PROFESSOR ERKLÄRBÄR

Serie Physik · Folge 5 · Grundlagen

PHYSIK

LEHRERINFO ZUM VIDEO

Arbeit, Energie und Leistung

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Physik	Klasse 7–9	12 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- Energieformen nennen und Umwandlungsketten beschreiben (Sonne → Kakao → Schokolade → Muskeln),
- Arbeit als Kraft mal Weg in Kraftrichtung erklären und die Hubarbeit $m \cdot g \cdot h$ berechnen,
- Lageenergie $m \cdot g \cdot h$ und Bewegungsenergie $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ berechnen und begründen, warum doppelte Geschwindigkeit vierfache Energie bedeutet,
- die Energieerhaltung an Achterbahn und Pendel anwenden,
- den Wirkungsgrad als Nutzen : Aufwand berechnen und erklären, wohin die „verlorene“ Energie geht,
- Leistung als Arbeit pro Zeit (in Watt) von Energie unterscheiden.

02 Voraussetzungen

Folge 2 („Kräfte“): Kraft in Newton. Folge 3 („Hebel und Drehmoment“): Flaschenzug. Folge 4 („Schwerkraft“): Gewichtskraft $F_G = m \cdot g$ mit $g \approx 10$ N/kg. Mathematisch: Formeln mit drei Faktoren auswerten, Quadrieren, Prozent.

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT UND PRAXISBEISPIEL
0:00	Einstieg	Treppe rennen oder gehen – gleich viel Energie? · Ident · Serien-Fahrplan (Kugelbahn)
0:39	Was ist Energie?	bewegen, anheben, erwärmen, leuchten · sechs Energieformen · Körper als Energiewandler · Joule: Tafel Schokolade 1 m hoch
1:35	Arbeit	$W = F \cdot s$ · Kiste tragen ≈ 0 · Gewichtheber 100 kg, 2 m: 2000 J · Flaschenzug spart keine Arbeit PAUSE-FRAGE Kiste 10 kg, 2 m → 200 J
2:52	Lageenergie	$m \cdot g \cdot h$ · Buch auf dem Schrank: 20 J · Pumpspeicherkraftwerk

3:31	Bewegungsenergie	½ · m · v^2 · Skateboarder 625 J / 2500 J · Auto 50 und 100 km/h · Bremsweg 4 × so lang
4:19	Energieerhaltung	Achterbahn 20 m → 72 km/h · Pendel · Trampolin · Experiment Schraube an der Nase · Merksatz
5:22	Wohin verschwindet Energie?	Reibung → Wärme · Velo-Bremsscheibe · Wirkungsgrad Elektromotor 80 % · Schokoriegel: 600 Stockwerke theoretisch, ≈ 140 real
6:16	Leistung	P = W : t · Treppe: 180 W gehen, 540 W rennen · Mensch, Föhn PAUSE-FRAGE Kran → 4 kW
7:31	Kugelbahn-Station 5	Looping Ø 12 cm: Starthöhe ohne Reibung 15 cm, in echt ≈ 20 cm · Ausblick Hydraulik
8:22	Typische Fehler	drei Fehler (siehe 04)
8:55	Zusammenfassung	fünf Kernaussagen · Auflösung des Einstiegs
9:25	Quiz	4 Fragen · Endkarte Folge 6

04 Typische Fehlvorstellungen

- „Energie wird verbraucht." – Sie wird umgewandelt, am Ende meist in nicht mehr nutzbare Wärme (Kapitel 5, 6, 9).
- „Doppelte Geschwindigkeit, doppelte Bewegungsenergie." – Vierfach, wegen v^2 (Kapitel 4, 9).
- „Leistung und Energie sind dasselbe." – Leistung ist Energie pro Zeit (Kapitel 7, 9, Quiz).
- „Was anstrengend ist, ist Arbeit." – Physikalisch zählt nur die Kraft in Wegrichtung (Kapitel 2).
- „Der Flaschenzug spart Arbeit." – Er spart Kraft, der Weg wird länger (Kapitel 2).

05 Einsatz im Unterricht

Einstieg: Treppen-Frage abstimmen lassen; nach Kapitel 7 die Abstimmung auflösen.

Experiment: Schraube an der Nase (Kapitel 5) – für Mutige mit einer schweren Kugel an einem langen Seil; eigene Leistung im Treppenhaus messen (Höhe und Zeit).

Vertiefung: Aufgaben 4–9 im Plenum; Energieflussdiagramme für Velo, Föhn und Handy zeichnen lassen.

Projekt: Looping der Kugelbahn bauen (Kapitel 8), Starthöhe systematisch variieren und mit 15 cm vergleichen.

Sicherheit: Murmeln gehören nicht in die Nähe von Kleinkindern (Verschlucken). Beim Treppen-Versuch nicht rennen lassen, wo jemand stürzen kann; Pendel-Versuche nur mit leichten Gegenständen am Gesicht.

06 Quellen

- Energiegehalt eines Schokoriegels (≈ 50 g) ≈ 1000 kJ: Nährwertangaben der Hersteller
- Wirkungsgrad der Muskulatur ≈ 20–25 %: Schmidt, Lang, Heckmann: Physiologie des Menschen, Springer

- Wirkungsgrad von Elektromotoren 80–95 %: Bundesamt für Energie (BFE), Merkblätter Elektromotoren – bfe.admin.ch
- Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance (VS), 900 MW, in Betrieb seit 2022 – nant-de-drance.ch
- Bremsweg wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit: Faustformeln der Verkehrsausbildung (TCS / ADAC)
- Lehrplan 21, Natur und Technik, NT.3 „Energieumwandlungen analysieren und reflektieren“ – lehrplan21.ch

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Arbeit, Energie und Leistung

Rechne mit $g \approx 10$ N/kg.

1 Merksätze ergänzen ●○○

Energie geht nie verloren, sie wird nur _____.

E_{Lage} = _____ · E_{Bew} = _____

Leistung ist _____ pro _____, gemessen in _____.

2 Energieformen ●○○

Welche Energieform steckt hauptsächlich in: a) gespannter Pfeilbogen b) fahrender Zug c) Wasser im Stausee d) Brot e) heisse Herdplatte f) Strom aus der Steckdose?

3 Arbeit oder nicht? ●○○

Dein Rucksack hat 5 kg. Wie viel Arbeit verrichtest du am Rucksack, wenn du ihn a) 1 m hochhebst, b) eine Minute still hältst, c) waagrecht 20 m weit trägst? Begründe.

4 Lageenergie ●○○

Berechne die Lageenergie: a) Katze, 4 kg, auf einem 2 m hohen Schrank b) Kletterin, 60 kg, 50 m über dem Boden.

5 Bewegungsenergie ●●○

Eine Velofahrerin hat mit Velo 70 kg. Berechne ihre Bewegungsenergie bei 5 m/s (18 km/h) und bei 10 m/s (36 km/h). Erkläre, warum es viermal so viel ist.

6 Fallender Ball ●●●

Ein Ball fällt aus 5 m Höhe (ohne Luftwiderstand). Unten ist seine ganze Lageenergie zu Bewegungsenergie geworden. Berechne seine Geschwindigkeit unten. Tipp: Setze $m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ und kürze m.

7 Pendel ●●○

Ein Pendel schwingt von A (ganz links oben) über B (ganz unten) nach C (ganz rechts oben). Welche Energie hat es in A, B und C? Warum bleibt es irgendwann stehen?

8 Wirkungsgrad ●●○

Eine LED macht aus 10 J elektrischer Energie 4 J Licht, eine alte Glühbirne aus 100 J nur 5 J Licht. Berechne beide Wirkungsgrade. Wohin geht der Rest?

9 Deine Leistung ●●○

Du (50 kg) steigst in 20 s eine 12 m hohe Treppe hinauf. Berechne Arbeit und Leistung. Wie gross ist die Leistung, wenn du dir 60 s Zeit lässt?

10 Kugelbahn: Looping ●●●

Eine Murmel (5 g = 0,005 kg) startet 20 cm hoch, der Looping ist 12 cm hoch. a) Berechne die Lageenergie am Start. b) Berechne die Lageenergie oben im Looping. c) Wie viel Bewegungsenergie bleibt oben (ohne Reibung)? Was passiert, wenn die Murmel nur 12 cm hoch startet?

11 Quiz aus dem Video – kreuze an ●○○

a) Einheit der Energie ☐ Watt ☐ Joule ☐ Newton

b) Pendel ganz oben ☐ nur Lageenergie ☐ nur Bewegungsenergie ☐ beides gleich

c) gleiche Arbeit, halbe Zeit ☐ halbe Leistung ☐ gleiche ☐ doppelte

d) Auto bremst – Energie ☐ verschwindet ☐ wird Wärme ☐ wird Lageenergie

Lösungen

1 Merksätze

umgewandelt · $m \cdot g \cdot h$, $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ · Arbeit, Zeit, Watt

2 Energieformen

a) Spannenergie b) Bewegungsenergie c) Lageenergie d) chemische Energie e) Wärme f) elektrische Energie

3 Arbeit oder nicht?

a) $W = 5\ \text{kg} \cdot 10\ \text{N/kg} \cdot 1\ \text{m} = 50\ \text{J}$ b) 0 J: kein Weg c) ≈ 0 J am Rucksack: Die Haltekraft zeigt nach oben, der Weg geht waagrecht. Anstrengend ist es trotzdem, weil die Muskeln Energie in Wärme umsetzen.

4 Lageenergie

a) $4 \cdot 10 \cdot 2 = 80\ \text{J}$ b) $60 \cdot 10 \cdot 50 = 30\,000\ \text{J} = 30\ \text{kJ}$

5 Bewegungsenergie

$\frac{1}{2} \cdot 70 \cdot 5^2 = 875\ \text{J}$; $\frac{1}{2} \cdot 70 \cdot 10^2 = 3500\ \text{J} = 4 \cdot 875\ \text{J}$. Die Geschwindigkeit wird quadriert: $2^2 = 4$.

6 Fallender Ball

$g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot v^2 \Rightarrow v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5 = 100 \Rightarrow v = 10\ \text{m/s} = 36\ \text{km/h}$ – egal, wie schwer der Ball ist.

7 Pendel

A und C: nur Lageenergie (das Pendel steht kurz still); B: nur Bewegungsenergie (am schnellsten); dazwischen ein Mix. Reibung an der Aufhängung und Luftwiderstand wandeln nach und nach Bewegungsenergie in Wärme um.

8 Wirkungsgrad

LED: 4 J : 10 J = 40 %; Glühbirne: 5 J : 100 J = 5 %. Der Rest wird zu Wärme – deshalb wird die Glühbirne so heiss.

9 Leistung

$W = 50 \cdot 10 \cdot 12 = 6000\ \text{J}$; $P = 6000\ \text{J} : 20\ \text{s} = 300\ \text{W}$. In 60 s: 100 W – gleiche Arbeit, ein Drittel der Leistung.

10 Looping

a) 0,005 · 10 · 0,20 = 0,010 J b) 0,005 · 10 · 0,12 = 0,006 J c) 0,004 J bleiben als Bewegungsenergie. Startet sie nur 12 cm hoch, hat sie oben keine Bewegungsenergie mehr übrig – sie ist zu langsam und fällt herunter.

11 Quiz

a) Joule b) nur Lageenergie c) doppelte d) wird Wärme