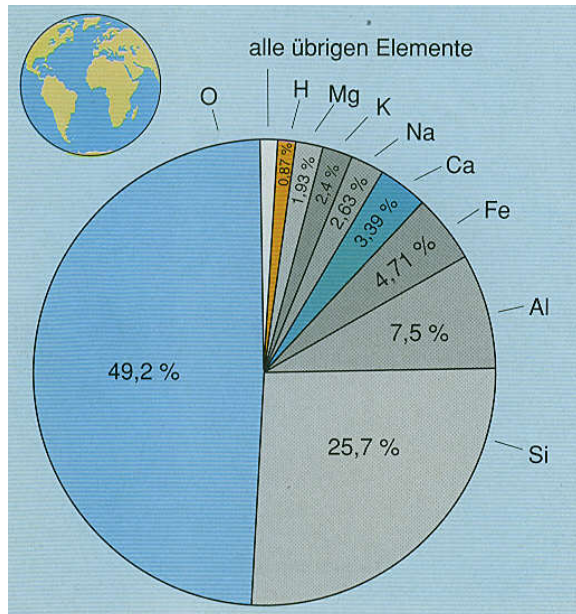


FOS: Radioaktivität und Strahlenschutz

Chemische Elemente und ihre kleinsten Teilchen

Chemische Elemente

Der Planet Erde besteht aus **91 natürlich vorkommenden** chemischen Elementen.
 Man **kennt zurzeit 114** chemische Elemente.
 Davon sind **23 künstlich** erzeugt worden.

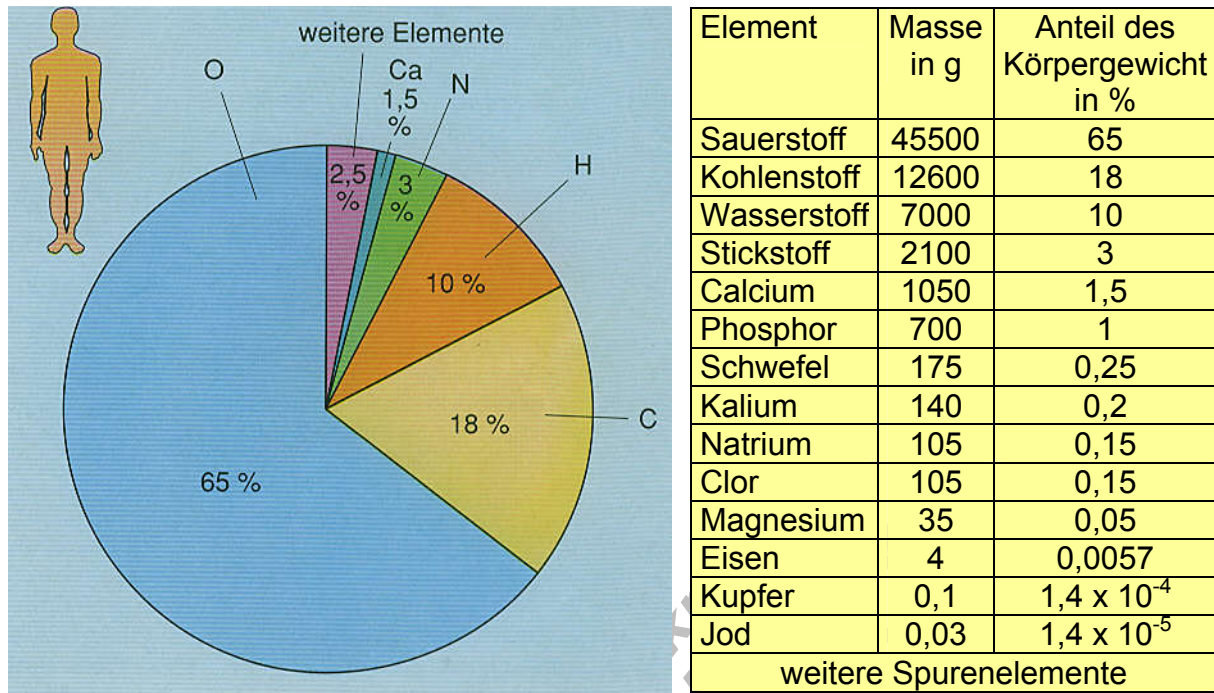


Quelle: Informationskreis Kernenergie
 Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste
 (einschließlich Luft und Wasser)

Element	Häufigkeit in %	Element	Häufigkeit in %
Sauerstoff	49,2	Titan	0,58
Silizium	25,7	Chlor	0,19
Aluminium	7,5	Phosphor	0,11
Eisen	4,71	Kohlenstoff	0,08
Calcium	3,39	Mangan	0,08
Natrium	2,63	Schwefel	0,06
Kalium	2,4	Barium	0,04
Magnesium	1,93	Stickstoff	0,03
Wasserstoff	0,87	Fluor	0,03

Für wissenschaftliche Betrachtungen benötigt man eine einheitliche biologische Grundlage, den **Standartmenschen**:

Alter:	20 bis 30 Jahre
Gesamtlebensdauer:	70 Jahre
Körpergewicht:	70 kg
Körperoberfläche:	1,8 m ²
Körpergröße:	1,70 m



Quelle: Informationskreis Kernenergie

Zusammensetzung des menschlichen Körpers
(Standardmensch)

Aufbau des Atoms

Die kleinsten Teile der chemischen Elemente werden **Atome** genannt.

Atome sind unsichtbar.

10 Millionen Atome aneinandergereiht ergeben nur etwa 1 mm.

Im Modell werden Atome durch einen **Kern** und einer **Hülle** dargestellt.

Der Kern besteht aus positiv geladenen **Protonen** und elektrisch neutralen **Neutronen**.

Sie werden durch sehr starke **Kernkräfte** zusammengehalten.

Die positiven Protonen stoßen sich gegenseitig ab, werden aber durch die starken Kernkräfte zusammengehalten.

In der **Atomhülle** bewegen sich in der Regel ebensoviel negativ geladene **Elektronen** wie sich Protonen im Kern befinden.

Das Atom ist dann nach außen **elektrisch neutral**.

Verliert ein Atom ein Elektron aus seiner Hülle, so wird es zum **positiven Ion**.

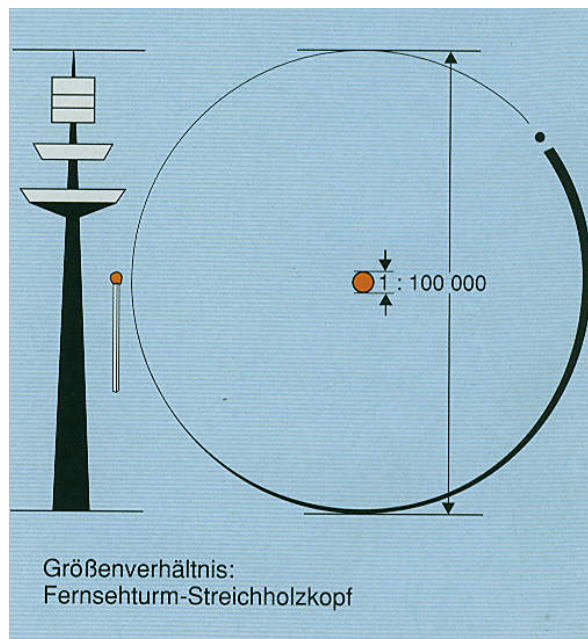
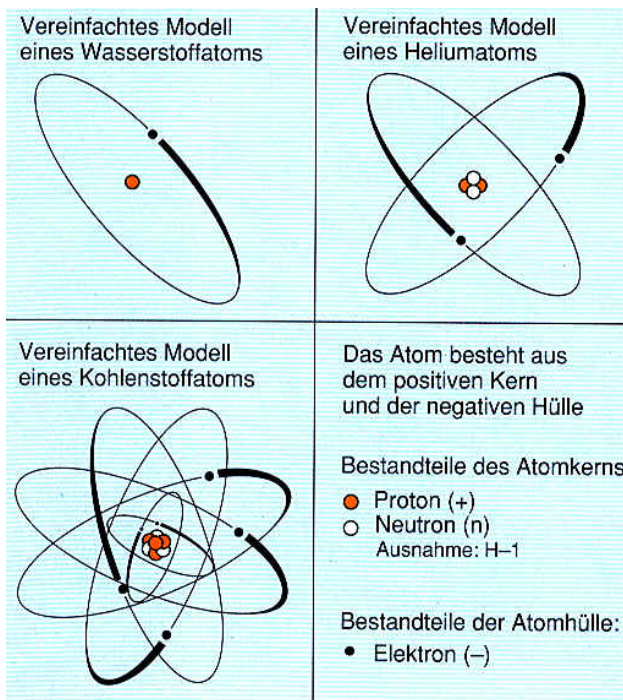
Nimmt ein Atom ein Elektron in die Hülle auf, so wird es zum **negativen Ion**.

Um ein Elektron aus der Hülle abzutrennen, benötigt man Energie.

Im **Schalenmodell** unterscheidet man die Schalen **K-, L-, M-, N-, O-, P-, Q** mit K am Kern beginnend.

Je weiter ein Elektron vom Kern entfernt ist, desto leichter ist es abzutrennen.

Die Elektronen, die sich am weitesten außen befinden (**Valenzelektronen**) sind an der **chemischen Bindung** beteiligt.



Quelle: Informationskreis Kernenergie
Größenverhältnisse im Wasserstoffatom

Quelle: Informationskreis Kernenergie
Atome in vereinfachter Modelldarstellung

Streichholzkopf: ca. 2,5 mm
 Fernsehturm: ca. 250 m
 (Verhältnis: ca. 1 : 100 000)

Hüllendurchmesser: 1×10^{-7} mm = 1×10^{-10} m

Kerndurchmesser: 1×10^{-12} mm = 1×10^{-15} m

Masse und elektrische Ladung der drei wichtigsten Elementarteilchen.

Elementarteilchen	Masse (Ruhemasse)		Ladung	
	in kg	in Elektronenmassen	in Coulomb	In Elementarladungen
Elektron	$9,10938 \cdot 10^{-31}$	1	$-1,6022 \cdot 10^{-19}$	-1
Proton	$1,67262 \cdot 10^{-27}$	1836,15	$1,6022 \cdot 10^{-19}$	+1
Neutron	$1,67493 \cdot 10^{-27}$	1838,68	0	0

Betrachtungen zur Atomanzahl

Beispiel 1: Wie viel Atome enthält 1 g Eisen?

Die relative Atommasse von Eisen beträgt 56 (Atomgewicht).

Ein mol eines Stoffes ist das Atom - oder Molekulargewicht in Gramm.

Die Anzahl der der Atome oder Moleküle in 1 mol beträgt $6,022 \cdot 10^{23}$

Daher sind in 56 g Eisen $6,022 \cdot 10^{23}$ Eisenatome enthalten.

$$1 \text{ g Eisen enthält: } \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{56} = \frac{60,22 \cdot 10^{22}}{56} \approx \underline{\underline{10^{22} \text{ Atome}}}$$

Gedankenexperiment 1:

1 g Eisen soll gleichmäßig über die Fläche von ganz Hamburg
($A = 747,68 \text{ km}^2 \approx 7,5 \cdot 10^8 \text{ m}^2$) verteilt werden.

Wie viel Eisenatome befinden sich dann auf 1 m^2 ?

$$N = \frac{1 \cdot 10^{22}}{7,5 \cdot 10^8 \text{ m}^2} = \frac{10 \cdot 10^{21}}{7,5 \cdot 10^8 \text{ m}^2} \approx \underline{\underline{1,3 \cdot 10^{13} \frac{\text{Eisenatome}}{\text{m}^2}}}$$

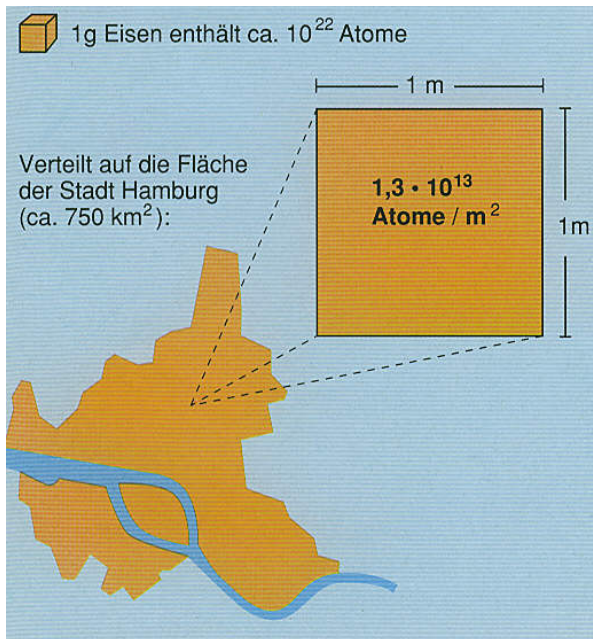
Gedankenexperiment 2:

1 g Eisen soll gleichmäßig im Wasser der Weltmeere

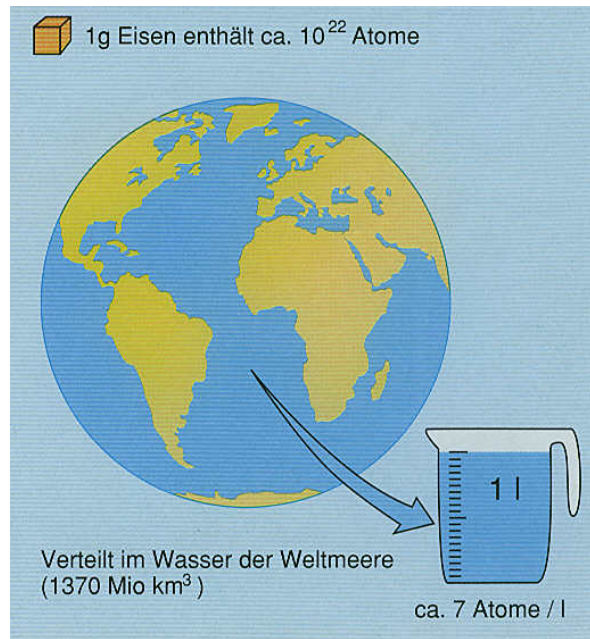
($V = 1370 \text{ Mio km}^3 = 1,37 \cdot 10^{18} \text{ m}^3 = 1,37 \cdot 10^{21} \text{ Liter}$) verteilt werden.

Wie viel Eisenatome befinden sich dann auf 1 Liter ?

$$N = \frac{1 \cdot 10^{22}}{1,37 \cdot 10^{21} \text{ Liter}} = \frac{10 \cdot 10^{21}}{1,37 \cdot 10^{21} \text{ Liter}} \approx \underline{\underline{7 \frac{\text{Eisenatome}}{\text{Liter}}}}$$



Quelle: Informationskreis Kernenergie
1 g Eisen wird in Gedanken auf die Fläche der Stadt Hamburg verteilt



Quelle: Informationskreis Kernenergie
1 g Eisen wird in Gedanken im Wasser der Weltmeere verteilt

Beispiel 2: Wie viel Wassermoleküle befinden sich in 1 g Wasser (H_2O)?

Molekulargewicht von H_2O ist 18 (Wasserstoff = 2 Sauerstoff = 16)

$$N = \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{18} = \frac{60,22 \cdot 10^{22}}{18} \approx \underline{\underline{3,4 \cdot 10^{22} \text{ Wassermoleküle}}}$$

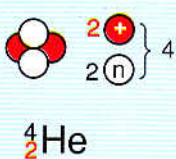
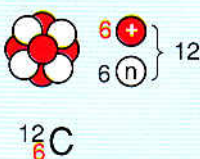
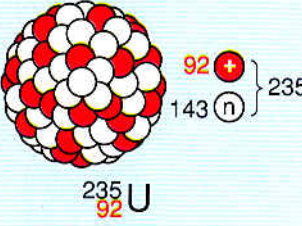
Aufbau der Atomkerne

Proton und Neutron haben fast die gleiche Masse.

Die Masse des Elektrons beträgt $1/1836$ der Masse des Protons (wird vernachlässigt).

Praktisch ist die gesamte Masse des Atoms im Kern vereinigt.

Aufbau der Atomkerne im Modell

<p>Kern eines Heliumatoms</p>  <p>${}^4_2\text{He}$</p>	<p>Kern eines Kohlenstoffatoms</p>  <p>${}^{12}_6\text{C}$</p>
<p>Kern eines Uranatoms</p>  <p>${}^{235}_{92}\text{U}$</p>	<p>Massenzahl: Gesamtzahl der Protonen und Neutronen</p> <p>Kernladungszahl: Anzahl der Protonen</p>

Quelle: Informationskreis Kernenergie
Aufbau der Atomkerne im Modell

Zur Kennzeichnung des Kernaufbaus wird die **Massenzahl** oben links, die **Kernladungszahl** unten links neben das chemische Symbol gesetzt.

Massenzahl = Anzahl der Protonen + Neutronen

Kernladungszahl = Anzahl der Protonen

Neutronenzahl = Massenzahl – Kernladungszahl

Eine Atomart, die durch Protonenzahl und Neutronenzahl charakterisiert ist, wird als **Nuklid** bezeichnet.

Kern eines Heliumatoms	Kern eines Kohlenstoffatoms	Kern eines Uranatoms
${}^4_2\text{He}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{235}_{92}\text{U}$
Massenzahl: 4 Kernladungszahl: 2	Massenzahl: 12 Kernladungszahl: 6	Massenzahl: 235 Kernladungszahl: 92
Kennzeichnung des Kernaufbaus		

Für die Elementarteilchen gilt:

Proton: ${}^1_1\text{p}$

Neutron: ${}^1_0\text{n}$

Elektron: ${}^0_{-1}\text{e}$

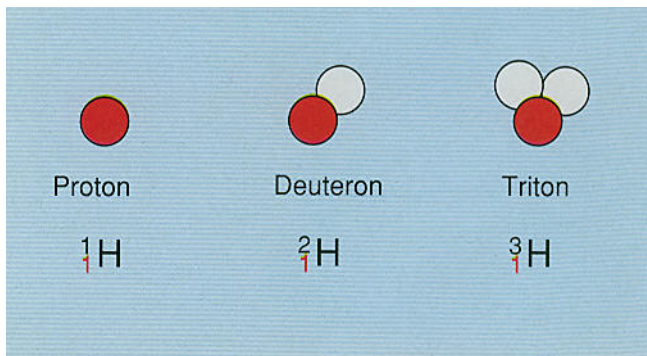
Isotope

Die Atome eines Elementes können bei gleicher Protonenzahl eine unterschiedliche Neutronenzahl besitzen.

Atome mit gleicher Kernladungszahl aber mit unterschiedlicher Massenzahl, bezeichnet man als **Isotope**.

Sie unterscheiden sich nicht in ihren chemischen, wohl aber in ihren kernphysikalischen Eigenschaften.

Im natürlichen Wasserstoff treten drei Isotope auf.



Leichter Wasserstoff: ${}^1_1\text{H}$ 99,985%

Schwerer Wasserstoff: ${}^2_1\text{H}$ 0,015%
auch Deuterium genannt

Überschwerer Wasserstoff: ${}^3_1\text{H}$
auch Tritium genannt
kleinste Mengen

Quelle: Informationskreis Kernenergie
Die Kerne der Wasserstoffisotope

Tritium wird in den oberen Schichten der Atmosphäre durch die kosmische Strahlung ständig neu gebildet und entsteht auch in Kernkraftwerken.
Tritium ist radioaktiv.

Abgekürzte Schreibweise für Nuklide: H – 3 , He – 4 , C – 12 , U – 235 , U – 238