

1 ARBEITSWEISE IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN

1.1 DEFINITION BIOLOGIE, CHEMIE, PHYSIK

1.1-ch

1.1-ph

1.1-ph

LERNZIELE

- 1 2 3 4 Ich kann Biologie, Physik und Chemie eindeutig definieren. **A.1**
 1 2 3 4 Ich erkenne die Zusammenhänge zwischen der Erzeugung von Waren und der Ökologie. **A.3**
 1 2 3 4 Ich kann physikalische und chemische Vorgänge voneinander unterscheiden. **A.3**

1 = zur Gänze erreicht

2 = weitgehend erreicht

3 = ansatzweise erreicht

4 = nicht erreicht

Der Unterrichtsgegenstand Naturwissenschaften ist ein Bindeglied zwischen Chemie, Physik, Biologie, Ökologie und Warenlehre und der Wirtschaft.

Biologie ist die Lehre vom Leben (Lebewesen, Lebensvorgänge).

Ökologie, ein Teilgebiet der Biologie, ist die Lehre von den Wechselbeziehungen zwischen

- Lebewesen und Umwelt,
- Lebewesen untereinander (z. B. Räuber und Beute).

Warenlehre ist die Lehre von Waren, die unser tägliches Leben bestimmen. Dazu zählen Lebensmittel (Fleisch, Fisch, Brot, ...), Genussmittel (Tee, Kaffee, Bier, ...) oder Kleidung (Textilien, Leder, Pelze, ...). Alkoholische Genussmittel werden im Rahmen der Warenlehre nicht zum Zwecke der Konsumsteigerung (Suchtgefahr!), sondern ausschließlich in Hinblick auf Erzeugung, Handel und Qualitätsbewusstsein besprochen.

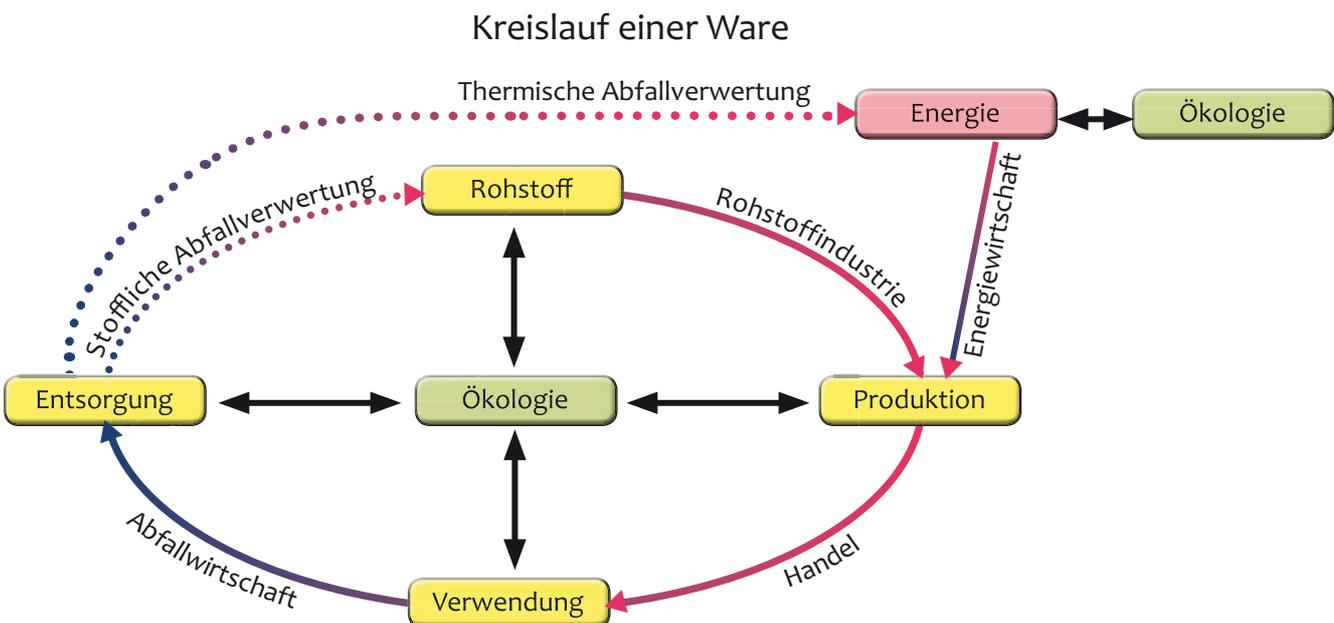


Abb. 1

Erklärung: Um Waren zu erzeugen, benötigt man neben Maschinen und/oder Menschen **Rohstoffe** und **Energie**. Der Handel vereinfacht den Weg zum Konsumenten, der die Ware verwendet (Verwendung). Die vom Konsumenten nicht mehr benötigten Waren werden von der Abfallwirtschaft entsorgt oder über den Weg der stofflichen Verwertung wieder zu Rohstoffen. Die thermische Verwertung (Müllverbrennung) setzt die in den Abfällen enthaltene Energie frei und macht sie nutzbar.

Worin besteht der Bezug zur Ökologie?

Rohstoffe	können selten sein oder ihre Bereitstellung schädigt die Umwelt (Wasser, Luft, Boden etc.)
Produktion (Erzeugung)	kann <ul style="list-style-type: none">• energieaufwändig,• umweltbelastend,• gefährliche Abfälle produzierend sein

Chemie ist die Wissenschaft, die sich mit chemischen Stoffen (Reinstoffen und Verbindungen) sowie mit Stoffumwandlungen und Wechselwirkungen zwischen den Stoffen beschäftigt. Chemische Vorgänge sind immer mit Stoffumwandlungen verbunden. Wenn bei der Verbrennung aus Kohlenstoff (mit Sauerstoff) am Ende Kohlenstoffdioxid herauskommt, hat sich im Verlauf dieses Vorganges der Stoff geändert. (Aus Kohlenstoff und Sauerstoff wurde Kohlenstoffdioxid).

Physik ist die Wissenschaft, die sich mit Naturerscheinungen wie Licht, Wärme, Elektrizität usw. auseinandersetzt und versucht, deren Ursachen und Gesetzmäßigkeiten zu erklären. Physikalische Vorgänge können die Stoffe in ihrer Form, ihrem Aggregatzustand (fest/flüssig/gasförmig), ihrem Bewegungszustand (in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung) usw. ändern, aber der Stoff selbst bleibt immer gleich. Zum Beispiel ist Wasser sowohl in fester, als auch in flüssiger oder Gas-Form immer der Stoff Wasser.

FORSCHUNGSAUFRAG

Erarbeiten Sie mit Hilfe des Internets den Kreislauf für den Werkstoff Papier (Rohstoff, Erzeugung, Entsorgung) unter besonderer Berücksichtigung der ökologischen Probleme.

FORSCHUNGSAUFRAG

Suchen Sie im Internet nach weiteren Teilgebieten der Biologie und beschreiben Sie deren Aufgabengebiete. Finden Sie mindestens zwei weitere Beispiele für physikalische und chemische Vorgänge.

ARBEITSAUFTRAG

Überprüfen Sie die Lernziele am Kapitelanfang und kreuzen Sie die entsprechenden Kästchen an.

1.2 NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN – NATURGESETZE

2.2-ph

2.2-ch

2.2-bio

LERNZIELE

- 1 2 3 4 Ich kann die Arbeitsweise von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern beschreiben. **A.2**
- 1 2 3 4 Ich kann naturwissenschaftliche Fragestellungen den einzelnen Teilbereichen (Biologie, Chemie, Physik) zuordnen. **A.2**
- 1 2 3 4 Ich kann einfache naturwissenschaftliche Untersuchungen planen und durchführen. Ich kann Ergebnisse naturwissenschaftlicher Untersuchungen dokumentieren und präsentieren. **A.3 B.3 C.1**
- 1 2 3 4 Ich weiß darüber Bescheid, wie groß die Bedeutung von Wissensdrang für den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt ist. **A.3**

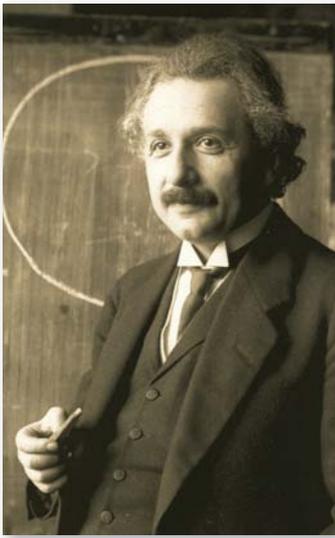
1 = zur Gänze erreicht

2 = weitgehend erreicht

3 = ansatzweise erreicht

4 = nicht erreicht

Abb. 2 Albert Einstein



Was haben Albert Einstein (1879 – 1955) und moderne Medizin gemeinsam?

Sowohl Einsteins weltbekannte Erkenntnis $E = m \cdot c^2$ als auch die Fortschritte in der Medizin sind das Produkt von Wissensdrang (Neugier). Wären Mediziner/innen nicht neugierig, gäbe es keine Fortschritte bei der Behandlung von Krankheiten. Selbst Infektionskrankheiten wie Mittelohrentzündung oder Blinddarmentzündung könnten auch heute noch zum Tod führen. Innovationen wie Smartphones und Satellitennavigation wären ohne vorangegangene wissenschaftliche Arbeiten ebenfalls nicht verfügbar. Daher ist Neugier der Motor jeden Fortschritts!



Abb. 3

Wie arbeitet nun ein/e Wissenschaftler/in?

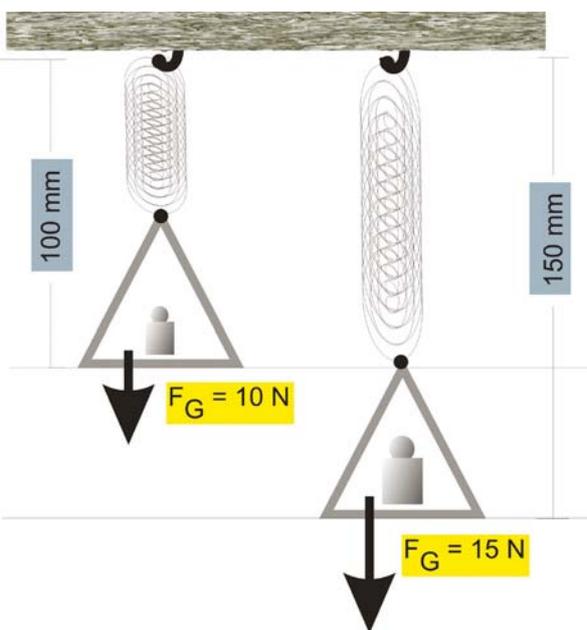
1. Beobachten
2. Beobachtetes zu einer Problemstellung machen (Neugier!)
3. Lösungen durch Experimente und Studium von Fachliteratur erarbeiten
4. Aufstellen eines Modells oder eines Naturgesetzes
5. Veröffentlichung (Publikation) der neuen Erkenntnis

Beispiel aus der Physik:

LEXIKON

Die **Gewichtskraft** F_G ist jene Kraft, mit der eine Masse von der Erde angezogen wird. Die Maßeinheit dafür ist Newton.

Abb. 4 Beobachtung am Federpendel



GEDANKENEXPERIMENT



1. Betrachten Sie nebenstehende Abbildung. Erkennen Sie, dass sich die Feder bei einer F_G von 10 Newton (N) nur 100 mm ausdehnt, während sie sich bei einer F_G von 15 N auf 150 mm ausdehnt?
2. Welchen Zusammenhang erkennen Sie zwischen der Gewichtskraft F_G und der Ausdehnung der Feder?
Richtige Antwort: Je größer F_G , desto größer die Ausdehnung.
Dann haben Sie bereits eine **Problemstellung** aus Ihrer **Beobachtung** gemacht!
3. Die nächste Überlegung ist, wie lang die Feder bei einer Gewichtskraft von 20 N sein wird.
Antwort: Es müssen 200 mm sein.
4. Wenn Sie jetzt noch wissen wollen, wie sich die Feder bei 1 N, 0,1 N, 30 N oder 50 N verhält, sind Sie am besten Weg ein/e Naturwissenschaftler/in zu werden.



Messreihe zum Federpendel

F_G in N	Länge in m
10	0,10
15	0,15
20	0,20
25	0,25
30	0,30
35	0,35
40	0,40
45	0,45
50	0,50

Es ist am übersichtlichsten, die einzelnen Messergebnisse nunmehr in einer Tabelle zusammenzufassen.

Aus dem Ergebnis erkennt man, dass man die Länge immer mit der gleichen Zahl multiplizieren kann, um F_G zu erhalten.

5. Wie groß ist diese Zahl?

Antwort: Sie beträgt 100.

Daraus könnte man ein Gesetz ableiten, das etwa so aussieht: $F_G = 100 \cdot \text{Länge}$

6. Gilt dieses Gesetz für Kugelschreiberfedern genauso wie für Auto- und Waggonfedern bei der Eisenbahn?

Antwort: Natürlich nicht!

Jede/r sieht sofort ein, dass man für die Dehnung einer Kugelschreiberfeder niemals so viel Kraft benötigt, wie für eine Auto- oder gar Waggonfeder.

Nachdem aber klar ist, dass sich jede Feder umso stärker dehnt, je größer die Kraft ist, die sie zu dehnen versucht, kann es nur an der Zahl 100 liegen, die nicht für alle Federn gilt.

Daher muss man statt dieser Zahl einen allgemein gültigen Wert, eine **Federkonstante** (k_{Feder}), einsetzen. Deren Wert richtet sich nach der Größe und nach dem Material der Feder.

Allgemeingültig ist daher die folgende Formel: $F_G = k \cdot \text{Längenausdehnung}$

7. Haben Sie bemerkt, dass statt dem Begriff Länge in der fertigen Formel **Längenausdehnung** steht?

Das lässt sich so erklären, dass man statt der Gesamtlänge der Feder nur die Längenzunahme nach Auflegen der Gewichtsstücke in die Rechnung einbezieht. Die ursprüngliche Länge der Feder ist dafür gar nicht interessant.

Das gefundene Gesetz (die Formel) trägt den Namen Hooke'sches Gesetz – nach Robert Hooke (1635 – 1703).

8. Wäre sie von Ihnen entdeckt worden, dann hieße es _____.

Beispiel aus der Chemie:

- Sie beobachten, dass man Abfälle durch Verbrennung anscheinend entfernen kann. Es bleibt scheinbar nur Asche übrig.
- Sie machen diese Beobachtung zu einer Problemstellung und wollen wissen, ob es tatsächlich so ist, dass durch Verbrennungsvorgänge Massen zum Verschwinden gebracht werden können.
- Versuchsphase:
 - Nehmen Sie einen Holzspan, wägen Sie ihn auf einer Laborwaage ab und notieren Sie die Masse.
 - Entzünden Sie den Holzspan in einer Abdampfschale auf einer feuerfesten Unterlage und lassen Sie ihn zur Gänze verbrennen.
 - Wägen Sie die übrig gebliebene Holzasche ab und notieren Sie deren Masse. Diese wird nunmehr erheblich geringer sein. Bedeutet das, dass bei dem Vorgang Masse verloren wurde oder gibt es vielleicht noch weitere Verbrennungsprodukte?
 - Spätestens jetzt erinnern Sie sich daran, dass bei jeder Verbrennung auch Kohlenstoffdioxid (CO_2) als Verbrennungsprodukt entsteht. Zwecks Vereinfachung betrachten wir nur den Kohlenstoff des Holzes und kommen zu folgender Reaktionsgleichung: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Asche}$ (siehe Kapitel 3 **Grundlagen der Chemie**)
 - Die nächste Frage lautet dann naturgemäß: Wie viel CO_2 entsteht bei der Verbrennung einer bestimmten Menge C? Dazu benötigt man das **Periodensystem der Elemente**.

10,81 B 5	12,011 C 6	14,01 N 7	16,00 O 8
Element- symbol	28,09 Si 14	relative Atom- masse Ordnungszahl	32,06 S 16

Die **relative Atommasse** gibt die Masse eines Elements relativ zum Element Kohlenstoff an. Die Zahl über dem jeweiligen Elementsymbol gibt die relative Atommasse an. Man weiß, dass das Schwefelatom (S: 32) doppelt so schwer ist wie ein Sauerstoffatom (O: 16). Ein Kohlenstoffatom (C) hat demnach 12 units (= relative Masseneinheiten).

Abb. 5 Ausschnitt aus dem Periodensystem der Elemente

units	12		16		12	16
	C	+	O ₂	→	C	O ₂
	1 × 12 u	+	2 × 16 u			
	12 u	+	32 u	=	44 u	

units kann man durch jede Masseneinheit wie Kilogramm, Tonnen oder Gramm ersetzen.

Das heißt: Aus der Verbrennung von 12 Gramm C erhält man 44 Gramm CO₂ oder aus 12 kg C erhält man 44 kg CO₂.

4. Schlussfolgerung: **Die Masse der Verbrennungsprodukte ist größer als jene des Brennstoffes.** Die Erklärung dafür ist, dass bei der Reaktion Sauerstoff aufgenommen wurde.

Beispiel aus der Biologie:

- Joseph Priestley (1733 – 1804) machte eine Beobachtung, die – nach heutigem Wissen beurteilt – als Selbstverständlichkeit empfunden wird. Er entdeckte, dass zwar Tiere in einem abgeschlossenen Glas nicht lange überleben konnten, sehr wohl aber Pflanzen. Wenn man jedoch Pflanze und Tier in so ein Glas verbrachte, dann konnten beide überleben.
- Die Überlegung war daher: Die Pflanze musste einen Stoff produzieren, der für das Tier überlebenswichtig war. Wie kann man diesen identifizieren?
- Versuchsphase: Man gibt eine Wasserpflanze in ein Gefäß, das mit Wasser gefüllt ist, und stülpt darüber einen Trichter, an dessen Oberseite eine ebenfalls mit Wasser gefüllte Proberöhre befestigt wird. Man beobachtet bereits nach kurzer Zeit, dass bei normaler Zimmerbeleuchtung Gasblasen aufsteigen und das Wasser aus der Proberöhre verdrängt wird. Dabei drängen sich natürlich zwei Fragen auf:

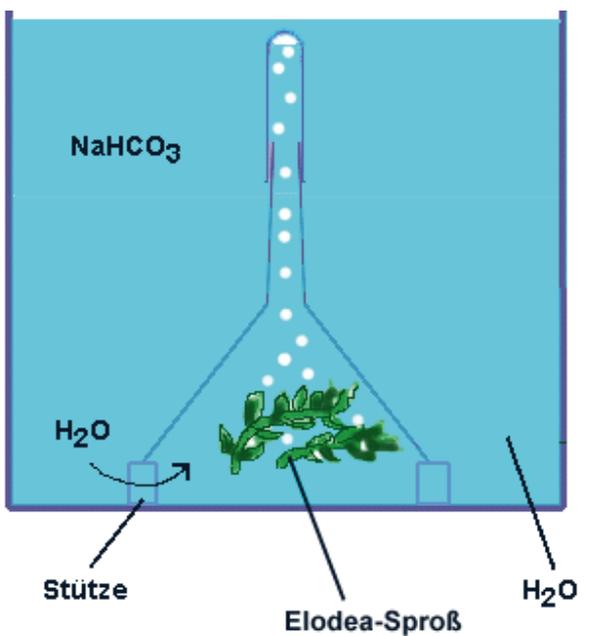


Abb. 6 O₂-Nachweis mit Spanprobe

Frage 1: Um welches Gas handelt es sich dabei?

Frage 2: Was muss man tun, um innerhalb einer bestimmten Zeit mehr oder weniger Gas zu produzieren?

Zu Frage 1: Ist dieses Gas ...

- brennbar?
- erstickend?
- brandfördernd?

Dazu nimmt man die gasgefüllte Proberöhre vorsichtig aus dem Wasser (mit dem Finger verschließen), dreht sie sofort um und gibt sie in einen vorbereiteten Proberöhrenständer. Danach entzündet man einen Holzspan, lässt ihn kurz anbrennen, um ihn danach auszublasen, sodass er nur mehr glimmt. Hält man den glimmenden Holzspan danach in die Proberöhre, so beginnt dieser heftig zu brennen. Das heißt, dass das durch die Pflanze produzierte Gas die Eigenschaft **brandfördernd** hat.

Ziemlich sicher handelt es sich dabei um **Sauerstoff**.

Zu Frage 2: Wenn man die gesamte Versuchsanordnung mit einer lichtundurchlässigen Folie abdeckt, kann man beobachten, dass kein Sauerstoff produziert wird. Erhöht man hingegen die Lichtintensität, entsteht sehr viel Sauerstoff. Es gibt also eine enge Beziehung zwischen Lichtintensität und Sauerstoffproduktion.

Je mehr Licht, desto mehr Sauerstoffproduktion!

Man könnte anschließend auch hinterfragen, ob blaues, grünes oder rotes Licht für die Sauerstoffproduktion besser geeignet ist.

4. Aufstellen einer Gesetzmäßigkeit: Aufgrund der vorangegangenen Versuche weiß man, dass Pflanzen unter Lichteinwirkung Sauerstoff produzieren, der von Tieren (und auch von Menschen) zum Atmen benötigt wird. Diesen Stoffwechselvorgang der Pflanzen nennen wir **Fotosynthese**.

Wozu benötigt man überhaupt Maßeinheiten?

Stellen Sie sich vor, Sie bauen ein Haus und hätten keine Maßeinheiten zur Verfügung. Sie wollen für den Neubau Fenster bestellen und müssen dem Fensterhersteller sagen, dass die Fenster etwa 2 Armlängen breit und 3 Armlängen hoch sein sollen. Abgesehen davon, dass diese Fenster wahrscheinlich nur ungefähr rechteckig wären und nur durch Zufall in die Maueröffnungen hineinpassen würden, sähe jedes Fenster irgendwie anders aus. Der Künstler Friedensreich Hundertwasser (1928 – 2000) hat zwar solche Häuser in Wien und in Blumau bauen lassen, aber diese sind als Kunstwerk gedacht und nicht als Normalfall für die Bauwirtschaft geplant.

Warum sollten die Maßeinheiten weltweit möglichst gleich sein?

Stellen Sie sich vor, Sie kaufen einen Metzen Roggen und Sie bekommen dafür in Wien eine ganz andere Menge als in Innsbruck, müssen aber den gleichen Preis dafür bezahlen, denn ein Metzen ist eine ortsgebundene Maßeinheit, die an verschiedenen Orten unterschiedlich sein kann.

Als die Menschen nur innerhalb der nächsten Umgebung Handel betrieben, war dies natürlich kein Problem. Heute wird weltweit mit Waren gehandelt. Daher sollten auch die Maßeinheiten überall gleich sein.

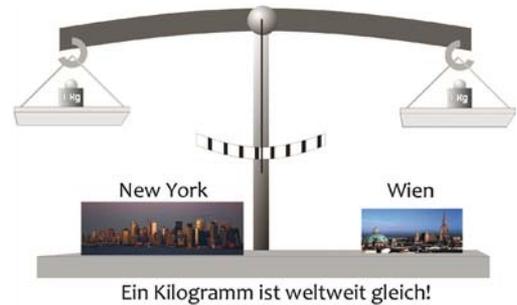
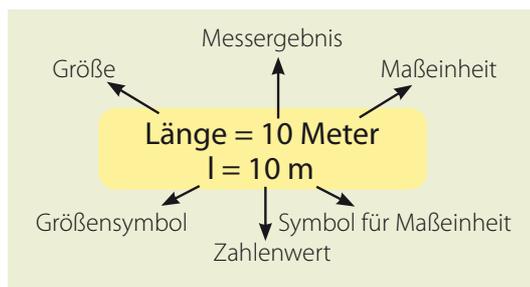


Abb. 7 „internationale Balkenwaage“

Wozu sind in den Naturwissenschaften Messungen notwendig?

Die Aussage „Die Brücke ist ungefähr 10 Meter lang und ca. 3 Tonnen schwer“ wird kaum brauchbare Informationen für eine genaue Berechnung ihrer Tragfähigkeit liefern. Beim Darüberfahren hätte man daher keine Sicherheit.

Eine exakte Messangabe lautet:



Seit 1960 weltweit anerkannt ist das System international d'unités – kurz SI.

Die USA, Großbritannien und Japan benutzen zum Teil noch das Imperial-System. Das SI enthält die Basis-Maßeinheiten für die sieben Größen der Physik.

Größe	Größensymbol	Maßeinheit	Einheit-Symbol
Länge	l	Meter	m
Masse	m	Kilogramm	kg
Zeit	t	Sekunde	s
Temperatur	T	Kelvin	K
Stromstärke	I	Ampere	A
Stoffmenge	n	Mol	mol
Lichtstärke	Iv	Candela	cd

Neben diesen Grundeinheiten gibt es auch andere Maßeinheiten, die von diesen abgeleitet sind.

Bestimmt ist Ihnen schon die Maßeinheit Joule untergekommen. Dies ist die Maßeinheit für die Energie. Früher verwendete man dafür die Kalorie (1 Kalorie = 4,2 Joule).

Auch das Volt ist eine abgeleitete Maßeinheit und wird in der Elektrizitätslehre zur Messung der Spannung verwendet.

ARBEITSAUFTRAG



Überlegen Sie, welche Maßeinheiten Sie noch kennen und ordnen Sie diesen die passende Größe zu. (Verwenden Sie hierfür auch die Kennzeichnung auf Elektrogeräten oder den Typenschein eines Kraftfahrzeugs.)

Maßeinheit	Größe
Volt	Elektrische Spannung

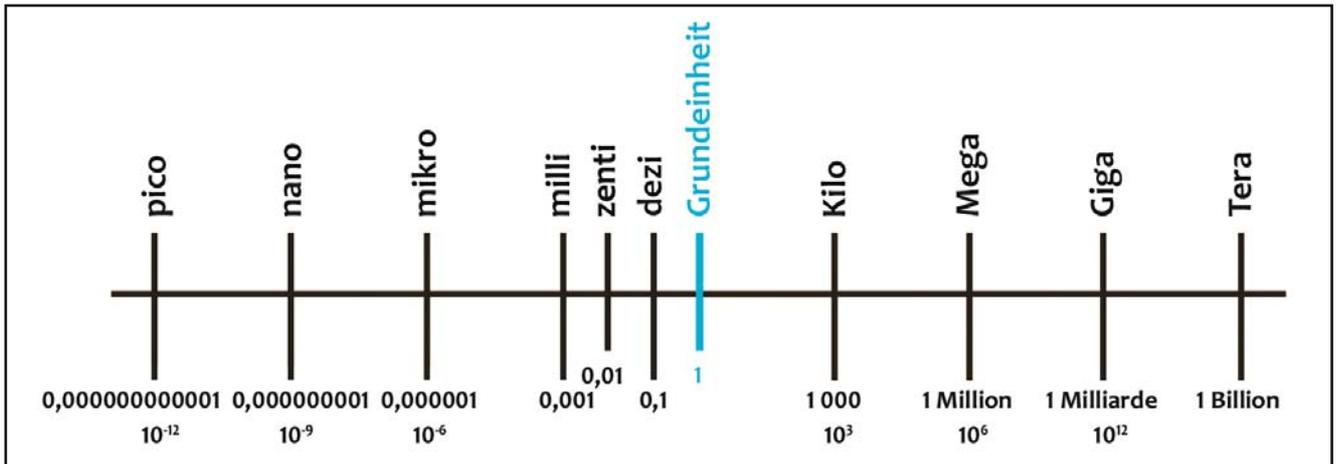


Wozu benötigt man Untereinheiten wie Zentimeter oder Kilometer?

Überlegen Sie, wie groß die Distanz zwischen Wiener Neustadt und Salzburg in Meter ist, wenn sie in der Straßenkarte mit 324 km angegeben ist.

Sie haben sicher festgestellt, dass man sich den Zahlenwert bei der Grundeinheit weniger gut merken kann als in der Untereinheit Kilometer. Zahlenwerte im Dezimalbereich wie 0,000467 sind noch dazu schwer vorstellbar. Deshalb gibt es Untereinheiten.

Zahlenstrahl – Untereinheiten



Beispiele: 1 km hat 1 000 m, 1 Gm (Gigameter) sind 1 Milliarde m, 1 m hat 1 000 mm.

ARBEITSAUFTRAG



Rechnen Sie folgende Untereinheiten um:

500 g	dg
20 dg	kg
50 cm	m
1 500 mm	m
1,5 km	m
125 dm	km
30 min	s
1 Tag	s

ARBEITSAUFTRAG



Überprüfen Sie die Lernziele am Kapitelanfang und kreuzen Sie die entsprechenden Kästchen an.

2 GRUNDLAGEN DER PHYSIK

2.1 MATERIE UND STOFFEIGENSCHAFTEN

2.2-ch

2.3-ph

LERNZIELE

- 1 2 3 4 Ich weiß, woraus Materie (= Stoff) besteht. **A.1**
 1 2 3 4 Ich erkenne einige Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften. **A.1**
 1 2 3 4 Ich verstehe die unterschiedlichen Aggregatzustände und kann die Übergänge erklären. **A.2**
 1 2 3 4 Ich kann die Dichte von unregelmäßigen Körpern bestimmen. **A.2 B.1**

1 = zur Gänze erreicht

2 = weitgehend erreicht

3 = ansatzweise erreicht

4 = nicht erreicht

Wie sind Stoffe (= Materie) aufgebaut?

Jeder Stoff ist aus Atomen oder Molekülen aufgebaut. Einzelne Elemente (siehe Periodensystem der Elemente), wie z. B. Kohlenstoff, sind aus Atomen aufgebaut, während Verbindungen, wie H_2O (Wasser), aus Molekülen zusammengesetzt sind.

Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften werden zu Stoffgruppen zusammengefasst. (Zum Beispiel bilden Metalle, die nicht mit dem Luftsauerstoff reagieren, die Gruppe der Edelmetalle.)

Jeder Stoff besitzt typische Eigenschaften, anhand derer er erkannt und von anderen Stoffen unterschieden werden kann.

ARBEITSAUFTRAG



Suchen und finden Sie die neun versteckten Stoffgruppen.

U	H	C	R	E	K	C	V	K	W	N	I	S	S	E
U	G	V	P	N	C	O	B	T	Z	M	X	L	F	K
N	E	T	I	E	K	G	I	S	S	Ü	L	F	J	O
G	E	D	Z	S	B	W	Y	Q	D	L	O	C	L	H
N	A	H	R	U	N	G	S	M	I	T	T	E	L	L
W	X	U	I	O	E	P	P	B	S	Y	F	F	G	E
N	F	I	C	L	M	Q	U	E	X	F	S	F	A	N
X	B	Y	A	Z	E	E	R	X	O	O	H	O	S	H
P	W	L	P	W	S	A	T	T	I	B	J	T	E	Y
V	H	N	I	D	B	Y	S	A	D	C	F	S	W	D
F	P	T	G	N	F	T	F	H	L	V	F	T	Q	R
E	V	G	N	H	S	T	Q	N	V	L	U	S	F	A
A	S	E	E	E	D	F	M	Y	Q	L	E	N	X	T
M	R	Z	F	W	L	V	H	J	D	N	D	U	A	E
B	A	U	S	T	O	F	F	E	M	O	A	K	T	V

B _____

B _____ S _____

F _____

F _____

G _____

K _____

K _____

M _____

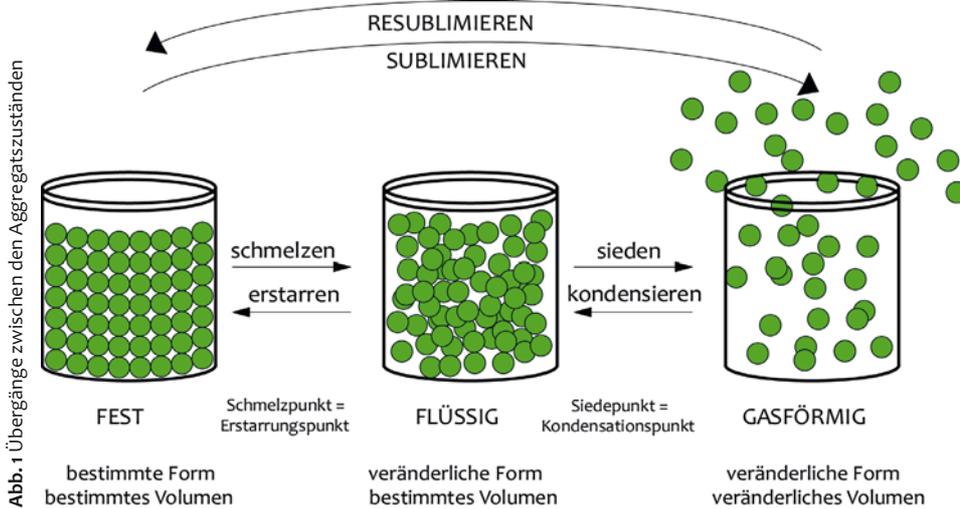
N _____

2.1.1 AGGREGATZUSTÄNDE

In Abhängigkeit von der Temperatur ändert sich die Bewegungsenergie der Teilchen und damit auch die Form und das Volumen eines Stoffes. Wir unterscheiden drei Aggregatzustände:

Aggregatzustand	Form	Volumen
fest	bestimmt	bestimmt
flüssig	veränderlich	bestimmt
gasförmig	veränderlich	veränderlich

Übergänge zwischen den Aggregatzuständen



Im festen Aggregatzustand sind die Teilchen noch an fixe Plätze gebunden, während sie sich bei zunehmender Temperatur im flüssigen Aggregatzustand voneinander lösen und das ganze zur Verfügung stehende Volumen ausfüllen können. Bei sehr hohen Temperaturen (Sonne, Gewitterblitze) können sich die Außenelektronen von einem Atom ablösen. Das Gemisch aus Atomresten und Elektronen wird als Plasma bezeichnet und kann als vierter Aggregatzustand betrachtet werden.

Siede- bzw. Schmelzpunkt: Die Änderung des Aggregatzustandes erfolgt bei genau messbaren Temperaturwerten. Diese sind ein wichtiges Erkennungsmerkmal für Stoffe. Beim Schmelzen bzw. Sieden wird die zugeführte Energie zur Verringerung der Bindungskräfte zwischen den Molekülen verwendet. Man nennt diese entsprechend Schmelzwärme und Siedewärme. Diese Energie wird beim Erstarren bzw. Kondensieren wieder frei.

2.1.2 DICHT E

Die Dichte ist definiert als

$$\rho = \frac{m}{V}$$

m ... Masse des Körpers
V ... Volumen des Körpers

Man berechnet sie, indem man die Masse eines Körpers durch sein Volumen dividiert. Gemessen wird die Dichte in kg/m^3 . So beträgt z.B. die Dichte von Wasser $1\,000\ \text{kg}/\text{m}^3$ (1 kg Wasser füllt ein Volumen von $1\ \text{dm}^3$ aus) und die Dichte von Gold $19\,302\ \text{kg}/\text{m}^3$ (20 kg Gold haben ein Volumen von $1\ \text{dm}^3$).

Wie kann man die Dichte eines Körpers praktisch ermitteln?

- Die Masse ist einfach mittels Waage zu messen.
- Das Volumen eines regelmäßigen Körpers, z. B. Würfel oder Kugel, kann man mittels mathematischer Formeln berechnen.
- Das Volumen unregelmäßiger Körper kann im praktischen Versuch (siehe Experiment auf S. 17) ermittelt werden.

Man nimmt dafür einen Messzylinder mit Volumenangabe, füllt ihn bis zu einer bestimmten Marke mit Wasser und merkt sich den abgelesenen Wert. Danach gibt man den Körper, dessen Volumen man bestimmen möchte, in das Wasser und liest den neuen Wert ab. Die Differenz der beiden Volumina entspricht genau dem Volumen des Körpers. Es ist dabei zu beachten, dass der Körper zur Gänze in der Flüssigkeit untertaucht. Gegebenenfalls müsste man den Körper fixieren.

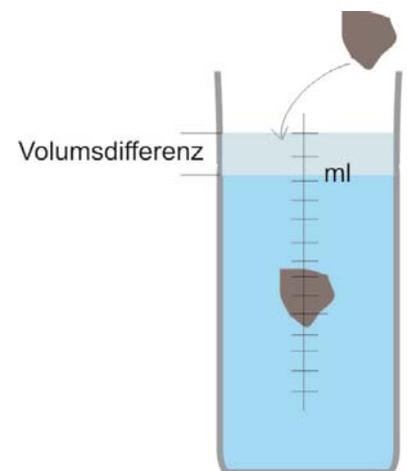


Abb. 2
Volumsbestimmung bei unregelmäßigen Körpern

Eine weitere Methode, das Volumen eines unregelmäßigen Körpers (z. B. eines Steins) zu bestimmen, greift auf das Archimedische Prinzip zurück (siehe Kapitel 2.2 *Mechanische, magnetische und elektrische Kräfte* – Auftriebskraft).

Dazu benötigt man eine tarierbare Waage, ein Stativ, ein Kaffeesieb, ein Becherglas und Schnüre zum Befestigen des Siebes.

Durchführung: Bevor der Stein in das Sieb gegeben wird, muss die Waage tariert (auf Null gestellt) werden. Danach legt man den Stein vorsichtig in das Sieb – wobei darauf geachtet werden muss, dass das Sieb nicht am Becherglas streift. Dies würde nämlich zu einem verfälschten Messergebnis führen.

Der nunmehr an der Waage abgelesene Messwert entspricht dem Gewicht der durch den Stein verdrängten Wassermenge.

Beispiel: Die Waage zeigt 10 g an, wenn der Stein im Sieb liegt. Das bedeutet, dass bei einer bekannten Dichte von Wasser ($= 1 \text{ g/cm}^3$) ein Volumen von 10 cm^3 verdrängt wurde. Der Stein hat also ein Volumen von 10 cm^3 .

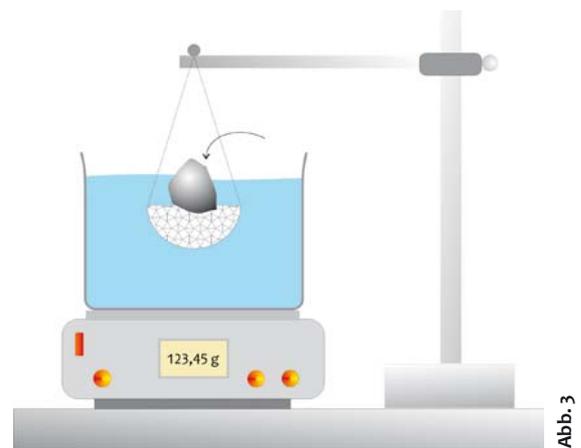


Abb. 3

EXPERIMENT



Nehmen Sie einige ältere Hühnereier und legen Sie diese in ein Wasserglas. Fügen Sie dem Wasser dann unter leichtem Umrühren so lange Kochsalz zu, bis die Eier aufsteigen und zu schweben bzw. zu schwimmen beginnen.

Wie viele gestrichene Kaffeelöffel Kochsalz haben Sie zu $\frac{1}{4}$ l Wasser bis zum Schweben/Schwimmen der Eier zufügen müssen?

Ermitteln Sie die Dichte eines Kieselsteins (oder eines ähnlichen Gegenstandes).

Wägen Sie zuerst den Kieselstein mit einer Küchenwaage ab. Füllen Sie anschließend einen Messbecher mit Wasser bis zu einer Markierung. Geben Sie nun den Stein in das Wasser und lesen Sie den Markierungswert ab. Führen Sie danach die entsprechende Berechnung Masse/Volumen durch.

Der Kieselstein hat _____ g.

Der Wasserstand ist im Becherglas um _____ ml gestiegen.

Führen Sie die Berechnung g/ml aus.

Die Dichte des Kieselsteins beträgt deshalb: _____ g/cm^3 (= ml)

2.1.3 HÄRTE

Darunter versteht man den Widerstand eines Stoffes gegen mechanische Beanspruchung. Eine gebräuchliche Angabe erfolgt nach der Mohs'schen Härteskala. Das Material mit der größten Härte (10) ist Diamant, das mit der geringsten Härte (1) ist Talk.

ARBEITSAUFTRAG



Suchen Sie mit Hilfe des Internets die Härte nach der Mohs'schen Härteskala von:

Gips	Härte nach Mohs =
Fingernagel	Härte nach Mohs =
Zähne	Härte nach Mohs =
Taschenmesser	Härte nach Mohs =
Bergkristall	Härte nach Mohs =

2.1.4 LEITFÄHIGKEIT

Diese Stoffeigenschaft gibt an, wie gut Strom und Wärme geleitet werden.

ARBEITSAUFTRAG



Überprüfen Sie die Lernziele am Kapitelanfang und kreuzen Sie die entsprechenden Kästchen an.

- 1
2
3
4
Ich kenne die häufigsten Kraftarten und deren Wirkungsweise. A.1
- 1
2
3
4
Ich verstehe Kräfte als Ursache für Änderungen des Bewegungszustandes oder der Form eines Körpers. A.2
- 1
2
3
4
Ich kenne Vektoren zur Darstellung von Kräften. A.1 B.1
- 1
2
3
4
Ich verstehe den Zusammenhang zwischen Wassertiefe und hydrostatischem Druck. A.2
- 1
2
3
4
Ich bin in der Lage, die Auftriebskraft eines Körpers zu berechnen. A.2 B.2
- 1
2
3
4
Ich kenne die Gesetzmäßigkeiten von elektrischen und magnetischen Kräften. A.2
- 1
2
3
4
Ich kann elektromagnetische Kräfte erklären. A.2

1 = zur Gänze erreicht

2 = weitgehend erreicht

3 = ansatzweise erreicht

4 = nicht erreicht

2.2.1 WIRKUNG VON KRÄFTEN

Was muss man tun, um einen Körper, wie den unten dargestellten, von seinem Platz weg zu bewegen oder ihn zu deformieren?

Man muss eine Kraft (F) auf ihn einwirken lassen.

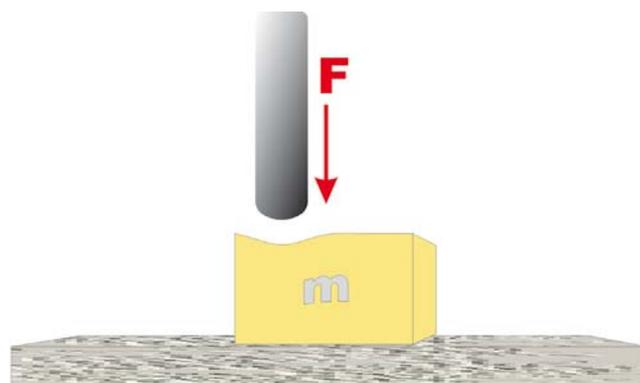
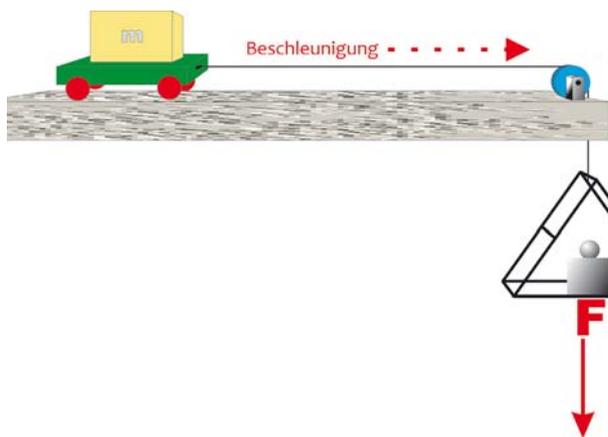


Abb. 4 Kraft als Ursache für die Veränderung des Bewegungszustandes

Abb. 5 Kraft als Ursache für eine Formveränderung

Wenn man in der linken Abbildung den kleinen Wagen loslässt, dann wird er durch die (Gewichts-)Kraft F in Richtung rechts beschleunigt.

Man kann die Beschleunigung vergrößern, indem man ein Gewichtsstück größerer Masse auflegt, also F vergrößert. Man könnte auch die Masse des Wagens verkleinern, um dasselbe Ziel zu erreichen.

Wirkt eine Kraft F auf einen Körper ein, so kann dieser verformt werden.

Neben diesen mechanischen Kräften gibt es auch noch elektrische oder magnetische Kräfte.

2.2.2 DARSTELLUNG VON KRÄFTEN

Kräfte werden durch Pfeile dargestellt, die man Vektoren nennt.

Vektoren geben an:

- Richtung der Kraft
- Ausmaß der Kraft: Je länger der Pfeil ist, desto größer ist die Kraft.

Vektoren kann man addieren oder auch subtrahieren.

Abbildung 6 zeigt, wie man zwei Kräfte mit Hilfe von Vektoren addieren kann, die in die gleiche Richtung weisen.

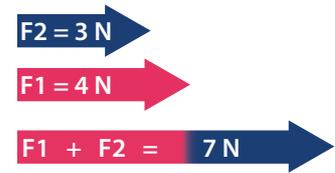


Abb. 6 Addition zweier Kräfte

Auch Kräfte, die nicht in die gleiche Richtung weisen, kann man mit Hilfe von Vektoren addieren. Das zeigt Abbildung 7 anhand zweier Hunde, die einen dritten zu einem Knochen ziehen, obwohl beide in unterschiedliche Richtungen laufen. Um die Richtung und das Ausmaß der resultierenden (effektiv wirkenden) Kraft herauszufinden, wird ein Kräfteparallelogramm erstellt. Die Diagonale in diesem Parallelogramm entspricht in Richtung und Ausmaß der resultierenden Kraft.

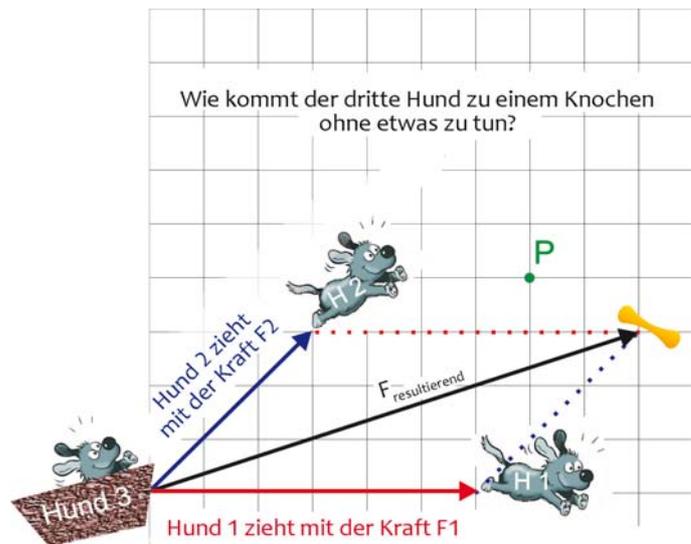


Abb. 7 Addition zweier unterschiedlich gerichteter Kräfte

ARBEITSAUFTRAG



Zeichnen Sie in Abbildung 7 die Richtung und den Betrag von F_2 ein, wenn bei gleichbleibender F_1 vom ursprünglichen Ausgangspunkt der Punkt P erreicht werden soll.

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, die Kräfte zu unterteilen. In der nachfolgenden Grafik sehen Sie eine einfache Einteilung der Kraftarten.



2.2.3 MECHANISCHE KRÄFTE

Wie schon aus den auf Seite 18 dargestellten Beispielen hervorgeht, können mechanische Kräfte die Ursache für Beschleunigungen oder für Verformungen von Körpern sein. Um einen Körper vom Zustand der Ruhe in einen Bewegungszustand zu versetzen, benötigt man eine Kraft. Ebenso benötigt man eine Kraft, um einen in Bewegung befindlichen Körper abzubremesen. Ein Körper wehrt sich gegenüber einer Änderung seines Bewegungszustandes. Diesen Umstand nennt man Trägheit.

Das 1. Newton'sche Gesetz, das **Trägheitsgesetz**, nimmt genau auf diesen Umstand Bezug.

Ein Körper befindet sich so lange in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung bis eine Kraft auf ihn einwirkt, die diesen Bewegungszustand ändert.

Die Tatsache, dass ein Körper, der eine bestimmte Masse aufweist, durch eine Kraft umso mehr beschleunigt wird, je größer die einwirkende Kraft ist, kann als allgemein bekannt angesehen werden.

Das Ausmaß der Beschleunigung wird aber nicht größer, wenn man die Masse des Körpers vergrößert. Dazu müsste man schon die Kraft weiter erhöhen.

Aus diesen Beobachtungen entstand das 2. Newton'sche Gesetz, das **Dynamische Grundgesetz**.

$$F = m \cdot a$$

ARBEITSAUFTRAG

Berechnen Sie mit Hilfe des 2. Newton'schen Gesetzes, wie groß die Masse eines Körpers ist, wenn eine Kraft von 200 N diesem eine Beschleunigung von 3 m/s^2 verleiht.

Berechnen Sie mit Hilfe des 2. Newton'schen Gesetzes, wie groß die Beschleunigung in m/s^2 ist, wenn auf einen Körper mit einer Masse von 1,5 Tonnen eine Kraft von 30 000 N einwirkt.

Mit einer geringfügigen Abänderung des Dynamischen Grundgesetzes kann man auch die **Gewichtskraft**, also jene Kraft, mit der ein Körper mit einer bestimmten Masse von der Erde angezogen wird, berechnen. Hierfür wird die Beschleunigung a durch die Erdbeschleunigung g ersetzt.

Diese beträgt $9,81 \text{ m/s}^2$. Üblicherweise wird sie aber auf 10 m/s^2 gerundet.

Mechanische Kräfte können auch Verformungen von Gegenständen bewirken. Wenn man ein Gummiband durch Krafteinwirkung ausdehnt, wird sofort wieder die ursprüngliche Länge eingenommen, wenn die Krafteinwirkung aufhört. Man spricht von einer **elastischen Verformung**.

Formt man hingegen aus Knetmasse unter Krafteinwirkung eine Kugel, so bleibt die nunmehr gewonnene neue Form auch nach Aufhören der Krafteinwirkung erhalten. Man spricht von einer **plastischen Verformung**.

ARBEITSAUFTRAG

Nennen Sie Beispiele aus Industrie oder Wirtschaft, wo mit Hilfe von Krafteinwirkung Körper plastisch verformt werden.

Ein Autofahrer übersieht beim Einparken einen Laternenmast und fährt ihn an. Überlegen Sie, warum dabei Stoßfänger aus Kunststoff sowohl beim Laternenmast als auch beim Fahrzeug weniger Schäden verursachen als feste Stahlrohrkonstruktionen, die früher verwendet wurden.

Zu den mechanischen Kräften zählt auch die Druckkraft.

Welches der beiden abgebildeten Schuhmodelle übt auf den Boden mehr Druck aus? Warum ist es ausge-rechnet der Damenschuh, obwohl dieser doch gar nicht so groß ist wie der Herrensuh?

Das Rätsel ist schnell gelöst, denn es geht ja nicht nur um das Gewicht der Person, die diesen Schuh trägt, sondern auch darum, über welche Fläche diese Kraft übertragen wird. Es geht also um den Druck.



Abb. 8 Kraftübertragung durch unterschiedliche Schuhtypen

Wie wird der Druck berechnet?

$$\text{Druck} = \frac{\text{Druckkraft}}{\text{Flächeneinheit}} = \frac{F}{A} = p$$

F ... wirkende Kraft

A ... Fläche, auf die die Kraft wirkt

Die Maßeinheit für den Druck errechnet sich aus N/m^2 und lautet Pascal (Pa). Da dies eine so kleine Einheit ist, wird in der Praxis die Einheit bar verwendet. 1 bar sind 100 000 Pa.

Neben dem mechanischen Druck gibt es auch noch:

- Umgebungsdruck (z. B. Luftdruck): Dieser ist auf die Gewichtskraft der Atmosphäre zurückzuführen.
- Hydrostatischer Druck (= Gewichtsdruck von Flüssigkeiten)
- Staudruck (z. B. bei Flusskraftwerken)

FORSCHUNGSAUFRAG

Finden Sie mit Hilfe des Internets heraus, warum Flugpassagiere in großen Flughöhen beim Zerschlagen eines Fensters der Gefahr eines Druckabfalles ausgesetzt sind und wie dem im Notfall begegnet werden kann.

Überlegen Sie, warum beim Besteigen eines Achttausender-Gipfels (z. B. Mount Everest) ab einer bestimmten Höhe das Atmen schwer fällt und welche Möglichkeit man hat, die Situation erträglicher zu machen.

Der Luftdruck beeinflusst auch den Siedepunkt von Stoffen.

Druckerhöhung bewirkt Siedepunkterhöhung.

Druckverringerung bewirkt Siedepunktherabsetzung.

Diese Regel gilt natürlich für alle Arten von Druck.

Sie haben sicher schon erlebt, dass beim Abtauchen im Wasser mit zunehmender Tiefe die Ohren zu schmerzen beginnen. Aus der Biologie kennen Sie auch die Ursache der Schmerzen, dass das Trommelfell des Ohres bei Druckunterschieden zwischen Außen- und Mittelohr angespannt wird.

Warum aber wird der Druck mit zunehmender Wassertiefe größer?

Der Grund dafür liegt im **hydrostatischen Druck** begründet.

Mit zunehmender Tiefe lastet eine immer höhere Wassersäule auf dem Körper der Taucherin/des Tauchers, die eine immer größer werdende Gewichtskraft (= Druckkraft) ausübt. Dividiert durch die Einwirkungsfläche ergibt das den hydrostatischen Druck.

Wovon hängt die Druckkraft ab?

Diese wird nur beeinflusst von:

- Art der Flüssigkeit: Wasser hat eine höhere Dichte als Öl. Wasser ist daher „schwerer“.
- Höhe des Flüssigkeitsspiegels (z. B. Wassertiefe)

Die Druckkraft und damit auch der **hydrostatische** Druck sind daher unabhängig davon, ob man in einem großen oder in einem kleinen Pool taucht.

Die Berechnung des hydrostatischen Drucks erfolgt nach folgender Formel:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Dichte der Flüssigkeit

Erdbeschleunigung

Höhe der Flüssigkeitssäule

Erklärung zur Formel:

Unter h versteht man z. B. die Wassertiefe von der Oberfläche bis zur/zum Taucher/in.

g ist die Erdbeschleunigung. Sie wird mit 10 m/s^2 gerechnet. Der genaue Wert wäre $9,81 \text{ m/s}^2$.

ρ ist die Dichte in kg/m^3 oder g/cm^3 .

ARBEITSAUFTRAG

Berechnen Sie den hydrostatischen Druck in 50 m Wassertiefe. Die Dichte des Wassers beträgt $1\,000 \text{ kg/m}^3$.

Wie groß wäre der hydrostatische Druck in dieser Tiefe, wenn es sich bei der Flüssigkeit um Speiseöl handelte? Die Dichte von Speiseöl liegt bei $0,8 \text{ kg/Liter}$. Beachten Sie bitte die Maßeinheiten.

Überlegen Sie, warum es *nicht* möglich ist, beim Tauchen über einen 2 m langen Schnorchel zu atmen.

Überlegen Sie, ob eine Staumauer oben und unten gleich dick sein könnte oder nicht. Begründen Sie Ihre Überlegung.

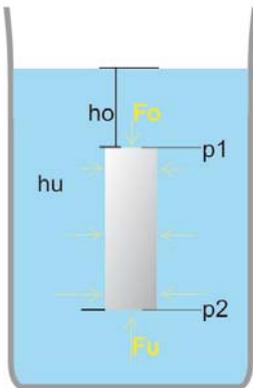
Eine weitere Kraft, die in der Praxis eine große Rolle spielt, ist die **Auftriebskraft**.

Warum schwimmt ein viele Tonnen wiegendes Schiff auf dem Wasser?

Seit Archimedes ist bekannt, dass Körper, deren Dichte kleiner als jene des Wassers ist, schwimmfähig sind. Um Schwimmen zu ermöglichen, muss es eine Kraft geben, die der Gewichtskraft des Körpers entgegenwirkt.

Erklärungen zur Abbildung 9: Ein Körper (im Bild grau) ist vollständig von Wasser bedeckt.

Abb. 9 Berechnung der Auftriebskraft



- Der hydrostatische Druck im unteren Bereich des Körpers (p_2) ist höher als jener im oberen Bereich (p_1).
- Da sich der Druck aus Druckkraft (F) durch Flächeneinheit errechnet, die Grundfläche des Körpers aber oben und unten gleich ist, muss die Kraft F_u größer sein als F_o .
- Die Differenz $F_u - F_o$ entspricht der Auftriebskraft.
- Möchte man diese noch genauer berechnen, muss man statt F_u den Ausdruck $\rho \cdot g \cdot h_u$ verwenden und davon sinngemäß F_o , also $\rho \cdot g \cdot h_o$, abziehen.
- Aus der Differenz von $h_u - h_o$ ergibt sich die Höhe des Körpers.
- Wird die Höhe des Körpers mit der Grundfläche A multipliziert, ergibt dies dessen Volumen.
- Jetzt weiß man, wie viel Wasser dieser Körper beim Untertauchen verdrängt.
- Das Gewicht der verdrängten Wassermenge entspricht genau der Auftriebskraft.

Molekularkräfte

Abb. 10 Wassertropfen auf einem Blatt



Innerhalb eines Stoffes wirken **Molekularkräfte**. Sie sind verantwortlich für Adhäsion, Kohäsion, Oberflächenspannung und Kapillarität.

Kräfte innerhalb gleichartiger Moleküle bezeichnet man als **Kohäsion**. Wenn Kräfte zwischen verschiedenartigen Molekülen wirken, spricht man von **Adhäsion**.

Die Adhäsion bewirkt, dass die Wassertropfen am Blatt hängen bleiben.

Die Kohäsion bewirkt die Tropfenbildung.

An den Grenzflächen verschiedener Körper ergeben sich je nach Material resultierende Kräfte, die in den Körper hinein oder aus dem Körper hinaus gerichtet sind.

Flüssigkeiten verhalten sich benetzend oder nicht benetzend.

Abb. 11 Benetzende/nicht benetzende Flüssigkeiten

Benetzende Flüssigkeiten	Nicht benetzende Flüssigkeiten
<p>KONKAV</p> <p>H_2O</p> <p>Die Kohäsion der Wassermoleküle ist geringer als die Adhäsion zwischen Wasser und Glas</p>	<p>KONVEX</p> <p>Hg</p> <p>Die Kohäsion von Quecksilber ist größer als die Adhäsion zwischen Quecksilber und Glas</p>

Die Kohäsionskräfte einer Flüssigkeit führen an der Oberfläche zur **Oberflächenspannung**. Die Oberflächenspannung ist eine Kraft, die die Flüssigkeitsoberfläche verkleinert. Diese Erscheinung hat mehrere praktische Auswirkungen.

INTERESSANTES



Insekten (Wasserläufer) können sich über der Wasseroberfläche halten.

Teilchen können auf der Wasseroberfläche schwimmen.

Schmutzteilchen können beim Waschen ohne Seife schlecht weggespült werden.

Abb. 12
Wasserläufer

Abb. 13
Schwimmende Büroklammern



EXPERIMENT



- Aufgabe:** Überprüfen der Oberflächenspannung
- Material:** 5-Cent-Münze, Kohlenstaub, Wasser, Spülmittel, Becherglas
- Durchführung:**
- Füllen Sie das Becherglas mit Wasser. Legen Sie eine 5-Cent-Münze möglichst vorsichtig auf die Wasseroberfläche.
 - Streuen Sie Kohlenstaub auf die Wasseroberfläche und geben Sie anschließend einen Tropfen Spülmittel dazu.
- Ergebnis:** Protokollieren Sie Ihre Beobachtungen und finden Sie eine Erklärung dazu.

Die Kohäsionskraft ergibt sich aus zwischenmolekularen Kräften und Bindungskräften innerhalb chemischer Verbindungen.

Die Adhäsionskräfte entstehen durch molekulare Wechselwirkung an der Grenzflächenschicht.

Die Bedeutung der Adhäsion und Kohäsion für die Wirkung von **Klebstoffen**:

Klebstoffe haben die Aufgabe, dass Stoffe aneinander haften bleiben.

Ein Beispiel: Wasser als Klebstoff

- Zwei Glasplatten haften nur wenig aneinander, da die Oberfläche zu „rau“ ist (= zu wenig Berührungspunkte besitzt).
- Gibt man Wasser zwischen die Glasplatte, füllt ein dünner Wasserfilm die Unebenheiten der Glasoberflächen aus und die Glasplatten kleben aneinander.
- Die Adhäsionskräfte werden durch das Ausfüllen der Unebenheiten der Glasplatten wirksam.
- Die Kohäsionskräfte des Wassers halten die Glasplatten zusammen. So wirkt Wasser als Klebstoff.



Abb. 14
Klebstoffwirkung

„Richtige“ Klebstoffe sind meist Kunstharze, die bei Verdunstung des Lösungsmittels zu wachsen beginnen und sich dabei miteinander verzahnen. Dadurch wird die Verbindung fest. So funktionieren auch Zement und Kalk als Bindemittel von Bausteinen.

FORSCHUNGSAUFRAG



Suchen Sie im Internet nach Klebstoffarten (z. B. Universalkleber, Schmelzkleber, Dispersionskleber, Haftkleber, Sekundenkleber, Tapetenkleister). Wählen Sie drei Beispiele davon aus, beschreiben Sie diese näher und präsentieren Sie Ihr Ergebnis.

ARBEITSAUFTRAG



Überprüfen Sie die Lernziele am Kapitelanfang und kreuzen Sie die entsprechenden Kästchen an.

2.2.4 ELEKTRISCHE KRÄFTE

Welche elektrischen Kräfte gibt es?

Elektrische Anziehungskräfte

Positiv geladene Teilchen ziehen negativ geladene Teilchen an.

Elektrische Abstoßungskräfte

Negativ geladene Teilchen stoßen einander ab.

Positiv geladene Teilchen stoßen einander ab.

Es gilt der Leitsatz:

Ungleichnamige Ladungen ziehen einander an.

Gleichnamige Ladungen stoßen einander ab.

Daneben gibt es auch **magnetische** Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte. Davon erfahren Sie aber etwas später.

Wie entsteht nun ein geladenes Teilchen?

Dazu benötigt man nicht unbedingt ein großes Kraftwerk, sondern es genügt, wenn man ein Kunststofflineal an einem Stück Leder oder am Kopfhair reibt. Sie haben auch sicher schon bemerkt, dass sich Ihr Haar auflädt, wenn Sie es föhnen. Durch den Luftstrom kommt es ebenfalls zu einer Reibung.

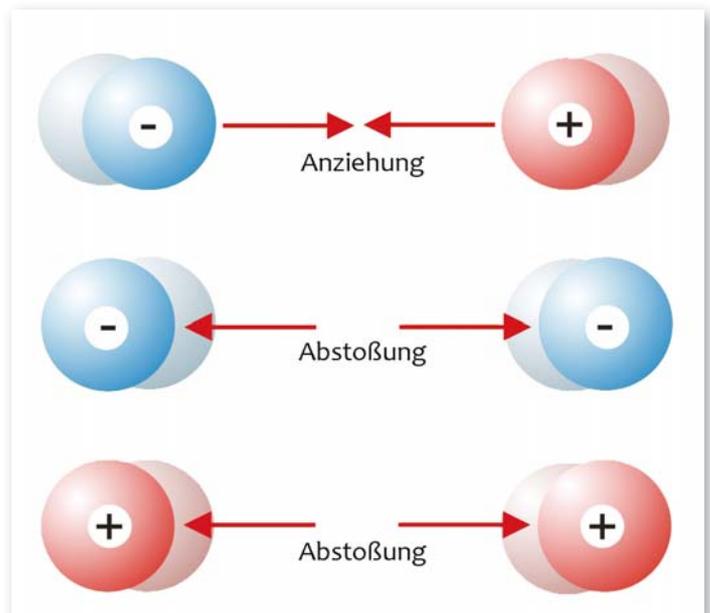


Abb. 15

ARBEITSAUFTRAG

Überlegen Sie, bei welcher Gelegenheit Sie bemerkt haben, dass sich ein Gegenstand oder eventuell Ihr eigener Körper aufgeladen hat.

Überlegen Sie, warum nach dem Föhnen Ihr Haar wesentlich fülliger ist als davor.

Welcher Teil Ihres Waschprogramms macht die Wäsche flauschiger und warum ist das so?

Entstehung elektrischer Ladungen

Jeder Körper besteht bekanntlich aus Atomen (siehe Kapitel **3.1 Atome, Moleküle, Makromoleküle**), die elektrisch neutral sind. Das heißt natürlich nicht, dass Atome nur aus ungeladenen Teilchen bestehen, sondern, dass die Zahl ihrer positiv geladenen Teilchen (Protonen) und ihrer negativ geladenen Teilchen (Elektronen) gleich ist.

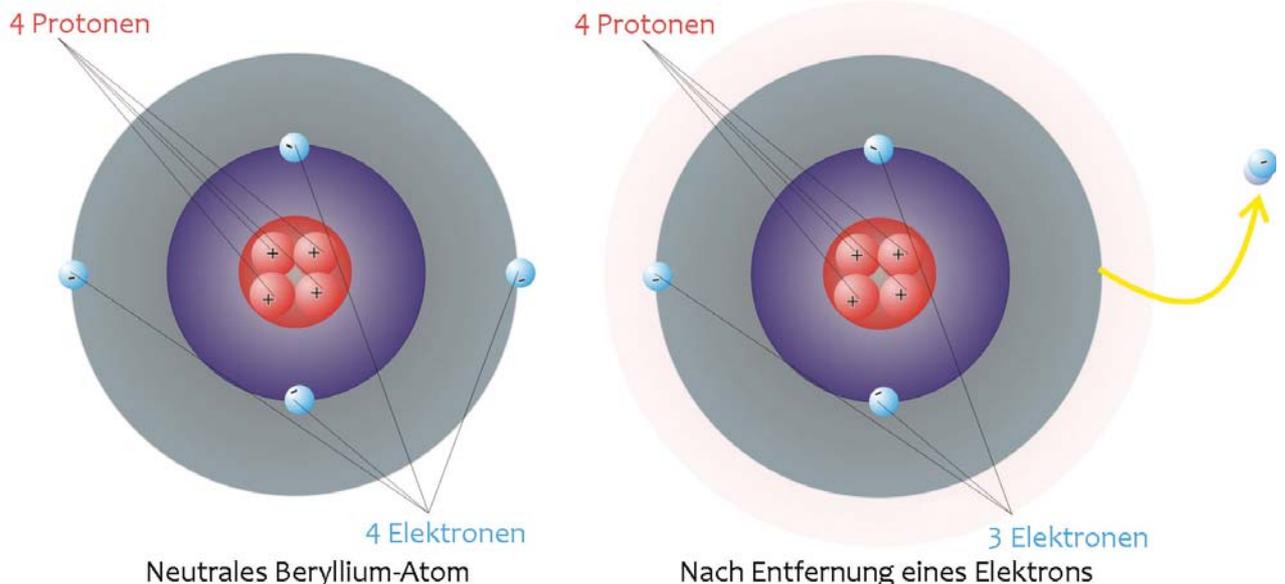


Abb. 16 Entstehung von geladenen Teilchen

Bei Entfernung eines Elektrons entsteht eine positive Ladung. Dies geschieht durch Zuführung einer bestimmten Energiemenge, die man Ionisierungsenergie nennt. Das geladene Atom bezeichnet man jetzt als **Ion**. Neben positiven Ionen gibt es naturgemäß auch negative Ionen.

ARBEITSAUFTRAG

Was müsste man tun, um ein negativ geladenes Atom (= negatives Ion) zu erhalten? Bedenken Sie dabei, dass man die Zahl der Protonen nicht verändern kann. Finden Sie dafür eine Erklärung.

Um Elektronen aus der Atomhülle zu entfernen, muss man Energie in Form von Wärme zuführen. Warum lädt sich ein Kunststofflineal auf, wenn man es mit einem Stück Leder oder auf dem Kopf reibt?

2.2.5 MAGNETISCHE KRÄFTE

Magnetisierbare Materialien bzw. Magnete sind immer Metalle. Jedoch sind nicht alle Metalle magnetisierbar. Man unterscheidet zwischen **ferromagnetischen** (Eisen, Nickel und Kobalt) und **nicht ferromagnetischen** (allen anderen) Metallen. Alle anderen Materialien (Kunststoffe, Holz, Beton etc.) sind nicht magnetisierbar.

Wie unterscheiden sich Magnete von ferromagnetischen Stoffen?

Daher kann man zusammenfassen:

Gleichnamige Pole stoßen einander ab.

Ungleichnamige Pole ziehen einander an.

Ferromagnetische Metalle wie Nägel werden von Magneten nur angezogen. – Keine abstoßenden Kräfte!

Abb. 17 Elementarmagnete in magnetischen und nichtmagnetischen Metallen

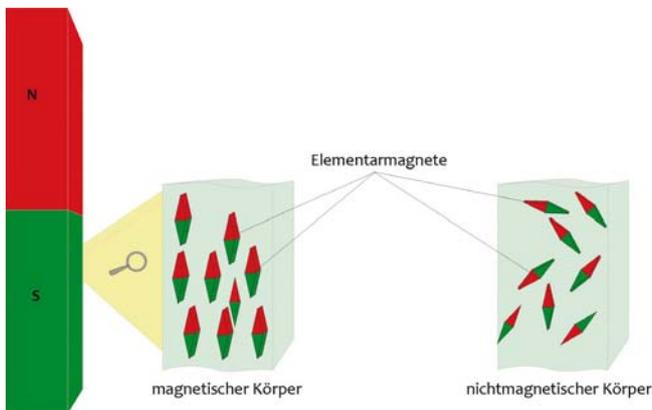
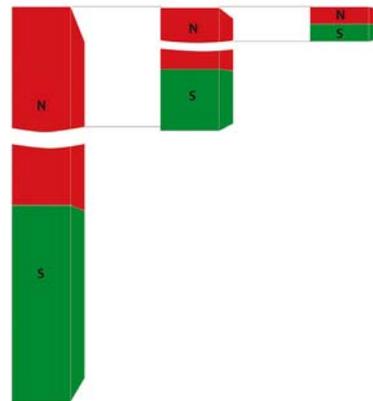


Abb. 18 Zerteilung eines Stabmagneten



Magnetische Eigenschaften:

Jeder Stabmagnet hat einen Nordpol (rot) und einen Südpol (grün). Wenn man diesen Stabmagneten zerschneiden würde, erhielte man Teile, die ebenfalls Magnete sind. Bei weiterer Zerteilung entstünden noch kleinere Magnete. Zu guter Letzt erhielte man Elementarmagnete.

In einem ferromagnetischen (magnetisierbaren) Metall sind die Elementarmagnete zwar vorhanden, aber **ungeordnet**. Daher ergibt sich für das gesamte Metallstück **keine magnetische Polung**.

In einem Magneten sind die Elementarmagnete entsprechend ihrer Polung ausgerichtet. Daher ergibt sich für das gesamte Metallstück eine **magnetische Polung**.

Gibt es auch natürliche Magnete?

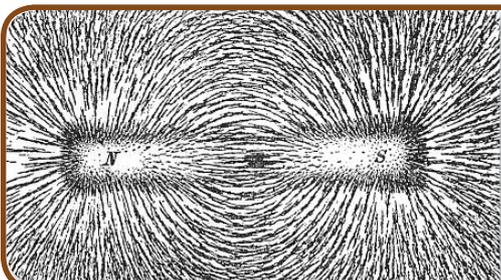
Ja, z. B. das Eisenerz Magnetit oder die gesamte Erde.

Was versteht man unter einem Magnetfeld (= magnetisches Kraftfeld)?

Ein Magnetfeld ist ein Raum, in dem die magnetische Kraft eines Magneten wirksam ist.

Wie kann man die magnetischen Kraftlinien sichtbar machen?

Abb. 19 Magnetische Feldlinien eines Stabmagneten



EXPERIMENT



Legen Sie einen Stabmagneten unter ein weißes Zeichenpapier und streuen Sie Eisenfeilspäne fein darüber. Die Eisenfeilspäne richten sich sofort entlang der magnetischen Kraftlinien aus.

ARBEITSAUFTRAG

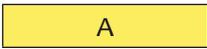
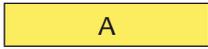


Warum kann eine Magnetschwebbahn kontaktfrei und damit reibungsfrei über den Schienen schweben?
 Warum kann man mittels Magnetnadel (Kompass) an fast jedem Ort der Erde den direkten Weg zum Nord- oder Südpol finden?
 Worin besteht der grundsätzliche Unterschied zwischen Kompass und GPS-Navigation?
 Gibt es einen Unterschied zwischen geographischem und magnetischem Nordpol? (Verwenden Sie hierfür das Internet als Informationsquelle.)

ARBEITSAUFTRAG



Finden Sie auf Basis der grafischen Darstellung heraus, welche/r der angegebenen Körper (A, B, C oder D) ein **Magnet**, welche/r **Eisen** und welche/r **Kupfer** ist/sind.

A: _____			ziehen einander an
B: _____			ziehen einander an
C: _____			ziehen einander nicht an
D: _____			ziehen einander nicht an
			stoßen einander ab

2.2.6 ELEKTROMAGNETISCHE KRÄFTE

EXPERIMENT



Verbinden Sie eine 12-Volt-Stromquelle mit einer Spule nach dem Vorbild von Abbildung 20 und stellen Sie eine Magnetnadel in einigen Zentimeter Entfernung von der Spule auf. Achten Sie zunächst darauf, dass der Schalter offen (= ausgeschaltet) ist. Schließen Sie nun den Stromkreis und beobachten Sie das Verhalten der Magnetnadel.

Variieren Sie den Versuch, indem Sie die Stromfließrichtung durch Umpolen ändern. Beobachten Sie jetzt das Verhalten der Magnetnadel.

Beobachtungen:

Beim Einschalten des Stromes wird der _____ pol der Magnetnadel angezogen.

Wird die Stromrichtung durch Umpolen geändert, so wird beim Wiedereinschalten des Stromes der _____ pol der Magnetnadel angezogen.

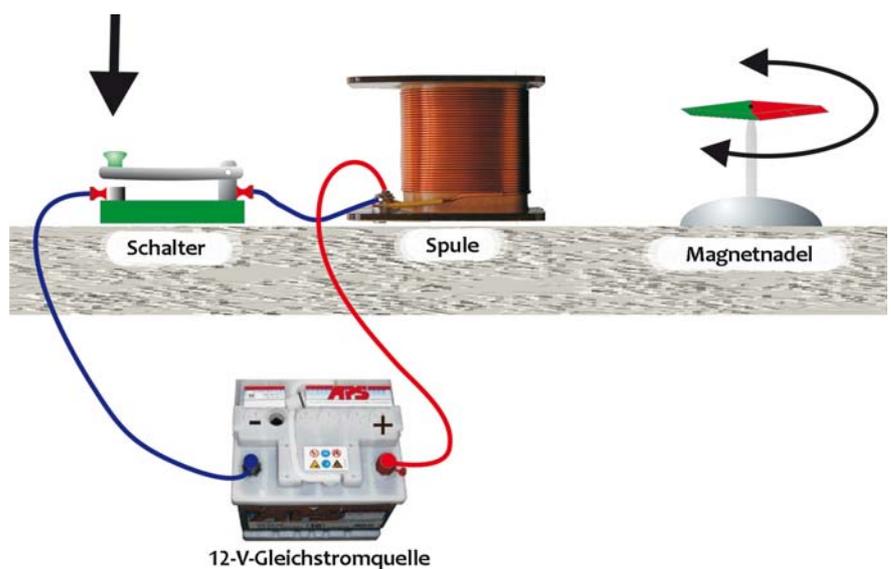


Abb. 20 Versuch zum Elektromagnetismus

Eine **Spule** besteht aus auf eine Kunststoffröhre aufgewickeltem Kupferdraht.

Der Versuch zeigt sehr eindrucksvoll, dass **ein stromdurchflossener Leiter um sich herum ein Magnetfeld aufbaut**. Man könnte dieses auch auf die gleiche Weise, wie auf Seite 25 mit Dauermagneten beschrieben, durch Eisenfeilspäne darstellen.

Rund um einen stromführenden Leiter entsteht ein Magnetfeld, dessen Feldlinien kreisförmig um den Leiter angeordnet sind. Wenn Strom fließt, so bewegen sich die Elektronen in Metallen vom Minuspol zum Pluspol. Das entstandene Magnetfeld richtet sich wie oben beschrieben im rechten Winkel zum Stromfluss aus.

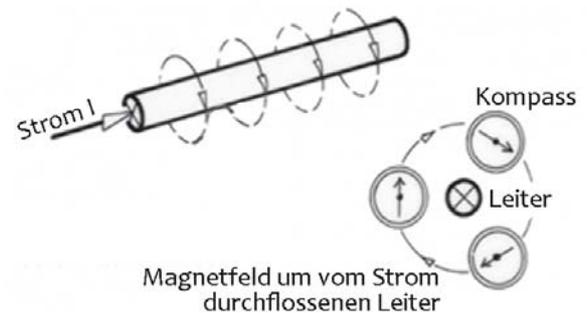


Abb. 21 Zusammenhang zwischen Stromrichtung und magnetischer Polung

Diese Erkenntnisse führten zur Entwicklung von Elektromagneten, die unter anderem zum Heben von Eisenschrott verwendet werden.

Eine weitere Anwendung elektromagnetischer Kräfte ist der Elektromotor.



Abb. 22 Elektromagnet zum Heben von Eisenschrott

2.3 ARBEIT UND ENERGIE

3.3-ph

LERNZIELE

- 1 2 3 4 Ich kann die physikalischen Größen Arbeit und Kraft voneinander unterscheiden.
- 1 2 3 4 Ich verstehe, dass bei der Verrichtung einer festgelegten Arbeit nicht die Kraft und der Weg gleichzeitig verringert werden können.
- 1 2 3 4 Ich verstehe den Unterschied zwischen Arbeit und Energie.

1 = zur Gänze erreicht

2 = weitgehend erreicht

3 = ansatzweise erreicht

4 = nicht erreicht

Feldlinien sind Linien, die Kräfte veranschaulichen.

Stromfluss sind durch einen Leiter fließende Elektronen.

Ein **Elektromagnet** besteht aus einer Spule, in der sich bei Stromdurchfluss ein magnetisches Feld bildet.

Wenn eine Kraft entlang eines bestimmten Weges wirkt, spricht man von Arbeit. Man berechnet sie nach folgender Formel:

$$W = F \cdot s$$

Arbeit ist Kraft mal Weg.

Die Maßeinheiten für die Arbeit sind $\text{Newtonmeter} = 1 \text{ Joule} = 1 \text{ Wattsekunde}$.

Um Arbeit verrichten zu können, benötigt man Energie. Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Die Maßeinheiten dafür sind die gleichen wie für die Arbeit.

Idealerweise würde man zur Verrichtung einer Arbeit von 1 Newtonmeter die Energie von 1 Joule benötigen.

In der Praxis stimmt die Rechnung jedoch nicht, weil nicht die gesamte Energie in Arbeit umgesetzt werden kann. In der Mechanik unterscheidet man zwischen Potentieller (Lage-) und Kinetischer (Bewegungs-)Energie. Weitere Energiearten sind Wärme und elektrische Energie.

Musterbeispiel: Berechne die Arbeit, wenn ein Körper mit einer Kraft von 30 N zwei Meter bewegt wird:
 $w = F \cdot s = 30 \cdot 2 = 60 \text{ J}$

ARBEITSAUFTRAG 

Berechnen Sie, wie weit (in Meter) ein Körper mit einer Kraft von 500 N bewegt werden muss, wenn dabei eine Arbeit von 2 000 J verrichtet wird.

ARBEITSAUFTRAG 

Berechnen Sie, wie viel Joule an Energie für diese Arbeit aufgewandt werden muss, wenn nur 25 % der zugeführten Energie in Arbeit umgesetzt werden können.

ARBEITSAUFTRAG 

Überprüfen Sie die Lernziele am Kapitelanfang und kreuzen Sie die entsprechenden Kästchen an.