

## Aufgaben 3

## Mechanik Energie, Kinetische Energie, Potentielle Energie, Energiebilanz

### Lernziele

- den Impuls als Energieträger verstehen.
- den Zusammenhang zwischen dem Impulsstrom und dem Energiestrom bei der Analyse und beim Lösen von konkreten Problemstellungen anwenden können.
- den mathematischen Ausdruck für die in einem Körper mit dem Impuls gespeicherte kinetische Energie anwenden können.
- den mathematischen Ausdruck für die in einem Körper gespeicherte potentielle Energie kennen, verstehen und anwenden können.
- die Impuls- und Energiebilanz in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- mit der Modellierungssoftware Insight Maker ein einfaches systemdynamisches Modell erstellen und damit einfache Simulationen und Parameterstudien ausführen können.
- Aussagen und Beziehungen zwischen Grössen mit Hilfe physikalischer Grundgesetze als Gleichungen formulieren können.
- die Vollständigkeit eines Gleichungssystems beurteilen können.
- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse erarbeiten können.
- einen neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.

### Aufgaben

#### 3.1 Vorgängiges Selbststudium

- a) Studieren Sie im Lehrbuch KPK 4 die folgenden Abschnitte:
- 5.1 Was ist Energie? (Seite 65)
  - 5.2 Der Impuls als Energieträger (Seiten 65 bis 68)

Hinweise:

- Im Lehrbuch KPK 4 wird für die **Energie** das Formelzeichen  $E$  verwendet. In der Physik wird die Energie jedoch häufig auch mit  $W$  bezeichnet, um Verwechslungen mit anderen Grössen zu vermeiden. Wir werden im Unterricht deshalb die Energie mit  $W$  bezeichnen.
  - Im Lehrbuch KPK 4 wird für die **Energiestromstärke** das Formelzeichen  $P$  verwendet. Dies hat den Nachteil, dass man so eine Energiestromstärke nicht von einer Leistung unterscheiden kann, für welche auch das Formelzeichen  $P$  verwendet wird. Wir werden im Unterricht deshalb die Energiestromstärke mit  $I_W$  bezeichnen.
  - Im Lehrbuch KPK 4 wird für die **Impulsstromstärke** das Formelzeichen  $F$  verwendet, also das gleiche Formelzeichen wie für die Kraft. Das kann so begründet werden, dass eine Kraft eine Impulsstromstärke bezüglich eines Körpers ist. Andererseits wird so nicht klar zwischen einer Impulsstromstärke und einer Kraft unterschieden. Wir werden im Unterricht deshalb die Impulsstromstärke mit  $I_p$  bezeichnen.
- b) Führen Sie in Moodle den [Test 3.1](#) durch.

#### 3.2 Beschreiben Sie, was mit der Energie in den unten geschilderten Vorgängen passiert.

- Wo ist Energie gespeichert?
  - Wo fliesst Energie?
  - Wo wird Energie dissipiert?
  - Welche Energieträger sind beteiligt?
- a) Ein Gleiter bewegt sich reibungsfrei auf einer Luftkissenbahn.
- b) Eine Münze gleitet über eine Tischplatte.
- c) Ein Auto mit Vorderradantrieb setzt sich auf einer Strasse in Bewegung.
- d) Ein Bus bremst bei einer Haltestelle bis zum Stillstand ab.
- e) (siehe nächste Seite)

- e) Ein Stein fällt von einer Brücke.
- f) Ein Stein bewegt sich senkrecht nach oben, nachdem er von einer Person senkrecht nach oben abgeworfen wurde.
- 3.3 In der Aufgabe 2.3 d) haben Sie mit Insight Maker ein systemdynamisches Modell für die Fallbewegung eines Steines erstellt. Das Modell soll nun mit Energiegrößen erweitert werden.
- Bei der Fallbewegung nimmt die potentielle Energie  $W_G$  des Steines ab, die kinetische Energie  $W_{kin}$  zu, und ein Teil der kinetischen Energie wird wegen des Luftwiderstandes dissipiert.
- a) Erweitern Sie das Modell mit drei Behältern, welche die potentielle, kinetische und dissipierte Energie modellieren.
- Verbinden Sie die Behälter mit Flüssen, welche die Energieströme zwischen den Behältern modellieren.
- Überlegen Sie sich, wie die entsprechenden Energiestromstärken von anderen im Modell enthaltenen Größen abhängen.
- b) Simulieren Sie die Fallbewegung des Steins, und stellen Sie den zeitlichen Verlauf der potentiellen, kinetischen und dissipierten Energie in einem einzigen Diagramm dar.
- 3.4 Ein Eisenbahnzug der Masse 400 t wird in 60 s von 40 m/s auf 50 m/s beschleunigt.
- Bestimmen Sie, um wieviel die im Zug gespeicherte kinetische Energie dabei zunimmt.
- 3.5 Ein Schlitten der Masse  $m = 60$  kg startet aus der Ruhe von einem Hügel der Höhe  $h = 20$  m und erreicht den Fuss des Hügels mit einer Geschwindigkeit von  $v = 10$  m/s.
- Beim Heruntergleiten verliert der Schlitten potentielle Energie.
- Bestimmen Sie den prozentualen Anteil dieser potentiellen Energie, welche wegen Reibung dissipiert, d.h. zur Erzeugung von Wärme umgesetzt wird.
- Hinweise:
- Lösen Sie die Aufgabe zunächst allgemein algebraisch, d.h. ohne Verwendung von konkreten Zahlenwerten.
  - Setzen Sie erst im algebraischen Schlussresultat die Zahlenwerte ein.
- 3.6 Auf einer ebenen horizontalen Strecke läuft ein Güterwagen ( $m_1 = 6.0 \cdot 10^4$  kg,  $v_1 = 2.8$  m/s) auf einen stehenden Güterwagen ( $m_2 = 8.0 \cdot 10^4$  kg,  $v_2 = 0$  m/s) auf. Die Kupplungsvorrichtung hängt ein, so dass die beiden Güterwagen nach dem Aufprall zwingend mit der gemeinsamen Geschwindigkeit  $v'$  weiterrollen.
- a) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit  $v'$ .
- Beim Aufprall wird in den Puffern und in der Kupplungsvorrichtung Energie dissipiert.
- b) Bestimmen Sie den Anteil der anfänglichen kinetischen Energie des ersten Wagens, welche beim Aufprall dissipiert wird.
- Hinweise:
- Die Summe der in den beiden Wagen gespeicherten Impulse bleibt beim Aufprall konstant.
  - Vernachlässigen Sie jegliche Reibung (Rollreibung, Luftwiderstand).
  - Lösen Sie die Aufgabe zunächst allgemein algebraisch, d.h. ohne Verwendung von konkreten Zahlenwerten.
  - Setzen Sie erst im algebraischen Schlussresultat die Zahlenwerte ein.
- 3.7 Führen Sie in Moodle den [Test 3.2](#) durch.