quad p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2 = p = \text{const.}$$

$p_1, p_2$ : Einzelimpulse vor dem Stoß,  
 $p'_1, p'_2$ : Einzelimpulse nach dem Stoß.

Als Folge der Impulserhaltung bleibt auch die Geschwindigkeit

$$(4) \quad v_c = \frac{p}{m_1 + m_2}$$

und die kinetische Energie

$$(5) \quad E_c = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot v_c^2$$

des Schwerpunktes erhalten. Dies gilt sowohl für elastische wie auch für inelastische Stöße. Im Experiment ruht der zweite Gleiter vor dem Stoß. Die Impulserhaltung (Gl. 3) lautet daher

$$(6) \quad p = m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2,$$

wobei  $v'_1$  und  $v'_2$  nach einem elastischen Stoß unterschiedlich Werte annehmen, jedoch nach einem inelastischen Stoß übereinstimmen. Beim elastischen Stoß stößt ein flacher Stößel des ersten Gleiters gegen ein straff gespanntes Gummiband des zweiten Gleiters, beim inelastischen Stoß verfängt sich ein langer spitzer Stößel in einer Knetmasse. Zur Variation der Masse können Zusatzmassen aufgelegt werden.

Nach einem elastischen Stoß gilt

$$(7) \quad p'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot p, \quad p'_2 = \frac{2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot p$$

und

$$(8) \quad E = \frac{m_1}{2} \cdot v_1^2 = \frac{m_1}{2} \cdot v_1'^2 + \frac{m_2}{2} \cdot v_2'^2$$

Beim inelastischen Stoß bleibt nur die kinetische Energie des Schwerpunktes erhalten. Für sie berechnet man aus (4), (5) und (6)

$$(9) \quad E_c = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1}{2} \cdot v_1^2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot E$$

**AUSWERTUNG**

Die im Digitalzähler gespeicherten Zeitintervalle  $\Delta t$  sind den experimentellen Abläufen zuzuordnen. Für die Geschwindigkeiten der Gleiter gilt

$$v = \frac{25 \text{ mm}}{\Delta t}$$

Wenn keine Waage zur Verfügung steht, wird für die Masse eines Gleiters ein Wert von 204 g angenommen, alle Zusatzmassen haben zusammengefasst 200 g.

In einer genaueren Betrachtung der Energie- und Impulsbilanz sind auch Reibungsverluste zu berücksichtigen. Sie betragen bei den ermittelten Impulsen etwa 5% und 10% bei den Energiewerten, siehe Abb. 1 bis 5.

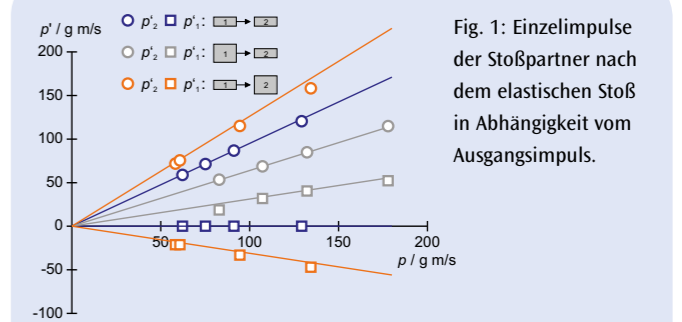


Fig. 1: Einzelimpulse der Stoßpartner nach dem elastischen Stoß in Abhängigkeit vom Ausgangsimpuls.

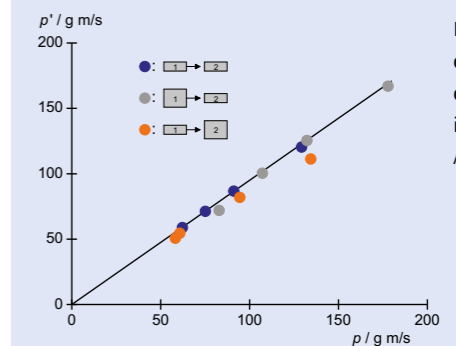


Fig. 2: Gesamtimpuls der Stoßpartner nach dem elastischen Stoß in Abhängigkeit vom Ausgangsimpuls.

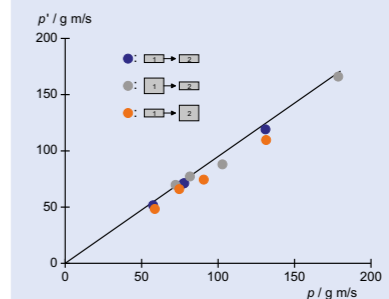


Fig. 3: Gesamtimpuls der Stoßpartner nach dem inelastischen Stoß in Abhängigkeit vom Ausgangsimpuls

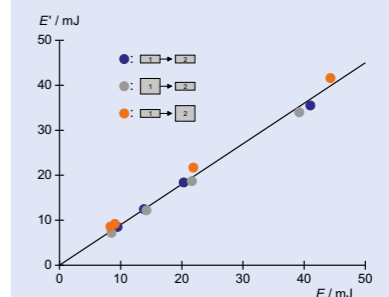


Fig. 4: Gesamtenergie der Stoßpartner nach dem elastischen Stoß in Abhängigkeit von der Anfangsenergie.

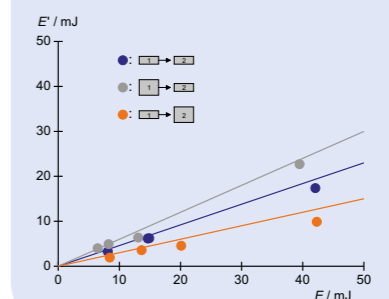


Fig. 5: Gesamtenergie der Stoßpartner nach dem inelastischen Stoß in Abhängigkeit von der Anfangsenergie