

(1) Grundlagen aus dem Physikunterricht.

Unsere wahrnehmbare Welt (von der nicht wahrnehmbaren weiß ich leider nichts) besteht aus **MATERIE** und **ENERGIE**. Im Chemieunterricht geht es zunächst einmal um Materie. **PHYSIKER** experimentieren oder rechnen in der Regel mit einem Gegenstand, z.B. einer Stahlkugel, und finden dann ein Gesetz, welches auf alle möglichen Kugeln, sogenannte **KÖRPER**, anwendbar ist. Man muss von so einem Körper nur beispielsweise die Masse kennen, um Voraussagen über sein Verhalten machen zu können. Den **CHEMIKER** hingegen interessiert Masse und Radius der Kugel nur mäßig, er will hingegen wissen, aus welchem **STOFF** sie besteht – von Stahl beispielsweise gibt es Tausende gängige Sorten, die sich in *Zusammensetzung* und *Eigenschaften* unterscheiden. Der Chemiker untersucht also Stoffe und redet von (idealisierten!) **REINSTOFFEN**. Bei Stoffen unterscheidet man praktischer Weise:

- (1) **REINSTOFFE**, beispielsweise Wasser, Eisen, Sauerstoff, Alkohol, Insulin, usw. und
- (2) **GEMISCHE** wie *Stahl, Luft, Wodka, Blut*, usw.

Stoffe (Reinstoffe oder Gemische), die durch und durch gleichartig sind, nennen wir **HOMOGEN**.

Milchschokolade, Motoröl, Blut und Marmelade sind homogen.

Eine homogene Teilmenge („Portion“) eines beliebigen Stoffes nennt man **PHASE**.

Ein homogener Stoff besteht also aus nur einer Phase, ein Stoff aber, der aus zwei oder mehr Phasen besteht ist heterogen: dazu gehören Stoffe, die „bröckelig“ sind oder in denen man unterschiedliche Gemengteile erkennen kann:

Stoffe aus mindestens zwei Phasen nennen wir **HETEROGEN** (oder inhomogen).

Nusschokolade, Erdäpfelsalat, Jam und Straßenbelag sind heterogen.

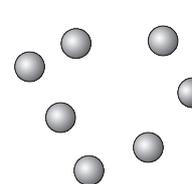
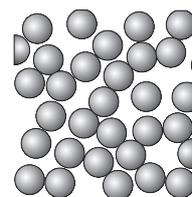
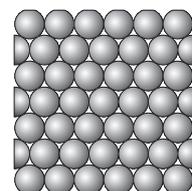
Wie in der Physik verwenden auch wir oft **MODELLE**, also vereinfacht-idealisierte Abbildungen, die den Vorteil der Anschaulichkeit haben (sollten). Man erinnere sich beispielsweise an die Modellvorstellungen von den Körpern in den drei Aggregatzuständen (**FESTKÖRPER, FLÜSSIGKEIT, GAS**):

Modelle der Aggregatzustände (siehe auch die Abb.):

Feste Stoffe (**FESTKÖRPER**): Teilchen regelmäßig angeordnet und nahe bei einander, starke Kräfte zwischen ihnen, die Teilchen bewegen sich etwas (schwingen), aber nicht vom Platz.

FLÜSSIGKEITEN: Teilchen etwas weniger nahe und Kräfte schwächer als bei FK, unregelmäßige Anordnung, Löcher, Teilchen bewegen sich etwas stärker und können Platz verlassen.

GASE: Fast keine Kräfte, hohe Geschwindigkeiten, oftmalige Zusammenstöße untereinander und mit der Behälterwand.



Teilchen:

Physiker und Chemiker glauben fest daran, dass die Materie aus **TEILCHEN** (*engl.: particles*) besteht. Es ist viel praktischer, Reinstoffe und Gemische mit Hilfe unserer Vorstellungen über Teilchen zu definieren: *Reinstoffe* bestehen aus lauter gleichen, *Gemische* aus wenigstens zwei verschiedenen Sorten von Teilchen. Die Teilchen der Reinstoffe werden oft als **MOLEKÜLE** (lat. *moles*, Masse, \Rightarrow *molecula* kleine Massen) bezeichnet. Reinstoffe bestehen daher aus lauter gleichen Molekülen. (Einige Stoffe wie z.B. Kochsalz bestehen allerdings aus gleichartigen Einheiten, die *keine* Moleküle sind, hier spricht man besser von Formeleinheiten.) Rund 117 Reinstoffe enthalten nur eine Art von Atomen: die **CHEMISCHEN ELEMENTE** (= chemische Grundstoffe) Alle derzeit bekannten chemischen Elemente sind auf deinem **PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE (PSE)** zu sehen. Sicher fällt Dir dazu ein, dass Moleküle und Atome ziemlich klein sind und man sie daher nicht gut sehen kann.



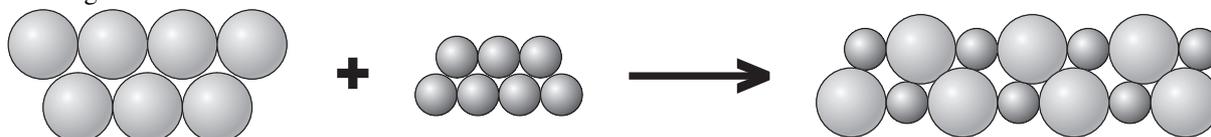
John Dalton, 1766-1844

Historisch betrachtet waren die „kleinsten Teilchen“ eine Idee in den Köpfen griechischer Philosophen, während andere, wie Aristoteles, glaubten, Materie sei homogen. Ein Vertreter der Teilchen-Hypothese war Demokrit von Abdera (ca. 460-370 v.u.Z., Abdera liegt nahe dem heutigen Kawala in Thrakien) im 5.Jh.v. gewesen (Abb. rechts). Er nannte die kleinsten Teilchen „unzer-schneidbar“ (*griech. atomos*). Seine **HYPOTHESE** (\equiv schwach gestützte Annahme) wurde nach langer Ächtung (man warf diesen Philosophen Atheismus



Demokrit, ~460-370v.

vor) vom englischen Lehrer John Dalton (Abb. links) um 1800 aufgenommen. Dieser konnte nämlich mit der Annahme von kleinsten Teilchen die Eigenschaften chemischer Systeme erklären, beispielsweise die Tatsache, *dass immer eine bestimmte Menge eines Stoffes A mit einer bestimmten Menge eines Stoffes B reagiert*: wenn der Stoff A aus größeren, schwereren Teilchen besteht ist nun klar, dass man von ihm mehr Gramm zur Reaktion braucht – so, dass jedes Teilchen A sich mit genau einem Teilchen B verbindet.



Wie gesagt, diese kleinsten Teilchen kann man sich nicht anschauen wie ein Buch oder einen Baum, man kann nur eine Vorstellung im Kopf entwerfen und *diese* dann zeichnen oder mit Worten beschreiben: das ist eben dann ein **MODELL**.

Die Entwicklung der Modelle:

Dalton stellte sich Atome wohl als winzige Kugeln vor, viel *wichtiger* war aber: er nahm an, dass Atome der gleichen Art, beispielsweise Sauerstoffatome, *alle gleich groß und gleich schwer wären*. Das ausgehende 19. Jahrhundert führte dann (besonders durch die Entdeckung und Erforschung der Radioaktivität) zu einem verfeinerten Modell: zum inneren Aufbau des Atoms. Das Atommodell des Neuseeländers Ernest Rutherford (1871-1937) heißt **KERN-HÜLLE-MODELL**. Näheres dazu in der **linken Tabelle**. Eigentlich war das Atom erst in den Dreißigerjahren „komplett“, da man erst jetzt alle seine Teilchen kannte: **ELEMENTARTEILCHEN-MODELL** (Übersicht Elementarteilchen: **rechte Tabelle**).

KERN & HÜLLE:	ATOMKERN	ATOMHÜLLE
Durchmesser	etwa 10^{-15} m	etwa 10^{-10} m
Ladung	positiv	negativ
Masse	fast gesamte	fast keine

ELEMENTAR-TEILCHEN:	Abk.	Ladung (A·s)	Masse (kg)
PROTON	p^+	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$
NEUTRON	n^0	keine	$1,6749 \cdot 10^{-27}$
ELEKTRON	e^-	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	$9,11 \cdot 10^{-31}$

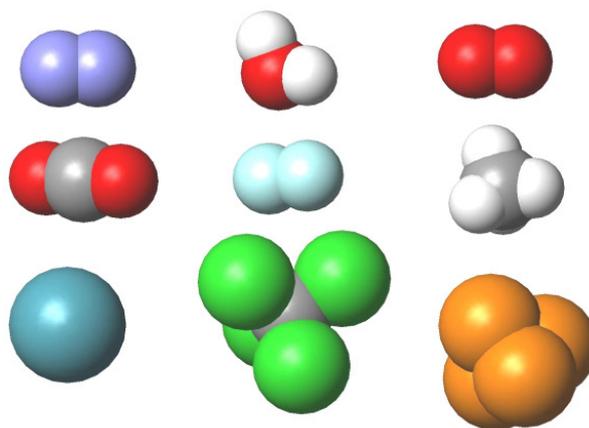
Die Zahlen stehen natürlich nicht zum Lernen da, sondern beispielsweise zum Rechnen (das Zeichen \int steht für Aufgabe, die Du lösen sollst!). Platz für Rechnungen, Ergänzungen usw. ist *immer auf den unbedruckten Rückseiten* des fotokopierten Skriptums, also gleich links neben dieser Seite.

\int \square Wie oft ist die e^- -Masse in der Protonen- und in der Neutronenmasse enthalten?

Zusammenfassung über Teilchen. Beachte den Unterschied:

\int Die Abbildung zeigt (realistisch in den Größenverhältnissen) Bilder von Teilchen, einige stellen Verbindungen dar, andere Elemente. Schreib zu den Elementen ein „E“, zu den Verbindungsmolekülen ein „V“:

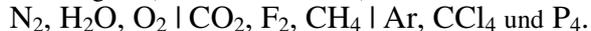
- ☉ **ELEMENTARTEILCHEN** bauen das Atom auf.
- ☉ **TEILCHEN** ist der Sammelname für alles, was winzig und rundlich ist: Atome, Moleküle und Ionen.
- ☉ Ein **MOLEKÜL** besteht aus *mindestens zwei* Atomen, welche durch chemische Bindung zusammengehalten werden. Eine chemische Bindung stellen wir uns als elektrische Kraft vor.
- ☉ Eine **CHEMISCHE VERBINDUNG** besteht aus lauter gleichen Molekülen, welche aus mindestens 2 verschiedenen Atomen aufgebaut sind.
- ☉ Ein **CHEMISCHES ELEMENT** besteht aus lauter gleichen Atomen.



Wie kann man ein bestimmtes Element charakterisieren? Erstens (am einfachsten) durch sein **CHEMISCHES ZEICHEN** (SYMBOL). Jeder weiß doch, was O oder Fe oder H bedeutet. Zweitens durch die **KERNLADUNGSZAHL** \equiv Zahl der Protonen im Atom (Protonen sind immer im Kern).

\int Lerne die wichtigsten Elementnamen und ihre chemischen Zeichen (in beide Richtungen, das bedeutet: Na = Natrium *und* Natrium wird mit „Na“ abgekürzt): H, C, N, O, F, Na, Mg, Al, P, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn; Br, Ag, I, Hg. Mache eine Liste der Zeichen und dazu gehörigen Namen!

Die Abbildung auf dieser Seite stellt übrigens (v.l.n.r. und v.o.n.u.) und hier leider ohne Farben folgende Teilchen dar:



\int Lerne einige wenige Formeln und dazu die Namen der Stoffe: Wasser H_2O , Schwefeldioxid SO_2 , Natriumchlorid (Kochsalz) $NaCl$, Natriumhydroxid $NaOH$, Ammoniak NH_3 , Methan CH_4 , Tetrachlormethan CCl_4 , Kupfersulfat $CuSO_4$, Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) HCl und Kohlendioxid CO_2 .

(2) Stoffe genauer.

Wir erinnern uns an die Unterscheidung der Stoffe in *Reinstoffe* und *Gemische*.

Wie trennt man nun ein Gemisch in seine Komponenten, in Reinstoffe, auf? Wie erkennt man die „Reinheit“ eines Stoffes? Hier sind wir nun mitten in der Chemie gelandet. Die Untersuchung eines Stoffes (eines Gemisches) in einem modernen Labor besteht immer aus zwei Teilen: zunächst wird versucht, den Stoff in seine Reinstoffanteile zu zerlegen: Dazu braucht man **TRENNMETHODEN**. Dann versucht man, diese Reinstoffe durch ihre **EIGENSCHAFTEN** zu erkennen.

Trennung von Gemischen (Beispiele):

\int Versuche zu Trennmethode: Notiere auf der nebenstehenden Seite, was Du gesehen hast und das Funktionsprinzip! Auswahl aus: Destillation, Extraktion LL und Extraktion SL, Rundfilter-PC, Filtration und Sedimentation.

Zwei-Komponenten-Gemische:

Gemische aus nur zwei Bestandteilen kann man in **HOMOGENE** und **HETEROGENE** (Tabelle rechts) einteilen. Alle homogenen Gemische heißen L..... So ist Schmuckmetall z.B. eine „feste Lösung“, Sodawasser eine „Gaslösung“.

Eine Suspension ist also beispielsweise ein heterogenes Gemisch aus einer festen Phase, die in einer flüssigen verteilt wurde.

*) Ist ein fester und/oder ein flüssiger Stoff in einem Gas verteilt, so spricht man von einem **AEROSOL**. Aerosol ist also der Überbegriff zu Nebel und Rauch.

HETEROGENE GEMISCHE	heißen
Feste Phase in Flüssigkeit	SUSPENSION
Flüssig in fest	GEL
Fest in Gas *)	RAUCH
Flüssig in flüssig	EMULSION
Flüssig in Gas *)	NEBEL

Stoff-Eigenschaften:

Welche Eigenschaften von Stoffen sind für uns interessant? Zunächst müssen wir Stoffeigenschaften von Körpereigenschaften unterscheiden lernen. Beispiel: Die Masse ist eine Körpereigenschaft, verschieden große Kugeln aus dem selben Material sind verschieden schwer (Abb. r.):

Wenn man aber aus jeder Kugel einen gleich großen Würfel von beispielsweise 1cm^3 heraus schneidet, dann sind diese Würfel alle gleich schwer. Sie haben z. B. $8,5\text{g}$ Masse: $8,5\text{g/cm}^3$ (Gramm pro Kubikzentimeter). Die Dichte ist also eine **STOFFEIGENSCHAFT**.



Wir berechnen die **DICHTE**, indem wir die Masse eines Körpers durch sein Volumen dividieren. Die verwendete Einheit ist g/cm^3 für feste und flüssige Stoffe, g/L für Gase.

Was für Stoffeigenschaften gibt es noch? Na, zum Beispiel Farbe, Geruch, Geschmack (igitt!), wichtiger aber sind die *messbaren* Eigenschaften: t_b , t_m , Lichtbrechung, spezifische Wärme, elektrische LF (Leitfähigkeit),...

t_b bedeutet Siedepunkt (*boiling temperature*), t_m bedeutet Schmelzpunkt (*melting temperature*).

Fünf Arten von Reinstoffen:

↓Stoff- gruppe	Eigen- schaften⇒	elektrische LF	t_b , t_m	mechanisch	wasser- löslich ?	Beispiele
METALLISCHE		hoch	hoch	verformbar	nein	...
SALZARTIGE		spröd	ja	...
FLÜCHTIGE		keine	...	weich	nein	...
...		...	hoch	sehr hart	nein	...
...		keine	...	weich	nein	...

Diese **FÜNF STOFFARTEN** werden uns durch den Chemieunterricht begleiten: deshalb  Tabelle ergänzen und lernen !
Tatsächlich ist durch die Bildung von nur fünf Gruppen für etwa 20 000 000 Stoffe grob vereinfacht worden! Hier die *jeweils wichtigste* Eigenschaft: Metalle leiten den Strom gut. Das einzige nichtmetallische Element, das den Strom gut leitet ist Kohlenstoff in der Grafit-Modifikation. Salzartige Stoffe leiten den Strom im festen Zustand nicht, als Schmelze oder in Wasser gelöst (also im „flüssigen Zustand“) aber doch. Salzartige Stoffe sind weiters spröd: sie zerbrechen & zerbröseln bei Gewaltanwendung. Flüchtige Stoffe sind eben *flüchtig*, das bedeutet, dass sie schon bei niederen Temperaturen verdampfen. Diamantartige Stoffe sind sehr hart, die härtesten Stoffe, die in der Natur vorkommen, gehören hierher. Aus hitzezerstörbaren Stoffen besteht z.B. unsere Nahrung, wenn man vom Wasseranteil absieht. Ihre Moleküle verdampfen nicht bei Temperatursteigerung, da es zu chemischen Reaktionen kommt, bei welchen große Moleküle zerbrechen und kleinere gebildet werden. Einige von diesen sind flüchtig, wir können sie riechen.

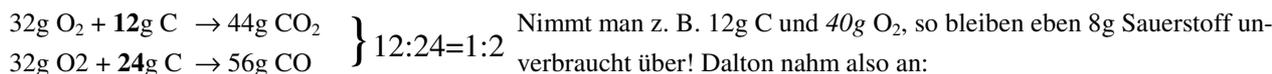
(3) Atom, Formel, Reaktionen, Atommasse und Mol.**Gegenüberstellung: chemische Grundgesetze – Atomhypothese:**

Die chemische Wissenschaft, wie wir sie heute kennen, begann Ende des 17. Jahrhunderts vor allem in Westeuropa. Den Wissenschaftlern fielen drei Gesetzmäßigkeiten bei **CHEMISCHEN REAKTIONEN** (Umwandlungen) auf:

„Grundgesetze“ der Chemie erklärt von Dalton:
Ende des 18. Jahrhunderts kamen Wissenschaftler auf „unerklärliche“ Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen:	Anfang 19.Jh.: Dalton versuchte, diese drei Grundgesetze der Chemie durch seine Atomhypothese zu erklären:
Die Gesamtmasse aller Stoffe vor und nach der Reaktion ist gleich (Michail W. Lomonossow, Antoine L. Lavoisier). Vergleiche die ERHALTUNGSSÄTZE in der Physik.	Die Unveränderlichkeit der Masse vor u. nach einer chemischen Reaktion deutete Dalton so: Atome gruppieren sich um, suchen neue Partner, bleiben aber selbst unverändert.
Die Reaktionspartner müssen in einem festen Massenverhältnis stehen – nimmt man von einem Stoff zu wenig, so bleibt vom anderen etwas übrig. „Genaue Kochrezepte“.	Das feste Massenverhältnis der Reaktionspartner deutete Dalton so: Reinstoffe bestehen aus gleichartigen Teilchen (beim Element Atome, bei einer Verbindung Moleküle).
Manchmal können zwei Elemente verschiedene Verbindungen bilden: Beispiele: H_2O – H_2O_2 , CH_4 – C_2H_6 , CO – CO_2 . Dann besteht eine einfache, ganzzahlige Beziehung zwischen diesen Mengen.	Ganz analog werden die zwei oder mehr Verbindungen der selben zwei Elemente erklärt. Rechnung siehe unten!

(2) STOFFE GENAUER.

Beispiel:



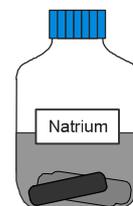
- ☉ dass ein Element aus unteilbaren Atomen besteht,
- ☉ dass die Atome eines Elements alle gleiche Masse haben
- ☉ dass eine chemische Reaktion bloß eine Umgruppierung von Atomen darstellt, die Atome aber (in einer neuen Beziehung) völlig erhalten bleiben. *Vergleiche die Grafik unten auf Seite 1!*

Zeichen, Formeln, Gleichungen

Chemische Zeichen:

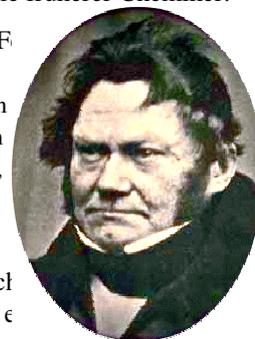
Daltons Symbole:
☉ Wasserstoff
● Kohlenstoff
☉ Phosphor
① Eisen

Ein **CHEMISCHES ZEICHEN** kann bedeuten:
 (1) den betreffenden Stoff, auf dem Gefäß (Abb. rechts) könnte statt „Natrium“ auch kurz „Na“ stehen.
 (2) ein Atom des betreffenden Elements: „Na“ bedeutet dann (z. B. immer in chemischen Gleichungen) „ein Atom Natrium“. Während Dalton zur Abkürzung seiner Elemente Symbole (Abb. links) verwendete, stammen die heute verwendeten Zeichen vom schwedischen Chemiker Jöns Jacob Berzelius (1779-1848; Abb.) aus dem frühen 19. Jahrhundert (1818). Es sind die Abkürzungen für die lateinischen



Namen der Elemente und diese waren – als Buchstaben – viel leichter zu drucken als die Symbole früherer Chemiker.

✍ Wiederhole die Elementnamen (Seite 2!): H, C, N, O, F, Na, Mg, Al, P, S, Cl, K, Ca, F, Cu, Zn; Br, Ag, I, Hg und die **Edelgase** als Gruppe. Schreibe Namen und Abkürzungen heraus! Die Abkürzungen folgen den lateinischen Elementnamen, welche sich in einigen Fällen sehr von den deutschen unterscheiden: Wasserstoff ist Hydrogenium („Wassererzeuger“), Kohlenstoff Carbonium (carbo = Kohle), Stickstoff Nitrogenium („Salpetererzeuger“), Sauerstoff Oxygenium („Säureerzeuger“), Eisen Ferrum, Kupfer Cuprum, Silber Argentum, Quecksilber Hydrargyrum (=flüssiges Silber).



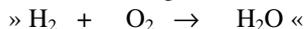
Chemische Formeln:

Eine **FORMEL** ist die Abkürzung für eine chemische Verbindung: Die Formel H₂O ist dir natürlich geläufig! Der kleine Zweier in der Wasser-Formel heißt **INDEX** (Mz. Indices): er gibt an, wie oft ein Atom des *davor* stehenden Elements im Molekül vorkommt. Kommt ein Molekül mehr als einmal vor, so setzt man einen **KOEFFIZIENTEN** vor die Formel: 2 H₂O bedeutet daher zwei Moleküle Wasser.

Wichtig: Während die meisten Elemente in Gleichungen **EINATOMIG** (= als 1 Atom, z.B. Fe oder Na) angeschrieben werden, auch wenn in Wirklichkeit eine große Zahl von Atomen zusammenhängt, gibt es (einige wenige) Ausnahmen: Die Nichtmetallmoleküle H₂, O₂, N₂ und F₂, Cl₂, Br₂, I₂ (=die Halogene) werden als **ZWEIATOMIGE MOLEKÜLE** geschrieben. (Merksatz: Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Chlor – kommen nur in Doppelpackung vor).

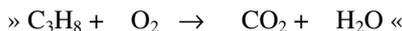
Reaktionsgleichungen:

Während Daltons Gleichungen in Symbolen ausgeführt wurden, hat Berzelius die heutige Form 1820 vorgeschlagen. Bei beiden war aber das Wichtigste an den **REAKTIONSGLEICHUNGEN**, dass sie stimmen mussten. Die Atomhypothese Daltons verlangt, dass alle Atome, die *vor* der Reaktion da waren, auch *nach* der Reaktion noch da sind (nur mit einem anderen Partner). Außerdem muss eine chemische Gleichung auch die Reaktion richtig abbilden. Dazu ein Beispiel:

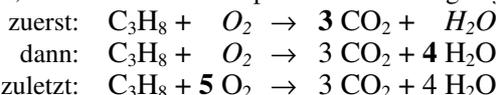


stimmt doch nicht, oder? (Reaktionsgleichungen auf dieser Seite, die noch ausgeglichen werden müssen, stehen unter »Gänsefüßchen«).

✍ Was ist falsch? Wie wäre es richtig? Das war eher einfach, nicht aber das folgende:



An diesem Beispiel möchte ich zeigen, wie man so eine komplizierte Gleichung *stufenweise* richtig stellen kann:



Wenn man mehr Übung hat, dann kann man natürlich alle Schritte auch im Kopf durchführen. Tipp: Das einfachste Verfahren ist eine **ATOMBILANZ**, hier listet man alle vorkommenden Atome getrennt nach *vorher* und *nachher* auf:

