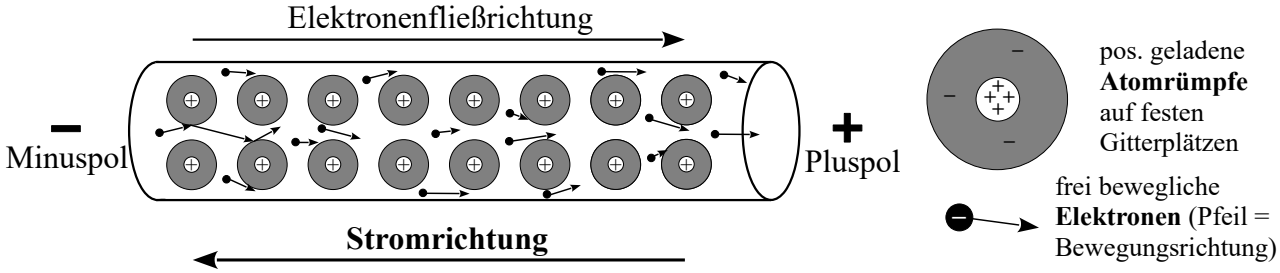
Ph 8 Stromstärke, Spannung und Widerstand 1

- **Leiter** (Metalle, Graphit) leiten den elektrischen Strom,
  Isolatoren (Glas, Holz, Gummi, Plastik) leiten elektrischen Strom nicht.
- **Elektrischer Strom ist gerichtete Bewegung von Ladungen:**



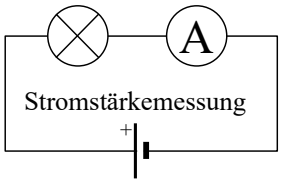
- **<u>Elektrische Stromstärke:</u>** $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\textit{geflossene Ladung}}{\textit{Zeitintervall}}$ Einheit: $[I] = \mathbf{1\,A}$ **(Ampere)**
- **<u>Elektrische Spannung *U*:</u>** beschreibt, wie stark die Ladungen in einem Stromkreis durch eine elektrische Quelle angetrieben werden. Einheit: $[U] = \mathbf{1\,V}$ **(Volt)**
- In **elektrischen Quellen** liegt eine **Ladungstrennung** vor:
  am Pluspol herrscht Elektronenmangel, am Minuspol Elektronenüberschuss.
- Der **<u>elektrische Widerstand *R*</u>** gibt an, wie stark der elektrische Strom gehemmt wird

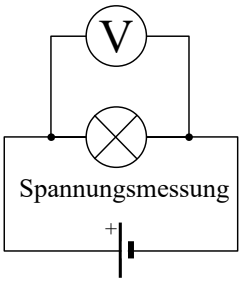
$$\boxed{R = \frac{U}{I}}$$

Einheit: $[R] = \frac{[U]}{[I]} = \frac{\mathbf{1\,V}}{\mathbf{1\,A}} = \mathbf{1\,\Omega}$ (**Ohm**)

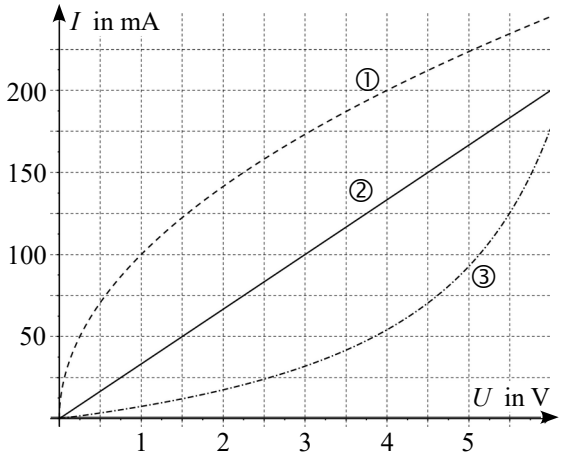
Ph 8 Messung von Kennlinien 2

- Zur Messung der **Stromstärke** schaltet man ein **<u>Amperemeter in Reihe</u> zum Bauteil.**
- Zur Messung der **Spannung** schaltet man ein **<u>Voltmeter parallel</u> zum Bauteil.**
- Der Widerstand eines Amperemeters ist sehr klein, der Widerstand eines Voltmeters ist sehr groß.





- Elektrische Bauteile besitzen eine spezifische ***U-I*-Kennlinie:**
  Stromstärke durch ein und Spannung an einem Bauteil stehen in einem Zusammenhang.



Das Diagramm zeigt die U-I-Kennlinien von drei Widerständen:

① **Kaltleiter** (NTC-Widerstand),
z. B. Glühlampe

② **ohmscher Widerstand**,
U und *I* sind <u>direkt proportional</u> (zueinander)
z. B. Konstantandraht

③ **Heißleiter** (PTC-Widerstand),
z. B. Bleistiftmine (Graphit)

Ph 8 Stromstärke, Spannung und Widerstand – Aufgaben 1

Zehnerpotenzen

10^{18}	≙	Exa-	E
10^{15}	≙	Peta-	P
10^{12}	≙	Tera-	T
10^{9}	≙	Giga-	G
10^{6}	≙	Mega-	M
10^{3}	≙	Kilo-	k
10^{0}	≙	---	--
10^{-3}	≙	Milli-	m
10^{-6}	≙	Mikro-	µ
10^{-9}	≙	Nano-	n
10^{-12}	≙	Piko-	p
10^{-15}	≙	Femto-	f

(1) Welchen Fehler enthält die folgende Aussage:
„Elektrische Oberleitungen im Bahnverkehr werden mit einer Stromspannung von 15 kV betrieben, deshalb kann man bereits im Abstand von zwei Metern einen tödlichen Stromschlag erleiden, ohne die Leitung zu berühren.“

(2) An einer Glühlampe wird eine Spannung von 6,0 V angelegt und dabei eine Stromstärke von 300 mA gemessen. Berechne den Widerstand.

(3) Durch einen 2,0 MΩ -Widerstand fließt ein Strom von 500 µA. Berechne die Spannung, die diesen Strom antreibt.

(4) Berechne die Stromstärke, die durch den menschlichen Körper (Widerstand $R = 1{,}0\,\mathrm{k\Omega}$) fließt, wenn man die Spannung einer 4,5V-Batterie an ihn anlegt.

(5) Erkläre, warum die Stromstärke an jeder Stelle eines unverzweigten Stromkreises gleich groß ist.

(1) Es gibt keine „Stromspannung“: Korrekt ist „Spannung“ oder „elektrische Spannung“. Der Rest der Aussage stimmt! Deshalb sollte man zu Hochspannungsleitungen immer einen genügend großen Abstand halten.

(2) $R = \frac{U}{I} = \frac{6{,}0\,\mathrm{V}}{0{,}3\,\mathrm{A}} = 20\,\Omega$

(3) $U = R \cdot I = 2000000\,\Omega \cdot 0{,}0005\,\mathrm{A} = 1000\,\mathrm{V} = 1{,}0\,\mathrm{kV}$

(4) $I = \frac{U}{R} = \frac{4{,}5\,\mathrm{V}}{1000\,\Omega} = 0{,}0045\,\mathrm{A} = 4{,}5\,\mathrm{mA}$

(5) Durch jede Stelle des Stromkreises fließen in einer gewissen Zeit genauso viele Elektronen, wie den Minuspol der Elektrizitätsquelle verlassen

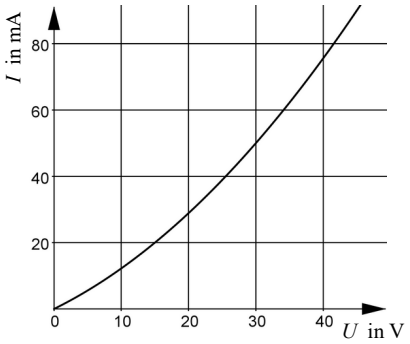
Ph 8 Messung von Kennlinien – Aufgaben 2

(1) Ein elektronisches Bauteil besitzt folgende *U-I*-Kennlinie:

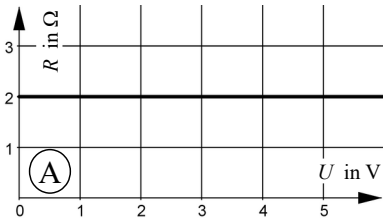
(a) Interpretiere die Kennlinie

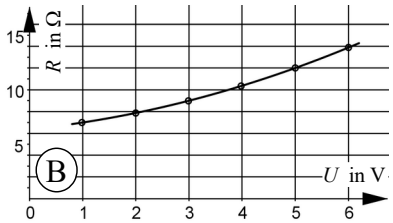
(b) Bestimme den elektrischen Widerstand des Bauteils für 15 V und 30 V.

(c) Handelt es sich um einen Heißleiter, einen Kaltleiter oder einen ohmschen Widerstand?



(2) Bestimme die Widerstandsart und skizziere jeweils ein *U-I*-Diagramm:





(1) (a) Die Stromstärke nimmt bei zunehmender Spannung immer stärker zu. Deshalb nimmt der Widerstand mit steigender Spannung ab.

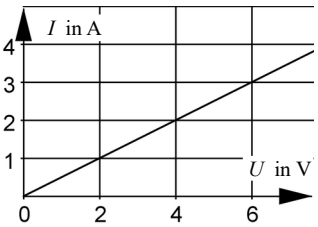
(b) Man liest ab:

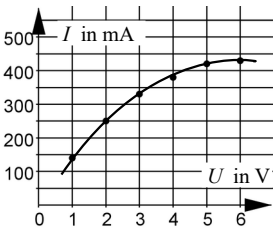
U in V	15	30
I in mA	20	50

$$R = \frac{U}{I} = \frac{15\,\mathrm{V}}{20 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{A}} = 750\,\Omega = 0{,}75\,\mathrm{k\Omega}$$

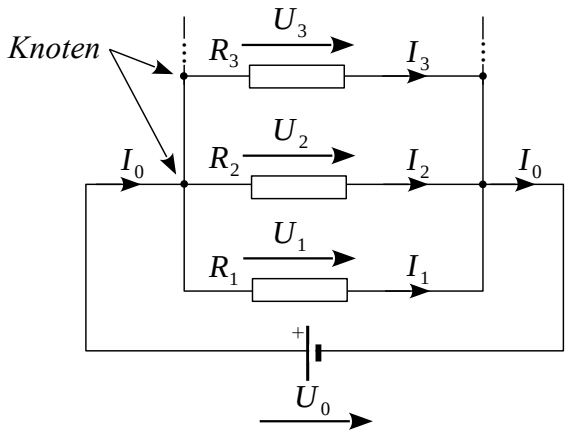
$$R = \frac{U}{I} = \frac{30\,\mathrm{V}}{50 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{A}} = 600\,\Omega = 0{,}60\,\mathrm{k\Omega}$$

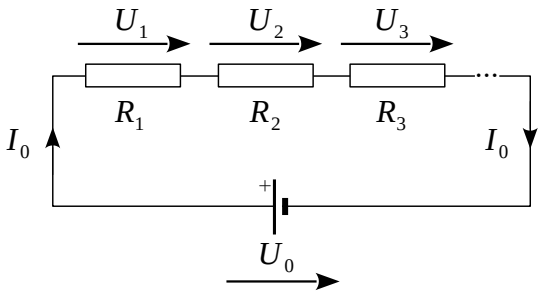
(c) Es handelt sich um einen Heißleiter.





(2) (A) Ohmscher Widerstand (B) Kaltleiter





Reihenschaltung = hintereinander

Die Gesamtstromstärke I_0 teilt sich an den Knoten auf die einzelnen Zweige auf:

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$$

An jedem Zweig der Parallelschaltung liegt die Spannung der Quelle an:

$$U_0 = U_1 = U_2 = U_3 = \ldots$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots}$$

Die Stromstärke I_0 ist an jeder Stelle des unverzweigten Stromkreises gleich groß:

$$I_0 = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots$$

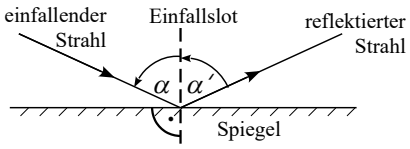
Die Spannung der Quelle U_0 entspricht der Summe der Teilspannungen:

$$U_0 = U_1 + U_2 + U_3 + \ldots$$

$$\boxed{R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots}$$

- Licht wird an glatten, hellen Oberflächen reflektiert:

  Einfallswinkel $\alpha = \alpha'$ Reflexionswinkel
  (***Reflexionsgesetz***)

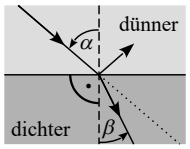


- **Gegenstand und Spiegelbild liegen symmetrisch zur Spiegelebene,**
  das Gehirn „konstruiert“ das Spiegelbild an einer Stelle hinter dem Spiegel, von der keine Lichtstrahlen ausgehen, ein Spiegelbild ist daher ein **virtuelles Bild** (kein reelles).

- In **optisch dünneren** Medien breitet sich Licht schneller aus als in **optisch dichteren** Medien.

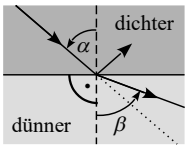
  Deshalb kommt es zu **Brechung** bei schrägem Einfall auf eine Grenzfläche:

  „Von dünn: Brechung zum Lot ‚hünn‘.“



zum Lot hin

Reflexion, aber keine Totalreflexion

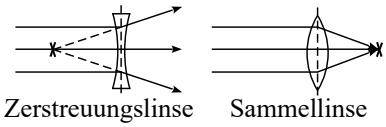


vom Lot weg

$\alpha \geq$ Grenzwinkel
$\Rightarrow$ ***Totalreflexion***

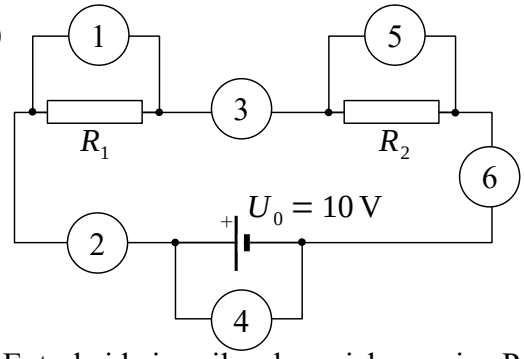
- **Der Lichtweg ist immer umkehrbar.**

- <u>Vereinfachung bei Linsen:</u>
  Lichtstrahlen werden nur an der Mittelebene einer Linse gebrochen statt an jeder der beiden Grenzflächen. Parallelstrahlen werden dabei zu Brennpunktstrahlen und Brennpunktstrahlen zu Parallelstrahlen; Zentral- bzw. Mittelpunktstrahlen werden nicht gebrochen.

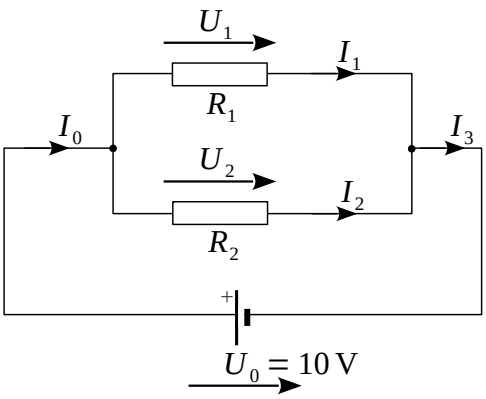


- **Sa<u>m</u>mellinsen** (positive Brennweite) **sind in der <u>M</u>itte dicker als am Rand,**
  Zerst<u>r</u>euungslinsen (negative Brennweite) sind am <u>R</u>and dicker als in der Mitte

(A)



(B)



(1) Entscheide jeweils, ob es sich um eine Parallel- oder Reihenschaltung von Widerständen handelt.

(2) Gib in Schaltbild (A) für die Positionen ① bis ⑥ jeweils an, ob an der entsprechenden Stelle ein Spannungs- oder ein Stromstärkemessgerät eingebaut sein muss.

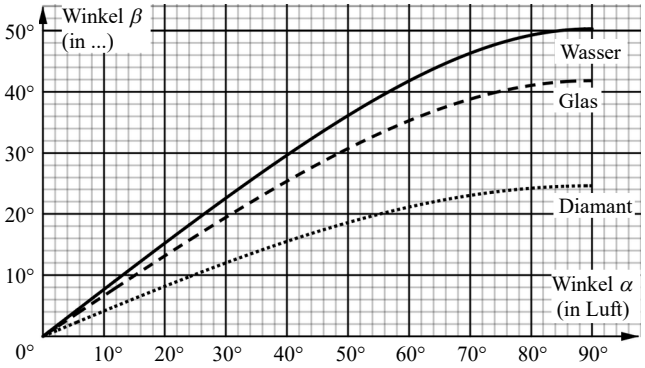
(3) Es gilt jeweils $R_1 = 50\,\Omega$ und $R_2 = 200\,\Omega$. Gib jeweils an, an welchem der beiden Widerstände die größere Spannung abfällt und berechne den Gesamtwiderstand der Schaltung.

(4) Triff möglichst viele Aussagen über die Ströme I_0 bis I_3 in Schaltbild (B).

(5) Berechne den Gesamtstrom in Schaltbild (A).

(1) (A) Reihenschaltung (B) Parallelschaltung (2) ①, ④, ⑤: Voltmeter; ②, ③, ⑥: Amperemeter
(3) (A) $8\,\text{V}$ an R_2, $2\,\text{V}$ an R_1; $R_{ges} = R_1 + R_2 = 50\,\Omega + 200\,\Omega = 250\,\Omega$
(B) $10\,\text{V}$ an R_1, $10\,\text{V}$ an R_2; $R_{ges} = (R_1 \cdot R_2) : (R_1 + R_2) = (50\,\Omega \cdot 200\,\Omega) : (50\,\Omega + 200\,\Omega) = 40\,\Omega$
(4) $I_0 = I_1 + I_2 = I_3 = U_0 : R_{ges} = 10\,\text{V} : 40\,\Omega = 0{,}25\,\text{A}$, $I_1 = U_1 : R_1 = 10\,\text{V} : 50\,\Omega = 0{,}20\,\text{A}$, $I_2 = I_0 - I_1 = 0{,}25\,\text{A} - 0{,}20\,\text{A} = 0{,}05\,\text{A}$
(5) $I_{ges} = U_0 : R_{ges} = 10\,\text{V} : 250\,\Omega = 0{,}040\,\text{A} = 40\,\text{mA}$

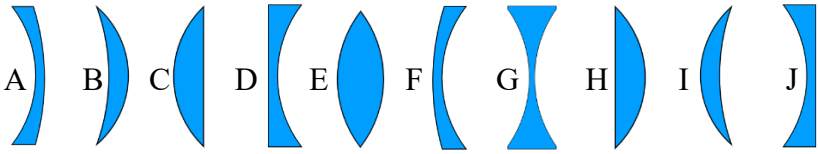
(1) Lichtstrahlen, die in Luft unter einem Einfallswinkel von $\alpha = 40°$ auf eine Wasseroberfläche treffen, werden unter einem Brechungswinkel von $\beta = 30°$ im Wasser gebrochen (vgl. Diagramm). Gib die Brechungswinkel für Lichtstrahlen an, die aus der Luft unter 30° bzw. 50° auf eine Glasoberfläche treffen.



(2) Lichtstrahlen, die vom Wasser aus in einem Einfallswinkel von $\beta = 20°$ auf die Wasseroberfläche treffen, werden unter einem Brechungswinkel von $\alpha = 26°$ in die Luft gebrochen (vom Lot weg). Gib die Brechungswinkel für Lichtstrahlen an, die in einem Diamanten unter 12° bzw. 24° auf die Grenzfläche Diamant-Luft treffen.

(3) Der Grenzwinkel für eine Totalreflexion am Übergang Wasser-Luft ist etwa 50°. Gib die Grenzwinkel für eine Totalreflexion an den Übergängen Glas-Luft und Diamant-Luft an.

(4) Sammellinse (S) oder Zerstreuungslinse (Z)?



(1) 19° bzw. 31° (2) 30° bzw. 80° (3) 42° bzw. 24° (4) A-Z, B-S, C-S, D-Z, E-S, F-Z, G-Z, H-S, I-S, J-Z

Ph 8 Geschwindigkeit 5

Die **Geschwindigkeit** $\vec{v}$ ist eine **vektorielle Größe** mit

Betrag („Tempo“, Länge des Vektorpfeils) und **Richtung** der Bewegung

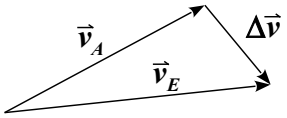
$$\boxed{v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\textit{zurückgelegte Strecke}}{\textit{Zeitintervall}}}$$

Richtung des Vektorpfeils tangential zur Bahn

- Einheiten: $[v] = \frac{[\Delta x]}{[\Delta t]} = 1\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\quad 1\,\frac{\text{m}}{\text{s}} = 3{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ $\quad 1\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1}{3{,}6}\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$

- **Anfangsgeschwindigkeit $\vec{v}_A$, Zusatzgeschwindigkeit $\Delta\vec{v}$** und **Endgeschwindigkeit $\vec{v}_E$** hängen über die **Vektoraddition** zusammen:

$$\boxed{\vec{v}_A + \Delta\vec{v} = \vec{v}_E}$$



(Die „Pfeilkette“ aus $\vec{v}_A$ und $\Delta\vec{v}$ ergibt $\vec{v}_E$.)

- Wirkt auf einen Körper der **Masse m** eine **Kraft $\vec{F}$** über eine **Dauer Δt**, so erfährt er eine **Zusatzgeschwindigkeit $\Delta\vec{v}$.**

Newtonsches Grundgesetz: $\boxed{\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta\vec{v}}$

- Die **Kraft $\vec{F}$** ist ebenfalls eine **vektorielle Größe** mit **Betrag $|\vec{F}| = F$** und **Richtung,** man stellt sie daher wie die Geschwindigkeit mit einem **Vektorpfeil** dar.

Ph 8 Beschleunigung 6

- **Ändert** sich die Geschwindigkeit eines Körpers, erfährt er also eine **Zusatzgeschwindigkeit $\Delta\vec{v}$,** so wird er **beschleunigt.** Diese **Beschleunigung $\vec{a}$** lässt sich berechnen durch:

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\textit{Geschwindigkeitsänderung}}{\textit{Zeitintervall}}}$$

Einheit: $[a] = \frac{[\Delta v]}{[\Delta t]} = 1\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- Mit der Beschleunigung $\vec{a}$ lässt sich das Newtonsche Grundgesetz umschreiben:

$$\boxed{\vec{F} = m \cdot \vec{a}}$$ **2. Newtonsches Gesetz (Kraftgesetz)**

- Immer, wenn ein Körper sich **frei bewegen** kann, **führt eine Kraft $\vec{F}$** auf ihn zu einer **Beschleunigung $\vec{a}$** (und eine Zusatzgeschwindigkeit $\Delta\vec{v}$) in Richtung der Kraft.

- Die Erde und ein Körper auf der Erde ziehen sich aufgrund ihrer Massen an. Dabei wirkt auf den Körper die **Gewichtskraft $\vec{F}_G$** , die von seiner Masse abhängt.

- Alle Körper, auf die **<u>nur</u> ihre Gewichtskraft wirkt** (und z. B. keine Reibungskraft) **fallen an einem Ort** mit der **gleichen Beschleunigung $\vec{g}$** (gleich schnell).

$$\boxed{\vec{F}_G = m \cdot \vec{g}}$$ **2. Newtonsches Gesetz für $\vec{F}_G$** $\quad g = 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- Der **freie Fall** ist eine **geradlinige Bewegung** mit **konstanter Beschleunigung g** auf den Erdmittelpunkt zu aus der Ruhe heraus.

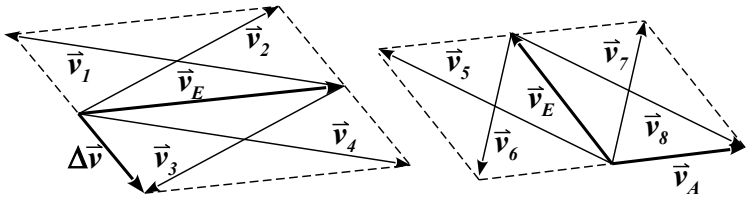
Ph 8 Geschwindigkeit – Aufgaben 5

(1) Der Deutsche Armin Hary stellte 1960 mit 10,0 s einen neuen Weltrekord im 100 m-Lauf auf.
(a) Berechne den Betrag seiner durchschnittlichen Geschwindigkeit in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.
(b) Erläutere, in welchen Phasen des Rennens er langsamer oder schneller lief.

(2) Die Lichtgeschwindigkeit beträgt im Vakuum etwa $3{,}00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3{,}00 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Das Licht von der Sonne benötigt 500 s, bis es die Erde erreicht. Ermittle den Abstand Erde – Sonne.

(3) In die 89. Etage in etwa 391 m Höhe fahren die Aufzüge des Taipei 101 in Taipeh mit etwa $17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Berechne aus diesen Angaben, wie lange solch eine Aufzugfahrt dauert. Begründe unter Verwendung des Newtonschen Grundgesetzes, dass sie in Realität länger dauert.

(4) Ermittle die korrekte Anfangsgeschwindigkeit bzw. Zusatzgeschwindigkeit:



(1) (a) $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100\,\text{m}}{10\,\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = (10 \cdot 3{,}6) \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (b) Nach dem Start sind die Läufer langsamer als $\bar{v}$, beschleunigen dann aber auf eine Geschwindigkeit höher als $\bar{v}$ (bis über 43 kmh^{-1}), die professionelle Läufer fast bis ins Ziel halten können.

(2) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t = 3{,}00 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 500\,\text{s} = 15{,}0 \cdot 10^7\,\text{km} = 150\,\text{Mio km}$

(3) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{391\,\text{m}}{17\,\text{ms}^{-1}} = 23\,\text{s}$ Die Aufzugkabine muss die Zusatzgeschwindigkeit $\Delta v = 17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in einer großen Zeitspanne Δt (also langsam) erhalten, damit keine großen Kräfte auf Mitfahrer wirken, die Verletzungen verursachen könnten: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$, je kleiner Δt ist, desto größer wird die Kraft F (m und Δv bleiben unverändert). Analog gilt beim Abbremsen, dass auch hier die Zeitspanne groß sein muss. Die Fahrt wird also länger, da die Kabine nicht immer $17\,\text{ms}^{-1}$ schnell ist. (4) $\vec{v}_2$ und $\vec{v}_5$

Ph 8 Beschleunigung – Aufgaben 6

(1) Günter fährt mit seinem Fahrrad durch eine Kurve. Martha sagt zu ihm: „Da hast Du aber ganz schön beschleunigt!“ – Günter erwidert: „Nein, mein Tachometer hat immer eine Geschwindigkeit von $15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ angezeigt.“ – Wer hat Recht? Begründe Deine Antwort!

(2) Schreibe mit Hilfe der Beschleunigung das Newtonsche Grundgesetz so um, dass das Newtonsche Kraftgesetz entsteht.

(3) Auf eine Astronautin der Masse 200 kg (sie trägt einen Raumanzug!) wirkt auf dem Mars eine Gewichtskraft von 736 N. Bestimme den Wert der Fallbeschleunigung auf dem Mars.

(4) Ein Standardraumanzug übt auf dem Mars auf seinen Träger eine Gewichtskraft von 460 N aus. Berechne die Masse, die ein Modell haben sollte, mit dem die Astronauten auf der Erde $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$ unter realistischen Marsbedingungen trainieren können und begründe, warum für den Mars ein neuer Raumanzug entwickelt werden sollte.

(5) Man lässt gleichzeitig eine Schrotkugel ($m = 3\,\text{g}$) und eine Kanonenkugel ($m = 12\,\text{kg}$) aus gleicher Höhe fallen. Welche Kugel kommt zuerst auf dem Boden an?

(1) Martha hat Recht: Der Geschwindigkeitsbetrag hat sich zwar nicht geändert, aber die Richtung der Geschwindigkeit hat sich geändert, es gibt daher eine Zusatzgeschwindigkeit Δv und damit eine Beschleunigung.

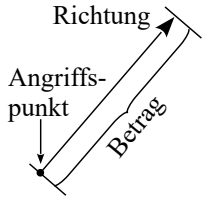
(2) $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \Leftrightarrow F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \cdot a$ (3) $F_G = m \cdot g \Leftrightarrow g = \frac{F_G}{m} = \frac{736\,\text{N}}{200\,\text{kg}} = 3{,}68 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

(4) $F_G = m \cdot g \Leftrightarrow m = \frac{F_G}{g} = \frac{460\,\text{N}}{10\,\text{ms}^{-2}} = 46\,\text{kg}$ Der Standardraumanzug ist zu schwer, um damit lange auf dem Mars zu arbeiten.

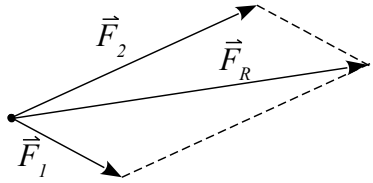
(5) Auf beide Kugeln wirkt die gleiche Fallbeschleunigung, sie kommen daher gleichzeitig unten an. Zwar wirkt auf die Kanonenkugel eine größere Gewichtskraft, aber ihre Masse ist im gleichen Maße größer, so dass die Beschleunigung (und damit Δv) gleich bleibt.

Ph 8 Kräfte (1) 7

- **Kräfte** erkennt man an ihren Wirkungen: **Beschleunigung oder Verformung.**
- **Angriffspunkt, Betrag** und **Richtung** bestimmen eine Kraft eindeutig.



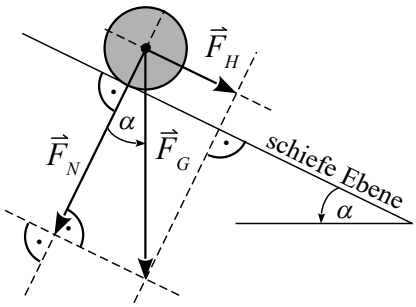
- Zwei Kräfte addiert man mit einem **Kräfteparallelogramm:**



Man hängt die beiden Kraftpfeile hintereinander (z. B. den Angriffspunkt von $\vec{F}_1$ an die Spitze von $\vec{F}_2$); **$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ist die resultierende Kraft;** diese besitzt die gleiche Wirkung wie $\vec{F}_1$ und $\vec{F}_2$ zusammen.

- Ist <u>eine</u> Kraft für <u>mehrere</u> Wirkungen verantwortlich, zerlegt man sie oft in entsprechende Komponenten, die dann jeweils nur eine Wirkung besitzen:

Kräftezerlegung (an der schiefen Ebene):
Konstruiere aus den beiden Wirkungslinien (parallel und senkrecht zum Hang) ein Parallelogramm, dessen Diagonale die ursprüngliche Kraft (Gewichtskraft) ist.



- Die **Gewichtskraft** $\vec{F}_G$ eines Körpers lässt sich an der schiefen Ebene zerlegen in
  die **Hangabtriebskraft** $\vec{F}_H$, die den Körper entlang des Hangs beschleunigt,
  und die **Normalkraft** $\vec{F}_N$, die den Körper auf die Unterlage drückt

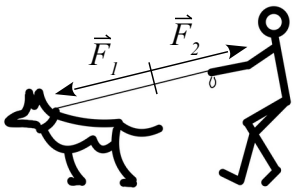
Ph 8 Kräfte (2) 8

- Greifen an einem Körper mehrere Kräfte an, die sich gegenseitig ausgleichen (d. h. alle auf ihn wirkenden Kräfte addieren sich zu einer resultierenden Kraft Null), so befindet er sich im **Kräftegleichgewicht:**

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

(Hund an der Leine)

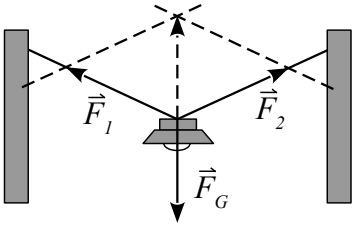
$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$



$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_G = \vec{0}$

(Straßenlampe an zwei Seilen)

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_G$



- **Wirkt auf einen Körper keine resultierende Kraft, dann behält er seine Geschwindigkeit bei.**
  (Ruhende Körper ruhen weiter, mit $v = const.$
  bewegte Körper bewegen sich weiter mit $v = const.$)

1. Newtonsches Gesetz (Trägheitssatz)

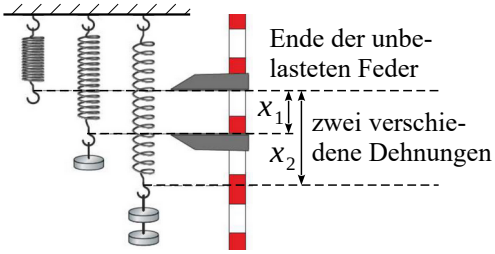
Wirkt keine Kraft auf einen Körper (d. h. $\vec{F} = \vec{0}$), so vereinfacht sich das Newtonsche Grundgesetz $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$ zu $\vec{0} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v} \Leftrightarrow \vec{0} = \Delta \vec{v}$, die Geschwindigkeit ändert sich also nicht.

- **Hookesches Gesetz:**

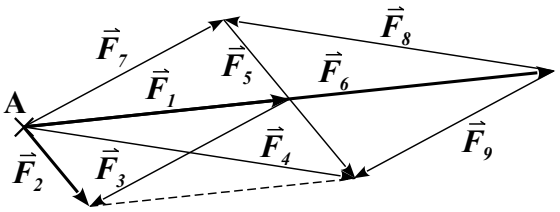
$$\boldsymbol{D = \frac{F}{x}} = \frac{Kraft}{Dehnung}$$

Einheit: $[D] = \frac{[F]}{[x]} = 1\,\frac{\text{N}}{\text{cm}}$ $\quad D$: Federhärte

Im elastischen Bereich einer Feder sind Kraft und Dehnung direkt proportional zueinander.



Der Angriffspunkt der Kräfte $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_4$, $\vec{F}_6$ und $\vec{F}_7$ im nebenstehende Bild ist **A**.



(1) Welche Kräfte haben besitzen außerdem noch den gleichen Angriffspunkt?

(2) Welche Kräfte haben die gleiche Richtung und welche den gleichen Betrag?

(3) Gib die resultierende Kraft folgender Kräfterechnungen an: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ und $\vec{F}_6 - \vec{F}_7$

(4) Besitzen zwei Kräfte gleichen Betrag aber entgegengesetzte Richtung, so nennt man sie **<u>Gegenkräfte</u>** (zueinander). Finde alle Paare von Gegenkräften in der Figur.

(5) <u>Sonderfälle beim Hangabtrieb:</u> Bei welchem Neigungswinkel der schiefen Ebene …
(a) … ist die Normalkraft genauso groß wie die Gewichtskraft?
(b) … ist die Normalkraft genauso groß wie die Hangabtriebskraft?
(c) … ist die Hangabtriebskraft genauso groß wie die Gewichtskraft?

(6) Beschreibe, wie sich zwei schiefe Ebenen E_1 und E_2 unterscheiden, wenn ein und derselbe Körper auf der Ebene E_1 eine höhere Hangabtriebskraft erfährt als auf E_2. Gib an, wie sich das auf die Normalkraft auswirkt.

(1) $\vec{F}_8$ und $\vec{F}_9$ (2) <u>gleiche Richtung:</u> $\vec{F}_1$ und $\vec{F}_6$; $\vec{F}_2$ und $\vec{F}_5$; $\vec{F}_3$ und $\vec{F}_9$; <u>gleicher Betrag:</u> $\vec{F}_3$, $\vec{F}_7$ und $\vec{F}_9$; $\vec{F}_4$ und $\vec{F}_8$
(3) Die resultierende Kraft beider Kraftrechnungen ist $\vec{F}_4$ (4) $\vec{F}_3$ und $\vec{F}_7$; $\vec{F}_7$ und $\vec{F}_9$; $\vec{F}_4$ und $\vec{F}_8$
(5) (a) 0° (b) 45° (c) 90° (6) E_1 ist steiler als E_2; die Normalkraft ist auf E_1 kleiner als auf E_2

(1) Begründe, ob Du Dich in folgenden Situationen in einem Kräftegleichgewicht befindest:
(a) Zwei Freunde heben Dich hoch.
(b) Du befindest Dich beim Sprung vom 5 m-Turm in der Luft.
(c) Du sitzt auf einer stillstehenden Schaukel.
(d) Du schaukelst.

(2) Beim schnellen Abbremsen eines Autos werden die Insassen in die Sicherheitsgurte geschleudert. Erkläre dieses Phänomen.

(3) Erläutere, was mit nicht richtig gesichertem Dachgepäck auf einem Auto passiert, wenn dieses in die Kurve fährt.

(4) Ergänze nebenstehende Tabelle für Schraubenfedern im Hookeschen Bereich:

Kraft F	Dehnung x	Federhärte D
15,6 N	1,3 cm	
	0,53 m	$20\,\frac{\text{N}}{\text{cm}}$
1,0 kN		$50\,\frac{\text{N}}{\text{cm}}$

(5) Wird D kleiner oder größer, wenn eine Schraubenfeder den Hookeschen Bereich verlässt?

(1) (a), (c) Kräftegleichgewicht, da sich alle wirkenden Kräfte aufheben und der Körper sich in Ruhe befindet.
(b) <u>kein</u> Kräftegleichgewicht, da die Gewichtskraft wirkt (d) kein Kräftegleichgewicht: In jedem Punkt ändert sich die Bewegungsrichtung, daher wird man beschleunigt und es wirkt eine resultierende Kraft.
(2) Die Bremskraft, die auf das Auto wirkt, überträgt sich nicht auf die Insassen: Diese bewegen sich nach dem Trägheitssatz daher geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit weiter und werden erst durch die Sicherheitsgurte abgebremst.
(3) Auf das Auto wirkt eine Kraft, da es seine Bewegungsrichtung ändert: Diese Kraft überträgt sich jedoch nicht auf das Dachgepäck, und dieses bewegt sich nach dem Trägheitssatz daher geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit weiter und rutscht vom Autodach.
(4) $D = \frac{F}{x} = \frac{15{,}6\,\text{N}}{1{,}3\,\text{cm}} = 12\,\frac{\text{N}}{\text{cm}}$ $F = D \cdot x = 20\,\frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 53\,\text{cm} = 1060\,\text{N} \approx 1{,}1\,\text{kN}$ $x = \frac{F}{D} = \frac{1000\,\text{N}}{50\,\text{Ncm}^{-1}} = 20\,\text{cm}$
(5) Die Feder wird unterproportional gedehnt (z. B. nur doppelte Dehnung bei vierfacher Kraft), also wird D größer.