

VOLLE KRAFT VORAUS!

UNTERRICHTSMATERIAL ZUM THEMA

PHYSIK & MATHEMATIK

KLASSE 9 & 10

ACHTERBAHNFABRIT DURCH DIE MECHANIK



$s = 0,5 \times a \times t^2 + v_{\text{Anfang}} \times t + s_{\text{Anfang}}$, bzw. $s = 0,5 \times a \times t^2$
 $v = s : T$ $s = v \times t + s_{\text{Anfang}}$
 $a = (v_{\text{Anfang}} - v_{\text{Ende}}) : (t_{\text{Anfang}} - t_{\text{Ende}})$
 $v = a \times t + v_{\text{Anfang}}$, bzw. $v = a \times t$ (bei $v_{\text{Anfang}} = 0$)
 $FG = m \times g$ $W = F \times s$ $P = W : t$ $E_{\text{kin}} = 0,5 \times m \times v^2$
 $pot = FG \times h$ oder $E_{\text{pot}} = m \times g \times h$
 $s = 0,5 \times a \times t^2 + v_{\text{Anfang}} \times t + s_{\text{Anfang}}$, bzw. $s = 0,5 \times a \times t^2$
 $v = s : T$ $s = v \times t + s_{\text{Anfang}}$
 $a = (v_{\text{Anfang}} - v_{\text{Ende}}) : (t_{\text{Anfang}} - t_{\text{Ende}})$
 $v = a \times t + v_{\text{Anfang}}$, bzw. $v = a \times t$ (bei $v_{\text{Anfang}} = 0$)
 $FG = m \times g$ $W = F \times s$ $P = W : t$ $E_{\text{kin}} = 0,5 \times m \times v^2$
 $pot = FG \times h$ oder $E_{\text{pot}} = m \times g \times h$
 $s = 0,5 \times a \times t^2 + v_{\text{Anfang}} \times t + s_{\text{Anfang}}$, bzw. $s = 0,5 \times a \times t^2$
 $v = s : T$ $s = v \times t + s_{\text{Anfang}}$
 $a = (v_{\text{Anfang}} - v_{\text{Ende}}) : (t_{\text{Anfang}} - t_{\text{Ende}})$
 $v = a \times t + v_{\text{Anfang}}$, bzw. $v = a \times t$ (bei $v_{\text{Anfang}} = 0$)
 $FG = m \times g$ $W = F \times s$ $P = W : t$ $E_{\text{kin}} = 0,5 \times m \times v^2$
 $pot = FG \times h$ oder $E_{\text{pot}} = m \times g \times h$

KRÄFTEMESSEN MIT DER SCHWERKRAFT

Als Lehre der Bewegung von Körpern, sowie der dabei wirkenden Kräfte, ist die Mechanik voll mit Formeln, Symbolen und Berechnungen. Manchmal kann das ziemlich trocken sein. Aber wenn es schon um Kräfte, mechanische Arbeit und Energieformen geht, dann kann man es genauso gut krachen lassen! Loopings, freier Fall, Geschwindigkeitsrausch ... Wo lässt sich die Faszination von Körpern und auf sie wirkender Kräfte besser veranschaulichen als in einem Vergnügungspark?! Hier gibt es die Gesetzmäßigkeiten der Mechanik und grundlegende Energieformen am eigenen Leib zu spüren.

Dabei steht euch das Unterrichtsmaterial als ständiger Begleiter zur Seite. Es versorgt euch im Wissensteil mit den wichtigen Grundbegriffen und Größen von Energie und Mechanik.

Im Vertiefungsteil erweitert ihr euer Wissen an spannenden Beispielen aus der Realität, bevor ihr im Erlebnisteil selbst das sonst eher abstrakte Wissen über Energie und Mechanik an einer einzigartigen Mischung von Achterbahnen und Abenteuerwelten ausprobieret.

3 Wissensteil

- 3 Kraftvolle Erkenntnisse, die nie verloren gehen
- 4 Grundlagen Energie und Mechanik

6 Vertiefungsteil

- 6 Die Goldene Regel der Mechanik
- 7 Formen und Beispiele von Energie
- 8 Bewegungsarten verstehen mithilfe von Diagrammen

9 Erlebnisteil

Feel the Power

10 Entdeckerplan und Lösungen

12 Impressum

Schon gewusst?

Mechanik kommt von dem griechischen Wort „mechané“ und bedeutet Kunstgriff oder Wirkungsweise.

WISSENSTEIL

Kraftvolle Erkenntnisse, die nie verloren gehen

An physikalischen Regeln und Gesetzen mangelt es nun wirklich nicht in der Physik, besonders nicht in der Mechanik. Die Enzyklopädie der Langeweile könnt ihr euch aber auch in der Schulbibliothek ausleihen. Daher hier nur kurz die wichtigsten grundlegenden Gesetzmäßigkeiten im Überblick.

Die Newtonschen Gesetze

Wir alle kennen das: Man muss eine Kraft aufwenden, um den Bewegungszustand eines Körpers zu ändern, wenn man zum Beispiel einen Gegenstand in einen anderen Raum transportieren will. In der Anfangsphase muss man eine Beschleunigung durchführen, um den Gegenstand aufzunehmen. Auch bei einer Richtungsänderung wirkt eine Kraft. Das stellte der englische Physiker Isaac Newton (1643 – 1727) fest. Seine sogenannten „Newtonschen Gesetze“ gelten für die Gesamtkraft.

1. Newtonsches Gesetz

Das **Trägheitsgesetz** besagt: Jeder Körper behält seine Geschwindigkeit nach Betrag (Höhe) und Richtung so lange bei, wie er nicht durch äußere Kräfte gezwungen wird, seinen Bewegungszustand zu ändern.

2. Newtonsches Gesetz

Es stellt einen Zusammenhang zwischen den physikalischen Größen Kraft, Beschleunigung und Masse her. Die Formel sieht wie folgt aus:

$$F = m \times a$$

Kraft „F“ mit Einheit in Newton [N],

Masse „m“ eines Körpers in [kg],

Beschleunigung „a“ in [m/s²]

3. Newtonsches Gesetz

Kräfte zwischen Körpern treten immer paarweise auf. Das **Wechselwirkungsgesetz** besagt: Wirkt ein Körper A auf einen Körper B mit der Kraft F, so wirkt der Körper B auf den Körper A mit einer gleich großen Kraft. Die Richtungen der beiden Kräfte sind jedoch entgegengesetzt.

Beispiel:

Wenn eine Person einen Gegenstand beschleunigen will, muss sie dazu Kraft ausüben. Der Gegenstand wirkt dieser Kraft entgegen, die Person spürt einen Widerstand. Man bezeichnet das als Gegenkraft.

Der Energieerhaltungssatz

In abgeschlossenen Systemen ist die Summe aller Energien immer gleich groß. Die Gesamtenergie bleibt erhalten. Energie kann nicht erzeugt oder vernichtet werden. Sie kann aber von einer Form in die andere umgewandelt oder von einem Körper auf einen anderen übertragen werden.

Beispiel:

Ihr reibt euch fest die Hände. Ihr wandelt dadurch die Lageenergie der Hände in Bewegungsenergie um. Durch die Reibungskräfte wird diese auch teilweise in Wärmeenergie umgewandelt (die Hände werden warm). Die Summe der Bewegungsenergie und der Wärmeenergie sind genauso groß, wie die aufgewendete Lageenergie. Es geht also keine Energie verloren, sie wandelt lediglich ihre Form.

Hier geht's zum Video



Grundlagen Energie und Mechanik – eine Achterbahnfahrt

Ein Katalog zu den Grundgrößen aus Energie und Mechanik ist ja schon mal nicht verkehrt. Die Achterbahn macht diese gleich noch viel verständlicher. Los geht die wilde Fahrt!

Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit beschreibt, wie schnell und in welcher Richtung ein Körper (wie der Achterbahnwagen) seinen Ort ändert.

Beschleunigung

Die Beschleunigung ist die momentane zeitliche Änderungsrate der Geschwindigkeit.

Bewegungen

Gleichförmige Bewegung

Das ist eine Bewegung, bei der die Geschwindigkeit eines Objektes immer gleich schnell ist. Die Beschleunigung ist Null ($a = 0$). Das Objekt wird weder langsamer, noch schneller.

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Das ist eine Bewegung, bei der die Geschwindigkeit des Objektes sich ändert (schneller oder langsamer). Die Beschleunigung „ a “ $\neq 0$, aber immer konstant.

Masse

Als Eigenschaft eines Körpers gibt sie an, wie leicht, schwer oder wie träge ein Körper ist. Es ist egal, ob sich dieser Körper auf der Erde oder auf dem Mond befindet. Seine Masse ist immer gleich.

Kraft

Eine Kraft kann einen Körper verformen oder beschleunigen.

Gewichtskraft

Die Erde zieht, wie auch andere Planeten, Körper in ihrer Umgebung an. Dadurch wirkt ein Körper mit einer bestimmten Kraft auf eine Unterlage oder zieht an einer Aufhängung. Die Gewichtskraft beschreibt mit welcher Kraft ein Körper diese drückt oder zieht.

Dabei ist „ g “ die Erdbeschleunigung in Meter pro Sekunde² [m/s^2], $g \approx 9,81 m/s^2$. Ein Gegenstand von 12kg auf der Erde übt eine Gewichtskraft von:

$$F_G = 12kg \times 9,81m/s^2 = 117,72 N \text{ aus.}$$

Aufgrund der geringeren Beschleunigung des Mondes „ a_{Mond} “ von $1,62m/s^2$ hat ein 12kg schwerer Körper dort eine Gewichtskraft von:

$$F_{GMond} = m \times a_{Mond} = 12kg \times 1,62m/s^2 = 19,44 N.$$

Mechanische Arbeit

Mechanische Arbeit wird verrichtet, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt oder verformt wird.

Formen mechanischer Arbeit: Hubarbeit, Verformungsarbeit, Beschleunigungsarbeit, Reibungsarbeit.

Mechanische Leistung

Mechanische Leistung ist die verrichtete Arbeit einer Maschine in einer bestimmten Zeit.

Mechanische Energie

Mechanische Energie ist die Fähigkeit eines Körpers Arbeit zu verrichten. Sie ist gespeicherte Arbeit. Es gibt verschiedene Arten mechanischer Energie.

Potentielle Energie

Auch Lageenergie, ist die Fähigkeit eines Körpers, aufgrund seiner Lage mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszusenden.

Kinetische Energie

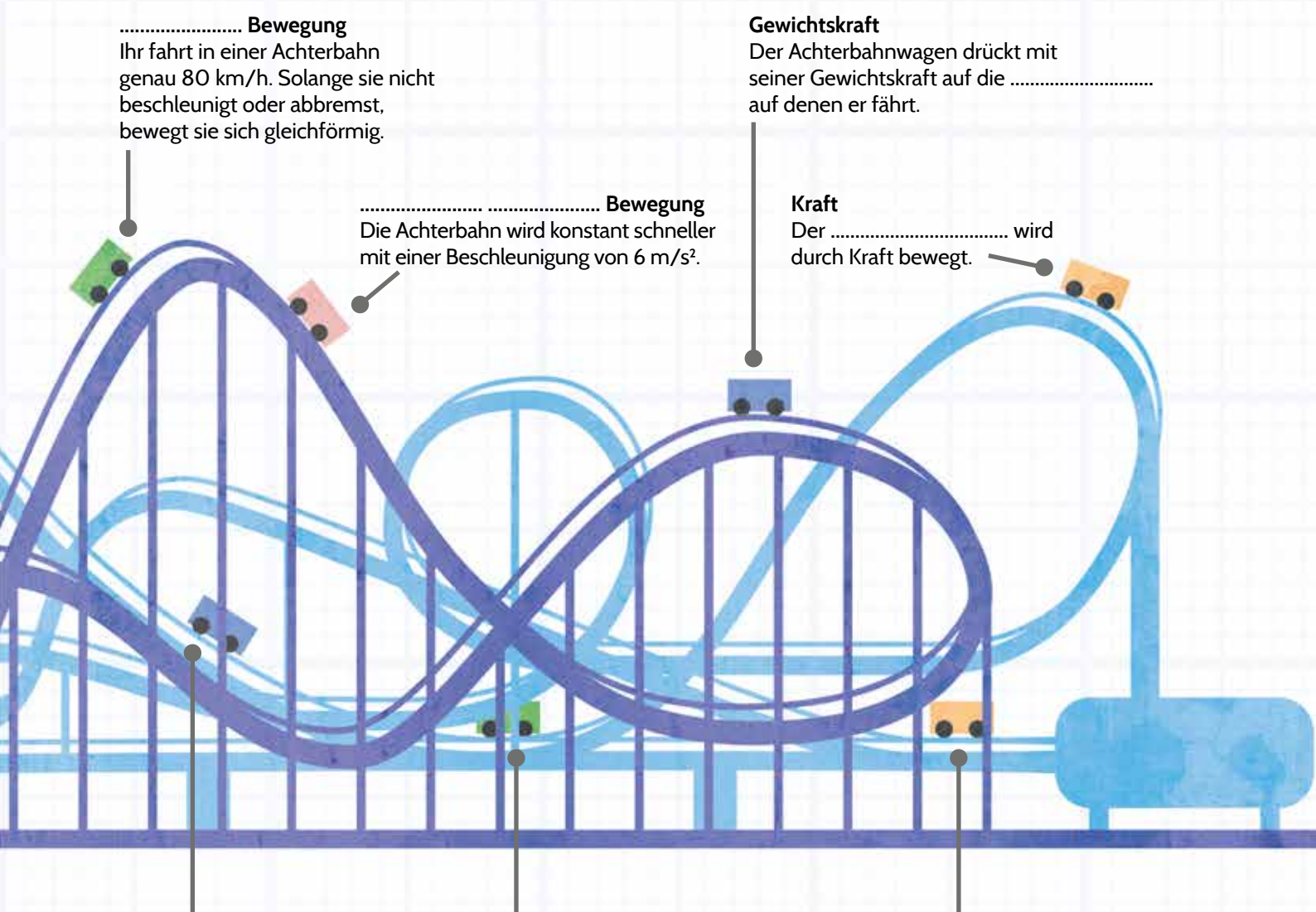
Auch Bewegungsenergie, ist die Fähigkeit eines Körpers, aufgrund seiner Bewegung mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszusenden.



Aufgabe 1 – Formelzeichen:

Wofür stehen die Formelzeichen? Tragt die Begriffe in die Lücken ein.

v	..... in Meter pro Sekunde (m/s)	FG	..... in Newton (N)
s	....., s_{Anfang} =Anfangsweg in Meter (m)	W	..... t in Joule (J) bzw. Newtonmeter (Nm)
t	..... in Sekunden (s)	P	..... in Watt (W)
a	..... in Meter die Sekunde ² (m/s²)	E	..... in Joule (J) bzw. Newtonmeter (Nm)
m	..... in Kilogramm (kg)	E_{pot}}	..... in Joule (J) bzw. Newtonmeter (Nm)
F	..... in Newton (N)	E_{kin}}	..... in Joule (J) bzw. Newtonmeter (Nm)



Bewegung
Ihr fahrt in einer Achterbahn genau 80 km/h. Solange sie nicht beschleunigt oder abbremst, bewegt sie sich gleichförmig.

Gewichtskraft
Der Achterbahnwagen drückt mit seiner Gewichtskraft auf die auf denen er fährt.

Bewegung
Die Achterbahn wird konstant schneller mit einer Beschleunigung von 6 m/s².

Kraft
Der wird durch Kraft bewegt.

Mechanische
Die Achterbahn verrichtet während der Fahrt Beschleunigungs-, und Reibungsarbeit.

Energie
Je nach ihrem momentanen Bewegungszustand besitzt die Achterbahn unterschiedliche Formen von mechanischer Energie.

Masse
Würde man den Achterbahnwagen auf den Mond stellen, hätte er immer noch Masse.

 **Aufgabe 2:**
Setzt die richtigen Wörter in die oben stehenden Lücken ein.

Berechnungsformeln:

- Geschwindigkeit:
- Beschleunigung:
- Gleichförmige Bewegung:
- Gleichmäßig beschleunigte Bewegung (bei a = konstant):
 - Weg-Zeit-Gesetz:
 - Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz:
- Gewichtskraft:
- Mechanische Arbeit:
- Mechanische Leistung:
- Potentielle Energie:
- Kinetische Energie:

$$v = s : t$$

$$a = (v_{\text{Anfang}} - v_{\text{Ende}}) : (t_{\text{Anfang}} - t_{\text{Ende}})$$

$$s = v \times t + s_{\text{Anfang}}$$

$$s = 0,5 \times a \times t^2 + v_{\text{Anfang}} \times t + s_{\text{Anfang}}$$

$$v = a \times t + v_{\text{Anfang}}$$


$$F_G = m \times g$$

$$W = F \times s$$

$$P = W : t$$

$$\text{pot} = F_G \times h \text{ oder } E_{\text{pot}} = m \times g \times h$$

$$E_{\text{kin}} = 0,5 \times m \times v^2$$



Schon gewusst?

Die Energie, die der Wagen allein wegen seiner Höhe über dem Boden hat, nennt man Lageenergie oder auch potentielle Energie.

VERTIEFUNGSTEIL

Die Goldene Regel der Mechanik

Es ist nicht alles Gold was glänzt, dennoch ist diese Regel wegen ihrer großen Anwendungshäufigkeit und Praktikabilität wahrhaft Gold wert!

Galileo Galilei (1564 - 1642) hat die Goldene Regel der Mechanik entdeckt:

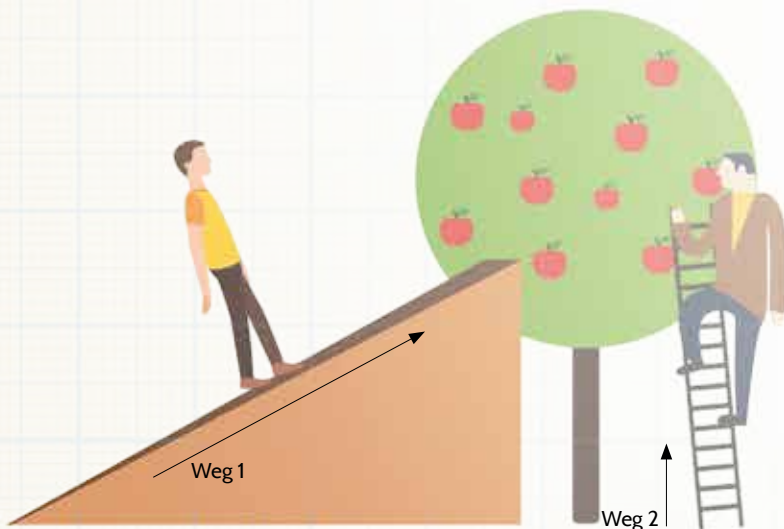
Um einen Körper anzuheben, kann man einen Hebel, einen Flaschenzug oder auch eine schiefe Ebene einsetzen. Dadurch kann man seinen Kraftaufwand reduzieren (wenn man die Reibung vernachlässigt), indem man die Strecke verlängert. Die eigentliche Arbeit wird dabei nicht reduziert, der Kraftaufwand allerdings schon. Die Strecke wird so allerdings länger. Dieser Zusammenhang beschreibt die Goldene Regel der Mechanik.

Die Goldene Regel der Mechanik:

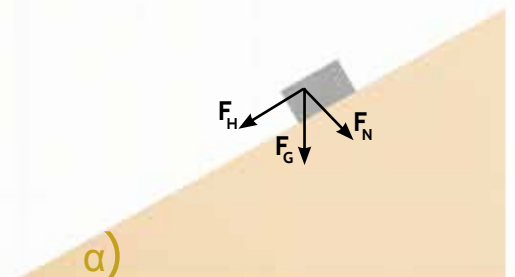
Was man an Kraft spart, muss man an Weg zusetzen.

Beispiel: Ihr wollt einen Apfelbaum hochklettern, um an einen Apfel zu kommen: Mit einer Leiter ist die Strecke, die ihr hochklettern müsst, relativ kurz. Dafür ist es verhältnismäßig anstrengend hinaufzuklettern. Der Kraftaufwand wirkt sehr hoch. Ihr entscheidet, dass ihr lieber eine längere Rampe anlegt, um über diese hochzulaufen. Dass Laufen ist weniger anstrengend als das

Klettern, um den Höhenunterschied zum Apfel zu überwinden. Die Kraft, die ihr aufwenden müsst, ist also geringer. Insgesamt ist die Rampe jedoch viel länger und ihr müsst länger laufen, um den Apfel zu erreichen. In beiden Fällen habt ihr also die gleiche Arbeit verrichtet, um an den Apfel zu kommen.



F_G Gewichtskraft
 F_H Hangabtriebskraft
 F_N Normalkraft



Schon gewusst?

Galileo Galilei gilt als wesentlicher Begründer der modernen Naturwissenschaften.



Aufgabe 3:

- Erklärt die goldene Regel der Mechanik, indem ihr auf die im Beispiel wirkenden Kräfte eingeht.
- Welche Kräfte wirken wie auf den Körper?
- Erläutert warum der Kraftaufwand höher beim Hochklettern der Leiter als bei beim Hochlaufen der Rampe ist.
- In welchem der beiden Fälle wird mehr Energie verbraucht? Begründet eure Aussage.



Aufgabe 4 – Referatsthema:

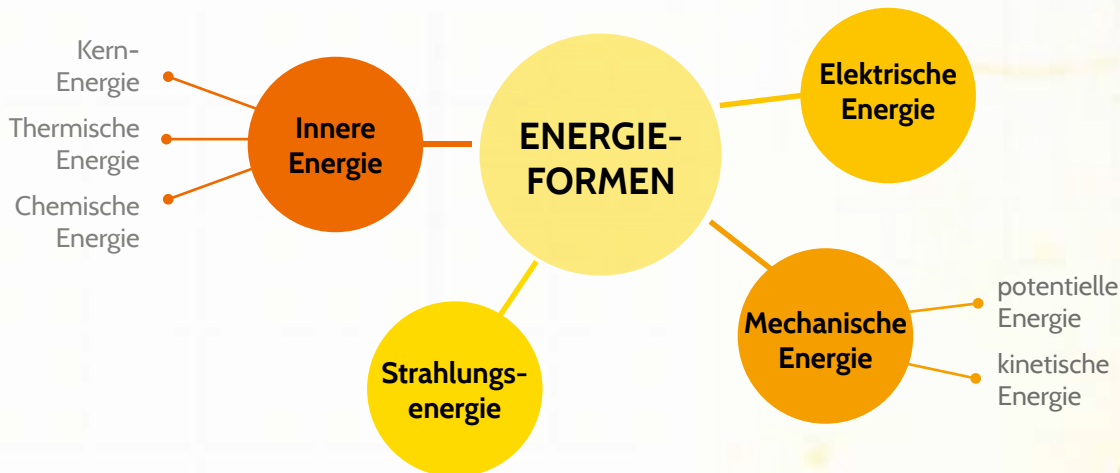
Reibungskräfte wirken zwischen zwei Körpern, die sich entgegengesetzt bewegen. Aber was ist Reibung eigentlich? Welche Arten gibt es und wie wirken sich Reibungskräfte in der Praxis auf Bewegungen von Körpern/Gegenständen aus?

Formen und Beispiele von Energie

Energie kann viele Formen haben. Und obwohl sich jeder unter Energie irgendetwas vorstellen kann, ist man doch oftmals überrascht, welche vielfältigen Beispiele sich doch für Energie finden lassen.

Was ist Energie?

Energie allgemein kommt von dem griechischen Wort „energeia“ und bedeutet „wirkende Kraft“ oder „das Treibende“. Es gibt viele verschiedene Energieformen, aber was genau Energie nun ist, kann man in der Physik bis heute schwer eingrenzen.



Aufgabe 5:

- Findet Beispiele für die verschiedenen Energiearten.
- Wo treten sie im Alltag jeweils auf?

Mechanische Energie in der Achterbahn

Erst geht es langsam hoch hinaus, anschließend kommt ein Moment des Stillstands in luftiger Höhe. Man hört nur noch sein eigenes Herz pochen. Dann plötzlich saust die Achterbahn in die Tiefe, bevor sie wieder nach oben rattert und an Geschwindigkeit verliert. Es geht alles so schnell, aber was passiert eigentlich mit der mechanischen Energie dabei? Seht selbst ...



Aufgabe 6:

Bewertet folgende Aussage: „Bei allen mechanischen Vorgängen bleibt die Summe aus potenzieller und kinetischer Energie immer gleich.“ Ist die Aussage wahr oder falsch? Begründet eure Meinung und diskutiert sie in der Gruppe.

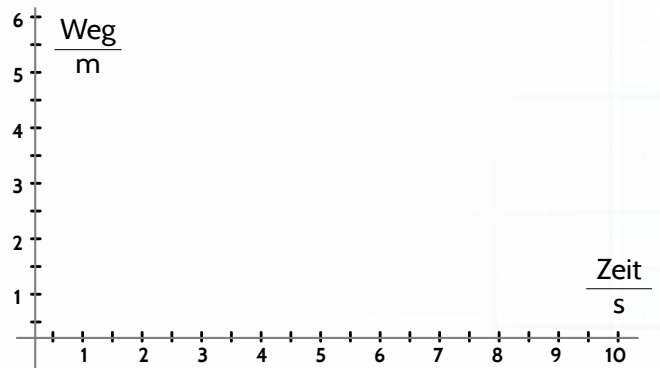
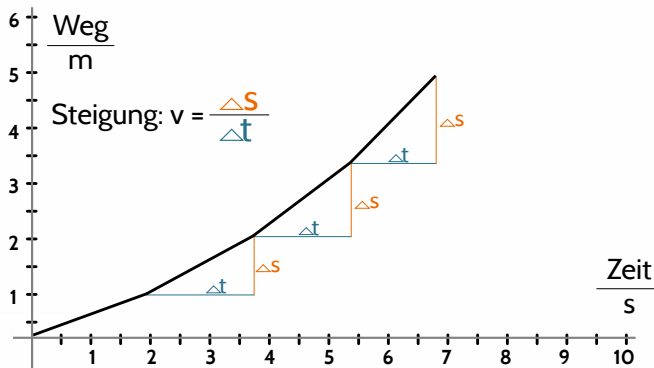
Bewegungsarten verstehen mithilfe von Diagrammen

Was unterscheidet gleichförmige und nicht gleichförmige Bewegungen? Um das zu verstehen, macht es Sinn, einige Parameter über die Zeit in der jeweiligen Bewegungsart zu visualisieren. So können zum Beispiel Geschwindigkeitsverläufe der einzelnen Bewegungsarten verglichen werden.

Weg-Zeit-Diagramm (s-t-Diagramm)

Welchen Weg ein beschleunigter Körper in einer bestimmten Zeit zurücklegt, kann man in einem sogenannten Weg-Zeit-Diagramm einzeichnen. Wie schon die zwei Achsen $y = \text{Weg}$ in Meter und $x = \text{Zeit}$ in Sekunden verraten, wird dabei die

Geschwindigkeit des bewegten Körpers abgebildet. So lassen sich Aussagen darüber treffen, welche Strecke zum Beispiel eine Achterbahn in einer bestimmten Zeit zurückgelegt hat.



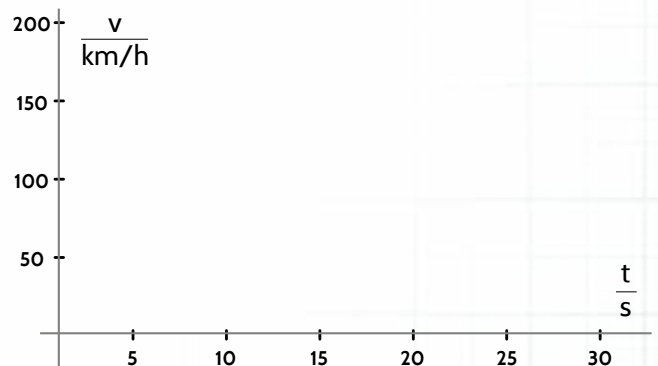
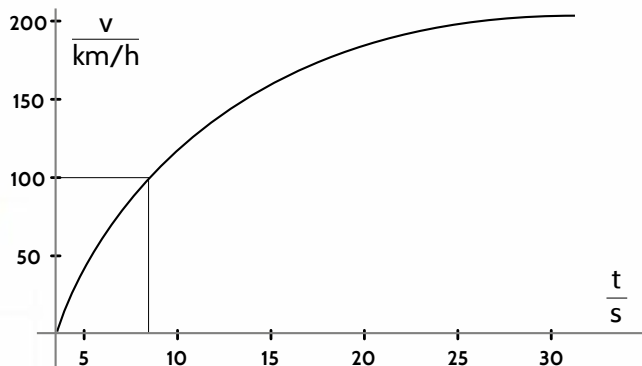
Aufgabe 7:

- Zeichnet in Abb. 2 den typischen Geschwindigkeitsverlauf für eine gleichförmige Bewegung ein. Vergleicht anschließend die Abbildungen miteinander.
- Welche Unterschiede fallen euch auf?

Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm (v-t-Diagramm)

Ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm bildet die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers auf der Y-Achse und die jeweilige Zeiteinheit auf der X-Achse ab. Dabei erkennt man zu welchem

Zeitpunkt x die Geschwindigkeit y welchen dazugehörigen Wert hat. Es lässt sich zum Beispiel gut ablesen, wie schnell die Achterbahn zu einem bestimmten Zeitpunkt ihrer Fahrt war.



Aufgabe 8:

- Welche Größe der Mechanik bildet der Graph des Geschwindigkeit-Zeit-Diagramms ab?
- Zeichnet in Abb. 4 den typischen Graph für eine gleichförmige Bewegung ein.

Aufgabe 9:

Seht euch die vier Diagramme an. Beschreibt jeweils die gleichförmige und die ungleichförmige Bewegung anhand von einem selbst gewählten Beispiel.

ERLEBNISTEIL

Feel the Power

Nun heißt es Krafteinwirkung, Beschleunigung, Geschwindigkeit, Energie und Co. selbst am eigenen Leib spüren! Bildet Gruppen und begebt euch auf eine abenteuerliche Entdeckungsreise durch die Phänomene der Mechanik im Heide Park. Löst dabei die folgenden Aufgaben.



Aufgabe 10:

Sucht ein Beispiel im Heide Park, an dem ihr die Goldene Regel der Mechanik erläutern könnt.



Aufgabe 11:

Findet Anwendungen im Heide Park für die drei Newtonschen Gesetze von Seite 3.



Aufgabe 12:

Krafteinwirkung: Welche Kräfte wirken in den verschiedenen Attraktionen? Identifiziert mindestens 4 Beispiele im Heide Park, bei denen unterschiedliche Kräfte zu Bewegungsänderungen, Verformungen und Energieänderungen bei physikalischen Körpern führen. Legt euch dazu Skizzen im Heft zu jedem Beispiel an, in denen ihr die spezifischen Kräfte und ihre Wirkungen auf die jeweiligen physikalischen Körper beschreibt. Geht dabei auf folgende Punkte ein:

- Auf welche Körper wirken die Kräfte ein?
- Richtung: In welche Richtungen wirken die Kräfte?
- Krafteinwirkung: Wie wirken die Kräfte auf die Körper ein?
- Welche Form(en) von Arbeit werden verrichtet?
- Energieformen: Welche Art der Energie tritt wann auf?

Vergleicht anschließend eure Beispiele mit den anderen Gruppen.



Aufgabe 13:

Für theoretische Berechnungen in der Mechanik werden oft Reibungskräfte vernachlässigt. Dann kann man sie doch auch in der Praxis vernachlässigen, oder? Wie bewertet ihr diese Aussage für die Realität? Schaut euch dazu im Heide Park nach dem Auftreten von physikalischen Reibungskräften um und diskutiert ihre Relevanz in der Gruppe.



Aufgabe 14 – Referatsthema:

Thermodynamik: Wie lässt sich Wärmeenergie in mechanische Arbeit umwandeln? Recherchiert zu diesem Thema und stellt dies am Beispiel der Dampfmaschine dar. Tipp: Im Heide Park findet ihr ein Dampfkarrussell, an dem ihr das Thema real verdeutlichen könnt.



Aufgabe 15:

Immer noch nicht genug? Dann führt die Heide Park Technik Rallye durch, um euer Wissen der Mechanik an Rechenbeispielen auszutesten!

Heide Park-Technik-Rallye

Die Aufgaben findet ihr hier:



<http://bit.ly/2kwas11>

Schon gewusst?

In der 650 m langen und 19 m hohen Desert Race Achterbahn im Heide Park beschleunigst du von 0 auf 100 km/h in nur 2,4 Sekunden.

ENTDECKERPLAN



Lösungen

Seite 4

Geschwindigkeit,
Strecke,
Zeit,
Beschleunigung,
Masse,
Kraft,

Gewichtskraft,
Mechanische Arbeit,
Mechanische Leistung,
Mechanische Energie,
Potenzielle Energie,
Kinetische Energie

Seite 5

Lücken oben:
Gleichförmige, Gleichmäßig beschleunigte, Schienen, Achterbahnwagen,
Lücken unten:
Arbeit, Mechanische, dieselbe



IMPRESSUM

Herausgeber

Heide-Park Soltau GmbH
Heide Park 1
29614 Soltau

Gestaltung

Orange YC GmbH
Schandauer Straße 64
01277 Dresden
info@orange-yc.de
www.orange-yc.de

Redaktion

Falk Herrmann

Grafik

Anja Nier

Illustration

www.freepik.com
www.vecteezy.com
www.freevector.com

Bildnachweis

(sofern nicht anders gekennzeichnet)

www.commonswikimedia.org

Druck

saxoprint.de
SAXOPRINT GmbH
Enderstr. 92 c
01277 Dresden



**HEIDE
PARK
RESORT**

www.heide-park.de