

Wie baut man ein Handy oder einen Computer aus einer Handvoll Sand?



Prof. Dr. David Scheschkewitz (Allgemeine und Anorganische Chemie)

27. Januar 2016

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Wie baut man ein Handy oder einen Computer aus einer Handvoll Sand?



Prof. Dr. David Scheschkewitz
Lehrstuhl für Allgemeine und Anorganische Chemie
Universität des Saarlandes
scheschkewitz@mx.uni-saarland.de

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Eine Einführung in die Grundlagen der Chemie



UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Was ist ein Material?



Ein **Material** ist ein Stoff, aus dem Dinge hergestellt werden können.



Das kann entweder ein **reiner Stoff** oder ein **Gemisch** sein.

Wie entscheidet man was ein Gemisch und was ein Reinstoff ist?



UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Erzeugung und Trennung von Gemischen



UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Die kleinsten Teilchen (?)



Demokrit (ca. 400 v. Chr.)
„Nur scheinbar hat ein Ding eine Farbe, nur scheinbar ist es süß oder bitter; in Wirklichkeit gibt es nur **Atome** im leeren Raum.“

Das Atom (modern)

- von atomos (griechisch „unteilbar“, aber: Atomspaltung möglich, z.B. in Atomkraftwerken)
- es gibt verschiedene Atomsorten
- Stoffe aus nur einer Atomsorte nennt man Elemente



UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Die kleinsten Teilchen



Demokrit (ca. 400 v. Chr.)
„Nur scheinbar hat ein Ding eine Farbe, nur scheinbar ist es süß oder bitter; in Wirklichkeit gibt es nur **Atome** im leeren Raum.“

nicht stabil



Lösung hier: Mörtel hält Steine zusammen

Was ist im „leeren Raum“?
Warum halten Atome zusammen?
Was ist der Mörtel?



Wie baut man ein Handy oder einen Computer aus einer Handvoll Sand?



Prof. Dr. David Scheschkewitz (Allgemeine und Anorganische Chemie)

27. Januar 2016

Atomkern und Elektronen

Atome sind eben nicht "unteilbar"! Sie bestehen aus einem Atomkern ● und Elektronen ●



Der Atomkern macht nur einen winzigen Bruchteil der Größe des Atoms aus. Die Elektronen füllen Demokrits "luftleeren Raum"!




Atom



Atomkern

Ladung: der Mörtel zwischen den Atomkernen

Elektronen sind negativ geladen, Atomkerne positiv. Positive und negative Ladungen ziehen sich an.




Die beiden Elektronen, die die Atomkerne zusammen halten, sind der "Mörtel" → DIE CHEMISCHE BINDUNG

Wiederholung

- es gibt verschiedene Atomsorten
- Stoffe aus nur einer Atomsorte nennt man **Elemente**

Worin unterscheiden sich die Atomsorten und damit die Elemente?



Atome sind wie Menschen





Elemente unterscheiden sich durch die Zahl ihrer Elektronen

...und damit in ihrer Fähigkeit Bindungen einzugehen




Foto: Microsoft ClipArt

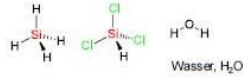
Zahl der Bindungen

Elemente heute von Interesse (Zahl der Bindungen pro Atom):

Silicium	Si	(4)
Wasserstoff	H	(1)
Chlor	Cl	(1)
Kohlenstoff	C	(4)
Sauerstoff	O	(2)



Rua Kenana, Moab Prophet, mit vier seiner Frauen



Wasser, H₂O

Molekülbegriff und Molekülmodelle

Bindungen kann man brechen und neu knüpfen



→ **Chemie**

Wann werden Bindungen gebrochen und geknüpft?



Adaptiert von H. Powers <http://commons.wikimedia.org>

Wie baut man ein Handy oder einen Computer aus einer Handvoll Sand?



Prof. Dr. David Scheschkewitz (Allgemeine und Anorganische Chemie)

27. Januar 2016

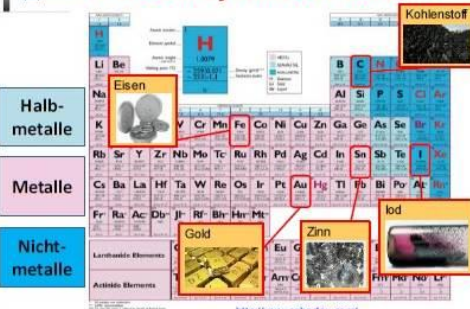
Metalle und Nichtmetalle

Manche Elemente wollen Ihre Elektronen nicht hergeben... → **NICHT-METALLE**



...andere teilen gerne. → **METALLE**

Periodensystem der Elemente



<http://www.scharfau.com/>

Das Schwenken: Chemie in Aktion

Glühen/Verbrennung

C (Kohlenstoff) + O₂ (Sauerstoff, aus der Luft) → O=C=O (CO₂)



Metalle und elektrischer Strom

Metalle halten ihre Elektronen nicht besonders gut fest!

↓

Elektronen können sich bewegen.

↓

Es fließt ein elektrischer Strom



aus: <http://www.burowilkes.de/grundlagen.html>

Ein simples Leitfähigkeitsmodell

Elektrischer Leiter = Weg zum Ausstieg eines Stadtbusses
Elektronen = Buspassagiere
Leitfähigkeit = aussitzende Passagiere pro Sekunde

Halbleiter vs **Metall (Leiter)**



Metall bei Erwärmung

Merke: Bei Metallen nimmt die Leitfähigkeit mit der Temperatur ab.

Halbleiterexperiment

Wie baut man ein Handy oder einen Computer aus einer Handvoll Sand?



Prof. Dr. David Scheschkewitz (Allgemeine und Anorganische Chemie)

27. Januar 2016

Halbleiter

Halbleiter (in der Kälte)

Halbleiter (in der Hitze)

Merke: Bei Halbleitern nimmt die Leitfähigkeit mit der Temperatur zu.

aus: <http://www.bruewille.de/grundlagen.html>

Der Transistor

Durch Anlegen einer Spannung kann der Halbleiter ebenfalls leitend werden.

→ **SCHALTER**
OHNE MECHANISCHE KOMPONENTE

→ **Viele Schalter**

Siliciumdarstellung

$\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{Lichtbogenofen (1900}^\circ\text{C)}} \text{Si} + \text{CO}_2$

Fotografieiert u. a. von D. Descoeurs
<http://commons.wikimedia.org>

Polykristallines Silicium

Metallurgisches Si + HCl → HSiCl_3 (99%)

HSiCl_3 (99,9999%) → **Polykristallines Si**

Photos aus <http://commons.wikimedia.org>

Silan-Erzeugung nach Stock

$2 \text{Mg} + \text{Si} \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si}$

$\text{Mg}_2\text{Si} + \text{H}^+ (\text{Salzsäure}) \rightarrow \text{Si(OH)}_4 + \text{SiH}_4$

Alfred Stock (1876 – 1946)

Erzeugung und Reaktivität von Silan (SiH_4)

Wie baut man ein Handy oder einen Computer aus einer Handvoll Sand?



Prof. Dr. David Scheschkewitz (Allgemeine und Anorganische Chemie)

27. Januar 2016

Kristallines Silicium

Für die Mikroelektronik:
Siliciumatome in gut geordnetem Kristall

Aufbau des Silicium-Kristalls

entnommen aus: <https://www.youtube.com/watch?v=0pgFLVj0XaI>

Hochreines Silicium - Kristallisation

Stabförmiger Impfkristall
(wird gedreht und sehr langsam aus Schmelze gezogen)

Silicium-Schmelze (1425°C)

einige Tage (!)

Photo: James Viseur Photography
(c) Confluence 8.com

Kristallwachstum

Produktion von Wafern

Wafer sägen

Wafer Polieren

http://www.microelectronics.com/structure/wafer_from_the_inspire_to_fabricate_silicon_wafer.html

An der Oberfläche spielt die Musik (Ätzen der Wafer)

$Si(100)-(1 \times 1)$ → wird durch KOH schnell geätzt → $Si(111)-(1 \times 1)$ → wird durch KOH 100x langsamer geätzt

Ätzmaske

$Si(100)$ → KOH → $Si(100)$ / $Si(111)$

In der Realität:
Mehrere hundert Arbeitsschritte!

Wie baut man ein Handy oder einen Computer aus einer Handvoll Sand?



Prof. Dr. David Scheschkewitz (Allgemeine und Anorganische Chemie)

27. Januar 2016

