

Zeitschrift: Schatzkästlein : Pestalozzi-Kalender
Herausgeber: Pro Juventute
Band: - (1980)

Rubrik: Wissenskiste

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

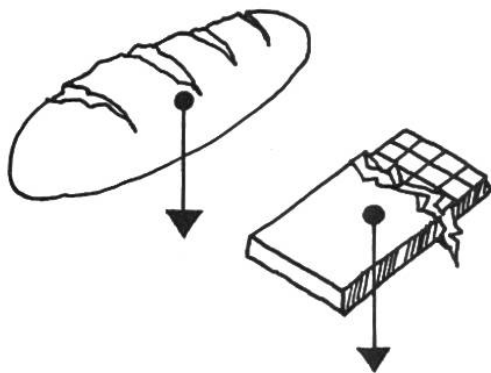
Download PDF: 18.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



WISSENSKISTE

PHYSIK



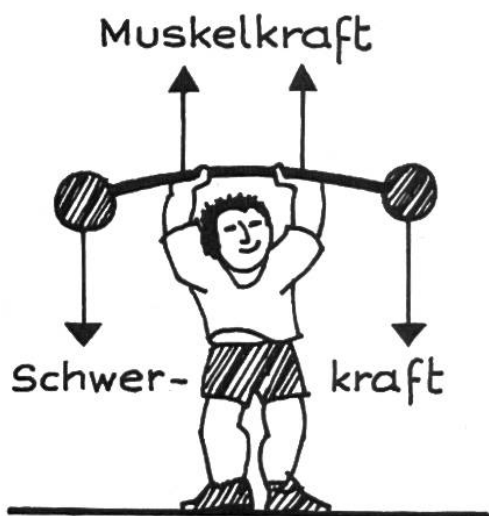
Masse

Unter der Masse verstehen wir die Stoffmenge, das Material an sich.

Masseinheit ist das Kilogramm (kg). Weiter werden die Tonne (t) und das Gramm (g) verwendet.

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1\,000\,000 \text{ g}$$



Die Gewichtskraft

Das Gewicht des Körpers ist die Kraft, mit welcher der Körper (wegen der Erdanziehung) auf seine horizontale Unterlage drückt oder an seiner Aufhängevorrichtung zieht und sie dadurch verformt.

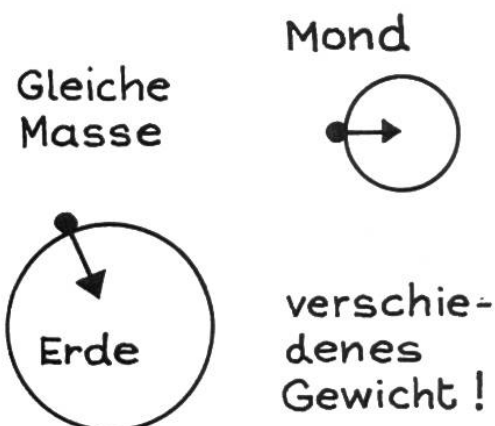
Gewicht und Kraft:

Jede in beliebiger Richtung wirkende Kraft kann mit einer Gewichtskraft verglichen und daher mit dem gleichen Mass ausgedrückt werden.

Die für Gewicht und Kraft neu geltende Einheit ist das **Newton** (1 N).

Gewicht und Masse:

Die Masse eines Körpers, z. B. eine Portion eines Nahrungsmittels, ist überall gleich. Ihr Gewicht aber hängt vom Ort ab:



	Masse	Gewicht	
Bei uns	1 kg	1 kp	= 9,81 N
Erdpol	1 kg	1,003 kp	= 9,84 N
Äquator	1 kg	0,997 kp	= 9,78 N
Mondboden	1 kg	0,167 kp	= 1,64 N

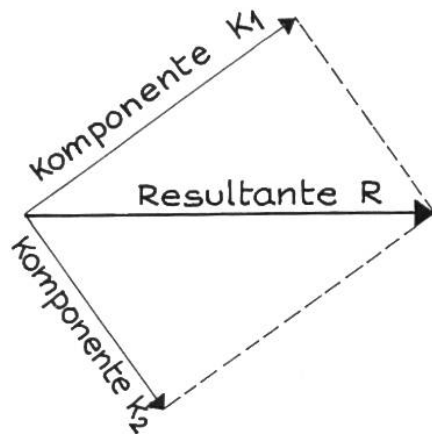
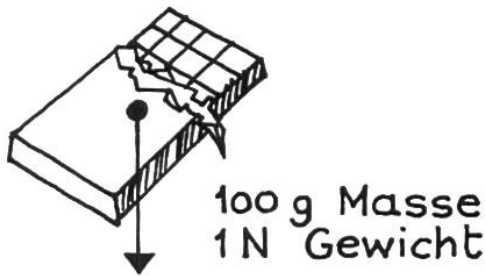
Beziehung zwischen Gewicht und Masse

1 kg Masse hat bei uns ein Gewicht von 9,81 N. Normalerweise genügt es, wenn wir mit 10 N rechnen.

$$1 \text{ kg} \hat{=} 9,81 \text{ N} \sim 10 \text{ N}$$

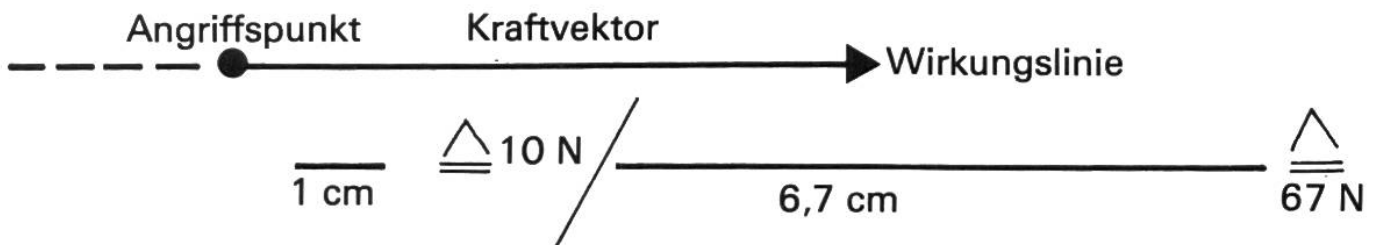
$$1 \text{ N} \hat{=} 0,102 \text{ kg} \sim 0,1 \text{ kg}$$

Im bürgerlichen Leben wird Gewicht anstelle von Masse gleichbedeutend angewendet. Darum merken wir uns eben die Umrechnung vom alt-vertrauten Kilogramm in Newton.



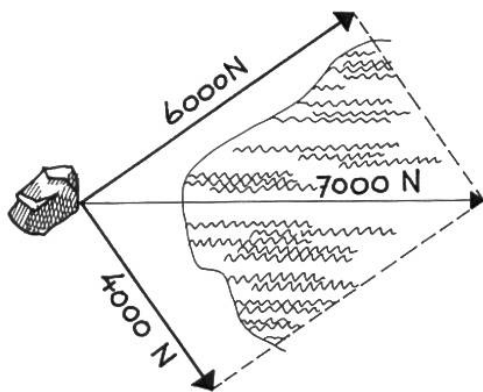
Kraftpfeile (Vektoren) – Addition von Kräften

Eine Kraft hat nicht nur einen Betrag, sondern auch eine Richtung. Die Kraft ist ein **Vektor** und wird durch einen Pfeil dargestellt, dessen Anfang den Angriffspunkt zeigt und dessen Länge proportional zum Betrag der Kraft gezeichnet wird. Die Gerade durch den Pfeil in Kraftrichtung heisst Wirkungslinie.



Mit Hilfe eines **Kräfteparallelogramms** kann man Kräfte zeichnerisch **addieren**. Die Summanden nennt man Komponenten, das Ergebnis wird durch die **Resultante** dargestellt.

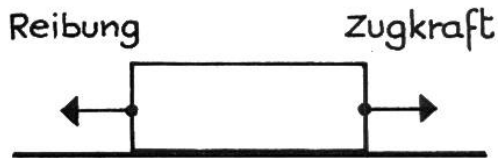
Komponente K_1 Resultante R
Komponente K_2



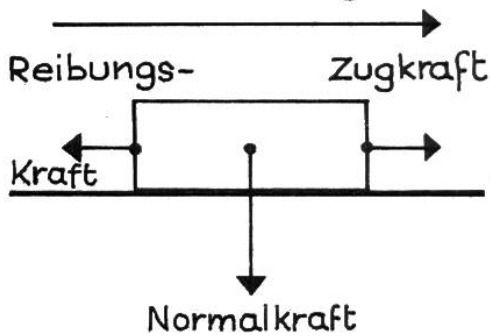
Mit Hilfe eines Kräfteparallelogramms kann man auch Kräfte **zerlegen**.

Der Fels F sollte mit der Kraft 7000 N seewärts befördert werden. Im See kann man nicht ziehen, also erledigt man die Arbeit mit den beiden Teilkraften von 6000 N & 4000 N in den angegebenen Richtungen.

6000 N 7000 N
4000 N See F



Der Körper bewegt sich



Rollreibung

Eisenreifen auf Schienen	0,002
Gummireifen auf Asphalt	0,035

Die Reibung

Die Reibung wirkt immer der Bewegung entgegen.

Wir unterscheiden **Haftreibung**, **Gleitreibung** und **Rollreibung**.

Die Haftreibung ist grösser als die Gleitreibung, die Rollreibung ist sehr klein.

Die Grösse der Reibung wird ausgedrückt durch die Reibungszahl μ :

$$\frac{\text{Reibungskraft}}{\text{Normalkraft}} = \text{Reibungszahl } \mu$$

Beispiele für Reibungszahlen (Näherungen)

	Haftreibung	Gleitreibung
Stahl-Stahl	0,3	0,2
Stahl-Eis	0,03	0,02
Holz-Holz	0,4	0,25
Gummi-Asphalt	0,8	0,5
Bremsbelag-Stahl	–	0,3

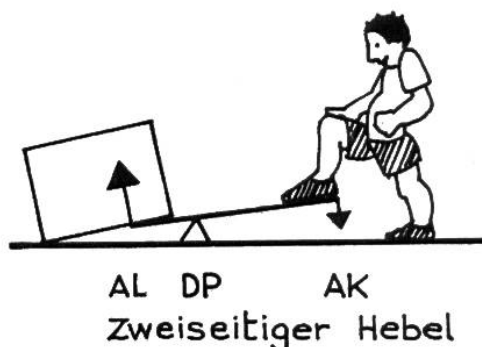
Der Hebel

Der Hebel besteht aus Drehpunkt, Lastarm und Kraftarm.

Liegen Last- und Kraftarm auf der gleichen Seite des Drehpunktes, liegt ein einseitiger Hebel vor, andernfalls ein zweiseitiger.

AK: Ansatzpunkt der Kraft

AL: Ansatzpunkt der Last

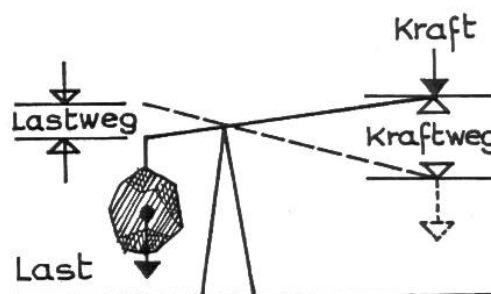


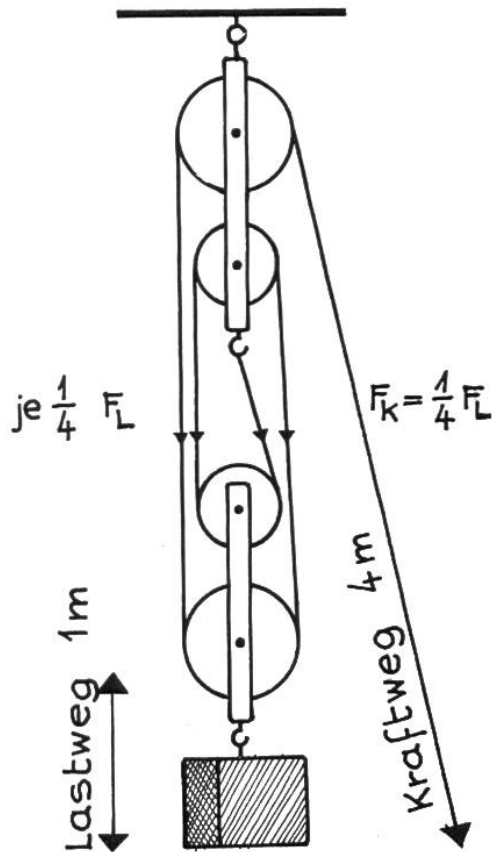
Es gilt folgendes Gesetz:

$$\text{Kraft} \times \text{Kraftweg} = \text{Last} \times \text{Lastweg}$$

Wendet man den Strahlensatz aus der Geometrie auf dieses Gesetz an, erkennt man, dass man auch sagen kann:

$$\text{Kraft} \times \text{Kraftarm} = \text{Last} \times \text{Lastarm}$$





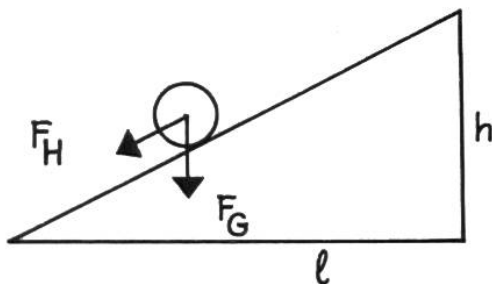
Der Flaschenzug

An einem Flaschenzug mit n tragenden Seilen gilt:

$$F_K = 1/n \cdot F_L$$

Bei dieser Formel ist die Reibung nicht berücksichtigt, sie gilt deshalb in der Praxis nicht.

Der Kraftweg ist aber immer n mal grösser als der Lastweg.

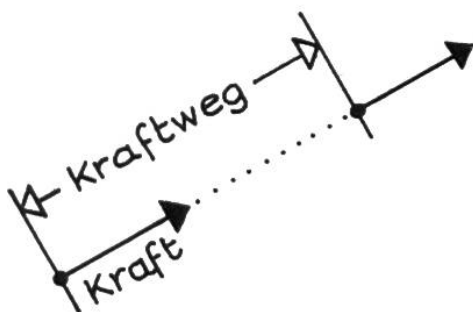


Die Schiefe Ebene

Steilheit: $\frac{\text{Höhe}}{\text{Länge}}$

Die Hangabtriebskraft berechnet man aus Gewicht und Steilheit:

$$F_H = F_G \cdot \frac{h}{l}$$



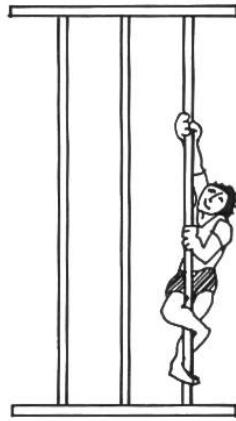
Die Arbeit

Die Arbeit berechnet man als Produkt aus Kraft und Länge:

Wenn (z. B. bei einem Hebel) eine Kraft von 5 N längs eines Weges von 2 m wirkt, wird eine Arbeit von 10 Nm geleistet. Statt Nm kann man auch J (Joule), sprich «Dschul», oder Ws (Wattsekunde) sagen.

$$1 \text{ Nm} = 1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$$

In der Wärmelehre verwendet man mit Vorliebe das Joule, in der Elektrizitätslehre die Wattsekunde.



Die Leistung

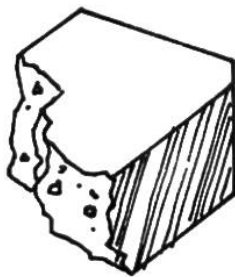
Ein Schüler, der zweimal die Kletterstange hochklettert, einmal schnell und einmal langsam, leistet in beiden Fällen die gleiche Arbeit. Doch die Leistung ist verschieden:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

Masseinheiten:

$$1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$



Styropor

Blei



50 g

50 g

Die Dichte

Die Dichte sagt aus, wie gross die Masse eines bestimmten Volumens eines Materials ist:

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$$

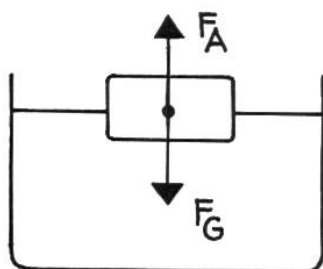
Masseinheiten: Die Dichte wird in g/cm^3 oder in kg/dm^3 angegeben.

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3$$

Beispiele:

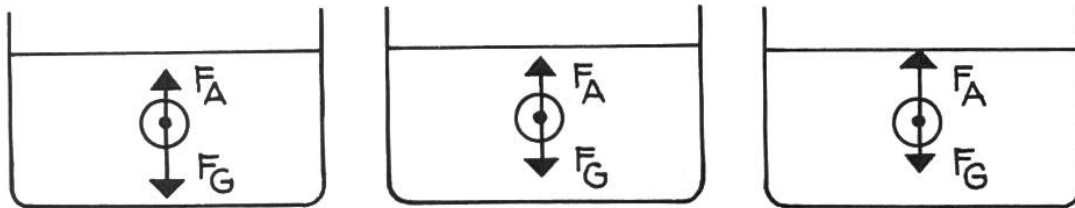
Gold	19,3	Glas	2,5
Blei	11,3	Beton	ca. 2
Kupfer	8,9	Holz	0,5–0,9
Messing	8,5	Kork	0,2
Stahl	7,9	Styropor	0,03–0,04
Quecksilber	13,6	Wasser (rein)	1
Meerwasser	1,03	Spiritus	0,8

Das spezifische Gewicht wird heute nicht mehr gern verwendet, weil es ortsabhängig ist.



Der Auftrieb

Jeder Körper, der sich in einer Flüssigkeit befindet, wird um soviel leichter, wie das Gewicht der Flüssigkeit, die er verdrängt, ausmacht.

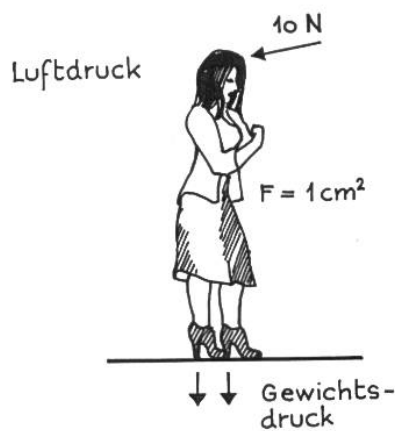


$F_A < F_G$ Sinken

$F_A = F_G$ Schweben

$F_A > F_G$ steigen

Beim U-Boot können alle drei Fälle eintreten, je nachdem, ob es mehr oder weniger Luft enthält. (Die Luft zum Auftauchen wird in komprimierter [zusammengepresster] Form mitgeführt.)



Der Luftdruck

Auch Luft hat eine Masse und damit ein Gewicht:

Luft hat eine Dichte von $0,00129 \text{ g/cm}^3$, d.h. ein Kubikmeter Luft hat bereits eine Masse von $1,29 \text{ kg}$ und damit ein Gewicht von $12,9 \text{ N}$!

Der Druck sagt aus, welche Kraft auf eine bestimmte Fläche wirkt:

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$$

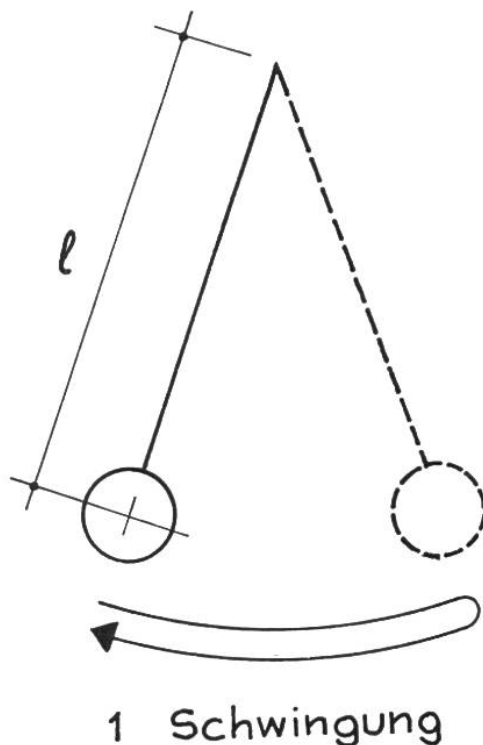
Masseinheiten:

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa (Pascal)}$$

$$= 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Normalerweise herrscht bei uns ein Luftdruck von 1 bar .

(Der Luftdruck ist abhängig von Temperatur und Wetterlage.)



Das Pendel

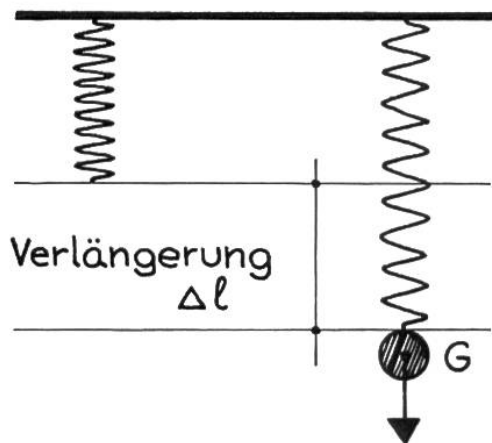
Eine Schwingung ist definiert als eine Hin- und Herbewegung. Die Zeit, die das Pendel für eine Schwingung braucht, nennt man Schwingungsdauer T .

Pendellänge und die Schwingungsdauer stehen in folgendem Zusammenhang:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l \text{ in cm, } g = 981 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

$$l = \frac{gT^2}{4\pi^2}$$

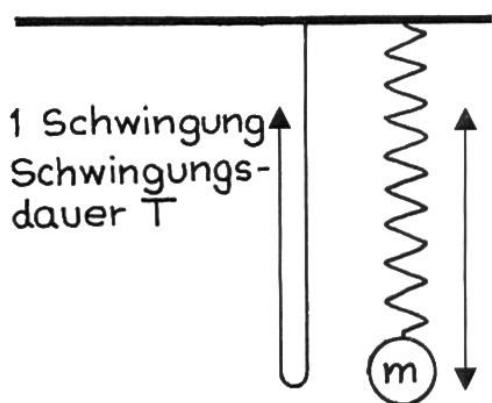


Die Federkonstante

Die Federkonstante gibt an, wieviel Kraft nötig ist, um eine bestimmte Federverlängerung zu erreichen.

Masseinheit: N/m

$$D = \frac{G}{\Delta l}$$



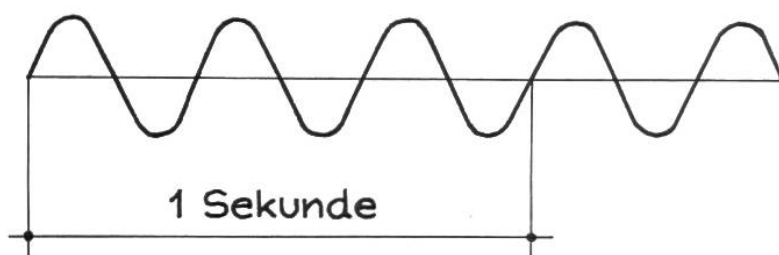
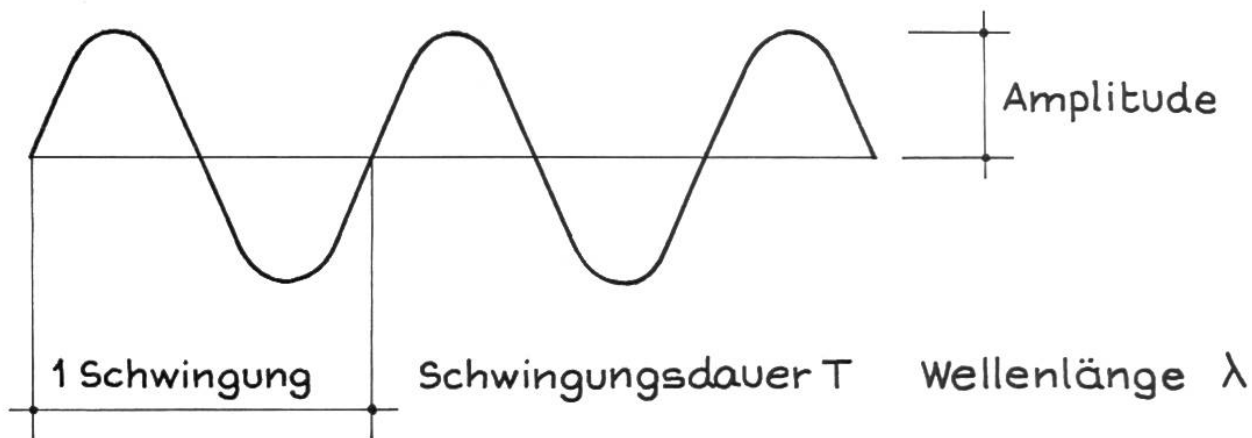
Das Federpendel

Ist die Federkonstante D bekannt, kann die Masse des schwingenden Körpers aus der Schwingungsdauer T errechnet werden:

$$m = \frac{DT^2}{4\pi^2}$$

Akustik

Akustik ist die Lehre vom Schall. Schall entsteht durch schwingende Körper.



Frequenz f : Anzahl Schwingungen/s
 Masseinheit: Hertz (Hz) $1 \text{ Hz} = \frac{1}{s}$

Beziehungen:

$$f = 1/T$$

$$T = 1/f$$

$$\lambda = \frac{\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit}}{\text{Frequenz}}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Die Amplitude bestimmt die Lautstärke eines Tones, die Frequenz die Tonhöhe.

Einer Verdoppelung der Frequenz entspricht eine Oktave.

Kammerton a': 440 Hz

Schallgeschwindigkeit:

Luft	340 m/s	Eisen	5800 m/s
Wasser	1480 m/s	Holz	5500 m/s

Resonanz:

Jeder Körper schwingt mit einer bestimmten Frequenz, wenn keine andere Frequenz erzwungen wird. Diese Frequenz heisst **Eigenfrequenz**.

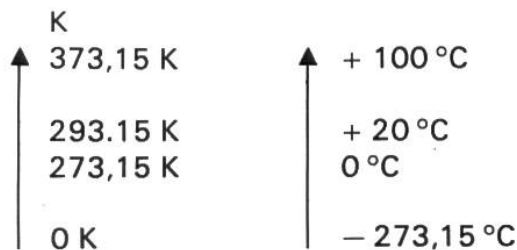
Zwischen zwei Körpern, die die gleiche Eigenfrequenz haben, besteht **Resonanz**.

Beispiele: Ein Glas kann zerspringen, wenn ein lauter Ton mit der Eigenfrequenz des Glases auftritt.

Brücken können einstürzen, wenn sie im Taktschritt überquert werden.

Wärmelehre

Temperatur



Lord Kelvin 1824–1907

Die Temperatur von -273 °C kann nicht unterschritten werden. Sie heisst absoluter Nullpunkt.

Man hat diese Temperatur deswegen zum Nullpunkt der neuen Temperaturskala gemacht:

Temperatur in K (Kelvin) = Temperatur in °C + 273.

Thermische Ausdehnung

Feste und flüssige Stoffe dehnen sich bei Erwärmung aus und ziehen sich bei Abkühlung wieder zusammen. Auf diesem Prinzip beruhen unsere Thermometer; das ist der Grund dafür, dass Brücken auf Rollen gelagert sind, dass elektrische Freileitungen durchhängen müssen usw.

Hier einige Ausdehnungskoeffizienten:

Eisen	0,000013 $1/\text{K}$
Aluminium	0,000024 $1/\text{K}$
Glas	0,000009 $1/\text{K}$
Wasser*	0,00018 $1/\text{K}$
Alkohol	0,0011 $1/\text{K}$
Petrol	0,00096 $1/\text{K}$

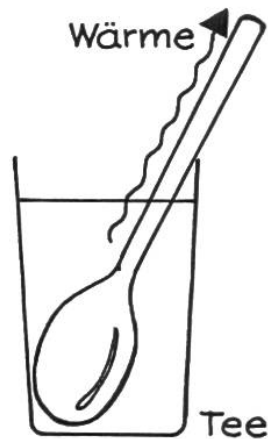
*Achtung: Wasser verhält sich im Bereich von 0 °C bis etwa 20 °C nicht normal. Sein Volumen ist bei 4 °C am kleinsten.

Beispiel:

Eine 13 m lange Eisenstange verlängert sich bei einer Erwärmung um 40 K um $13\text{ m} \times 40\text{ K} \times 0,000013\text{ }1/\text{K} = 0,00676\text{ m} = 6,76\text{ mm}$.

Gase dehnen sich bei Erwärmung ebenfalls aus, aber nach andern Gesetzmässigkeiten: Im Idealfall nimmt das Volumen eines Gases pro Grad Temperaturerhöhung um $1/273$ seines sogenannten Normalvolumens zu. Unter dem Normalvolumen versteht man das Volumen, das das Gas bei 0 °C einnimmt.

Praktisch heisst das für uns: Alle Gase dehnen sich bei Temperaturerhöhungen gleichartig aus. Es wäre also wenig sinnvoll, in einem Tabellenwerk nach den Ausdehnungskoeffizienten von Gasen zu suchen.



Wärmeausbreitung

Wärmeleitung

Alle Materialien leiten die Wärme mehr oder weniger gut.

Metalle sind gute Wärmeleiter, Glas, Stein, Luft sind schlechte Wärmeleiter (gute Isolatoren).

Die **Wärmeleitfähigkeit** gibt an, wieviele kJ in einer Stunde bei einer bestimmten Temperaturdifferenz durch eine bestimmte Länge eines Stoffes fließen.

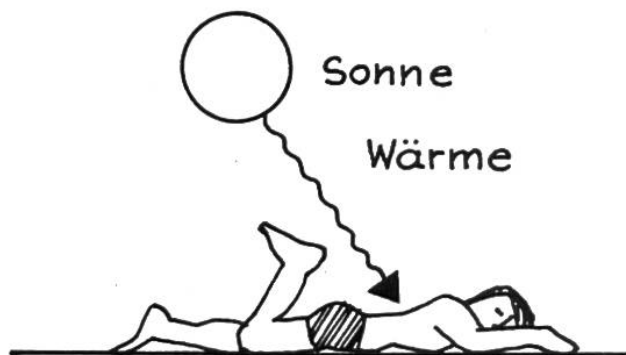
Die Masseinheit der Wärmeleitfähigkeit beträgt demnach

$$\frac{\text{kJ}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{K}}$$

Hier einige Beispiele:

Aluminium	830	Glaswolle	0,13
Eisen	260	Basalt	5,9
Silber	1500	Sandstein	6,7

Alu ist ein guter Wärmeleiter, Glaswolle ein guter Isolator.



Wärmemitführung

In der Zentralheizung transportiert das heiße Wasser die Wärme, es führt die Wärme mit.

Wärmestrahlung

Die Wärme gelangt von der Sonne durch Strahlung zur Erde. Auf die gleiche Weise gelangt die Wärme vom Grill zum Huhn.

Spezifische Wärme

Die spezifische Wärme sagt aus, wieviel Wärme es braucht, um eine bestimmte Menge eines bestimmten Stoffes um eine bestimmte Temperatur zu erhöhen.

Masseinheit: $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ oder $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Beispiele in kJ/kg · K

Aluminium	0,896	Silber	0,234
Wasser	4,19	Holz	2,5

Temperaturmischungen

Wenn wir heißes und kaltes Wasser mischen, gilt folgende Formel:

$$T_m = \frac{(T_w \cdot m_w) + (T_k \cdot m_k)}{m_w + m_k}$$

Dabei bedeuten:

T_m : Mischtemperatur

T_w : Temperatur des warmen Wassers

T_k : Temperatur des kalten Wassers

m_w : Menge warmes Wasser

m_k : Menge kaltes Wasser

Heizwert

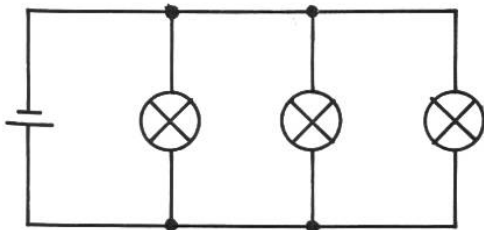
Der Heizwert gibt an, welche Wärmemenge in kJ wir aus einem kg eines Brennstoffes gewinnen können:

Holz, trocken	17 000	Benzin	42 000
Torf, trocken	16 000	Dieselöl	42 000
Braunkohle	19 000	Heizöl	42 000
Steinkohle	30 000	Stadtgas	29 000
Hüttenkoks	29 000	Wasserstoff	13 000

Elektrizitätslehre

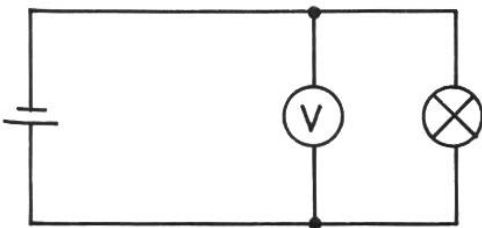
Parallelschaltung

Die Lampen sind parallel oder nebeneinander geschaltet. Sie liegen alle an der gleichen Spannung.

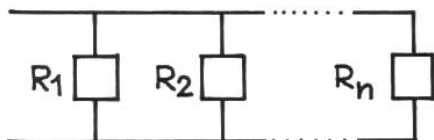


Spannungsmessungen

Das Voltmeter wird immer parallel zur Spannungsquelle oder zum Verbraucher angeschlossen.



Parallelschaltung von Widerständen

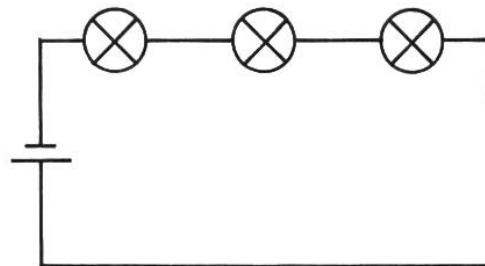


$$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Merke: Der Totalwiderstand einer Parallelschaltung ist immer kleiner als der kleinste einzelne Widerstand.

Serieschaltung

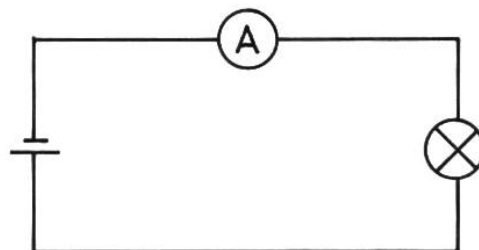
Die Lampen sind in Serie oder hintereinander geschaltet. Sie führen alle den gleichen Strom.



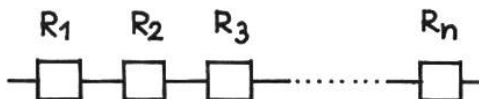
Strommessungen

Das Amperemeter wird immer in Serie angeschlossen.

Merke: Bevor das Amperemeter angeschlossen werden kann, muss der Stromkreis *aufgetrennt* werden.



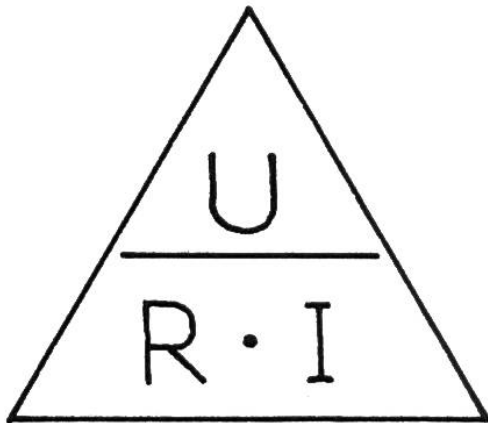
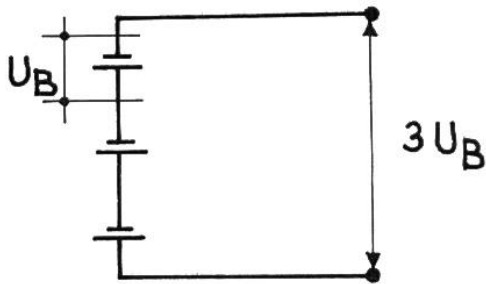
Serieschaltung von Widerständen



$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

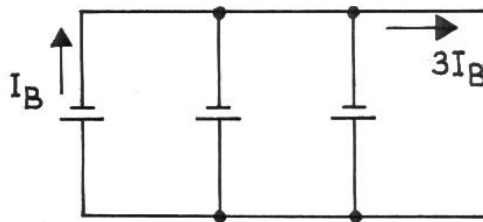
Serieschaltung von Spannungsquellen

Wir gewinnen Spannung



Parallelschaltung von Stromquellen

Wir gewinnen Strom



Das Ohmsche Gesetz

Je grösser in einem Stromkreis die Spannung, desto grösser der Strom (bei gleichem Widerstand).

Je grösser in einem Stromkreis der Widerstand, desto kleiner der Strom (bei gleicher Spannung).

Diese beiden Abhängigkeiten fasste Georg Simon Ohm im nach ihm benannten Gesetz zusammen:

$$U = R \cdot I \quad R = U/I \quad I = U/R$$

Deckt man in dieser Darstellung jeweils die gesuchte Grösse ab, ergibt sich die Formel für deren Berechnung.

Anwendungsmöglichkeiten

- Durch Messen von Spannung und Strom kann der Widerstand eines elektrischen Verbrauchers ermittelt werden. (Der Widerstand einer brennenden Glühlampe zum Beispiel kann mit dem Ohmmeter nicht ermittelt werden.)
- Durch Messen der Spannung an einem bekannten Widerstand kann der Strom durch diesen Widerstand ermittelt werden. (In der Elektronik kommen viele bekannte Widerstände vor; die Widerstände sind alle mit einem speziellen Code bezeichnet.)

Einige Beispiele für Spannung, Strom und Widerstand:

	Spannung in V	Strom in A	Wid. in Ω
Taschenlampenbirne	3,8	0,3	12,7
Glühbirne 100 W	220	0,45	489
Autogluhlbirne 50 W	12	4,2	2,9
Rasierapparat	220	0,045	

Die elektrische Leistung

Die elektrische Leistung errechnet sich als Produkt aus Spannung und Stromstärke. Masseinheit ist das Watt (W) und das Kilowatt (kW).

Leistung (el.) = Spannung mal Strom $P = U \cdot I$

Beispiele:

Taschenlampebirne 4,5 V, 0,3 A. Leistung: 1,35 W

Taschenradio 9 V, 0,09 A. Leistung: 0,81 W

Da Spannung und Strom auch mit dem Widerstand in Beziehung stehen, liegt es auf der Hand, dass zwischen dem Ohmschen Gesetz und der Leistungsberechnung auch ein Zusammenhang bestehen muss.

Die folgende Tabelle zeigt uns alle Zusammenhänge:

Gesuchte Grösse			
U Spannung (V)	I Strom (A)	R Widerstand (Ω)	P Leistung (W)
$U = \frac{P}{I}$	$I = \frac{P}{U}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = U \cdot I$
$U = R \cdot I$	$I = \frac{U}{R}$	$R = \frac{U^2}{P}$	$P = \frac{U^2}{R}$
$U = \sqrt{R \cdot P}$	$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$	$R = \frac{P}{I^2}$	$P = R \cdot I^2$

Die elektrische Arbeit

Was wir mit der Stromrechnung bezahlen müssen, ist nicht die elektrische Leistung, sondern die elektrische Arbeit. Auch ein Stromenergieverbraucher mit grosser Leistung kostet nämlich wenig, wenn er nur kurz in Betrieb ist. Die Zeit spielt eine Rolle.

Elektrische Arbeit =

Elektrische Leistung $\times$ Zeit =

Spannung $\times$ Strom $\times$ Zeit

Masseinheit ist die Wattsekunde oder die Kilowattstunde.

1 kWh = 3 600 000 Ws

1 Ws = 0,000 000 3 kWh (ungenauer Wert, auf Taschenrechner bezogen)

Beispiele:

1. Eine Lampe mit einer Leistung von 100 W brennt während 8 Stunden. Sie konsumiert dabei eine elektrische Energie von 0,8 kWh.
2. Eine Geschirrwaschmaschine braucht 2,4 kW während 45 Min. Sie verbraucht eine Energie von 1,8 kWh.
3. Eine Taschenlampenbatterie liefert einen Strom von 0,3 A während 7 Stunden. Sie liefert somit eine Energie von 0,009 kWh oder von 34 020 Ws.
 $4,5 \text{ V} \cdot 0,3 \text{ A} \cdot 7 \text{ h} = 9,45 \text{ Wh} = 0,009 \text{ kWh}$

Der spezifische Widerstand

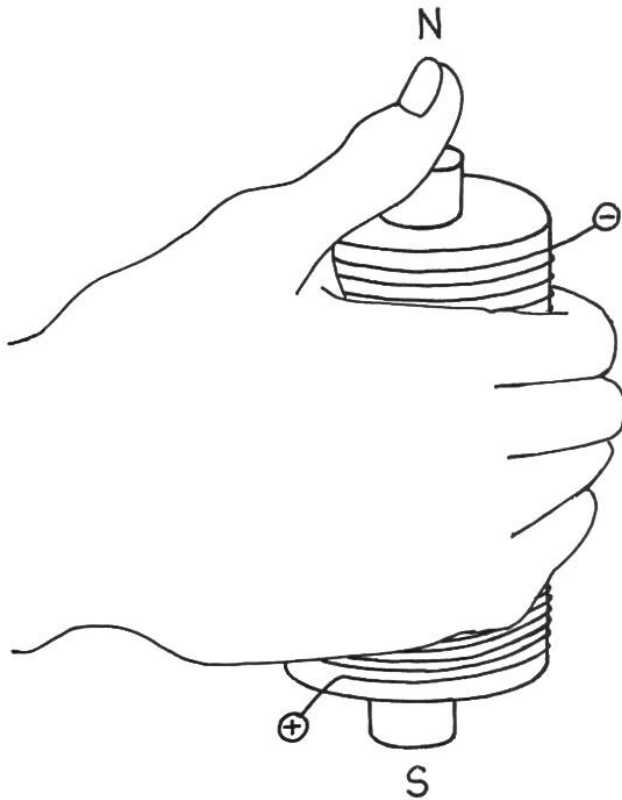
Nicht alle Stoffe sind gute Leiter. Der Widerstand eines Drahtes hängt ab von seiner Länge, seinem Querschnitt und dem Material, aus dem er gefertigt ist.

Masseinheit für den spezifischen Widerstand ρ

ist $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

Hier einige Beispiele:

Aluminium	0,028	Glas bis 10^{16}
Kupfer	0,017	Holz 10^9 bis 10^{13}
Silber	0,016	Hartgummi bis 10^{15}
Eisen	0,1	(Gute Isolatoren)
Konstantan	0,5	
Quecksilber	0,94	
(Gute Leiter)		



Der Elektromagnet

Eine von Strom durchflossene Spule bildet ein Magnetfeld. Steckt in der Spule ein Eisenkern, wird das Magnetfeld verstärkt, und wir sprechen von einem Elektromagneten.

Die Rechte-Hand-Regel:

Legen wir die rechte Hand so um einen Elektromagneten, dass die Finger in der Stromrichtung von Plus nach Minus zeigen, dann gibt der Daumen den Nordpol des Magneten an.

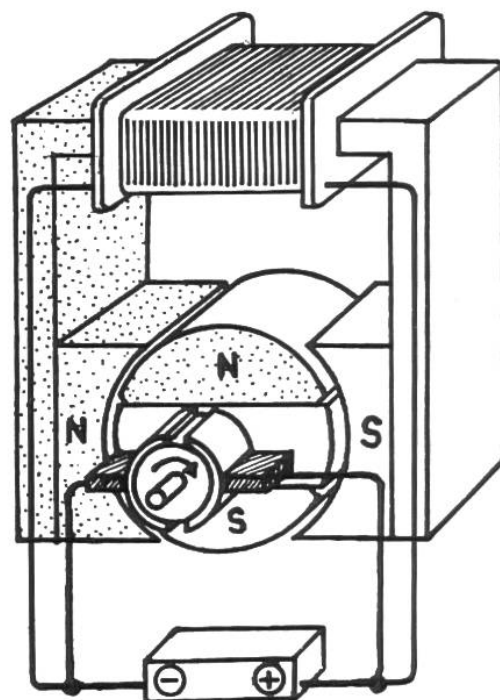
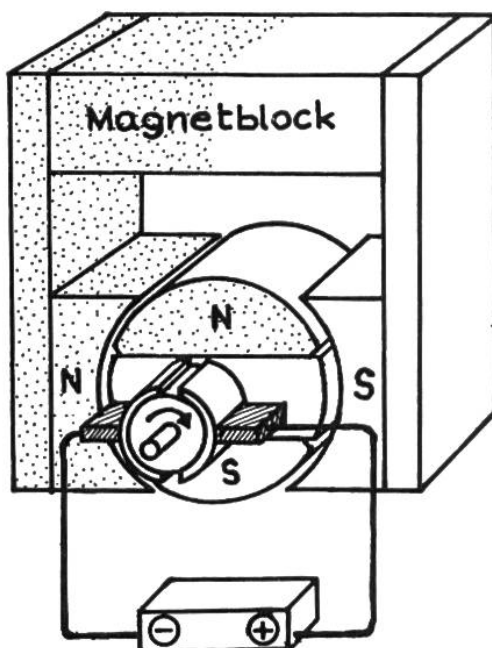
Anmerkung: Früher nahm man an, dass der Strom von Plus nach Minus fliesse, deshalb diese Regel.

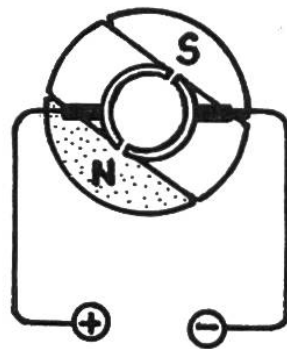
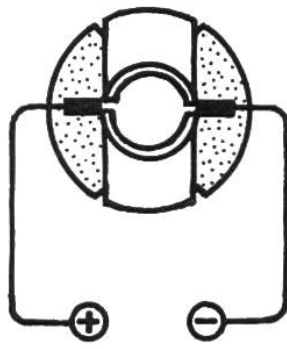
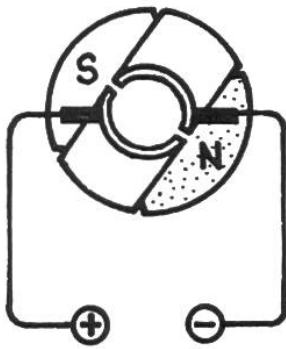
Der Elektromotor

Im Elektromotor wird die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes ausgenutzt.

Der Elektromotor steuert sich selber mittels des Kommutators, auch Kollektor genannt.

Die meisten Elektromotoren verwenden keine Permanentmagneten, sondern erzeugen das Magnetfeld mit einem Elektromagneten.



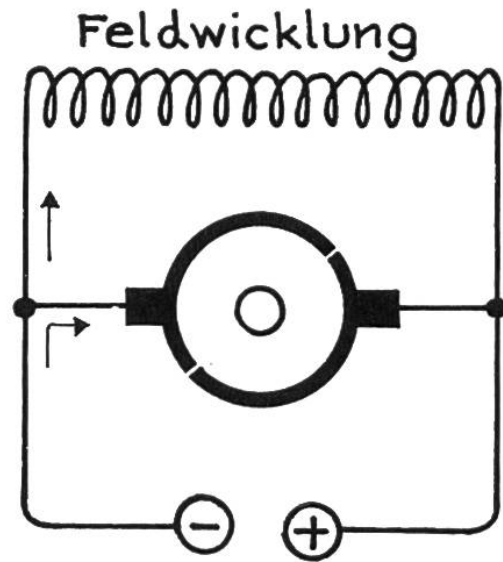
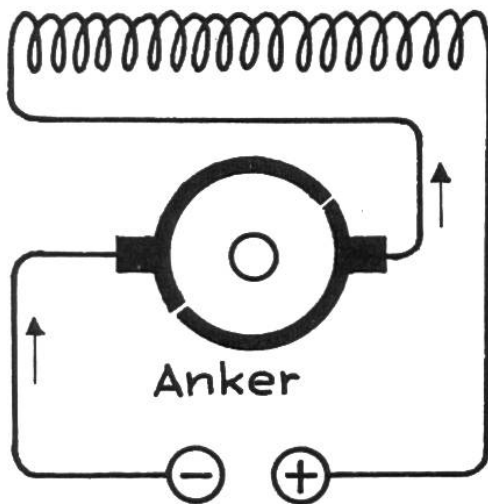


Der Hauptschlussmotor

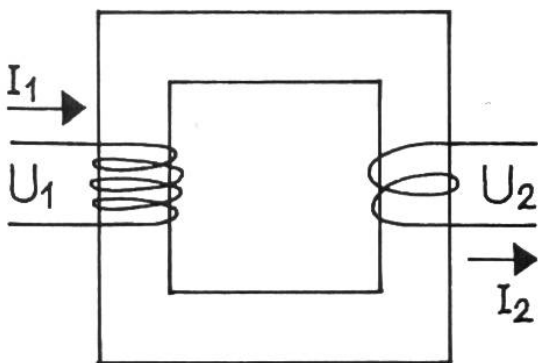
Ankerwicklung und Feldwicklung werden in Serie geschaltet.

Der Nebenschlussmotor

Ankerwicklung und Feldwicklung werden parallel geschaltet.



Primärspule Sekundärspule



Windungs-
zahl n_1

Windungs-
zahl n_2

Der Transformator

Der Transformator ist ein Spannungswandler. Er kann keine Gleichspannungen wandeln.

Die Spannungen verhalten sich wie die Windungszahlen.

Die Ströme verhalten sich umgekehrt zu den Windungszahlen:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Diese Formeln stimmen in der Praxis nicht, da Transformatoren nicht verlustfrei arbeiten.

Die Hochspannungsleitung

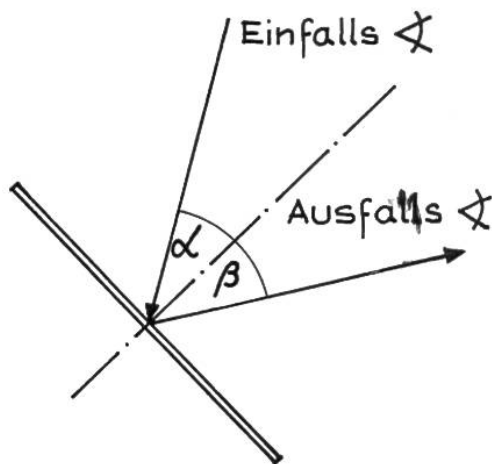
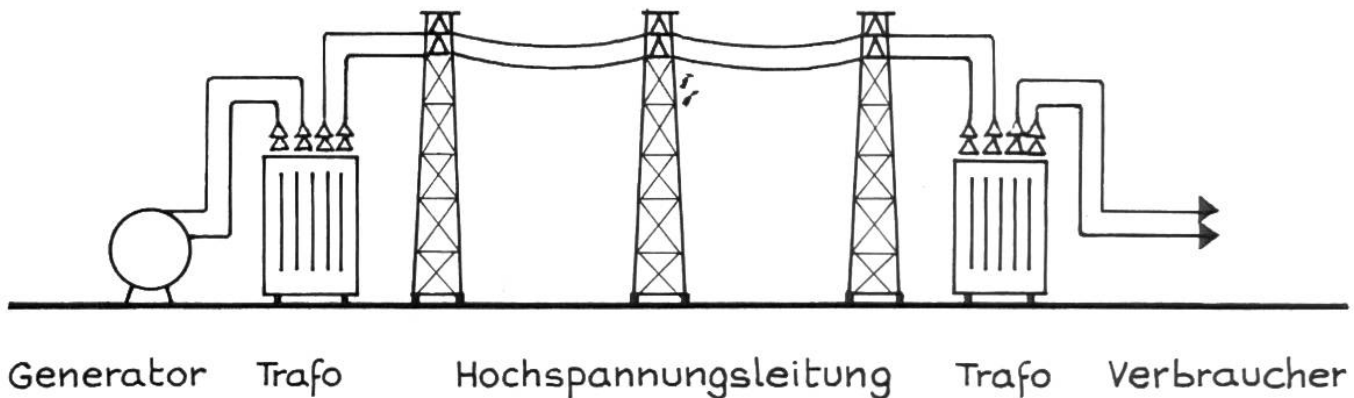
Bei den hohen Spannungen von 220 000 Volt und mehr fliessen relativ kleine Ströme, man kann deshalb die Leitungen dünn halten.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

„kleine“ Spannung
grosser Strom

grosse Spannung
„kleiner“ Strom

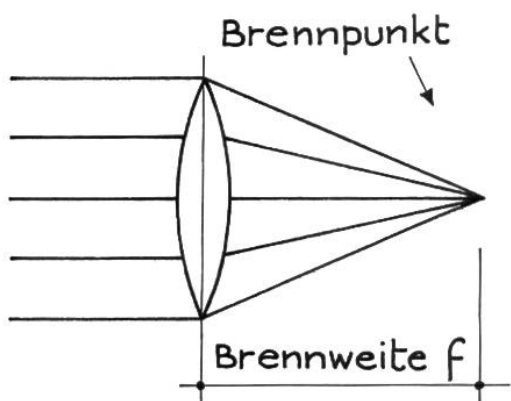
„kleine“ Spannung
grosser Strom



Optik

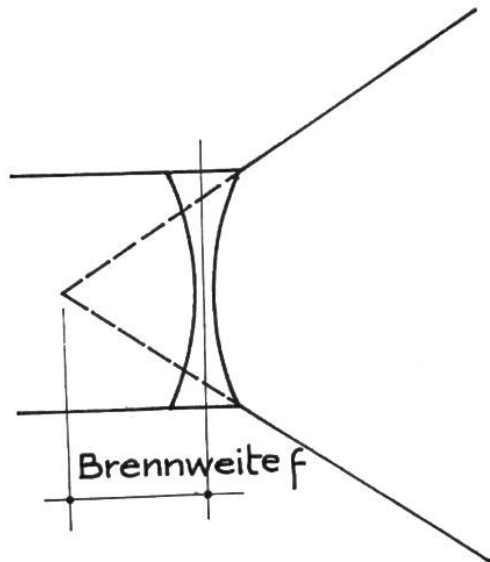
Reflexionsgesetz

Auf einen Spiegel auftreffende Lichtstrahlen werden im gleichen Winkel zurückgeworfen, wie sie einfallen:
 $\alpha = \beta$



Sammellinse

Sammellinsen sammeln auffallendes Licht. Parallel einfallende Lichtstrahlen werden im **Brennpunkt** gebündelt. Der Abstand zwischen Linsenebene und Brennpunkt heisst **Brennweite**.



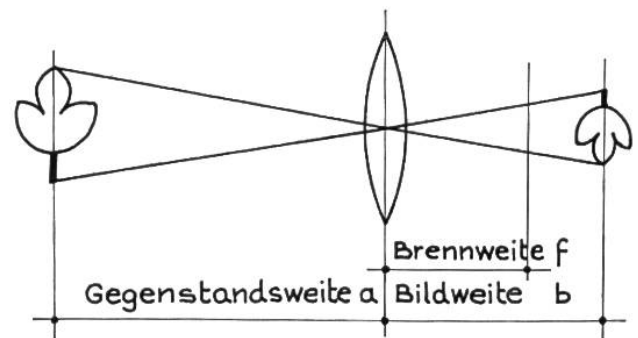
Zerstreuungslinsen

Zerstreuungslinsen zerstreuen das einfallende Licht.

Die Brillengläser aller kurzsichtigen Leute sind Zerstreuungslinsen.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (\text{Linsengleichung})$$

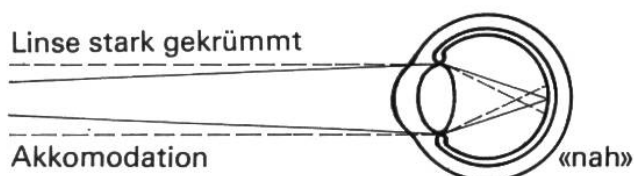
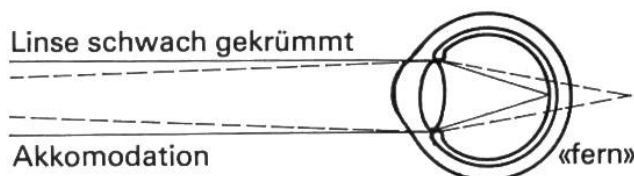
Das Abbildungsgesetz



Der Abbildungsmaßstab

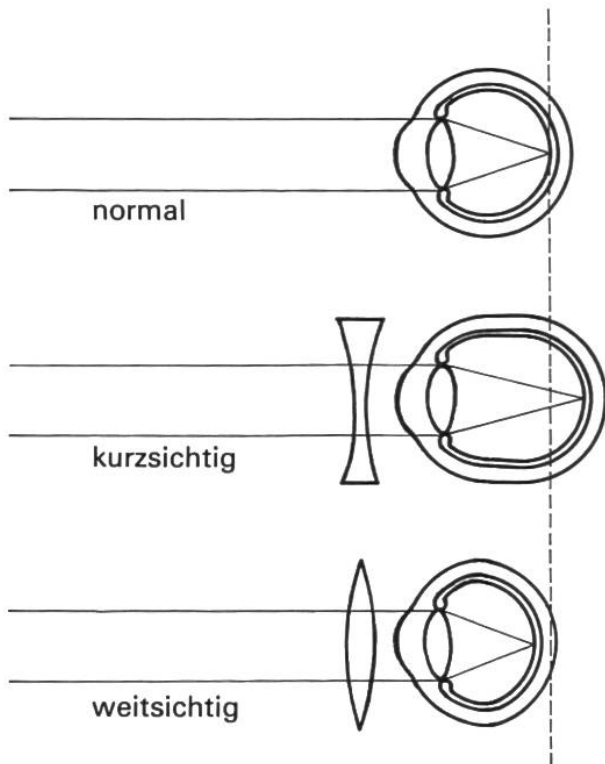
Unter dem Abbildungsmaßstab versteht man das Verhältnis von Gegenstandsgröße zu Bildgröße:

$$A = \frac{a}{b}$$



Das Auge

Wir können die Krümmung unserer Augenlinse verändern und deshalb unser Auge auf nahe und ferne Gegenstände einstellen: wir akkomodieren.

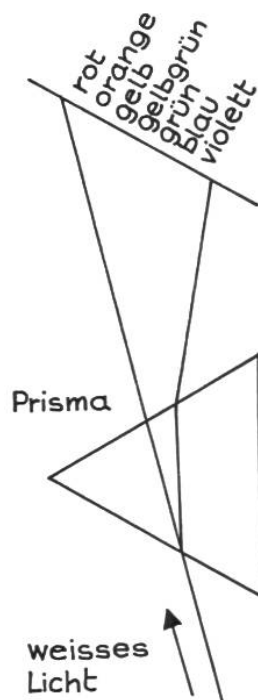


Die Brille

Fehlsichtige Augen können mit zusätzlichen Linsen korrigiert werden.

Kurzsichtige Augen brauchen Zerstreuungslinsen.

Weitsichtige Augen brauchen Sammellinsen.



Das Spektrum

Weisses Licht kann, z. B. durch ein Prisma, in die Spektralfarben aufgeteilt werden.

Das Spektrum lässt sich durch ein zweites Prisma wieder zu weissem Licht vereinigen.

Alle Farben sind entweder reine Spektralfarben oder Mischungen aus den Spektralfarben.

Der Regenbogen liefert uns ein «natürliches» Spektrum. Die Wassertröpfchen spalten das weisse Licht.

Übersicht über die wichtigsten physikalischen Einheiten

Heute gültige SI-Einheiten	Alte Einheiten
Kraft N 	Kraft kp 1 kp = 9,81 N 1 N = 0,102 kp
Druck Pa (Pascal) bar 1 Pa = 1 N/m ² = 0,00001 bar 1 bar = 100 000 Pa 1 bar = 1000 mbar	Druck kp/cm ² = at atm Torr 1 kp/cm ² = 1 at = 0,981 bar 1 bar = 1,02 at 1 atm = 1,01 bar 1 Torr = 133 Pa 1 Torr = 0,00133 bar
Leistung W, kW 1 W = 0,001 kW 1 kW = 1000 W	Leistung mkp/s, kcal/s, PS 1 mkp/s = 9,81 W 1 W = 0,102 mkp/s 1 kcal/s = 4186,8 W 1 W = 0,000239 kcal/s 1 PS = 736 W = 0,736 kW 1 kW = 1,36 PS
Arbeit, Energie J, Nm, Ws, kWh 1 J = 1 Nm = Ws = 0,000 000 278 kWh 1 kWh = 3 600 000 Ws (J, Nm)	Arbeit, Energie kpm, kcal 1 kpm = 9,81 J (Nm, Ws) 1 kcal = 4186,8 J (Nm, Ws)

Die alten Einheiten dürfen heute nicht mehr verwendet werden.
(Ausnahme: °C: $K - 273 = ^\circ C$)

CHEMIE

1. Allgemeines

Der Chemiker untersucht Eigenschaften und Aufbau der Stoffe und Stoffumwandlungen.

Stoffe (Substanzen) nehmen einen Raum ein und sind wägbare.

Stoffumwandlungen (chemische Reaktionen) führen zu neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften. Dabei werden die kleinsten Teilchen der Substanzen, die Atome, Moleküle oder Ionen, neu gruppiert.

Chemische Reaktionen sind erkennbar:

an Farbänderungen	Eisen rostet, Holz wird beim Verbrennen schwarz
an der Bildung von Gasen	Brausetabletten in Wasser, alkoholische Gärung
an der Ausfällung fester Niederschläge	Kalkablagerungen in Pfannen
an Wärmeabgabe (exotherme Reaktion)	Verbrennung von Kochgas, Benzin usw., Lösen von Säuren in Wasser
an Energieverbrauch (endotherme Reaktion)	Zerlegung von Verbindungen mit Wärme, Zerlegung von Wasser mit elektrischem Strom

Chemische Reaktionen verlaufen schneller:

bei erhöhter Temperatur	Klebstoffe werden schneller hart, warme Säuren zersetzen Metalle schneller, wechselwarme Tiere (Schlangen, Frösche) sind bei warmem Wetter lebhafter Faustregel: Bei Temperaturerhöhung um 10 °C verlaufen chemische Reaktionen doppelt so schnell
bei hoher Konzentration der beteiligten Stoffe	Verbrennungen verlaufen in reinem Sauerstoff rascher als in der Luft, konzentrierte Gifte oder Medikamente wirken schneller
bei feinem Zerteilungsgrad der Stoffe	Holzspäne verbrennen rascher als ein Holzklotz, aufgelöste Tabletten werden schneller aufgenommen
bei Anwesenheit von Katalysatoren	Katalysatoren sind Stoffe, welche die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion beeinflussen, ohne dabei selbst verbraucht zu werden. Katalysatoren für chemische Vorgänge in Lebewesen nennt man Enzyme oder Fermente.

Versuch:

Entzünde mit einem Feuerzeug auf einer feuerfesten Unterlage (Alufolie) ein Stück Würfelzucker.

Bestreiche einen zweiten Würfelzucker zuerst mit Zigarrenasche und wiederhole das Experiment.

2. Gemische

Die meisten **Rohstoffe in der Natur** sind Gemische verschiedener reiner Stoffe (Meerwasser, Erde, Erdöl, Erdgas, Milch, Blut usw.).

Die **Luft** ist ein Gemisch.

	Volumen %	Dichte in g/Liter		Schmelzpunkt	Siedepunkt
		bei 0°C	bei 25 °C	°C	°C
Luft	100	1,293	1,20	-213	-193
Stickstoff (N)	78	1,251	1,17	-210,1	-195,8
Sauerstoff (O)	21	1,429	1,33	-218,8	-183
Wasserstoff (H)	1	0,0899	0,08	-259,2	-252,8
Kohlendioxid (CO ₂)		1,977	1,81	-78,5 sublimiert	
verschiedene Edelgase		siehe Periodensystem			

Legierungen sind Gemische.

Messing Mischung aus Kupfer und Zink.

Bronze Mischung aus Kupfer und Zinn.

Münzgeld in der Schweiz:

Silbermünzen bis 1967

835‰ Silber + 165‰ Kupfer

Kupfernickelmünzen 5 Rp. bis 5 Fr.

750‰ Kupfer + 250‰ Nickel

Bronzemünzen 1 Rp., 2 Rp.

950‰ Kupfer + 40‰ Zinn + 10‰ Zink

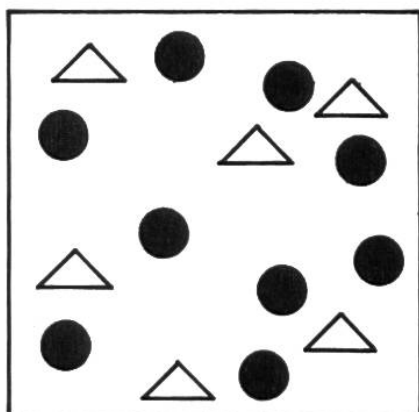
Goldvreneli

900‰ Gold + 100‰ Kupfer

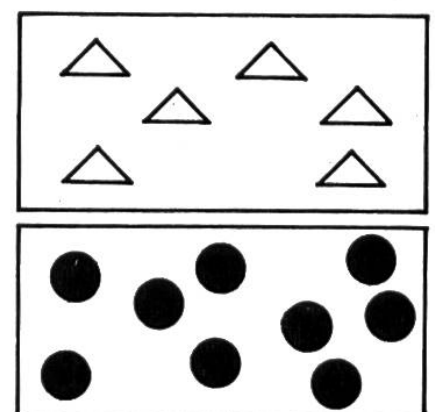
3. Fraktionierungsmethoden (Trennmethoden)

Gemisch

reine Stoffe



trennen
fraktionieren



mischen

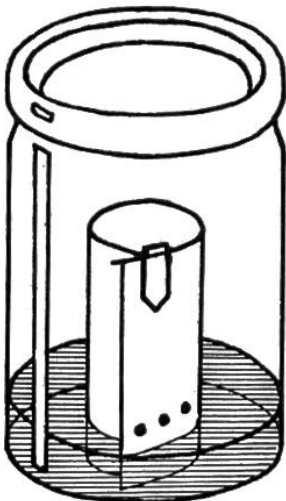


Gemisch

reine Stoffe

schmutziges Wasser	filtrieren →	(feste Erdteilchen) + Wasser
Blut	absetzen lassen → zentrifugieren	(Blutplasma) + Blutkörperchen
Kochsalzlösung	abdampfen →	(Wasser) + Kochsalz
Wein	destillieren →	(Rest) + Alkohol
Kochsalz im Boden	extrahieren → herauslösen	Kochsalzlösung
Tinte, Filzstiftfarben, Gifte usw.	chromatographieren →	reine Stoffe

Reine Stoffe sind ohne Stoffumwandlung nicht weiter trennbar. Das Herstellen von absolut reinen Stoffen ist oft aufwendig, teuer und nur für wissenschaftliche und medizinische Zwecke nötig.



Versuch: Papierchromatographie

Trage mit wasserlöslichen Filzstiften (am besten schwarz oder braun) kleine Farbflecken etwa 2 cm vom unteren Rand entfernt auf einem Stück Fliesspapier auf. Forme mit dem Fliessblatt eine Rolle, fixiere diese oben mit einer Büroklammer. Stelle nun das Papier gemäss Zeichnung in ein Einmachglas o.ä., in welches du vorher etwa 1 cm hoch Wasser gegeben hast.

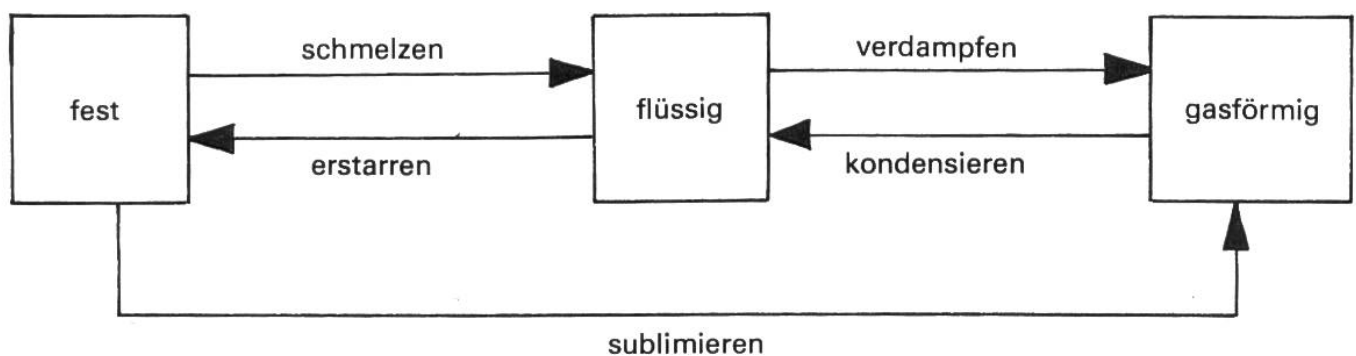
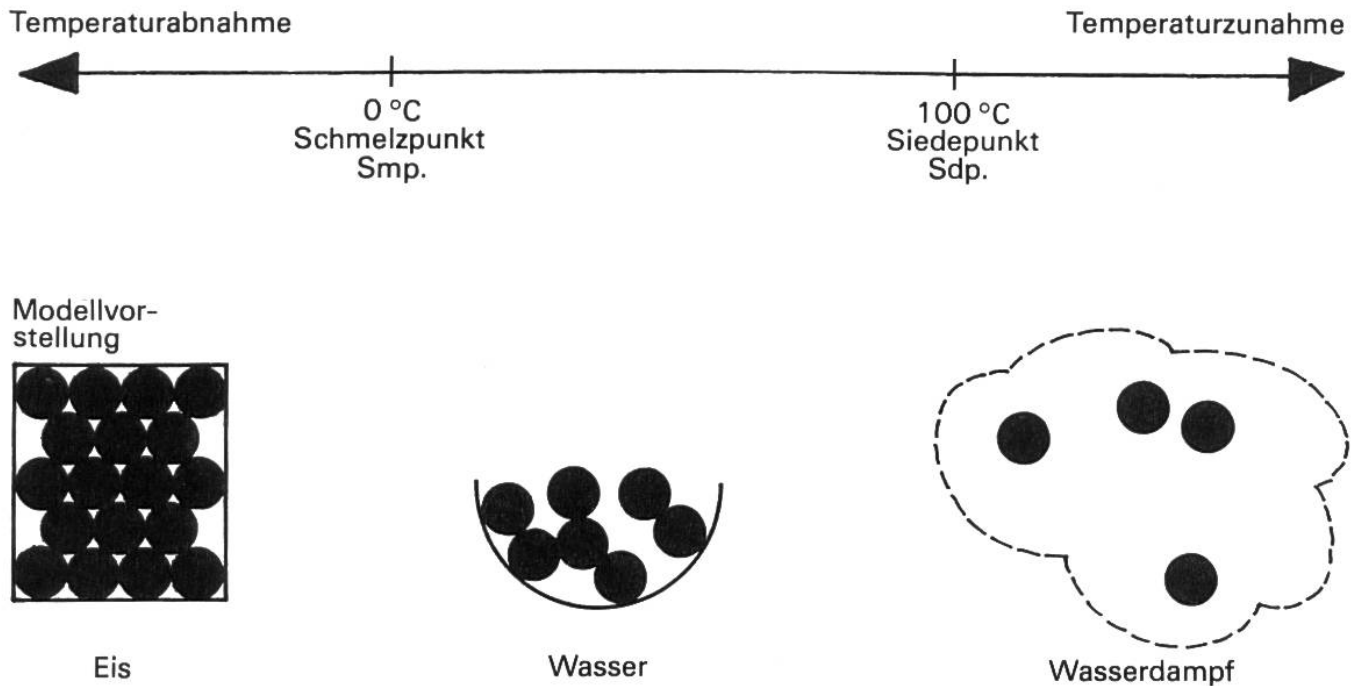
In etwa 20 Minuten trägt das Wasser die verschiedenen reinen Stoffe des Farbstoffgemischs verschieden weit mit.

Versuche bei weiteren Farbstoffen herauszufinden, ob es sich um Gemische oder reine Stoffe handelt. Benütze als Fliessmittel auch Essig, Alkohol, Wundbenzin, Pinselreiniger usw. oder Mischungen davon.

4. Aggregatzustände (Zustandsformen)

Reine Stoffe können je nach Temperatur und Druck fest, flüssig oder gasförmig sein.

Beispiel: Wasser



Bei nicht reinem Wasser liegt der Siedepunkt höher als 100 °C und der Schmelzpunkt tiefer als 0 °C. Deshalb streut man im Winter Salz auf die Strassen!

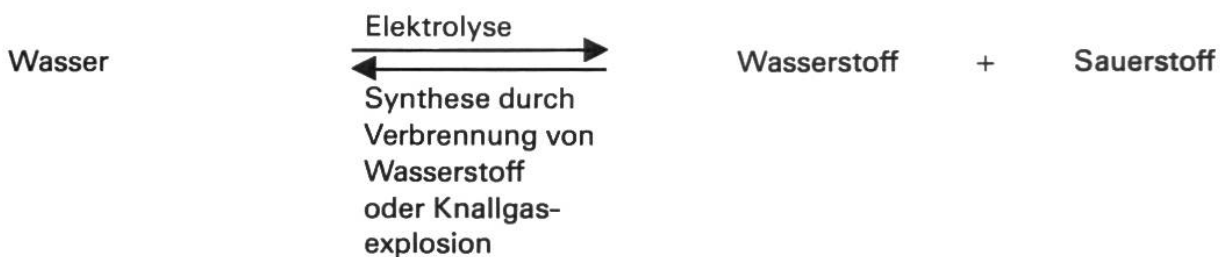
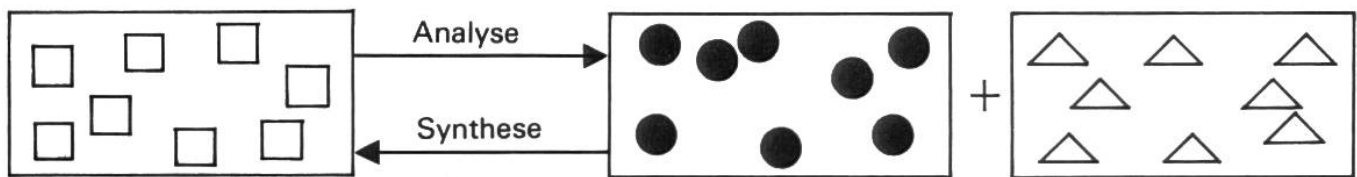
Versuch: Gib gleiche Mengen von sauberem Wasser und von verschiedenen Salzlösungen in leere Joghurtbecher und bestimme die Gefrierpunkte (= Schmelzpunkte) oder miss die Zeit bis zum vollständigen Erstarren im Tiefkühlfach.

5. Verbindung und Element

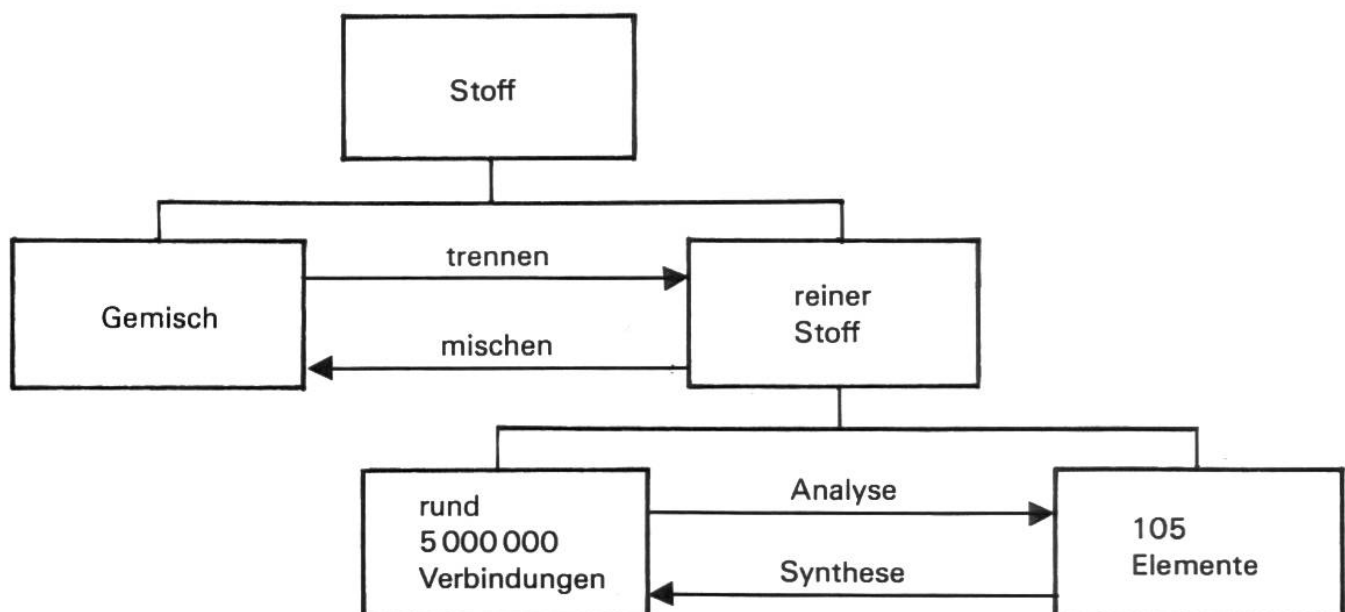
Reine Stoffe sind entweder Verbindungen oder Elemente.

Verbindungen sind durch Analysen (Einwirkung von Wärme, elektrischem Strom oder anderen Stoffen) in neue Stoffe mit neuen Eigenschaften zerlegbar. Sie sind durch Synthesen aus mindestens zwei verschiedenen Atomsorten (Elementen) aufbaubar.

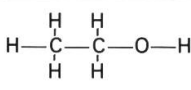
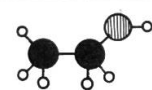
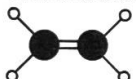
Elemente (chemische Grundstoffe) sind auch chemisch nicht weiter zerlegbar. Sie sind aus einer einzigen Atomsorte aufgebaut.



Zusammenfassung



6. Kleinste Teilchen – Bausteine der reinen Stoffe

Stoffklasse	Baustein	Modellvorstellung			
Metalle	Atom = chemisch kleinstes Masseteilchen				
		Atomkern mit positiv geladenen Protonen und Neutronen		Atomhülle mit negativ geladenen Elektronen	
Salze	Ion = elektrisch geladenes Atom oder geladene Atomgruppe (Beim Kochsalz: Na-Atom gibt 1 Elektron an Cl-Atom → positiv geladene Na-Ionen und negativ geladene Cl-Ionen)	Kochsalz in Wasser gelöst oder flüssig: 	Kochsalz fest: Ionengitter		
Flüchtige Stoffe	Molekül = fest verknüpfter, abgeschlossener Atomverband	Name	Summenformel	Strukturformel	Modelle
		Wasserstoff H ₂	H—H		
		Sauerstoff O ₂	O=O		
		Wasser H ₂ O			
		Kohlendioxid CO ₂	O=C=O		
		Äthanol (Alkohol) C ₂ H ₅ OH			
Hochmolekulare Stoffe	Riesenmolekül	Grundmolekül: C ₂ H ₄ Äthen (Äthylen)	Riesenmolekül: Polyäthylen (PE)		
					

7. Die Elemente

Name	Symbol	Ordnungs- zahl	mittlere relative Atommasse [u]	Dichte [g/ml]	Smp. [°C]	Sdp. [°C]
Actinium	Ac	89	(227)*	10,1	1050	um 3300
Aluminium	Al	13	26,982	2,70	660	2447
Americium	Am	95	(243)*	11,7	1176	um 3000
Antimon	Sb	51	121,75	6,0	630,5	1637
Argon	Ar	18	39,948	1,66 ¹	−189,4	−185,9
Arsen	As	33	74,922	5,7	613 sublimiert	
Astatin	At	85	(210)*			380?
Barium	Ba	56	137,34	3,5	710	1638
Berkelium	Bk	97	(247)*			
Beryllium	Be	4	9,012	1,8	1283	2477
Blei	Pb	82	207,19	11,34	327,4	1751
Bor	B	5	10,811	2,5	2027	3927
Brom	Br	35	79,904	3,12	−7,2	58
Cadmium	Cd	48	112,40	8,6	320,9	765
Calcium	Ca	20	40,08	1,55	850	1492
Californium	Cf	98	(251)*			
Cäsium	Cs	55	132,905	1,90	28,6	685
Cer	Ce	58	140,12	6,7	795	3468
Chlor	Cl	17	35,453	2,99 ¹	−101	−34
Chrom	Cr	24	51,996	7,1	1900	2642
Curium	Cm	96	(247)*	um 7	um 1300	
Dysprosium	Dy	66	162,50	8,5	1407	um 2600
Einsteinium	Es	99	(254)*			
Eisen	Fe	26	55,847	7,86	1539	2887
Erbium	Er	68	167,26	9,0	1497	um 2900
Europium	Eu	63	151,96	5,3	826	1439
Fermium	Fm	100	(257)*			
Fluor	F	9	18,998	1,58 ¹	−219,6	−187,9
Francium	Fr	87	(223)*		27?	
Gadolinium	Gd	64	157,25	7,9	1312	um 3000
Gallium	Ga	31	69,72	5,91	29,8	2237
Germanium	Ge	32	72,59	5,36	960	2830
Gold	Au	79	196,967	19,3	1063	2707
Hafnium	Hf	72	178,49	13,3	2222	5280
Hahnium	Ha	105	(260)*			
Helium	He	2	4,0026	0,17 ¹	−269,7	−268,9
Holmium	Ho	67	164,930	8,8	1461	um 2600

Name	Symbol	Ordnungs- zahl	mittlere relative Atommasse [u]	Dichte [g/ml]	Smp. [°C]	Sdp. [°C]
Indium	In	49	114,82	7,3	156,2	2047
Iridium	Ir	77	192,2	22,4	2454	4130
Iod	I	53	126,905	4,93	113,6	184,5
Kalium	K	19	39,102	0,86	63,2	766
Kobalt	Co	27	58,933	8,9	1495	2877
Kohlenstoff	C	6	12,0112	2,26	3800 sublimiert	
Krypton	Kr	36	83,80	3,46 ¹	-157,2	-153
Kupfer	Cu	29	63,54	8,92	1083	2582
Kurtschatowium	Ku	104	(257)*			
Lanthan	La	57	138,91	6,2	920	3370
Lawrencium	Lr	103	(256)*			
Lithium	Li	3	6,941	0,53	180,5	1331
Lutetium	Lu	71	174,97	9,8	1652	3327
Magnesium	Mg	12	24,305	1,74	650	1120
Mangan	Mn	25	54,938	7,2	1244	2041
Mendelevium	Md	101	(258)*			
Molybdän	Mo	42	95,94	10,2	2610	4830
Natrium	Na	11	22,9898	0,97	98	890
Neodym	Nd	60	144,24	7,0	1024	3027
Neon	Ne	10	20,179	0,84 ¹	-248,6	-246
Neptunium	Np	93	(237)*	19,5	637	um 3900
Nickel	Ni	28	58,70	8,90	1455	2837
Niob	Nb	41	92,906	8,4	2487	4930
Nobelium	No	102	(253)*			
Osmium	Os	76	190,2	22,48	2727	4230
Palladium	Pd	46	106,4	12	1550	3127
Phosphor	P	15	30,974	1,82	44,2	280
Platin	Pt	78	195,09	21,45	1769	3827
Plutonium	Pu	94	(244)*	19,8	640	3235
Polonium	Po	84	(209)*	9,3	254	962
Praseodym	Pr	59	140,92	6,8	935	3127
Promethium	Pm	61	(145)*		1047?	
Protactinium	Pa	91	(231)*	15,4	1800?	
Quecksilber	Hg	80	200,59	13,55	-38,87	357
Radium	Ra	88	226,05*	5?		
Radon	Rn	86	(222)*	um 6 ¹	-71	-62
Rhenium	Re	75	186,207	21,4	3180	5630
Rhodium	Rh	45	102,905	12,5	1966	3727
Rubidium	Rb	37	85,47	1,53	38,8	701
Ruthenium	Ru	44	101,07	12,2	2427	3727

Name	Symbol	Ordnungs- zahl	mittlere relative Atommasse [u]	Dichte [g/ml]	Smp. [°C]	Sdp. [°C]
Samarium	Sm	62	150,35	7,5	1072	1900
Sauerstoff	O	8	15,9994	1,33 ¹	−218,8	−183
Scandium	Sc	21	44,956	2,5	1423	2480
Schwefel	S	16	32,064	2,07	119	444,6
Selen	Se	34	78,96	4,7	217	688
Silber	Ag	47	107,870	10,5	960,8	2177
Silicium	Si	14	28,086	2,4	1423	2680
Stickstoff	N	7	14,0067	1,17 ¹	−210,1	−195,8
Strontium	Sr	38	87,62	2,6	770	1370
Tantal	Ta	73	180,95	16,6	2997	5400
Technetium	Tc	43	(98)*	11,5	2127	
Tellur	Te	52	127,60	6,1	450	1087
Terbium	Tb	65	158,93	8,3	1356	2800
Thallium	Tl	81	204,37	11,8	304	1470
Thorium	Th	90	232,05*	11,7	1750	3850
Thulium	Tm	69	168,94	9,3	1545	1727
Titan	Ti	22	47,90	4,5	1677	3280
Uran	U	92	238,03*	18,7	1132	3818
Vanadium	V	23	50,942	5,96	1917	3380
Wasserstoff	H	1	1,00797	0,08 ¹	−259,2	−252,8
Wismut	Bi	83	208,980	9,8	271,3	1559
Wolfram	W	74	183,85	19,3	3380	5530
Xenon	Xe	54	131,30	5,5 ¹	−111,9	−108,1
Ytterbium	Yb	70	173,04	7,0	824	1427
Yttrium	Y	39	88,905	4,5	1500	3230
Zink	Zn	30	65,37	7,14	419,5	908
Zinn	Sn	50	118,69	6	231,9	2687
Zirkonium	Zr	40	91,22	6,4	1852	4380

* radioaktive Elemente

() Atommasse des stabilsten oder bekanntesten Isotops

¹ Dichte gasförmiger Elemente in g/Liter bei 25 °C und Normaldruck

8. Bemerkungen zum Periodensystem

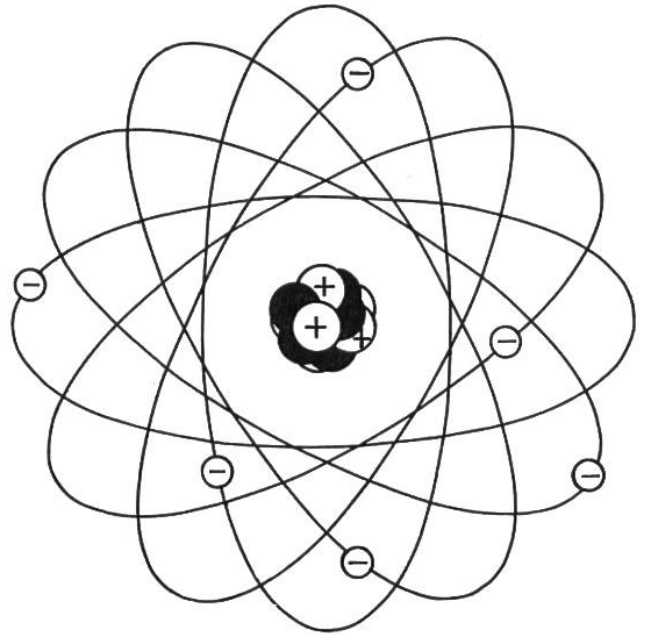
- Die rund 100 verschiedenen Atomsorten, die Elemente, sind im Periodensystem nach zunehmender **Atommasse** (früher Atomgewicht) geordnet.
- Die **Atommasseneinheit** (1u) ist $\frac{1}{12}$ der Masse des häufigsten Kohlenstoffisotops ^{12}C .
- Die **Ordnungszahl** (Platznummer) entspricht der Anzahl positiv geladener Protonen im Atomkern und der Anzahl der negativ geladenen Elektronen in der Atomhülle.

Beispiel: Kohlenstoff (C) Modellvorstellung:

Ordnungszahl 6

Atomhülle mit 6 negativ geladenen Elektronen $\ominus$

Atomkern mit 6 positiv geladenen Protonen $\oplus$ und Neutronen $\bullet$



- **Isotope** sind Atome eines bestimmten Elementes, die sich nur in der Masse unterscheiden (mehr oder weniger Neutronen im Atomkern).
- Bei Zimmertemperatur sind 2 Elemente flüssig (Br, Hg), 11 gasförmig (H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn) und alle übrigen fest.
- Die waagrechten Zeilen im Periodensystem nennt man **Perioden**. Elemente, die verwandte chemische Eigenschaften haben, gehören zur gleichen **Gruppe**. Sie stehen im Periodensystem untereinander.
- **Gruppe 1 a: Alkalimetalle**
Weiche, sehr reaktionsfähige Metalle mit tiefem Smp., die mit Wasser heftig reagieren und deshalb in Petrol aufbewahrt werden.
In der Natur kommen sie nur in salzartigen Verbindungen vor. Alkalimetalle haben die Tendenz, 1 Elektron abzugeben und dabei einfach positiv geladene Ionen zu bilden: Na^+ , K^+ .
- **Gruppe 2 a: Erdalkalimetalle**
Kommen in der Natur nicht elementar, sondern nur in salzartigen Verbindungen vor. Erdalkalimetalle geben leicht 2 Elektronen ab und bilden dabei doppelt positiv geladene Ionen: Mg^{2+} , Ca^{2+} .

Fortsetzung S. 78

1																
2	3 Li Lithium	4 Be Beryllium														
3	11 Na Natrium	12 Mg Magnesium														
	1 a	2 a	3 b				4 b	5 b	6 b	7 b	8					
4	19 K Kalium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium				22 Ti Titan	23 V Vanadium	24 Cr Chrom	25 Mn Mangan	26 Fe Eisen					
5	37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium				40 Zr Zirkonium	41 Nb Niob	42 Mo Molybdän	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium					
6	55 Cs Caesium	56 Ba Barium	57 La Lanthan	58 bis 71	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantal	74 W Wolfram	75 Re Rhenium	76 Os Osmium							
7	87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac Actinium	90 bis 103	104 Ku Kurtscha- towium	105 Ha Hahnium	106									
Lanthaniden (Metalle der seltenen Erden)						58 Ce Cer	59 Pr Praseodym	60 Nd Neodym	61 Pm Promethium							
Actiniden (Uran-Metalle)						90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uran	93 Np Neptunium							

1									2
H									He
Wasserstoff									Helium
				5	6	7	8	9	10
				B	C	N	O	F	Ne
				Bor	Kohlenstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Fluor	Neon
				13	14	15	16	17	18
				Al	Si	P	S	Cl	Ar
				Aluminium	Silicium	Phosphor	Schwefel	Chlor	Argon
8	1 b	2 b	3 a 4 a 5 a 6 a 7 a O						
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Kobalt	Nickel	Kupfer	Zink	Gallium	Germanium	Arsen	Selen	Brom	Krypton
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Rhodium	Palladium	Silber	Cadmium	Indium	Zinn	Antimon	Tellur	Jod	Xenon
77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Iridium	Platin	Gold	Quecksilber	Thallium	Blei	Wismut	Polonium	Astatin	Radon
62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Samarium	Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Holmium	Erbium	Thulium	Ytterbium	Lutetium
94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Plutonium	Americium	Curium	Berkelium	Californium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium	Lawrencium

– **Gruppe 7 a: Halogene**

Reaktionsfreudige, leicht flüchtige Nichtmetalle, die in der Natur nicht elementar vorkommen. Sie bilden mit Metallen Salze. Halogene haben die Tendenz, 1 Elektron aufzunehmen und dabei einfach negativ geladene Ionen zu bilden: F^- , Cl^- , I^- .

– **Gruppe 0: Edelgase**

Sehr reaktionsträge, stabile Nichtmetalle ohne Bindungselektronen.

– **Häufigkeit der Elemente:**

		Anteil in der Erdrinde [Massenprozent]	Anteil im menschlichen Körper [Massenprozent]
Sauerstoff	O	50	65
Silicium	Si	26	–
Aluminium	Al	7	–
Eisen	Fe	4	sehr wenig
Calcium	Ca	3	2
Natrium	Na	2,5	0,15
Kalium	K	2,5	0,4
Magnesium	Mg	2	–
Wasserstoff	H	1	10
alle übrigen		2	
Kohlenstoff	C		18
Stickstoff	N		3
Phosphor	P		1
Schwefel	S		0,3
Chlor	Cl		0,15

10. Salze

Die Bausteine der Salze sind **Ionen** (elektrisch geladene Atome oder Atomgruppen).

Da sich elektrisch verschieden geladene Teilchen anziehen, bestehen die Salze in festem Zustand aus Ionengittern. Diese Gitter zerfallen in Wasser mehr oder weniger in Einzelionen. Diese elektrisch geladenen Teilchen sind dafür verantwortlich, dass Salzlösungen den elektrischen Strom leiten (Modellvorstellung siehe Abschnitt 6).

	Cl^- Chloridion	NO_3^- Nitration	SO_4^{2-} Sulfation	CO_3^{2-} Carbonation
Na^+ färbt Flamme gelb	NaCl Natriumchlorid (Kochsalz)	NaNO_3 Na-nitrat (Chilesalpeter)	Na_2SO_4 Na-sulfat (Glaubersalz)	Na_2CO_3 Na-carbonat (Soda)
K^+ färbt Flamme violett	KCl Kaliumchlorid	KNO_3 K-nitrat (Kalisalpeter)	K_2SO_4 K-sulfat	K_2CO_3 K-carbonat (Pottasche)
Ca^{2+} färbt Flamme rot	CaCl_2 Calciumchlorid	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Ca-nitrat (Kalksalpeter)	CaSO_4 Ca-sulfat (Gips)	CaCO_3 Ca-carbonat (Kalkstein)
Cu^{2+} färbt Flamme grün	CuCl_2 Kupferchlorid	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ Cu-nitrat	CuSO_4 Cu-sulfat (Kupfervitriol)	CuCO_3 Cu-carbonat

Kochsalz, Natriumchlorid NaCl

Vorkommen:

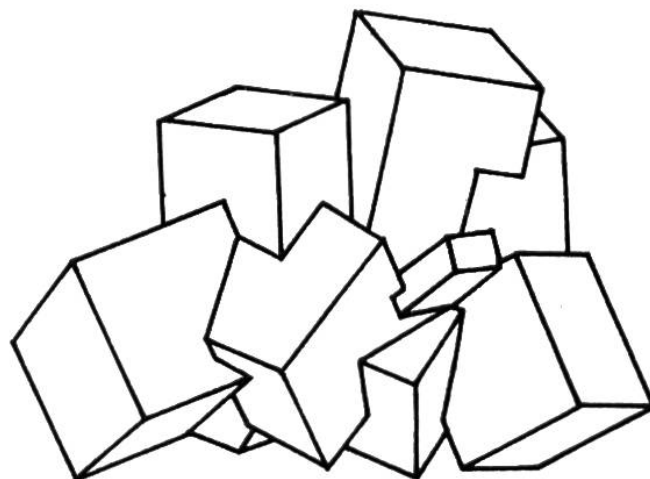
als «Steinsalz» im Boden, Herauslösung mit Wasser und im Meerwasser (Salzgehalt rund 3,5%, NaCl etwa 2,5%).

Eigenschaften:

- in festem Zustand würfelförmige, weissliche oder farblose Kristalle
- geruchlos, typisch salzartiger Geschmack
- gut wasserlöslich (in 1 Liter Wasser lösen sich bei Zimmertemperatur bis 350 g)
- Dichte $2,16 \text{ g/cm}^3$
- nicht brennbar, färbt Flamme gelb
- festes Kochsalz schmilzt bei 801°C (Smp.)
- flüssiges Kochsalz siedet bei 1440°C (Sdp.)

Verwendung:

- als Speisesalz, als Konservierungsmittel (z. B. für Fische)
- als Streusalz im Winter (Gemische haben einen tieferen Smp. als reine Stoffe; reines Wasser gefriert bei 0°C , Salzlösungen haben einen tieferen Gefrierpunkt)
- für Kältemischungen (3 Teile Eis + 1 Teil Kochsalz gemischt liefert Temperaturen bis -21°C)
- als Ausgangsstoff zur Gewinnung von Chlor, Salzsäure, Soda (Natriumcarbonat) usw.



Wichtige Ionen mit positiver Ladung (Kationen)

Ladung	+1	Ladung	+2	Ladung	+3
H ⁺	Wasserstoffion	Mg ²⁺	Magnesiumion	Al ³⁺	Aluminiumion
Na ⁺	Natriumion	Ca ²⁺	Calciumion	Fe ³⁺	Eisen(III)-ion
K ⁺	Kaliumion	Fe ²⁺	Eisen(II)-ion		
H ₃ O ⁺	Hydroniumion	Cu ²⁺	Kupferion		
NH ₄ ⁺	Ammoniumion				

Wichtige Ionen mit negativer Ladung (Anionen)

Ladung	−1	Ladung	−2	Ladung	−3
F [−]	Fluoridion	O ^{2−}	Oxidion	PO ₄ ^{3−}	Phosphation
Cl [−]	Chloridion	S ^{2−}	Sulfidion		
I [−]	Iodidion	SO ₃ ^{2−}	Sulfition		
OH [−]	Hydroxidion	SO ₄ ^{2−}	Sulfation		
NO ₃ [−]	Nitration	CO ₃ ^{2−}	Carbonation		
HCO ₃ [−]	Hydrogencarbonation				

11. Säuren und Basen

Säuren

- verleihen dem Wasser einen «sauren» Geschmack
- färben Lackmus rot
- bilden mit Metallen Wasserstoff
- geben leicht Wasserstoffionen H⁺ ab
- bilden in wässrigen Lösungen H₃O⁺-Ionen (Hydroniumionen)
- leiten in wässrigen Lösungen den elektrischen Strom
- können die Wirkung von Laugen aufheben

Beispiele:

HCl	Chlorwasserstoff (Gas) mit Wasser: Salzsäure
H ₂ SO ₄	Schwefelsäure
HNO ₃	Salpetersäure
H ₂ CO ₃	Kohlensäure
CH ₃ COOH	Essigsäure
	Zitronensäure
	Weinsäure

Basen

- verleihen dem Wasser einen faden, seifigen Geschmack
- färben Lackmus blau, Phenolphthalein rot
- nehmen leicht Wasserstoffionen auf
- bilden in wässrigen Lösungen (Laugen) OH[−]-Ionen (Hydroxidionen)
- leiten in wässrigen Lösungen den elektrischen Strom
- können die Wirkung von Säuren aufheben

Beispiele:

NaOH	Na-hydroxid (fest) mit Wasser: Natronlauge
Ca(OH) ₂	Ca-hydroxid (gelöschter Kalk) mit Wasser: Kalkwasser
NH ₃	Ammoniak
Na ₂ CO ₃	Na-carbonat (Soda)
	Seife

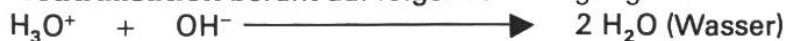
Mass für die Stärke von Säuren und Laugen ist der pH-Wert:

pH < 7: sauer

pH 7: neutral

pH > 7: basisch oder alkalisch

	pH-Wert		pH-Wert
verdünnte Salzsäure	0 bis 2	Blut	7,4
Magensaft	0,9 bis 1,5	Meerwasser	8,3
Essig	2,5	Seifenlösung	10 bis 11
Frischmilch	6,5	Leitungswasser	7 bis 8,5
Speichel	6,7	verdünnte Natronlauge	12 bis 14

Neutralisation beruht auf folgendem Vorgang**Konzentration wichtiger Säuren und Basen**

		Massengehalt in %	
		konzentriert	verdünnt
Salzsäure	HCl	33 bis 37	7
Schwefelsäure	H ₂ SO ₄	93 bis 97	9
Salpetersäure	HNO ₃	65	12
Essigsäure	CH ₃ COOH	98 bis 100	30
Natronlauge	NaOH	100 (fest)	
		30	8
Ammoniakwasser	NH ₃	24	3

12. Konzentration von Lösungen

Der Gehalt einer Lösung an gelöstem Stoff kann ausgedrückt werden in

- **Massenprozenten** (Gewichtsprozenten): **Anzahl Gramm des Stoffes in 100 Gramm Lösung.**

Beispiel: 10%ige Zuckerlösung: zu 10 Gramm Zucker wird Wasser bis zur Gesamtmasse von 100 Gramm zugefügt.

Messinstrument: Waage

Anwendung: verschieden konzentrierte Lösungen in der Drogerie und in der Apotheke.

- **Volumenprozent:** **Anzahl cm³ des Stoffes in 100 cm³ Lösung.**

Beispiel: 70volumenprozentiger Alkohol: 70 cm³ reinen Alkohol mit Wasser auf 100 cm³ auffüllen.

Messinstrument: Messzylinder, Pipette.

Anwendung: im Labor.

13. Gase in Druckflaschen

Gas	Formel	Kennzeichen/Farbe
Sauerstoff	O ₂	blau
Wasserstoff	H ₂	rot
Stickstoff	N ₂	grün
Acetylen (Äthin)	C ₂ H ₂	orange
Kohlendioxid	CO ₂	schwarz

14. Sauerstoff O₂

- Farbloses, geruchloses Gas, das die Verbrennung fördert.
- Sauerstoff ist für die Atmung lebensnotwendig.
- 21 Volumenprozent der Luft sind Sauerstoff.
- Häufigstes Element in den Verbindungen der Erdrinde.
- Dichte 1,429 g/Liter bei 0 °C, 1,33 g/Liter bei 25 °C.
- Smp. –218,8 °C; Sdp. –183 °C.
- Gewinnung aus flüssiger Luft, im Labor und in Werkstätten in blau markierten Stahlflaschen.
- Entsteht bei der Zerlegung von Wasser mit elektrischem Strom am Pluspol.
- Herstellung im Labor in kleinen Mengen durch Erwärmen von Kaliumpermanganat (KMnO₄) oder Wasserstoffperoxid (H₂O₂) mit etwas Braunstein (MnO₂) als Katalysator.
- **Nachweis:** Glimmende Schnur oder glimmender Holzspan flammen in Sauerstoff auf.

15. Verbrennungen

Gewisse Stoffe verbrennen beim Erhitzen in der Luft unter Abgabe von Licht und Wärme zu neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften. Dabei entstehen Verbindungen mit dem Sauerstoff der Luft. Diese nennt man Oxide. Die Oxide sind schwerer als die Brennstoffe!

In reinem Sauerstoff verlaufen die Oxidationen rascher als in der Luft.

Versuch:

Wäge mit einer empfindlichen Waage auf einer feuerfesten Unterlage (Alufolie) ein grösseres, ganz lockeres Stück Eisenwatte (Stahlwatte) ab.

Entzünde nun die Watte durch Berühren mit den beiden Polen einer Taschenlampenbatterie (Kurzschluss).

Bei der Verbrennung verbindet sich das Eisen mit dem Sauerstoff der Luft.

Stelle mit der Waage fest, wieviel Sauerstoff aufgenommen wurde.

Metall + Sauerstoff	→	Metalloxid (exotherme Reaktion)
---------------------	---	---------------------------------

fest
salzartig

Magnesium + Sauerstoff

→ Magnesiumoxid, MgO

Zink + Sauerstoff

→ Zinkoxid, ZnO

Weitere Metalloxide:

Kupfer(II)-oxid, CuO

Calciumoxid, CaO

(gebrannter Kalk)

Siliciumdioxid, SiO₂

(Quarz)

Aluminiumoxid, Al₂O₃

Eisen(III)-oxid, Fe₂O₃

(rot)

Eisen (II, III)-oxid, Fe₃O₄

(blauschwarz)

Nichtmetall + Sauerstoff	→	Nichtmetalloxid (exotherme Reaktion)
--------------------------	---	--------------------------------------

meist flüchtige Stoffe, Gase

Schwefel + Sauerstoff	→	Schwefeldioxid SO_2
Kohlenstoff + Sauerstoff	→	Kohlendioxid + Kohlenmonoxid (giftig) CO_2 CO
Wasserstoff + Sauerstoff	→	Wasser (Wasserstoffoxid) H_2O
Alkohol (Brennsprit) + Sauerstoff $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	→	Kohlendioxid + Wasser CO_2 H_2O
Benzin + Sauerstoff (Gemisch verschiedener Verbindungen aus C und H)	→	Kohlendioxid + Kohlenmonoxid + Wasser CO_2 CO H_2O

Der Umkehrvorgang der Verbrennung ist zur Gewinnung von Metallen sehr wichtig:

Metalloxid	→	Metall + Sauerstoff (endotherme Reaktion)
------------	---	---

Eisenoxid	→	Eisen + Sauerstoff verbindet sich mit C zu Kohlendioxid
Kupferoxid	→	Kupfer + Sauerstoff verbindet sich mit C zu Kohlendioxid

16. Verbrennung und Fotosynthese

Kohlenstoff- verbindungen	+	Sauer- stoff	→	Kohlendioxid	+	Wasser	+	Energie
			←					

C-Verbindungen	+	O_2	→	CO_2	+	H_2O	+	Wärme

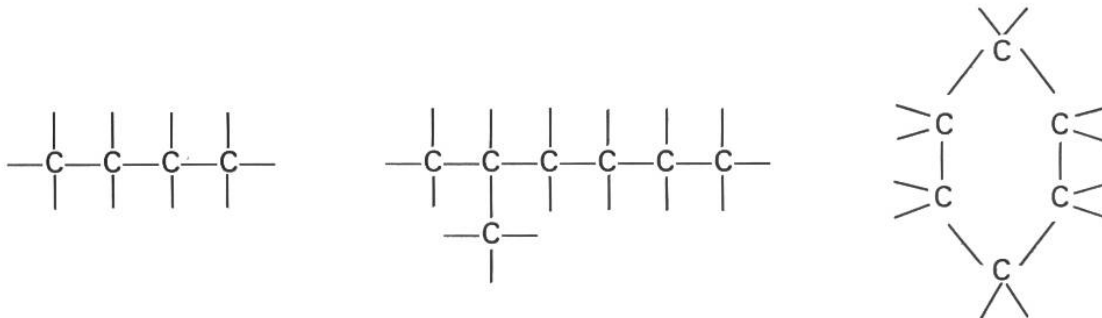
Verbrennung
Zellatmung

C-Verbindungen	+	O_2	←	CO_2	+	H_2O	+	Licht

Fotosynthese
in grünen Pflanzen

17. Organische Chemie

- Organische Chemie ist die Chemie der Kohlenstoff-Verbindungen.
- Das C-Atom ist vierbindig: $\begin{array}{c} | \\ -\text{C}- \\ | \end{array}$
- Das C-Atom kann sich praktisch unbegrenzt mit anderen C-Atomen zu Ketten, Ringen oder Gerüsten verbinden, deshalb die riesige Zahl von organischen Verbindungen:



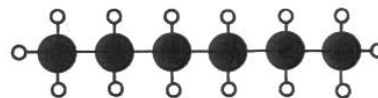
- C-Verbindungen sind aus Molekülen oder Riesenmolekülen aufgebaut.
- Viele C-Verbindungen sind brennbar.
- Viele sind nicht wärmebeständig, sie verkohlen oder werden beim Erwärmen zerstört.
- Die organisch-chemische Industrie stellt zum Beispiel folgende Kohlenstoffverbindungen her: Kunststoffe, Arzneimittel, Textilien, Farbstoffe, Schädlingsbekämpfungsmittel, Waschmittel, Klebstoffe, Treibstoffe usw.

18. Kohlenwasserstoffe

(Verbindungen aus C und H, z. B. im Erdöl)

Kettenförmige Kohlenwasserstoffe

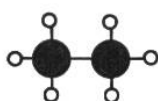
mit Einfachbindungen: Alkane $\text{C}_{2n}\text{H}_{2n+2}$



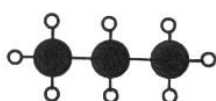
n-Hexan
 C_6H_{14}



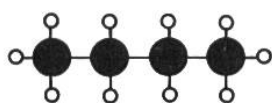
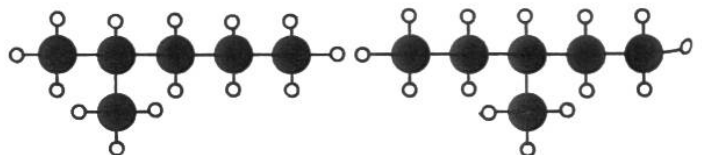
Methan
 CH_4



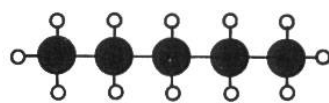
Äthan
 C_2H_6



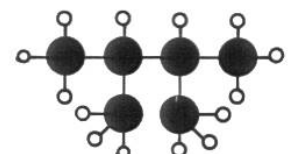
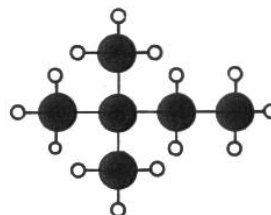
Propan
 C_3H_8



Butan
 C_4H_{10}



Pentan
 C_5H_{12}



4 verschiedene iso-Hexane C_6H_{14}
(gleiche Summenformel, verschieden aufgebaut, verschiedene Eigenschaften)

mit Doppelbindungen: Alkene



Äthen (Äthylen)
 C_2H_4

Baustein für viele C-Verbindungen

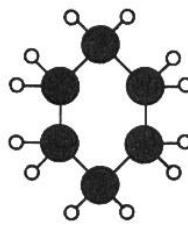
mit Dreifachbindungen: Alkine



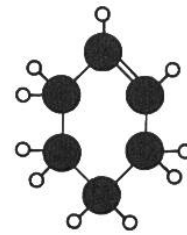
Äthin (Acetylen)
 C_2H_2

Gas in orange markierten Stahlflaschen
für Schneidbrenner und zum Schweißen

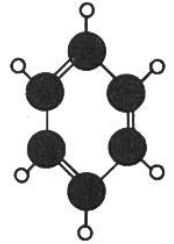
Ringförmige Kohlenwasserstoffe



Zyklohexan
 C_6H_{12}



Zyklohexen
 C_6H_{10}



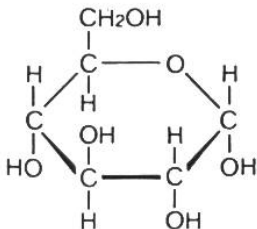
Benzol
 C_6H_6

19. Kohlenhydrate

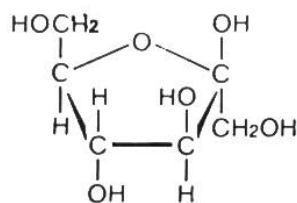
(Verbindungen aus C, H und O)

● **Einfachzucker** $C_6H_{12}O_6$ Nachweis mit Fehlinglösung

Traubenzucker



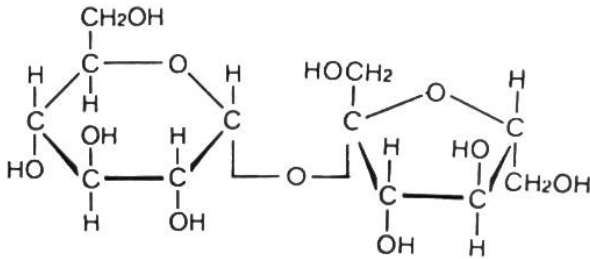
Fructozucker



● **Doppelzucker** $C_{12}H_{22}O_{11}$

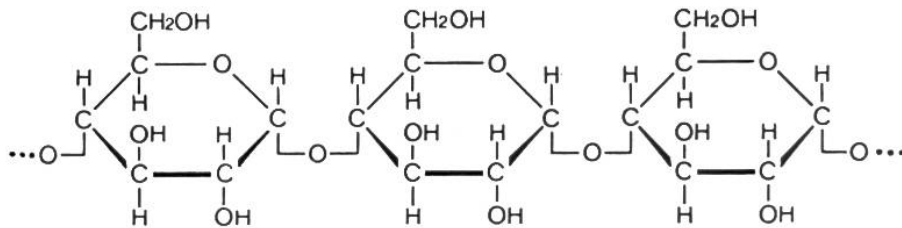
aufgebaut aus je einem Traubenzucker- und Fructozuckermolekül

Rohr- oder Rübenzucker



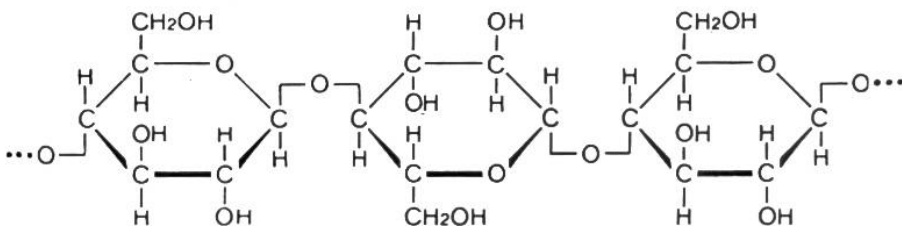
● **Stärke** $(C_6H_{10}O_5)_n$

Riesenmoleküle aus verketteten Traubenzuckermolekülen.
In Kartoffeln, Getreide, Brot usw.
Nachweis mit Iod-iodkaliumlösung.



● **Zellulose** $(C_6H_{10}O_5)_n$

Wie Stärke aus verketteten Traubenzuckermolekülen aufgebaut.
In Zellwänden der Pflanzen;
Baumwollfaser, Watte, Fließpapier usw.

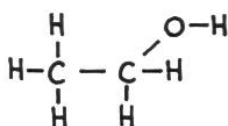
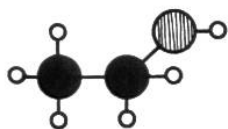


20. Weitere organische Verbindungen

Alkohole

Beispiel: Äthanol (Äthylalkohol)

C_2H_5OH Smp. -114° , Sdp. $78^\circ C$



Äthanol entsteht bei der natürlichen Gärung von Trauben- und Fruchtsäften oder künstlich aus Erdölprodukten.

Alkoholgehalt
(Volumen-%)

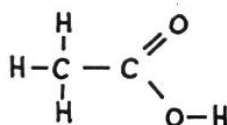
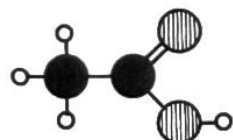
Bier	5
Most, Obstwein	6
Wein	10
Liköre	25
Branntwein	40–50



Säuren

Beispiel: Essigsäure (Äthansäure)

CH_3COOH Smp. $16,6^\circ$, Sdp. $118^\circ C$



Eiweiße (Proteine), Verbindungen aus C, H, O, N (evtl. auch S, P)

Riesenmoleküle aufgebaut aus Aminosäuren.

Aufbau- und Betriebsstoff in tierischen Zellen, Reservestoff in Pflanzen.

Nachweis mit konzentrierter Salpetersäure.

21. Kunststoffe

Hochmolekulare Stoffe mit aus einfachen Grundmolekülen aufgebauten Riesenmolekülen.

Grundmolekül	Riesenmolekül	Bemerkungen
		
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ Äthen (Äthylen)	Polyäthylen (PE)	Verbrennt mit blauer Flamme zu farblosem Rauch. Plastiksäcke, Folien, Geschirr, Isoliermaterial usw.
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array}$ Vinylchlorid	Polyvinylchlorid (PVC)	Verbrennt mit gelblich-grüner Flamme zu weißem Rauch mit stechendem Geruch (giftiges Chlorwasserstoffgas HCl, das mit Wasser Salzsäure bildet!). Schallplatten, Schläuche, Regenbekleidungen usw.
$\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$ Tetrafluoräthen	Polytetrafluoräthen	Dichtungen, Beläge in Pfannen (Teflon)
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \\ \text{H} & & \text{C} \\ & & \\ & & \text{N} \end{array}$ Acrylnitril	Polyacrylnitril (PAN)	Kunstfasern wie Orlon, Dralon usw.
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / & & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \\ & / & & & & \\ \text{H} & & & \text{C} & & \text{H} \\ & & & & & \\ & & & \text{C} & & \text{C} \\ & & & & & / \\ & & & \text{H} & & \text{H} \end{array}$ Styrol	Polystyrol (PS)	Verbrennt mit gelb-oranger Flamme und typischem Geruch zu schwarzem Rauch. Yoghurtbecher; aufgeschäumt als Styropor.

Weitere Kunststoffe: Plexiglas, Bakelit, Nylon, Perlon, Phenolharze, Araldit usw.

Kunststoffe sind leicht. Sie isolieren gut gegen Wärme und elektrischen Strom (Isolatoren). Sie sind gegen Wasser und die meisten Chemikalien beständig. Kunststoffe lassen sich leicht in verschiedene Formen gießen oder pressen und zu Fäden oder Folien ausziehen.

22. Gifte

Giftklasse	Kennzeichen	Bemerkungen	Beispiele	
1 und 2	Schwarzes Band mit weisser Auf- schrift und Toten- kopfsymbol 	Besonders gefähr- liche und stark ätzende Stoffe. Nur mit Giftschein erhältlich	Giftklasse 1: Phosphor (weiss) P Kohlendisulfid (Schwefelkohlenstoff) CS ₂ Tetrachlorkohlenstoff CCl ₄ Giftklasse 2: Br, I, K, Ca, Na, Hg, Natriumhydroxid NaOH (Natronlauge) Salpetersäure HNO ₃ konz. Salzsäure HCl Schwefelsäure H ₂ SO ₄	
3	Gelbes Band	Starke Gifte und ätzende Stoffe. Nur gegen Empfangsbe- stätigung erhältlich.	Wasserstoffperoxid H ₂ O ₂ verd. Salzsäure HCl Kupfer(II)-sulfat CuSO ₄ Kaliumnitrat KNO ₃	
4	Rotes Band	Weniger gefähr- liche Gifte. Verkauf nur durch Fach- personal.	Magnesium Mg Calciumoxid CaO Magnesiumoxid MgO Quecksilber(II)-oxid HgO Magnesiumsulfat MgSO ₄ Hexan C ₆ H ₁₄ Aceton CH ₃ COCH ₃	
5	Rotes Band	Schwache Gifte. Teilweise in Selbst- bedienungsläden erhältlich.	Natriumcarbonat (Soda) Na ₂ CO ₃ Äthanol (Äthylalkohol) C ₂ H ₅ OH	

Karl Bolleter

Notizen:

Notizen:
