

**(2) KLEINE MOLEKÜLE****Das wichtigste kleine Molekül auf unserem Planeten:**

Zum Ende des vorigen Kapitels hatten wir sie ja schon zuhauf – die kleinen Moleküle – beginnen wir jetzt einmal mit dem wichtigsten kleinen Molekül auf der Erde – mit dem Wassermolekül. Mit dem wichtigsten?

**Lies den folgenden Text:**

...Ein Bild so bizarr wie eine Fata Morgana: Mitten im „Grand Sud“ in der algerischen Sahara ein gestrandeter Opel mit Heidelberger Kennzeichen. Am Steuer ein Mann, der seinen Schäferhund krault und aus einem Walkman Pink Floyd dazu hört.

„Bin ein bisschen eingesandet“, sagte er lächelnd, als man ihn fand. Er hatte keine Schaufel, keine Sandbleche und kein Abschleppseil dabei – nur sein Gottvertrauen und seinen Schäferhund. Der Mann überlebte, weil der deutsche Sahara-Reisende Werner Gartung noch rechtzeitig des Weges kam. Viele andere hatten nicht so viel Glück. Allein im Streckenabschnitt zwischen Tamanrasset im Hoggar-Gebirge und Arlit im Niger zählte Sahara-Profi Gartung in wenigen Tagen 128 Autowracks – Zeugen eines verwegenen Abenteuer-Tourismus, der jedes Jahr 100 bis 150 Menschenleben kostet.

...wie drei junge Kaiserslauterer, deren mumifizierte Leichen Mitte Oktober letzten Jahres nahe der Niger-Grenze gefunden wurden...

...Bei 45° im Schatten braucht der Mensch im Wüstenklima um die sieben Liter Flüssigkeit am Tag. Wenn er dazu noch arbeiten – zum Beispiel sein Auto freischaufeln – muss, können es leicht 20 Liter werden...

(Zitat aus „DER SPIEGEL“, # 32/1989)

UE 2.1 Berechne, wie viel Wasser DU täglich aufnehmen solltest (in unserem Klima):

aus der **GU Nährwerttabelle, Ausgabe 1994/95, Seite 68:**

Kinder 13-14 Jahre 50-60 ml /kg Körpermasse und Tag

Jugend 15-18 Jahre 40-50 ml /kg Körpermasse und Tag)

Meine (empfehlenswerte) Wasseraufnahme sollte sein: .....Liter/Tag.

UE 2.2 Wozu verbrauchst Du Wasser: (Gib zumindest fünf Verwendungszwecke an!)

- |         |         |
|---------|---------|
| (1) ... | (4) ... |
| (2) ... | (5) ... |
| (3) ... | ...     |

UE 2.3 Schätze, wie viel Liter das pro Tag sind: . . . . . Liter.

Wasser, das man trinken kann, ist – wie viele andere Güter auch – ungleichmäßig auf der Erde verteilt: Von den 6,2 Mia Menschen auf der Erde kämpfen 1,7 Mia gegen Wasserknappheit (Mia bedeutet Milliarde).

Der durchschnittliche Wasserverbrauch eines Menschen beträgt:

| Land  | USA, gesamt | USA: NYC | Nigeria | Indien | Madagaskar |
|-------|-------------|----------|---------|--------|------------|
| l/Tag | bis 500l    | 300l     | 120l    | 25l    | 5,4l       |

Man kann natürlich auch indirekt Wasser verbrauchen: Verbrauch für je 1kg ...

| Produkt            | Rohstahl | Papier     | Textilien | Milch (1l) | Weizen | Rindfleisch |
|--------------------|----------|------------|-----------|------------|--------|-------------|
| Wasserverbrauch/kg | 65-220l  | 125-1 000l | 100l      | 10l        | 1 000l | 16 000l     |

*Eigenschaften von Wasser:*

Wasser hat Eigenschaften, an denen man es erkennen kann:

∇ UE 2.4 Vergleiche Wasser mit:

| Wasser                                                                              | Benzin                                                                              | Heizöl                                                                              | Alkohol                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |

Wasser hat weder Farbe noch Geruch noch Geschmack. Es siedet bei 100°C, gefriert bei 0°C und ist im festen Zustand leichter als im flüssigen: Eis schwimmt. Wasser kann außerdem viel Wärme aufnehmen und speichern (Meerlima!) und es ist das meistgebrauchte Lösungsmittel.

*Wasser als Stoff:*

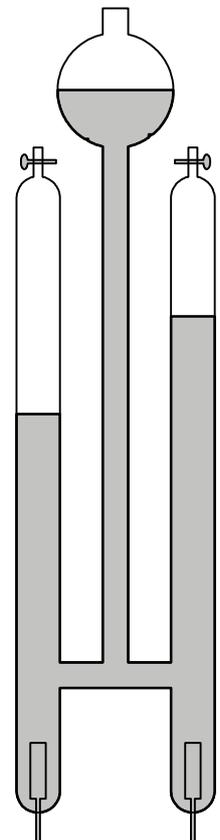
Dein Körper besteht zu etwa 70% aus Wasser. Bedenke: Wenn Wasser aus der Leitung kommt, dann ist es Trinkwasser – wenn es im Abfluss verschwindet, ist es schon Abwasser! In der Antike, im Mittelalter und noch in der frühen Neuzeit sahen die Menschen Wasser als ein „Element“ an, das heißt, als einen Grundstoff. Modern gedacht ist aber Wasser kein Element, weil man es noch in „richtige“ Grundstoffe zerlegen kann:

∇ **Elektrolyse von Wasser:**

Elektrolyse ≡ Zerlegung eines Stoffes durch den elektrischen Strom.

UE 2.5 Beschrifte bitte die nebenstehende Zeichnung (Überlaufgefäß, 9Pol, 8Pol, Wasserstoff, Sauerstoff, Elektroden, verdünnte Schwefelsäure).

UE 2.6 Es entsteht am + Pol ...



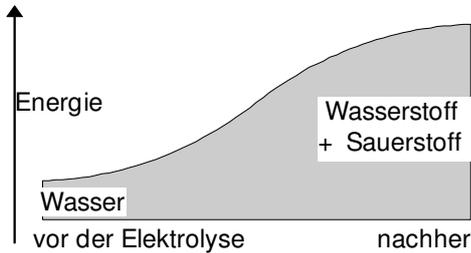
am – Pol ...

(Menge, Stoff)

Wenn man dem Herrn Avogadro trauen darf, welcher behauptet hat:

**In jedem Liter eines Gases, egal welches es ist, sind gleich viele Teilchen, vorausgesetzt, sie haben die gleiche Temperatur und den gleichen Druck.**

...dann entstehen bei der Wasserzerlegung doppelt so viele Wasserstoffteilchen wie Sauerstoffteilchen. Vergleiche mit der Formel!

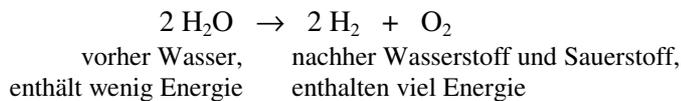


### Wasserstoff und Sauerstoff:

Bei der Wasserzerlegung muss man eine Menge Energie in die Wassermoleküle hineinstecken, um sie zu zerlegen (es „kostet die Schule Strom“). In der nebenstehenden Grafik geht es „bergauf“. Diese Energie steckt nun in den Produkten – und kann aus diesen wieder freigesetzt werden (in der Grafik: von rechts nach links – „bergab“).

Die in den Molekülen gespeicherte Energie bezeichnen wir als Chemische Energie.

Der Vorgang wird abgekürzt so dargestellt:



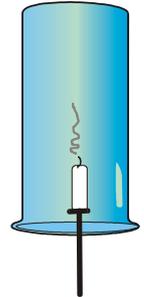
Wir haben bei dem Versuch auch gelernt, wie man Wasserstoff und Sauerstoff erkennen kann:

✓ Nachweis von Wasserstoff: Reiner Wasserstoff verbrennt zu Wasser (Tröpfchenbeschlag!), Mischungen mit Luft (Sauerstoff!) können explodieren – die Mischung heißt nicht von ungefähr „Knallgas“ (in einem engen Gefäß, z. B. einer Proberöhre, knallt es nicht, sondern pfeift!).

✓ Nachweis von Sauerstoff: Im reinen Sauerstoff entflammt ein nicht mehr *brennendes*, aber noch glühendes („glimmendes“) Holzstäbchen.

✓ Glasgefäß wird mit Wasserstoff gefüllt, von unten wird eine brennende Kerze genähert.

UE 2.7 Notiere Deine Beobachtungen: ...



✓ Knallgasexplosion in einer Konservendose, bei welcher (aus Sicherheitsgründen) der Boden herausgeschnitten wurde.

✓ Wir simulieren den Absturz der **Hindenburg** (deutsches Luftschiff, das 1937 in den USA verunglückte – es war mit Wasserstoff gefüllt, während man heute lieber Helium nimmt!).

UE 2.8 Notiere Deine Beobachtungen: ...

### Eigenschaften von Wasserstoff:

**H**Er ist das leichteste Gas, das wir kennen (Luft ist 13mal schwerer), er brennt gut mit heißer, fast farbloser Flamme, Gemische mit Sauerstoff (oder Luft) sind explosiv. Wasserstoff könnte ein wertvoller Energieträger sein, weil er pro kg die meiste chemische Energie von allen Stoffen enthält.

### Eigenschaften von Sauerstoff:

**O**In Sauerstoff verbrennt alles viel besser und heftiger als in Luft – Luft ist ja verdünnter Sauerstoff! Mensch und Tier brauchen Sauerstoff zum Atmen, die Nährstoffe im Körper reagieren chemisch mit Sauerstoff.

### Typisch Sauerstoff: Oxidation.

Wenn sich Wasserstoff mit Sauerstoff wieder zu Wasser verbindet, so nennt man diesen Vorgang Oxidation.

Oxidation ≡ Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff. (Sauerstoff heißt ja auch Oxygenium, daher sein Zeichen O). Andere Oxidationen: Glucose (= Traubenzucker) wird in Deinen Körperzellen oxidiert, Eisen rostet, ein angeschnittener Apfel wird braun ...

### Das Gegenteil der Oxidation...

Wenn man hingegen aus Wasser wieder Wasserstoff macht, ihm also den Sauerstoff wegnimmt, nennt man das Reduktion. Reduktion ≡ Entzug des Sauerstoffs aus einem Stoff. Andere Reduktionen: eine Pflanze macht aus Kohlendioxid Kohlenhydrate (z.B. Glucose), im Hochofen wird aus Eisenerz (chemisch ist das

## (2) KLEINE MOLEKÜLE

Eisenoxid) Eisen gemacht, Schmuckstücke werden im Tauchbad wieder blank. Genaueres folgt später.

### Wie kann man Wasserstoff herstellen?

Technisch (das heißt: in großem Maßstab) wird  $H_2$  durch Zersetzung von Methan (Formel:  $CH_4$ ) hergestellt. Das geht nicht in kleinem Maßstab (im Labor), hier entnimmt man den Wasserstoff am besten einer Druckflasche oder man macht ihn aus Säure durch Zugabe eines Metalls:

∇ Wir geben zu den Metallen Zink, Eisen und Kupfer jeweils einige ml 10%ige Schwefelsäure (frisch hergestellt durch vorsichtiges Mischen von 9 Teilen Wasser mit 1 Teil konzentrierter Schwefelsäure).

VORSICHT! Nie das Wasser in die Säure, sonst geschieht das Ungeheure!

UE 2.9 Notiere Deine Beobachtungen: ...

| Metall   | Zink (Zn)                                                                         | Eisen (Fe)                                                                        | Kupfer (Cu)                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Farbe    |  |  |  |
| Reaktion |  |  |  |

Offenbar hat Zink am bereitwilligsten mit der Säure reagiert, daher nun ein Versuch in größerem Maßstab:

∇ Der Versuchsaufbau besteht aus zwei getrennten Teilen: (1) Apparat zur Entwicklung des Wasserstoffs aus Zink und Salzsäure (chemischer Vorgang) und (2) Teil zum Auffangen des gewonnenen Gases über Wasser (physikalischer Vorgang): Zur Wasserstoffherstellung verwenden wir zwei typische chemische Gefäße, einen Kolben (die meisten Behälter in der Chemie heißen Kolben, Flasche oder Proberöhre) und einen Tropftrichter (der Name erklärt sich hoffentlich selbst). Weiter unten werden wir uns dann den chemischen Vorgang näher anschauen.

UE 2.10 Versuche, diese Apparatur (auf dem Blatt links) zu zeichnen und beschrifte die wichtigsten Teile!

### Die Atombilanz:

Um den chemischen Vorgang besser zu durchschauen, schreiben wir einmal auf, welche Stoffe vorher da waren und welche Stoffe nachher da sind:

**Vorher da:** Zink und Salzsäure (und eigentlich auch Wasser, da unsere Salzsäure mit [etwa zwei Drittel] Wasser verdünnt ist, das wir aber nicht berücksichtigen, weil es an der chemischen Reaktion nicht teilnimmt!).



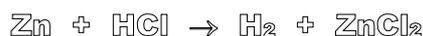
**Nachher da:** Wasserstoff und (in Wasser gelöstes) Salz (kann man durch Eindampfen der Lösung sichtbar machen - Wasser kocht weg und Salz bleibt als Kruste zurück).

Nun lernen wir ein weiteres Beispiel für chemische Schreibweise: Reaktionsgleichung ≡ ein chemischer Vorgang (Reaktion) wird so angeschrieben, dass alle beteiligten Stoffe samt Mengenangaben vorkommen.

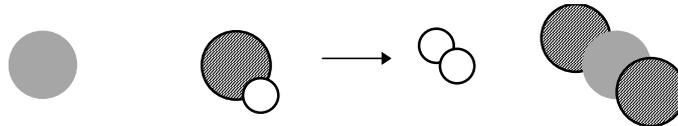
Zunächst wollen wir eine Reaktionsgleichung in Worten anschreiben („für Anfänger“), danach wollen wir die Wörter durch Zeichen ersetzen:

*Zink und Salzsäure ergeben Wasserstoff und das Salz Zinkchlorid.*

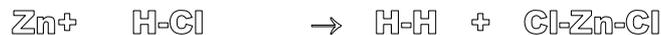
Und nun in chemischen Zeichen:



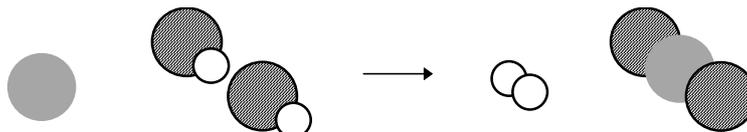
... und nun als Modell:



Oooops, da stimmt doch etwas nicht! Schauen wir uns das an den vorkommenden Teilchen an.



Was stimmt nicht? Na? Erraten, die Zahlen stimmen nicht, denn in der Chemie müssen auch die mathematischen Gesetze gelten! Ausbessern kann man durch Zugabe eines weiteren Moleküls HCl:

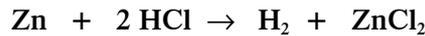


Jetzt scheint es in Ordnung zu sein! Wir haben links ein Zinkatom und rechts eines (im Zinkchlorid). Wir haben links zwei Wasserstoffatome (in zwei Molekülen Salzsäure) und rechts, zusammen in einem Molekül Wasserstoff. Wir haben ebenfalls zwei Chloratome auf der linken Seite – so wie rechts, wo sie beide mit einem Zinkatom verbunden sind. Wir haben eine Bilanz der vorkommenden Atome aufgestellt – eine **Atombilanz**.

Eine Atombilanz listet alle vorkommenden Atome VOR und NACH einer chemischen Reaktion auf.

So, und jetzt schreiben wir die Gleichung „richtig“ auf:

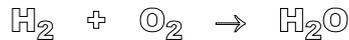
## (2) KLEINE MOLEKÜLE



Man muss also darauf schauen, dass nicht Atome aus dem Nichts dazu kommen, oder verschwinden. Eine Möglichkeit, Gleichungen richtig zu stellen ist die

### Atombilanz

Wie man eine Atombilanz aufstellt, sehen wir hier am Beispiel Verbrennung von Wasserstoff:



Aus der Bilanz ergibt sich, dass die Gleichung falsch ist.

| linke Seite                              | rechte Seite                            |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 2 Wasserstoffatome und 2 Sauerstoffatome | 2 Wasserstoffatome und 1 Sauerstoffatom |

Man kann sehen, dass die Gleichung deswegen falsch ist, weil auf der rechten Seite ein Sauerstoffatom zu wenig vorhanden ist. Der Anfänger löst das Problem so:



Und das ist **erst recht falsch**: Um die Atombilanz richtig zu stellen, hat er nämlich einfach gelogen, denn er behauptet ja, dass bei der Verbrennung von Wasserstoff Sauerstoff entsteht, und das stimmt nicht!

### Wie man es richtig macht:

Wir ändern nur die **Koeffizienten** in einer Reaktionsgleichung: **Koeffizient**  $\equiv$  ist die Zahl vor einer Formel in einer Reaktionsgleichung, die angibt, wie oft das Molekül in der Reaktionsgleichung vorkommt.

Daher ist das Ergebnis in unserem Fall:



Für den Fall, dass Dir das nicht schwierig erschienen ist, probier doch die Beispiele:

UE 2.11 Die folgenden, noch falschen Gleichungen kannst du durch Hinzufügen der passenden Koeffizienten richtig stellen: Du darfst nur die Koeffizienten ändern, sonst nix!

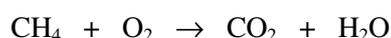
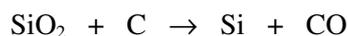
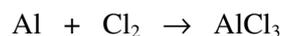
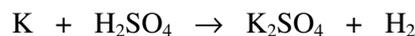
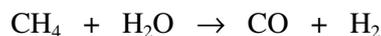
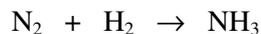


So, war das schwer? Wenn Du es nicht geschafft hast, lies Dir vielleicht die letzte Seite noch einmal durch, wenn das nichts nützt, dann lass' es Dir von jemandem erklären, der sich auskennt (vielleicht Dein Chemielehrer?). Wenn Du es geschafft hast, dann hast Du einen wichtigen Teil der Chemie verstanden! Super! Doch zunächst noch zwei Hinweise:

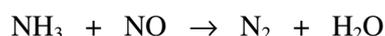
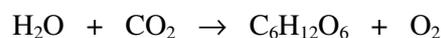
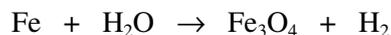
- Manche Elemente werden immer als zweiatomige Moleküle angeschrieben: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Chlor - kommen nur in Doppelpackung vor.
- Die Formeln, die Dein Chemielehrer aufschreibt, sind richtig (Du solltest sie daher nicht ausbessern!), unter anderem deswegen, weil **alle** ChemikerInnen sie für richtig halten.

Wir halten wenig von Menschen, welche die Formel für Wasser mit  $\text{H}_4\text{O}_5$  angeben!

UE 2.12 Noch ganz viele Übungsbeispiele (vielleicht mit Bleistift ausfüllen?):



Vorsicht: Extraschwierig:



So, jetzt solltest Du 's aber können. (Kontrolle mittels Folie). Zum Abschluss noch die

## (2) KLEINE MOLEKÜLE

### Verwendung von Wasserstoff:

1. Man kann die Energie nutzen, die bei seiner Verbrennung frei wird: [um eine 3 000K heiße (das ist etwa 2 650°C) Flamme zu erzeugen oder um eine Rakete anzutreiben (Flüssigwasserstoff bzw. Kerosin und Flüssigsauerstoff)].
2. Man kann in Form von Wasserstoff viel Energie (bei wenig Masse) speichern, welche mit Hilfe einer Brennstoffzelle in elektrische Energie verwandelt werden kann.
3. Man kann aus Wasserstoff Verbindungen machen, z.B. Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und man verwendet Wasserstoff auch bei der Erzeugung von Margarine.

---

## Fragen zu Kapitel (2):

---

- ? Fasse die Bedeutung des Stoffes Wasser zusammen.
- ? Zähle die Eigenschaften von Wasser auf.
- ? Beschreibe die Elektrolyse von Wasser und vergiss nicht auf die umgesetzte Energie.
- ? Beschreibe Versuche mit Wasserstoff und zähle seine Eigenschaften auf!
- ? Wie weist man Sauerstoff nach?
- ? Wie stellt man Wasserstoff her?
- ? Was bedeutet: „Nie das Wasser...“?
- ? Was ist ein Index in einer Formel, was ein Koeffizient?
- ? Welche Elemente kommen nur in zweiatomigen Molekülen vor?
- ? Stelle die Reaktionsgleichungen auf der vorigen Seite (ohne Schummeln) noch einmal richtig.
- ? Versuche Dich an den folgenden Gleichungen, mache auch die eine oder andere Atombilanz!:

