

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

**Rubrik:** Wissenskiste

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

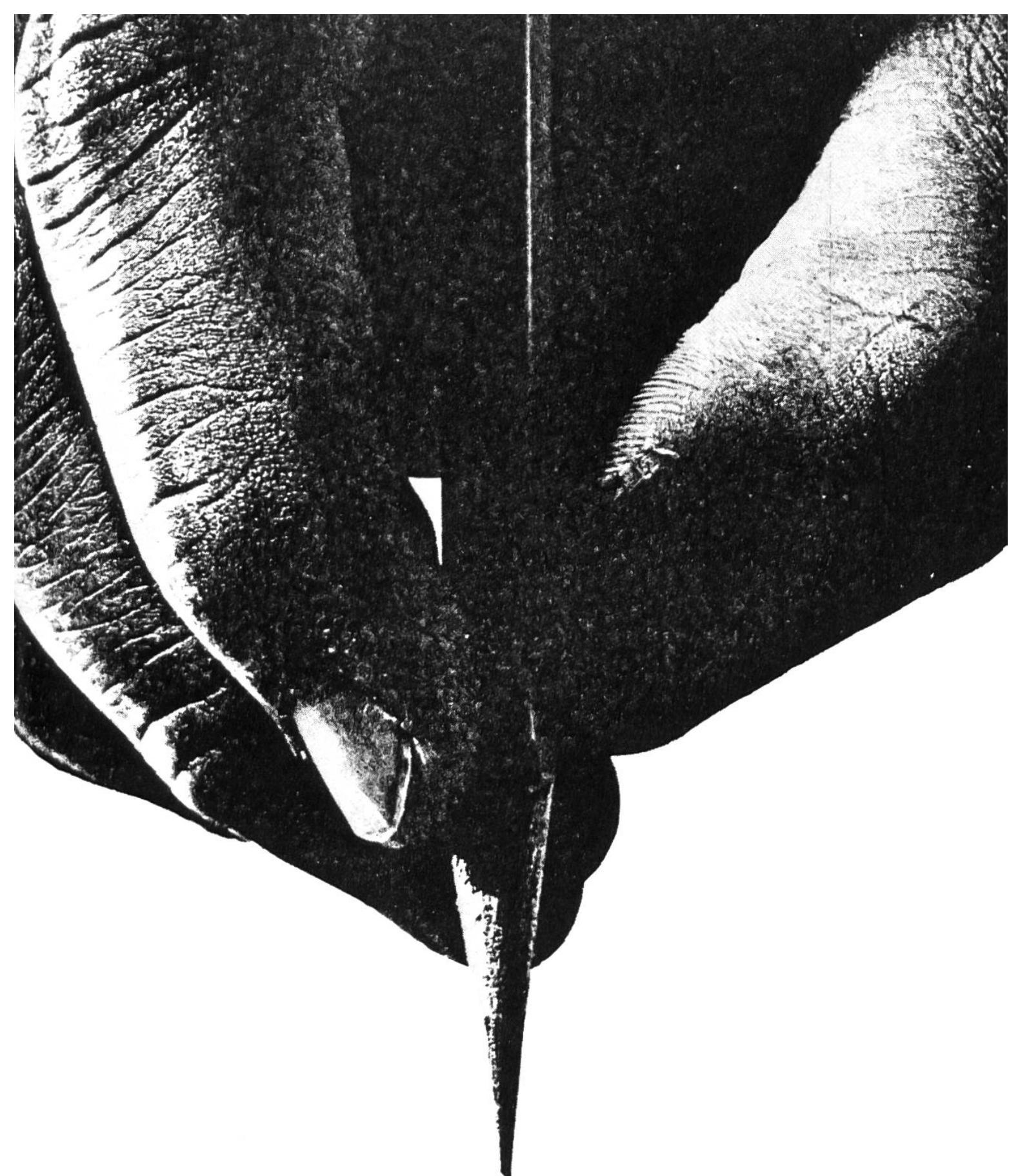
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

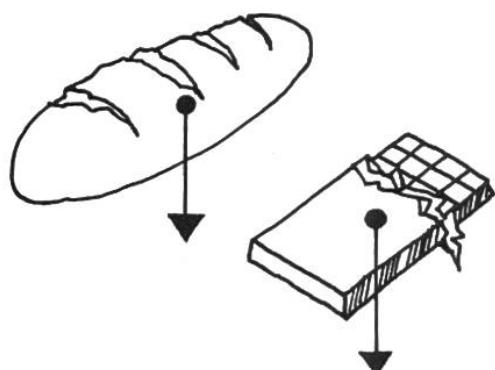
**Download PDF:** 06.02.2026

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



WISSENSKISTE

# PHYSIK



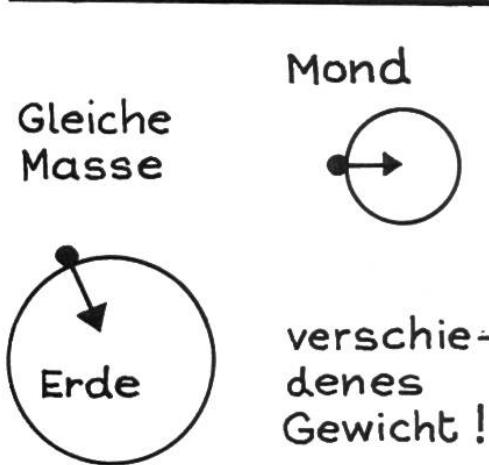
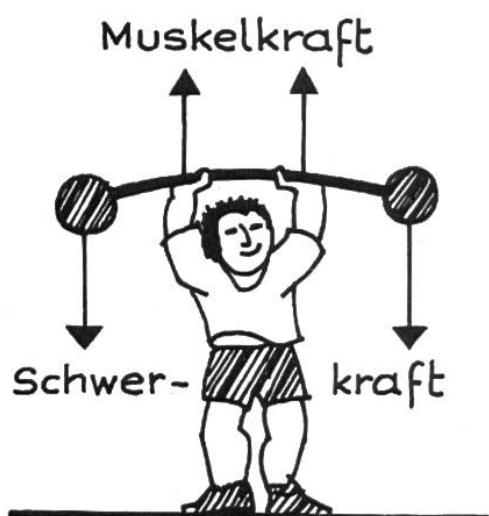
## Massen

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.

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

$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1000000 \text{ g}$



## Die Gewichtskraft

Das Gewicht des Körpers ist die Kraft, mit welcher der Körper (wegen der Erddrehung) 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

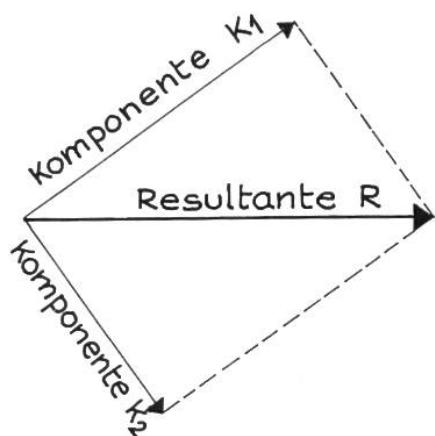
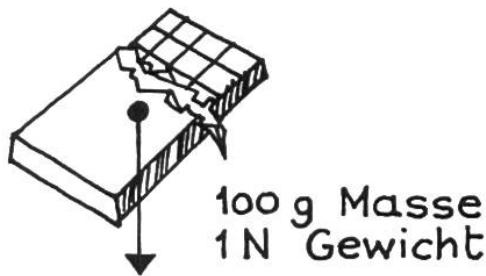
## Beziehung zwischen Gewicht und Masse

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

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

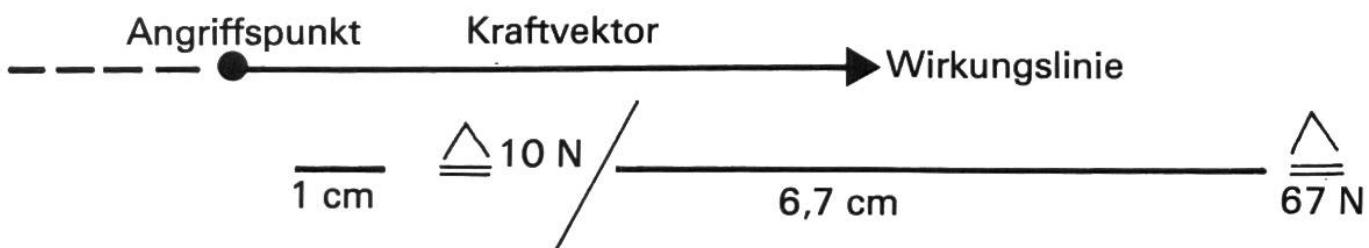
$$1 \text{ N} \hat{=} 0,102 \text{ kg} \sim 0,1 \text{ kg}$$

Im bürgerlichen Leben wird Gewicht anstelle von Masse gleichbedeutend angewendet. Darum merken wir uns eben die Umrechnung vom alten 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.



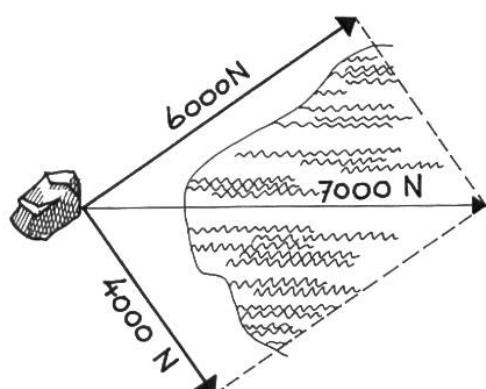
Mit Hilfe eines **Kräfteparallelogramms** kann man Kräfte zeichnerisch **addieren**. Die Summanden nennt man Komponenten, das Ergebnis wird durch die **Resultante** dargestellt.

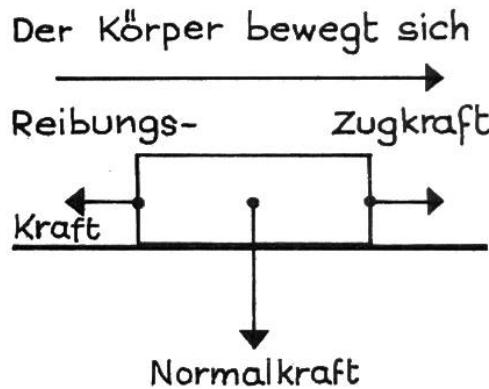
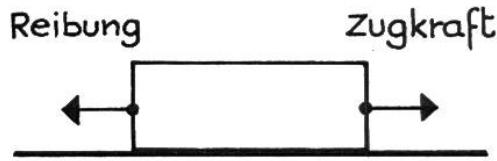
Komponente  $K_1$       Resultante  $R$   
Komponente  $K_2$

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 Teilkräften von 6000 N & 4000 N in den angegebenen Richtungen.

6000 N	7000 N
4000 N	See
	F





## Rollreibung

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

## Die Reibung

Die Reibung wirkt immer der Bewegung entgegen.

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

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

Die Grösse der Reibung wird ausgedrückt durch die Reibungszahl  $\mu$ :

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

## Beispiele für Reibungszahlen (Näherungen)

	Hafreibung	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

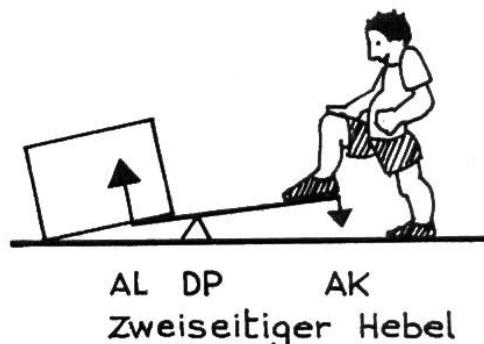
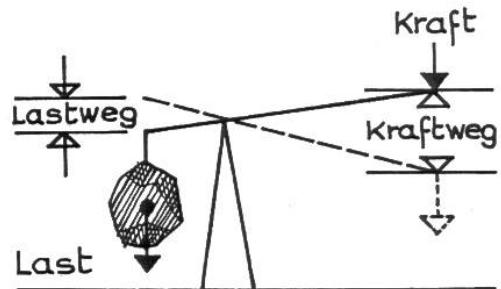
AL: Ansatzpunkt der Last

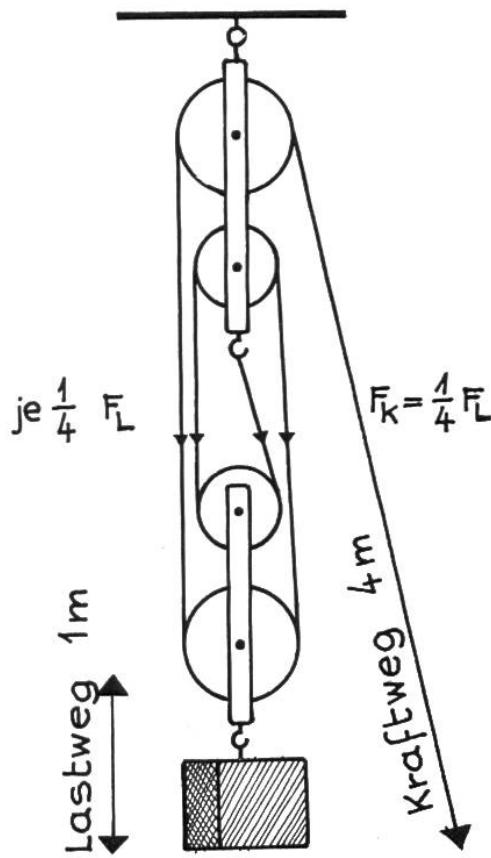
Es gilt folgendes Gesetz:

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

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

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





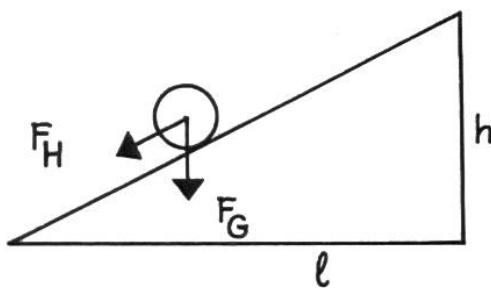
## Der Flaschenzug

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.

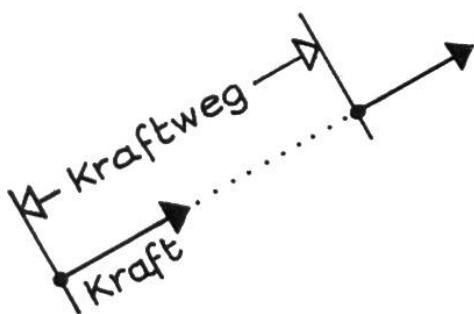


## Die Schiefe Ebene

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

Die Hangabtriebskraft berechnet man aus Gewicht und Steilheit:

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



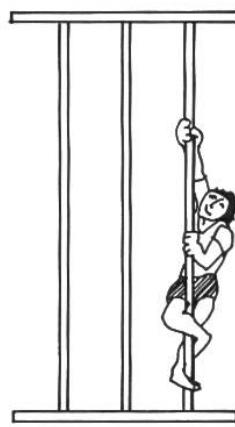
## Die Arbeit

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

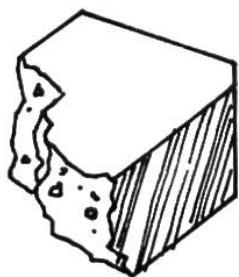
Ein Schüler, der zweimal die Kletterstange hochklettert, einmal schnell und einmal langsam, leistet in beiden Fällen die gleiche Arbeit. Doch die Leistung ist verschieden:

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

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:

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

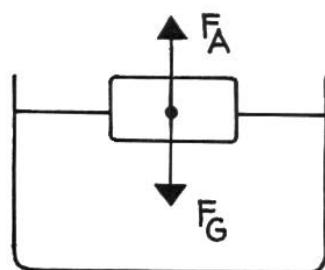
Masseinheiten: Die Dichte wird in  $\text{g}/\text{cm}^3$  oder in  $\text{kg}/\text{dm}^3$  angegeben.

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

Beispiele:

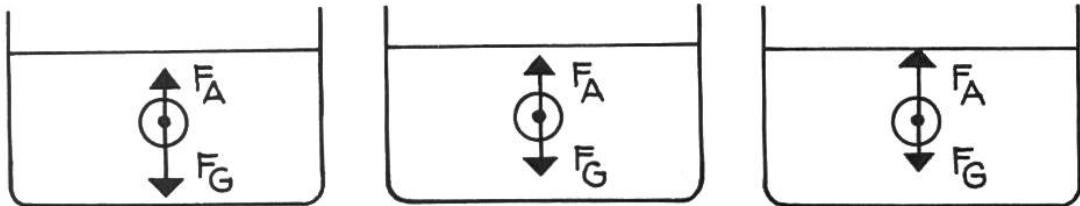
Gold	19,3	Glas	2,5
Blei	11,3	Beton	ca. 2
Kupfer	8,9	Holz	0,5–0,9
Messing	8,5	Kork	0,2
Stahl	7,9	Styropor	0,03–0,04
Quecksilber	13,6	Wasser (rein)	1
Meerwasser	1,03	Spiritus	0,8

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



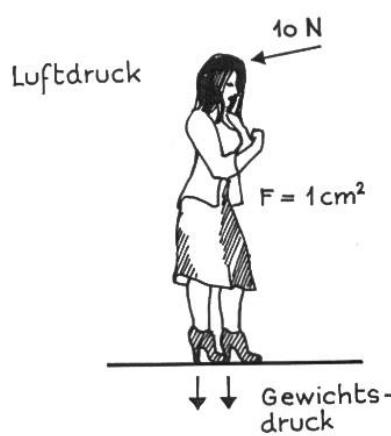
## Der Auftrieb

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 Aufstauchen 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 kg und damit ein Gewicht von 12,9 N!

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

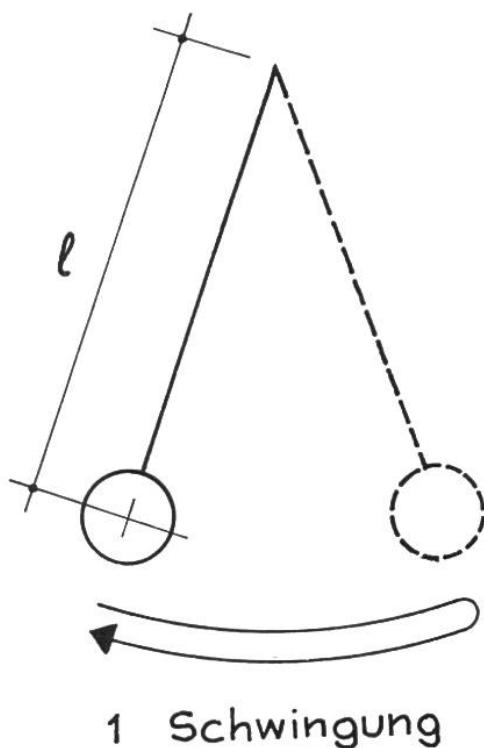
$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$$

Masseinheiten:

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa (Pascal)} \\ = 100000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Normalerweise herrscht bei uns ein Luftdruck von 1 bar.

(Der Luftdruck ist abhängig von Temperatur und Wetterlage.)



## Das Pendel

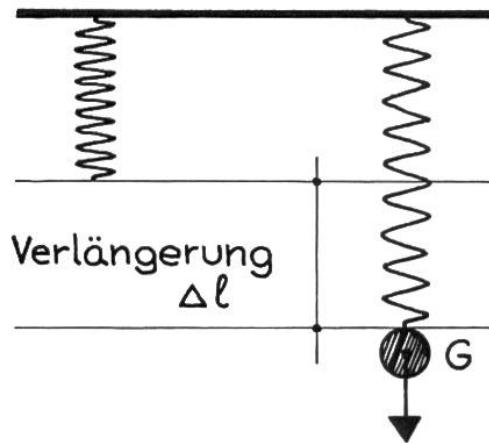
Eine Schwingung ist definiert als eine Hin- und Herbewegung. Die Zeit, die das Pendel für eine Schwingung braucht, nennt man Schwingungsdauer  $T$ .

Pendellänge und die Schwingungsdauer stehen in folgendem Zusammenhang:

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

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

$$l = \frac{9T^2}{4\pi^2}$$

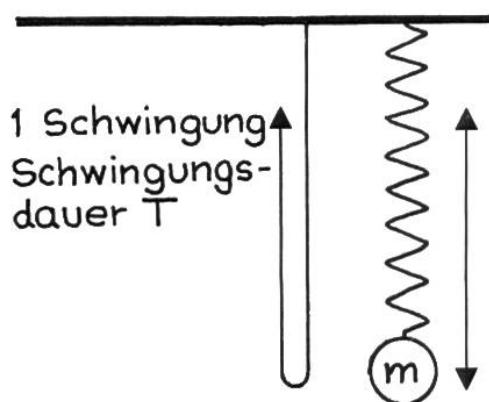


## Die Federkonstante

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

Masseinheit: N/m

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



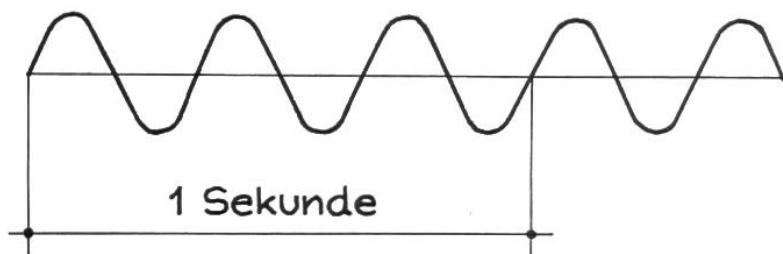
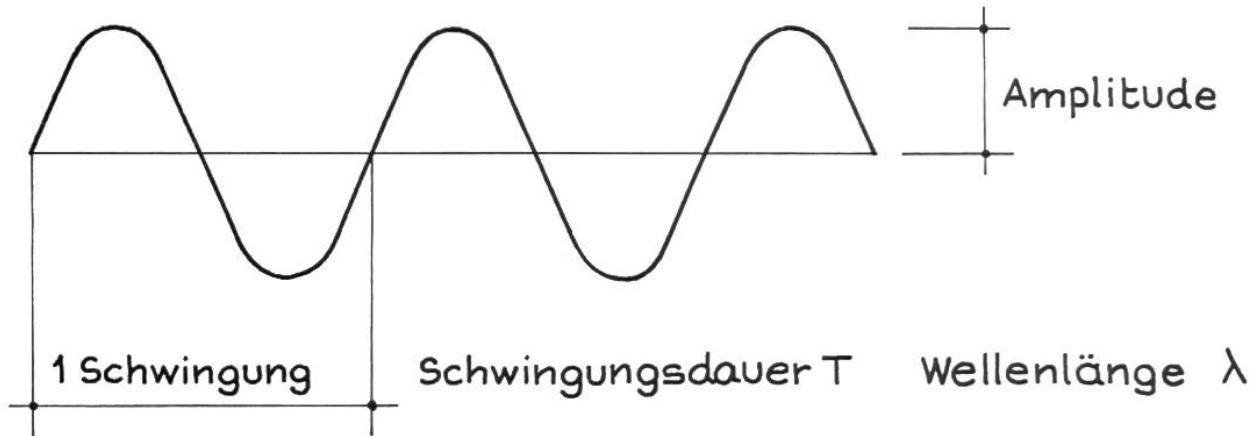
## Das Federpendel

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**.

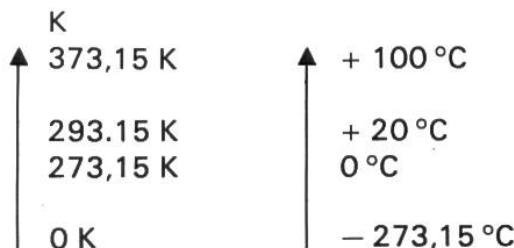
Zwischen zwei Körpern, die die gleiche Eigenfrequenz haben, besteht **Resonanz**.

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

Brücken können einstürzen, wenn sie im Takt-Schritt überquert werden.

## Wärmelehre

### Temperatur



Lord Kelvin 1824–1907

Die Temperatur von  $-273^{\circ}\text{C}$  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  $^{\circ}\text{C}$  + 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/K
Aluminium	0,000024 1/K
Glas	0,000009 1/K
Wasser*	0,00018 1/K
Alkohol	0,0011 1/K
Petrol	0,00096 1/K

\*Achtung: Wasser verhält sich im Bereich von  $0^{\circ}\text{C}$  bis etwa  $20^{\circ}\text{C}$  nicht normal. Sein Volumen ist bei  $4^{\circ}\text{C}$  am kleinsten.

### Beispiel:

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

Gase dehnen sich bei Erwärmung ebenfalls aus, aber nach andern Gesetzmäßigkeiten: Im Ideal-Fall 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  $0^{\circ}\text{C}$  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, wieviel 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  $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$

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

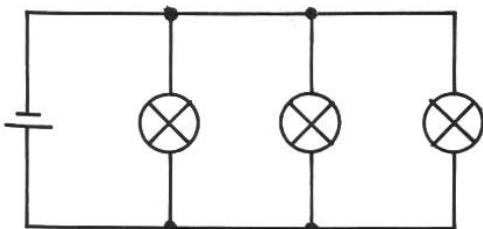
Der Heizwert gibt an, welche Wärmemenge in kJ wir aus einem kg eines Brennstoffes gewinnen können:

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

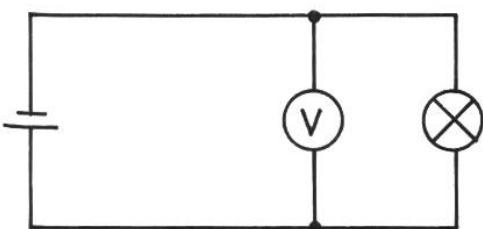
### Parallelenschaltung

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

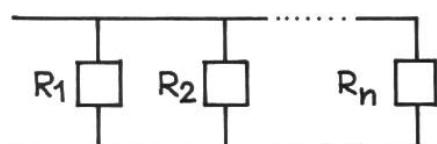


### Spannungsmessungen

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



### Parallelenschaltung von Widerständen

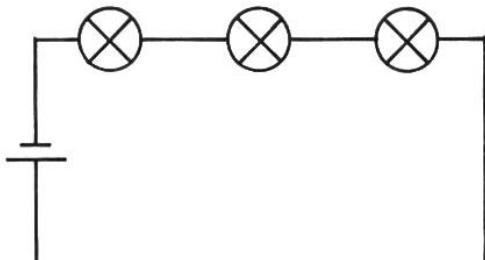


$$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

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

### Serieschaltung

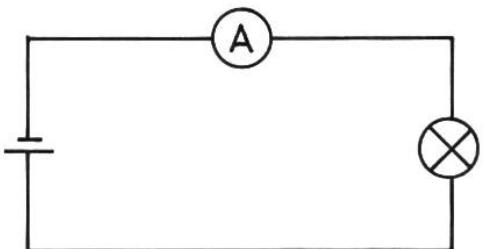
Die Lampen sind in Serie oder hintereinander geschaltet. Sie führen alle den gleichen Strom.



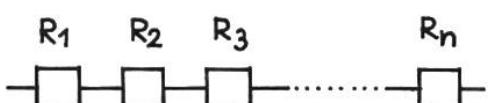
### Strommessungen

Das Amperemeter wird immer in Serie angeschlossen.

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



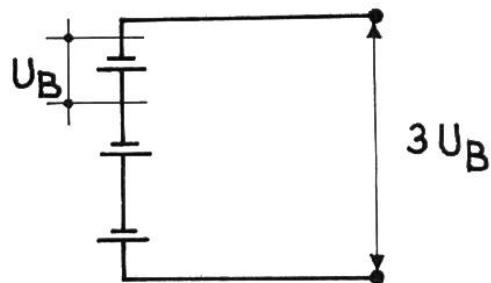
### Serieschaltung von Widerständen



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

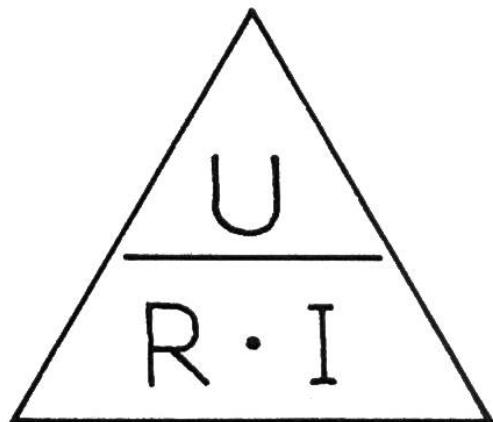
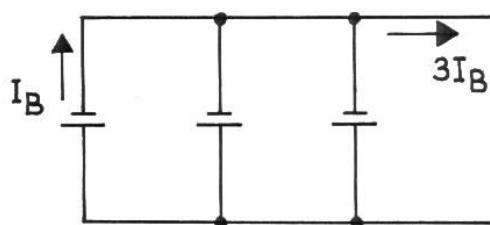
## Serieschaltung von Spannungsquellen

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 $\Omega$
Taschenlampenbirne	3,8	0,3	12,7
Glühbirne 100 W	220	0,45	489
Autoglühbirne 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:

Taschenlampenbirne 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 ( $\Omega$ )	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 0003 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.

$$4,5 \text{ V} \cdot 0,3 \text{ A} \cdot 7 \text{ h} = 9,45 \text{ Wh} = 0,009 \text{ kWh}$$

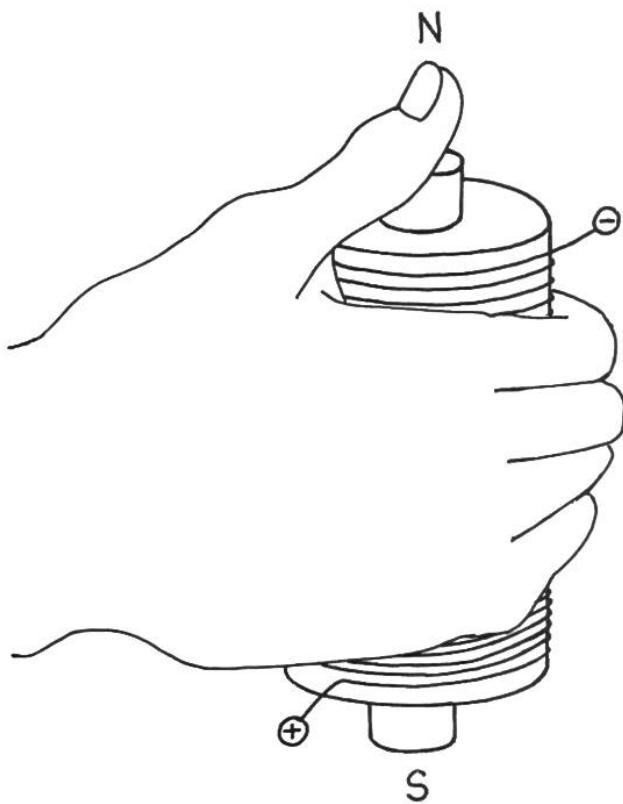
## Der spezifische Widerstand

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  $\rho$  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.

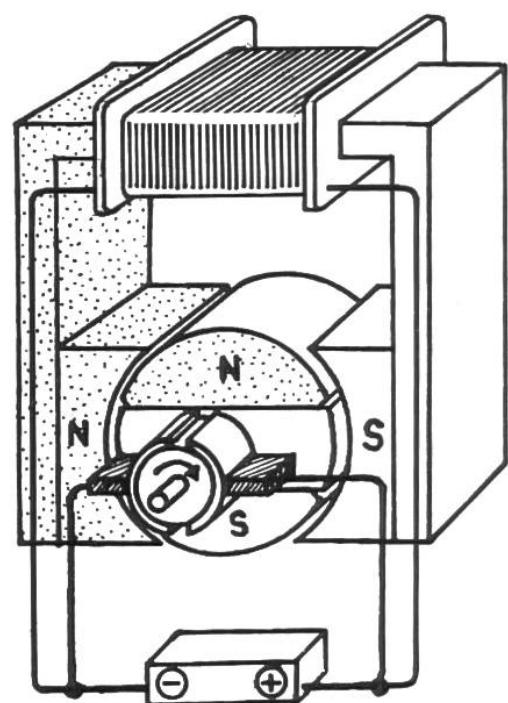
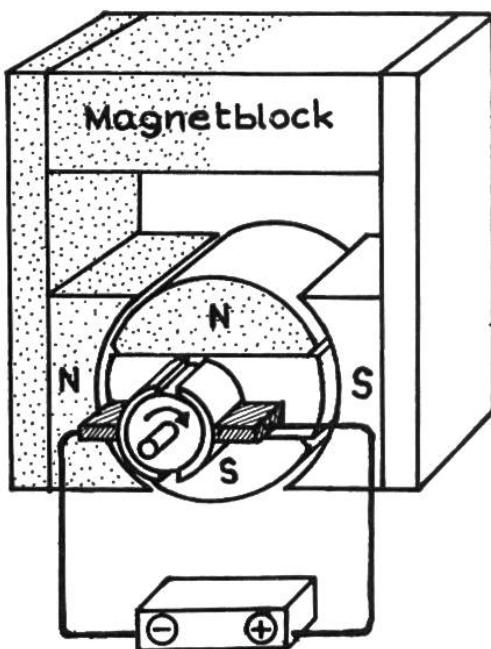
Anmerkung: Früher nahm man an, dass der Strom von Plus nach Minus fliesset, deshalb diese Regel.

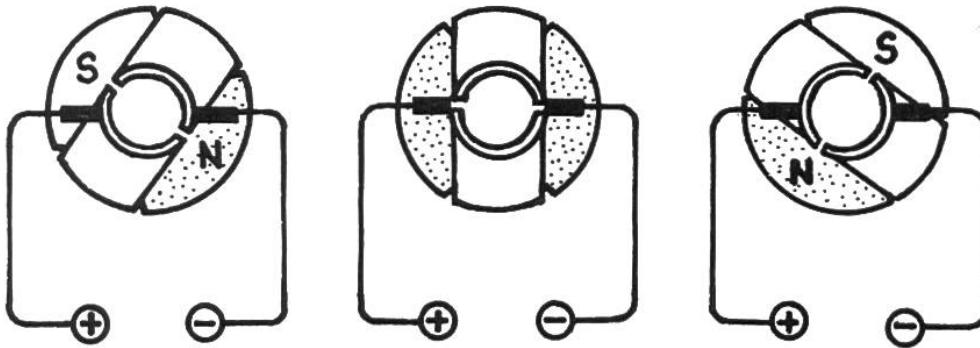
## Der Elektromotor

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.



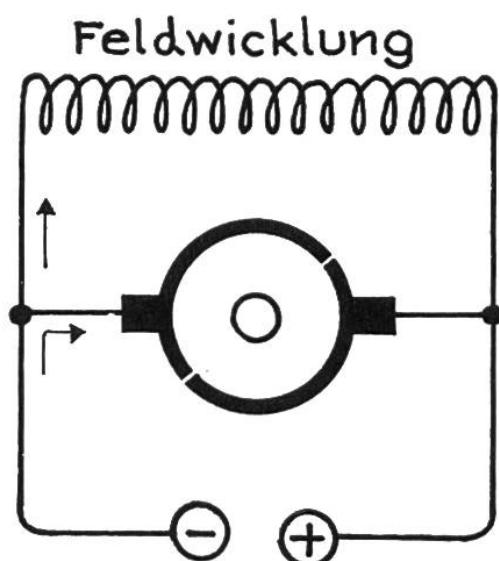
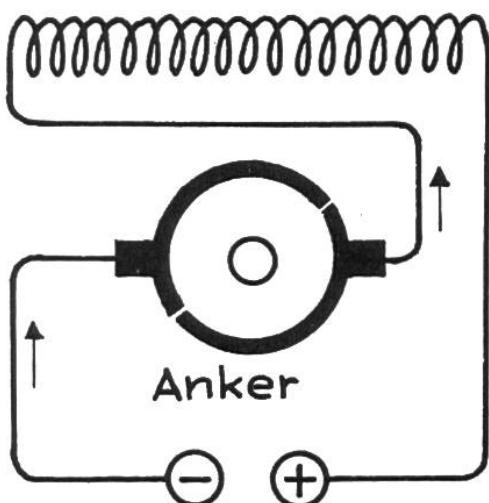


### Der Hauptschlussmotor

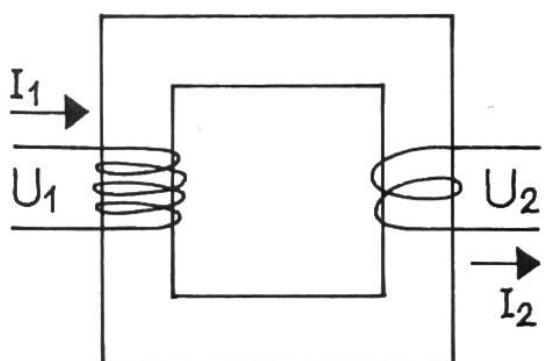
Ankerwicklung und Feldwicklung werden in Serie geschaltet.

### 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

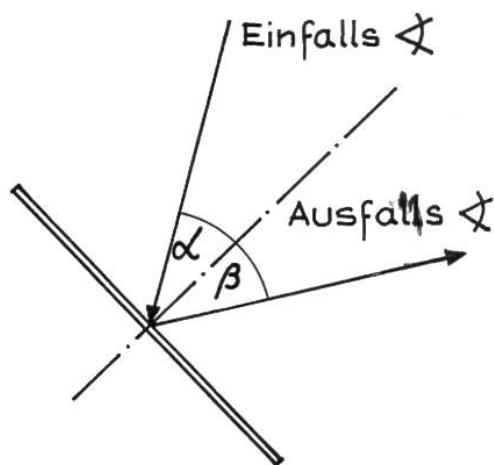
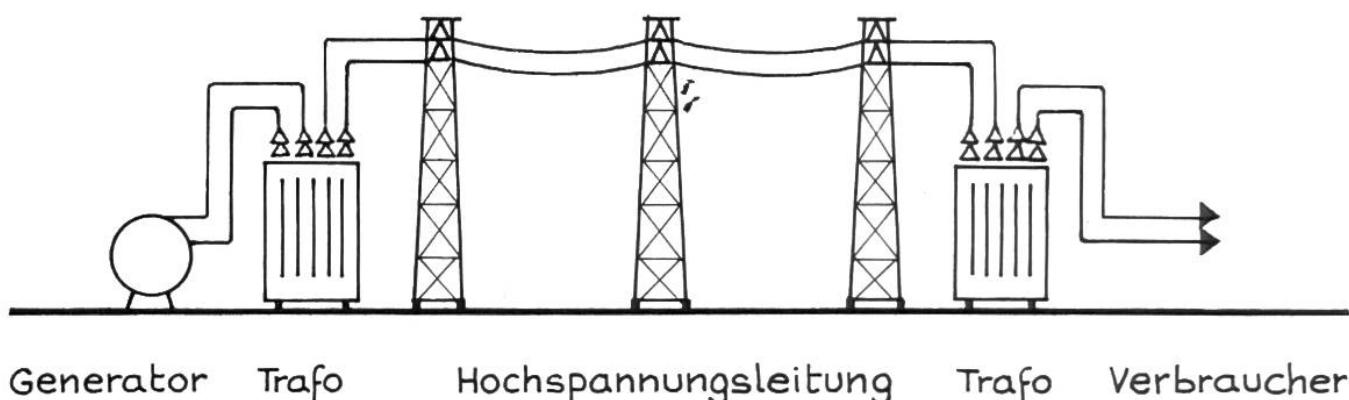
Bei den hohen Spannungen von 220 000 Volt und mehr fliessen relativ kleine Ströme, man kann deshalb die Leitungen dünn halten.

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

„kleine“ Spannung  
grosser Strom

grosse Spannung  
„kleiner“ Strom

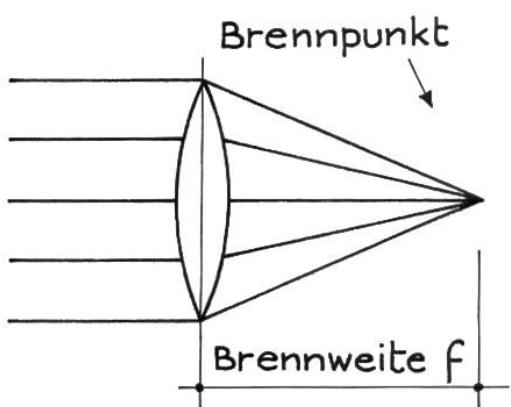
„kleine“ Spannung  
grosser Strom



### Optik

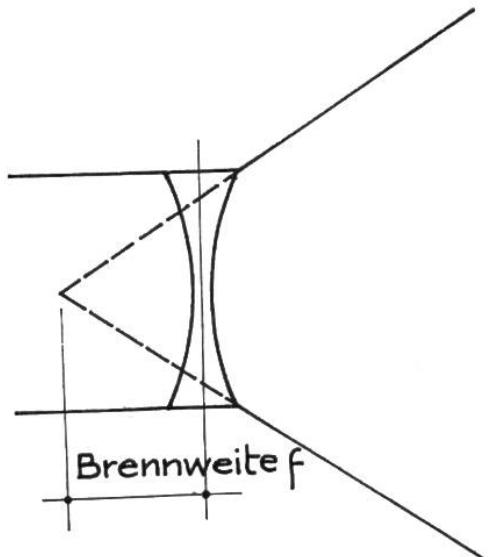
#### Reflexionsgesetz

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**.



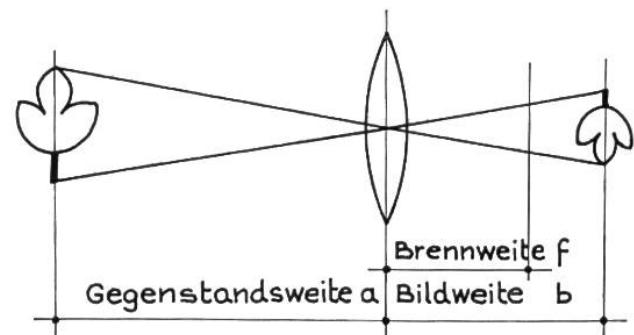
## Zerstreuungslinsen

Zerstreuungslinsen zerstreuen das einfallende Licht.

Die Brillengläser aller kurzsichtigen Leute sind Zerstreuungslinsen.

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

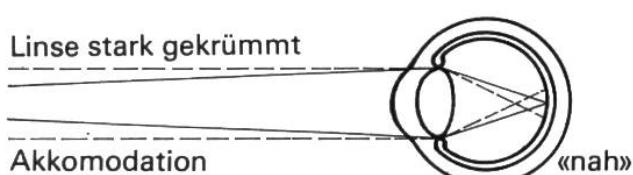
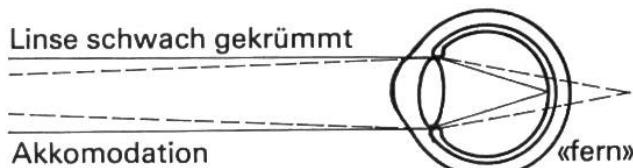
## Das Abbildungsgesetz



## Der Abbildungsmassstab

Unter dem Abbildungsmassstab versteht man das Verhältnis von Gegenstandsgrösse zu Bildgrösse:

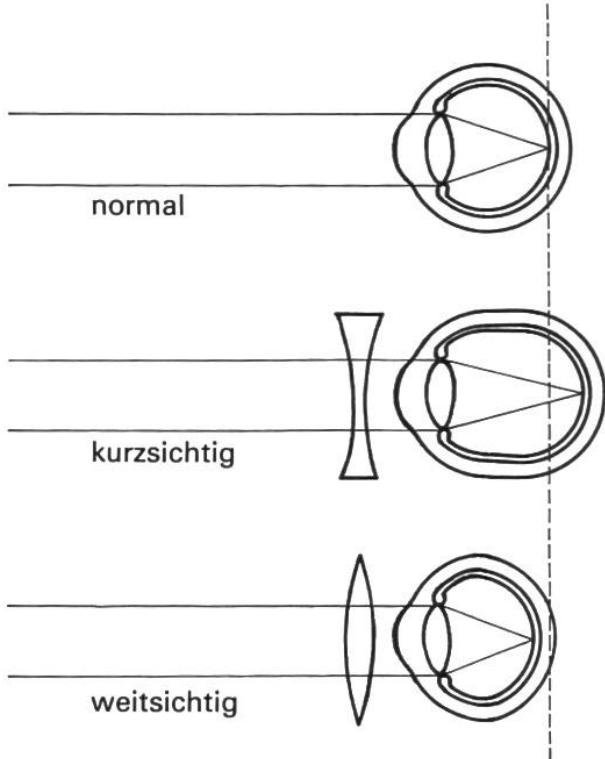
$$A = \frac{a}{b}$$



## Das Auge

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

## Die Brille



Fehlsichtige Augen können mit zusätzlichen Linsen korrigiert werden.

Kurzsichtige Augen brauchen Zerstreuungslinsen.

Weitsichtige Augen brauchen Sammellinsen.

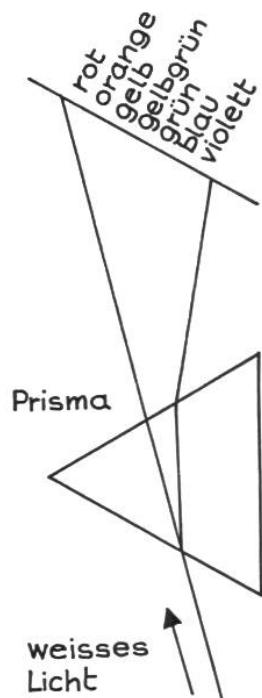
## Das Spektrum

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 Wassertropfchen spalten das weisse Licht.



## Übersicht über die wichtigsten physikalischen Einheiten

Heute gültige SI-Einheiten	Alte Einheiten
<b>Kraft</b> N	<b>Kraft</b> kp $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$ $1 \text{ N} = 0,102 \text{ kp}$
<b>Druck</b> Pa (Pascal) bar  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,00001 \text{ bar}$ $1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa}$ $1 \text{ bar} = 1000 \text{ mbar}$	<b>Druck</b> $\text{kp/cm}^2 = \text{at}$ atm Torr $1 \text{ kp/cm}^2 = 1 \text{ at} = 0,981 \text{ bar}$  $1 \text{ bar} = 1,02 \text{ at}$  $1 \text{ atm} = 1,01 \text{ bar}$ $1 \text{ Torr} = 133 \text{ Pa}$ $1 \text{ Torr} = 0,00133 \text{ bar}$
<b>Leistung</b> W, kW $1 \text{ W} = 0,001 \text{ kW}$ $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$	<b>Leistung</b> mfp/s, kcal/s, PS $1 \text{ mfp/s} = 9,81 \text{ W}$ $1 \text{ W} = 0,102 \text{ mfp/s}$ $1 \text{ kcal/s} = 4186,8 \text{ W}$ $1 \text{ W} = 0,000239 \text{ kcal/s}$ $1 \text{ PS} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ kW}$ $1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}$
<b>Arbeit, Energie</b> J, Nm, Ws, kWh $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = \text{Ws} = 0,000000278 \text{ kWh}$ $1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ Ws (J, Nm)}$	<b>Arbeit, Energie</b> kpm, kcal $1 \text{ kpm} = 9,81 \text{ J (Nm, Ws)}$ $1 \text{ kcal} = 4186,8 \text{ J (Nm, Ws)}$

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

---

# CHEMIE

---

## 1. Allgemeines

**Der Chemiker untersucht Eigenschaften und Aufbau der Stoffe und Stoffumwandlungen.**

**Stoffe** (Substanzen) nehmen einen Raum ein und sind wägbar.

**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 bei 0°C	Dichte in g/Liter bei 25 °C	Schmelzpunkt °C	Siedepunkt °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 <sub>2</sub> )		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.

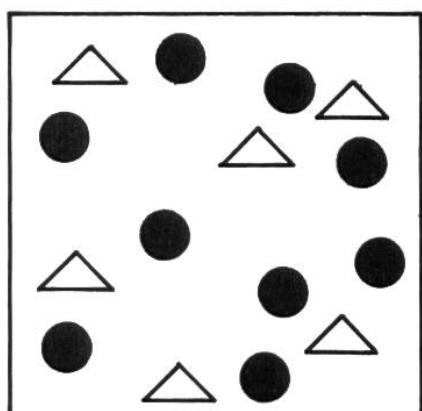
**Münzgeld in der Schweiz:**

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. Fraktioniermethoden (Trennmethoden)

**Gemisch**

**reine Stoffe**

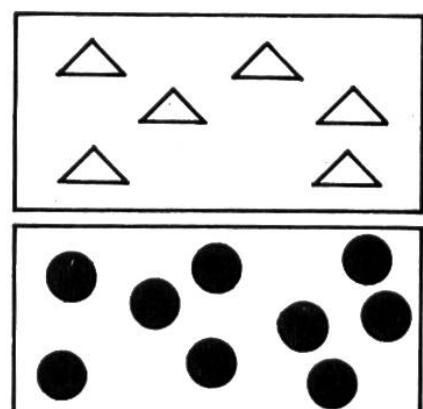


trennen  
fraktionieren

→

mischen

←

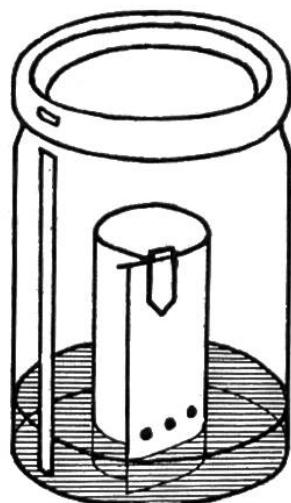


## Gemisch

## reine Stoffe

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

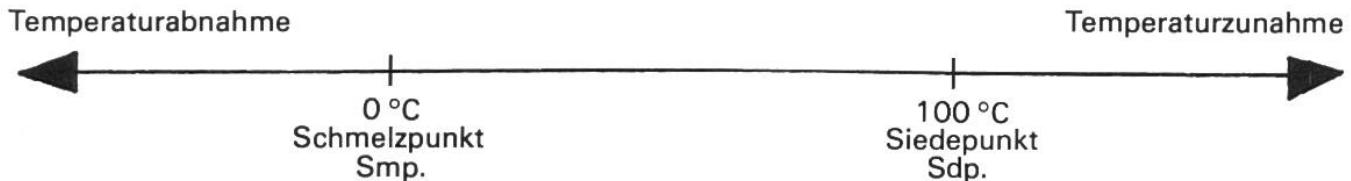
In etwa 20 Minuten trägt das Wasser die verschiedenen reinen Stoffe des Farbstoffgemisches verschieden weit mit.

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.

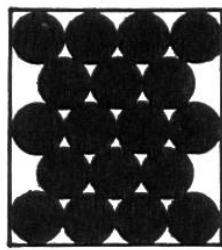
## 4. Aggregatzustände (Zustandsformen)

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

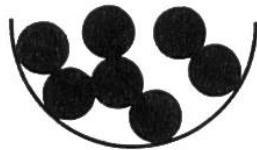
Beispiel: Wasser



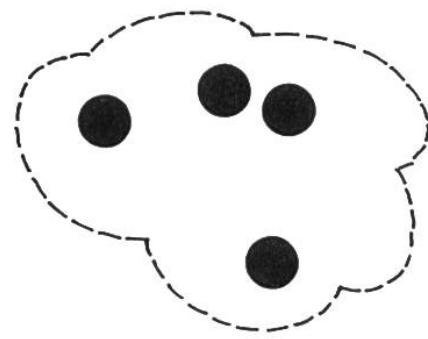
Modellvorstellung



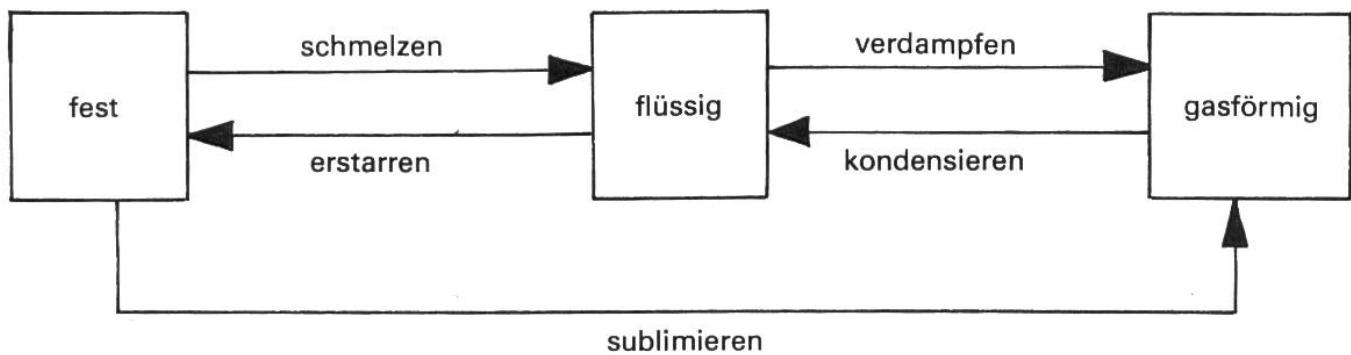
Eis



Wasser



Wasserdampf



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!

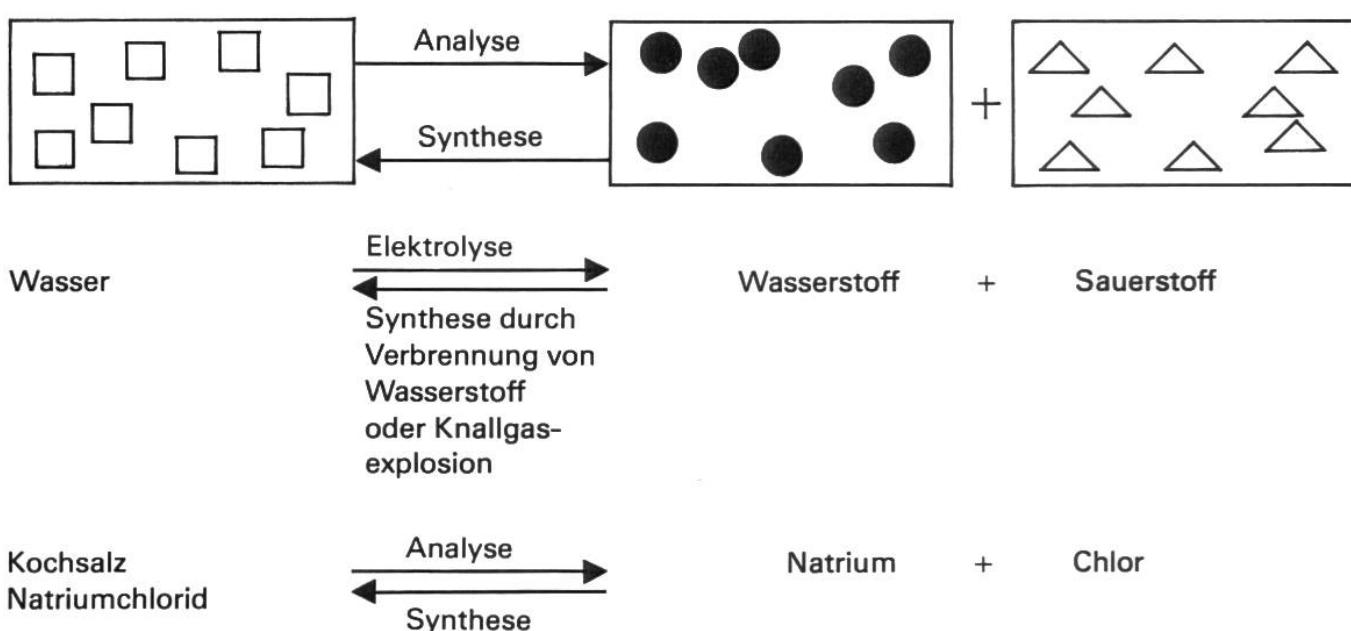
**Versuch:** Gib gleiche Mengen von sauberem Wasser und von verschiedenen Salzlösungen in leere Joghurtbecher und bestimme die Gefrierpunkte (= Schmelzpunkte) oder miss die Zeit bis zum vollständigen Erstarren im Tiefkühlfach.

## 5. Verbindung und Element

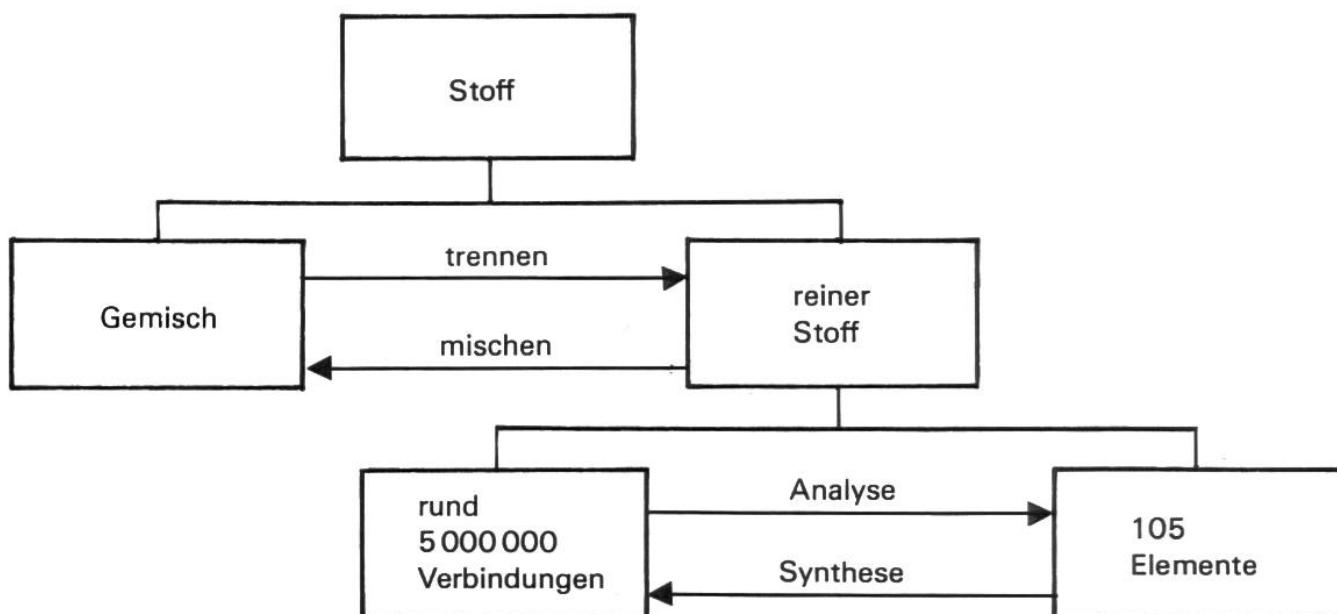
Reine Stoffe sind entweder Verbindungen oder Elemente.

**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.

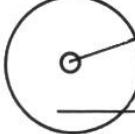
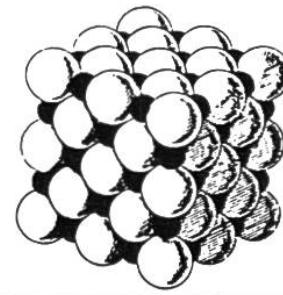
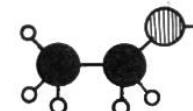
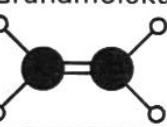
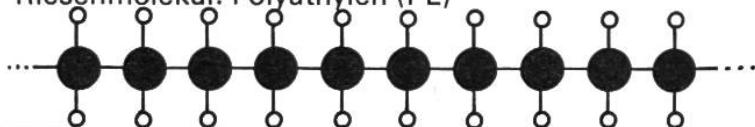
**Elemente** (chemische Grundstoffe) sind auch chemisch nicht weiter zerlegbar. Sie sind aus einer einzigen Atomsorte aufgebaut.



### Zusammenfassung



## 6. Kleinstes Teilchen – Bausteine der reinen Stoffe

Stoffklasse	Baustein	Modellvorstellung		
<b>Metalle</b>	<b>Atom</b> = chemisch kleinstes Masseteilchen	 oder 	Atomkern mit positiv geladenen Protonen und Neutronen	Atomhülle mit negativ geladenen Elektronen
<b>Salze</b>	<b>Ion</b> = 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
<b>Flüchtige Stoffe</b>	<b>Molekül</b> = fest verknüpfter, abgeschlossener Atomverband	Name Summenformel	Strukturformel	Modelle
		Wasserstoff $H_2$	$H—H$	 
		Sauerstoff $O_2$	$O=O$	 
		Wasser $H_2O$	$H—O—H$	 
		Kohlen-dioxid $CO_2$	$O=C=O$	 
		Äthanol (Alkohol) $C_2H_5OH$	$\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ H—C & —C—O—H \\   &   \\ H & H \end{array}$	 
<b>Hochmolekulare Stoffe</b>	<b>Riesenmolekül</b>	Grundmolekül: $C_2H_4$ 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
Americum	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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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 <sup>1</sup>	-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

<sup>1</sup> Dichte gasförmiger Elemente in g/Liter bei 25 °C und Normalsdruck

## 8. Bemerkungen zum Periodensystem

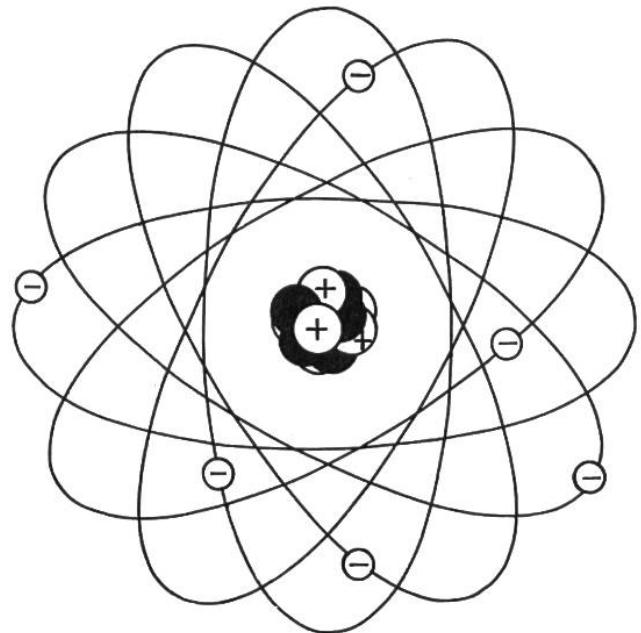
- Die rund 100 verschiedenen Atomsorten, die Elemente, sind im Periodensystem nach zunehmender **Atommasse** (früher Atomgewicht) geordnet.
- Die **Atommasseneinheit** (1u) ist  $1/_{12}$  der Masse des häufigsten Kohlenstoffisotops  $^{12}\text{C}$ .
- Die **Ordnungszahl** (Platznummer) entspricht der 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:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ .

### – **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:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

Fortsetzung S. 78

## 9. Periodensystem der Elemente

1

3 4

2 Li Be

Lithium Beryllium

11 12

3 Na Mg

Natrium Magnesium

1 a

2 a

3 b

4 b

5 b

6 b

7 b

8

19

20

21

22

23

24

25

26

4

K

Ca

Sc

Ti

V

Cr

Mn

Fe

Kalium

Calcium

Scandium

Titan

Vanadium

Chrom

Mangan

Eisen

37

38

39

40

41

42

43

44

5

Rb

Sr

Y

Zr

Nb

Mo

Tc

Ru

Rubidium

Strontium

Yttrium

Zirkonium

Niob

Molybdän

Technetium

Ruthenium

55

56

57

58

72

73

74

75

6

Cs

Ba

La

bis

Hf

Ta

W

Re

Os

Caesium

Barium

Lanthan

bis

Hafnium

Tantal

Wolfram

Rhenium

Osmium

87

88

89

bis

104

105

106

7

Fr

Ra

Ac

bis

Ku

Ha

Francium

Radium

Actinium

103

Kurtschaw-  
towium

Hahnium

58

59

60

61

Lanthaniden

(Metalle der seltenen Erden)

Ce

Pr

Nd

Pm

Cer

Praseodym

Neodym

Promethium

90

91

92

93

Actiniden

(Uran-Metalle)

Th

Pa

U

Np

Thorium

Protactinium

Uran

Neptunium

1									2
	<b>H</b>								<b>He</b>
		Wasserstoff							Helium
			5	6	7	8	9	10	
			<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>	
			Bor	Kohlenstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Fluor	Neon	
			13	14	15	16	17	18	
			<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>	
			Aluminium	Silicium	Phosphor	Schwefel	Chlor	Argon	

8		1 b	2 b	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	0
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>
Kobalt	Nickel	Kupfer	Zink	Gallium	Germanium	Arsen	Selen	Brom	Krypton
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xe</b>
Rhodium	Palladium	Silber	Cadmium	Indium	Zinn	Antimon	Tellur	Jod	Xenon
77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Po</b>	<b>At</b>	<b>Rn</b>
Iridium	Platin	Gold	Quecksilber	Thallium	Blei	Wismut	Polonium	Astatin	Radon

62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
Samarium	Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Holmium	Erbium	Thulium	Ytterbium	Lutetium
94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>	<b>Lr</b>
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 [Massenprozente]	Anteil im menschlichen Körper [Massenprozente]
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	
<hr/>			
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).

	$\text{Cl}^-$ Chloridion	$\text{NO}_3^-$ Nitration	$\text{SO}_4^{2-}$ Sulfation	$\text{CO}_3^{2-}$ Carbonation
$\text{Na}^+$ färbt Flamme gelb	$\text{NaCl}$ Natriumchlorid (Kochsalz)	$\text{NaNO}_3$ Na-nitrat (Chilesalpeter)	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ Na-sulfat (Glaubersalz)	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ Na-carbonat (Soda)
$\text{K}^+$ färbt Flamme violett	$\text{KCl}$ Kaliumchlorid	$\text{KNO}_3$ K-nitrat (Kalisalpeter)	$\text{K}_2\text{SO}_4$ K-sulfat	$\text{K}_2\text{CO}_3$ K-carbonat (Pottasche)
$\text{Ca}^{2+}$ färbt Flamme rot	$\text{CaCl}_2$ Calciumchlorid	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Ca-nitrat (Kalksalpeter)	$\text{CaSO}_4$ Ca-sulfat (Gips)	$\text{CaCO}_3$ Ca-carbonat (Kalkstein)
$\text{Cu}^{2+}$ färbt Flamme grün	$\text{CuCl}_2$ Kupferchlorid	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ Cu-nitrat	$\text{CuSO}_4$ Cu-sulfat (Kupfervitriol)	$\text{CuCO}_3$ Cu-carbonat

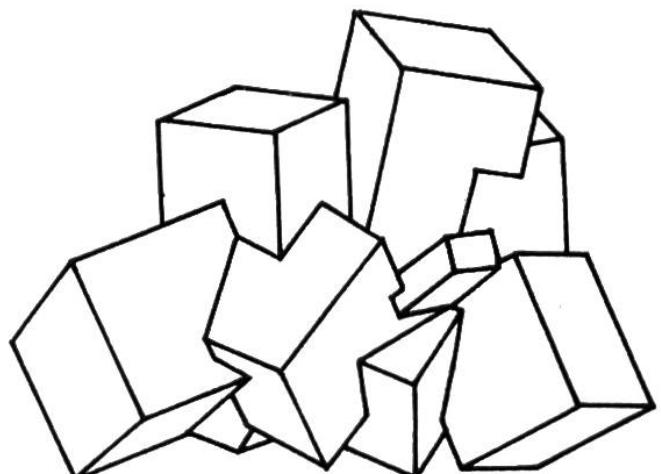
### Kochsalz, Natriumchlorid $\text{NaCl}$

#### Vorkommen:

als «Steinsalz» im Boden, Herauslösung mit Wasser und im Meerwasser (Salzgehalt rund 3,5%,  $\text{NaCl}$  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
$H^+$	Wasserstoffion
$Na^+$	Natriumion
$K^+$	Kaliumion
$H_3O^+$	Hydroniumion
$NH_4^+$	Ammoniumion

Ladung	+2
$Mg^{2+}$	Magnesiumion
$Ca^{2+}$	Calciumion
$Fe^{2+}$	Eisen(II)-ion
$Cu^{2+}$	Kupferion

Ladung	+3
$Al^{3+}$	Aluminiumion
$Fe^{3+}$	Eisen(III)-ion

### Wichtige Ionen mit negativer Ladung (Anionen)

Ladung	-1
$F^-$	Fluoridion
$Cl^-$	Chloridion
$I^-$	Iodidion
$OH^-$	Hydroxidion
$NO_3^-$	Nitration
$HCO_3^-$	Hydrogencarbonation

Ladung	-2
$O^{2-}$	Oxidion
$S^{2-}$	Sulfidion
$SO_3^{2-}$	Sulfition
$SO_4^{2-}$	Sulfation
$CO_3^{2-}$	Carbonation

Ladung	-3
$PO_4^{3-}$	Phosphation

## 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  $H_3O^+$ -Ionen (Hydroniumionen)
- leiten in wässrigen Lösungen den elektrischen Strom
- können die Wirkung von Laugen aufheben

### 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:

$HCl$	Chlorwasserstoff (Gas) mit Wasser: Salzsäure
$H_2SO_4$	Schwefelsäure
$HNO_3$	Salpetersäure
$H_2CO_3$	Kohlensäure
$CH_3COOH$	Essigsäure Zitronensäure Weinsäure

### Beispiele:

$NaOH$	Na-hydroxid (fest) mit Wasser: Natronlauge
$Ca(OH)_2$	Ca-hydroxid (gelöschter Kalk) mit Wasser: Kalkwasser
$NH_3$	Ammoniak
$Na_2CO_3$	Na-carbonat (Soda) Seife

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

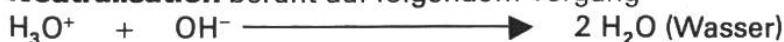
pH < 7: sauer

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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	93 bis 97	9
Salpetersäure	HNO <sub>3</sub>	65	12
Essigsäure	CH <sub>3</sub> COOH	98 bis 100	30
Natronlauge	NaOH	100 (fest)	
		30	8
Ammoniakwasser	NH <sub>3</sub>	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: verschiedene konzentrierte Lösungen in der Drogerie und in der Apotheke.

- **Volumenprozente: Anzahl cm<sup>3</sup> des Stoffes in 100 cm<sup>3</sup> Lösung.**

**Beispiel:** 70volumenprozentiger Alkohol: 70 cm<sup>3</sup> reinen Alkohol mit Wasser auf 100 cm<sup>3</sup> auffüllen.

Messinstrument: Messzylinder, Pipette.

Anwendung: im Labor.

## 13. Gase in Druckflaschen

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

## 14. Sauerstoff O<sub>2</sub>

- 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 Zersetzung von Wasser mit elektrischem Strom am Pluspol.
- Herstellung im Labor in kleinen Mengen durch Erwärmen von Kaliumpermanganat (KMnO<sub>4</sub>) oder Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) mit etwas Braunstein (MnO<sub>2</sub>) 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.

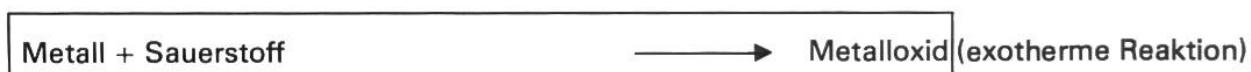
### Versuch:

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.



fest  
salzartig



### Weitere Metalloxide:

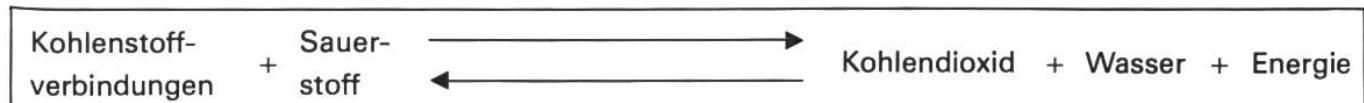
Kupfer(II)-oxid, CuO  
Calciumoxid, CaO  
(gebrannter Kalk)  
Siliciumdioxid, SiO<sub>2</sub>  
(Quarz)  
Aluminiumoxid, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
Eisen(III)-oxid, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
(rot)  
Eisen (II, III)-oxid, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>  
(blauschwarz)

Nichtmetall + Sauerstoff	→	Nichtmetalloxid (exotherme Reaktion)
		meist flüchtige Stoffe, Gase
Schwefel + Sauerstoff	→	Schwefeldioxid $\text{SO}_2$
Kohlenstoff + Sauerstoff	→	Kohlendioxid + Kohlenmonoxid (giftig) $\text{CO}_2$ $\text{CO}$
Wasserstoff + Sauerstoff	→	Wasser (Wasserstoffoxid) $\text{H}_2\text{O}$
Alkohol (Brennsprit) + Sauerstoff $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	→	Kohlendioxid + Wasser $\text{CO}_2$ $\text{H}_2\text{O}$
Benzin + Sauerstoff (Gemisch verschiedener Verbindungen aus C und H)	→	Kohlendioxid + Kohlenmonoxid + Wasser $\text{CO}_2$ $\text{CO}$ $\text{H}_2\text{O}$

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

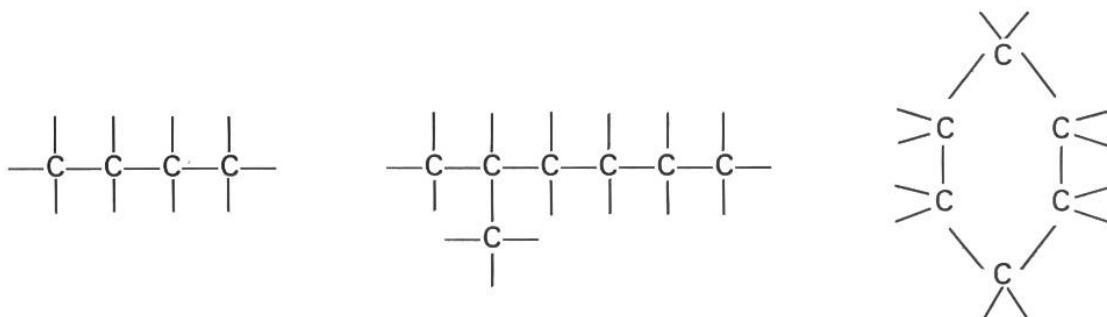
Metalloxid	→	Metall + Sauerstoff (endotherme Reaktion)
Eisenoxid	→	Eisen + Sauerstoff verbindet sich mit C zu Kohlendioxid
Kupferoxid	→	Kupfer + Sauerstoff verbindet sich mit C zu Kohlendioxid

## 16. Verbrennung und Fotosynthese



## 17. Organische Chemie

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



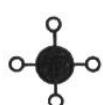
- C-Verbindungen sind aus Molekülen oder Riesenmolekülen aufgebaut.
- Viele C-Verbindungen sind brennbar.
- Viele sind nicht wärmebeständig, sie verkohlen oder werden beim Erwärmen zerstört.
- Die organisch-chemische Industrie stellt zum Beispiel folgende Kohlenstoffverbindungen her: Kunststoffe, Arzneimittel,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

## 18. Kohlenwasserstoffe

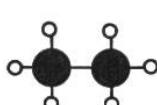
(Verbindungen aus C und H, z. B. im Erdöl)

### Kettenförmige Kohlenwasserstoffe

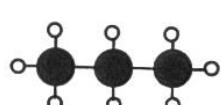
mit Einfachbindungen: Alkane  $\text{C}_{2n} \text{H}_{2n+2}$



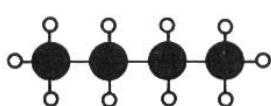
Methan  
 $\text{CH}_4$



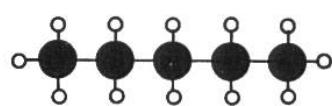
Äthan  
 $\text{C}_2\text{H}_6$



Propan  
 $\text{C}_3\text{H}_8$



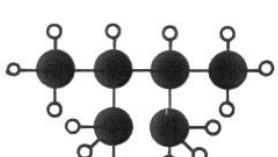
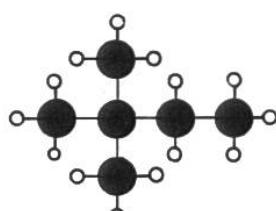
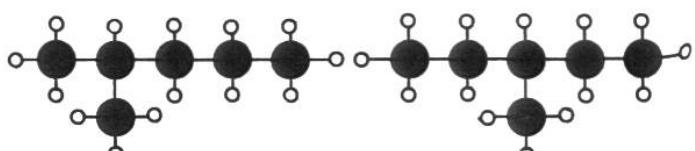
Butan  
 $\text{C}_4\text{H}_{10}$



Pentan  
 $\text{C}_5\text{H}_{12}$



n-Hexan  
 $\text{C}_6\text{H}_{14}$



4 verschiedene iso-Hexane  $\text{C}_6\text{H}_{14}$   
(gleiche Summenformel, verschieden aufgebaut, verschiedene Eigenschaften)

mit Doppelbindungen: Alkene



Äthen (Äthylen)  
 $C_2H_4$

Baustein für viele C-Verbindungen

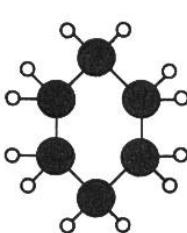
mit Dreifachbindungen: Alkine



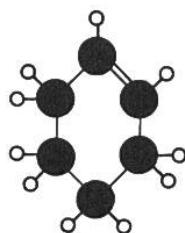
Äthin (Acetylen)  
 $C_2H_2$

Gas in orange markierten Stahlflaschen  
für Schneidbrenner und zum Schweißen

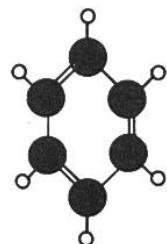
### Ringförmige Kohlenwasserstoffe



Zyklohexan  
 $C_6H_{12}$



Zyklohexen  
 $C_6H_{10}$



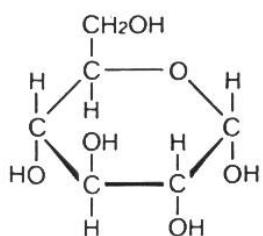
Benzol  
 $C_6H_6$

## 19. Kohlenhydrate

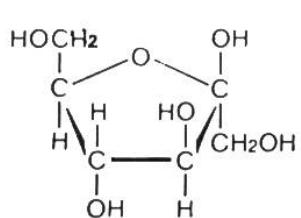
(Verbindungen aus C, H und O)

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

Traubenzucker



Fruchtzucker

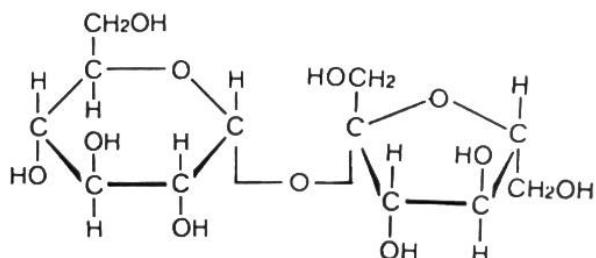


---

● Doppelzucker  $C_{12}H_{22}O_{11}$

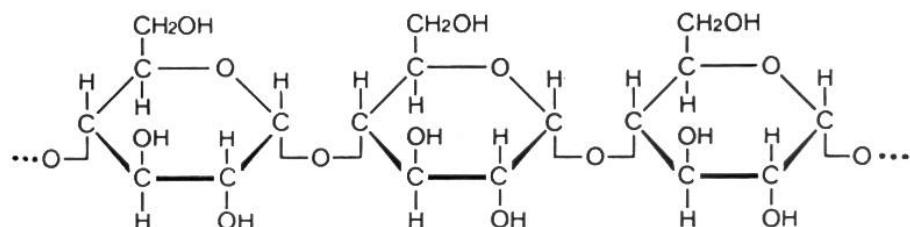
aufgebaut aus je einem Traubenzucker- und Fruchtzucker- molekül

Rohr- oder Rübenzucker



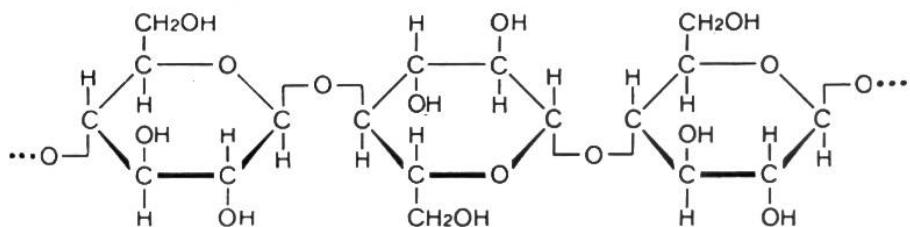
● Stärke  $(C_6H_{10}O_5)_n$

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



● Zellulose  $(C_6H_{10}O_5)_n$

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

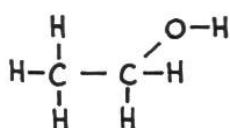
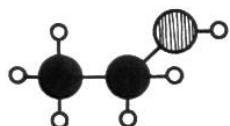


## 20. Weitere organische Verbindungen

### Alkohole

Beispiel: Äthanol (Äthylalkohol)

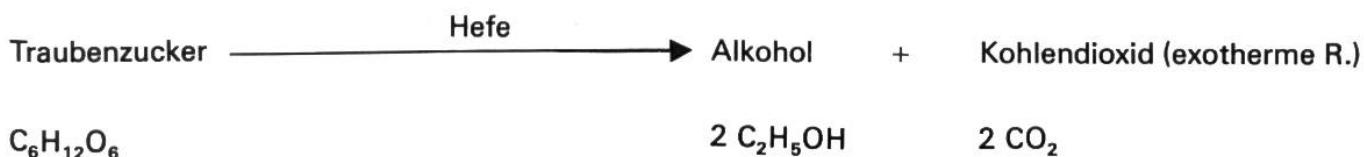
$C_2H_5OH$  Smp.  $-114^\circ$ , Sdp.  $78^\circ C$



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

Alkoholgehalt (Volumen-%)

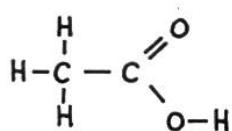
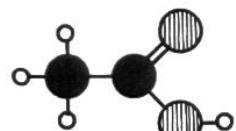
Bier	5
Most, Obstwein	6
Wein	10
Liköre	25
Branntwein	40–50



### 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
	...  ...	
	Polyäthylen (PE)	Verbrennt mit blauer Flamme zu farblosem Rauch. Plastiksäcke, Folien, Geschirr, Isoliermaterial usw.
	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.
	Polytetrafluoräthen	Dichtungen, Beläge in Pfannen (Teflon)
	Polyacrylnitril (PAN)	Kunstfasern wie Orlon, Dralon usw.
	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	<b>Schwarzes</b> Band mit weisser Aufschrift und Totenkopfsymbol	Besonders gefährliche und stark ätzende Stoffe. Nur mit Giftschein erhältlich	Giftklasse 1: Phosphor (weiss) Kohlendisulfid (Schwefelkohlenstoff)	P CS <sub>2</sub>
			Tetrachlorkohlenstoff	CCl <sub>4</sub>
			Giftklasse 2: Br, I, K, Ca, Na, Hg, Natriumhydroxid (Natronlauge)	NaOH
			Salpetersäure	HNO <sub>3</sub>
			konz. Salzsäure	HCl
			Schwefelsäure	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
3	<b>Gelbes</b> Band	Starke Gifte und ätzende Stoffe. Nur gegen Empfangsbestätigung erhältlich.	Wasserstoffperoxid verd. Salzsäure Kupfer(II)-sulfat Kaliumnitrat	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> HCl CuSO <sub>4</sub> KNO <sub>3</sub>
4	<b>Rotes</b> Band	Weniger gefährliche Gifte. Verkauf nur durch Fachpersonal.	Magnesium Calciumoxid Magnesiumoxid Quecksilber(II)-oxid Magnesiumsulfat Hexan Aceton	Mg CaO MgO HgO MgSO <sub>4</sub> C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>
5	<b>Rotes</b> Band	Schwache Gifte. Teilweise in Selbstbedienungsläden erhältlich.	Natriumcarbonat (Soda) Äthanol (Äthylalkohol)	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH

*Karl Bolleter*

## Notizen:

## Notizen: