

# Die Struktur der Materie

# Historisches

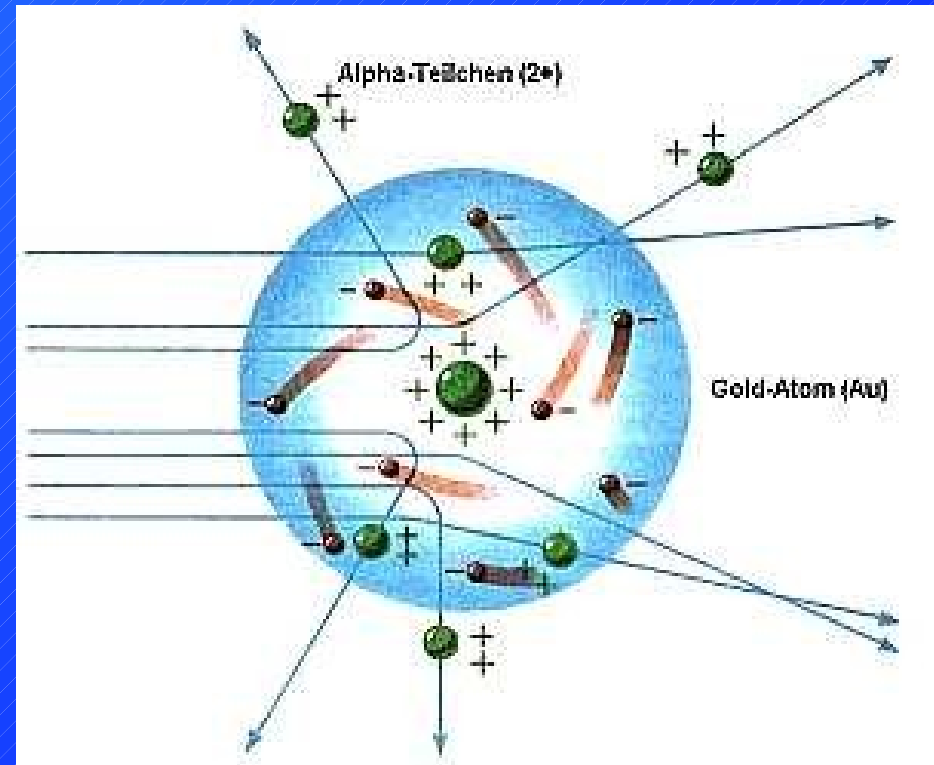
- Aristoteles – Alles aus 4 Elementen  
Feuer Erde Wasser Luft
- vor 2500 J. Demokrit (460-371)  
behauptet, alle Materie aus unteilbaren  
("a tomos") Grundbausteinen  
zusammengesetzt
- Mitte 18.Jh durch Chemie Bestätigt(23  
Elemente heute weit über 100)  
Meyer und Medelejew
- 1868/69 Ordnung im PSE unabhängig  
durch Meyer und Medelejew



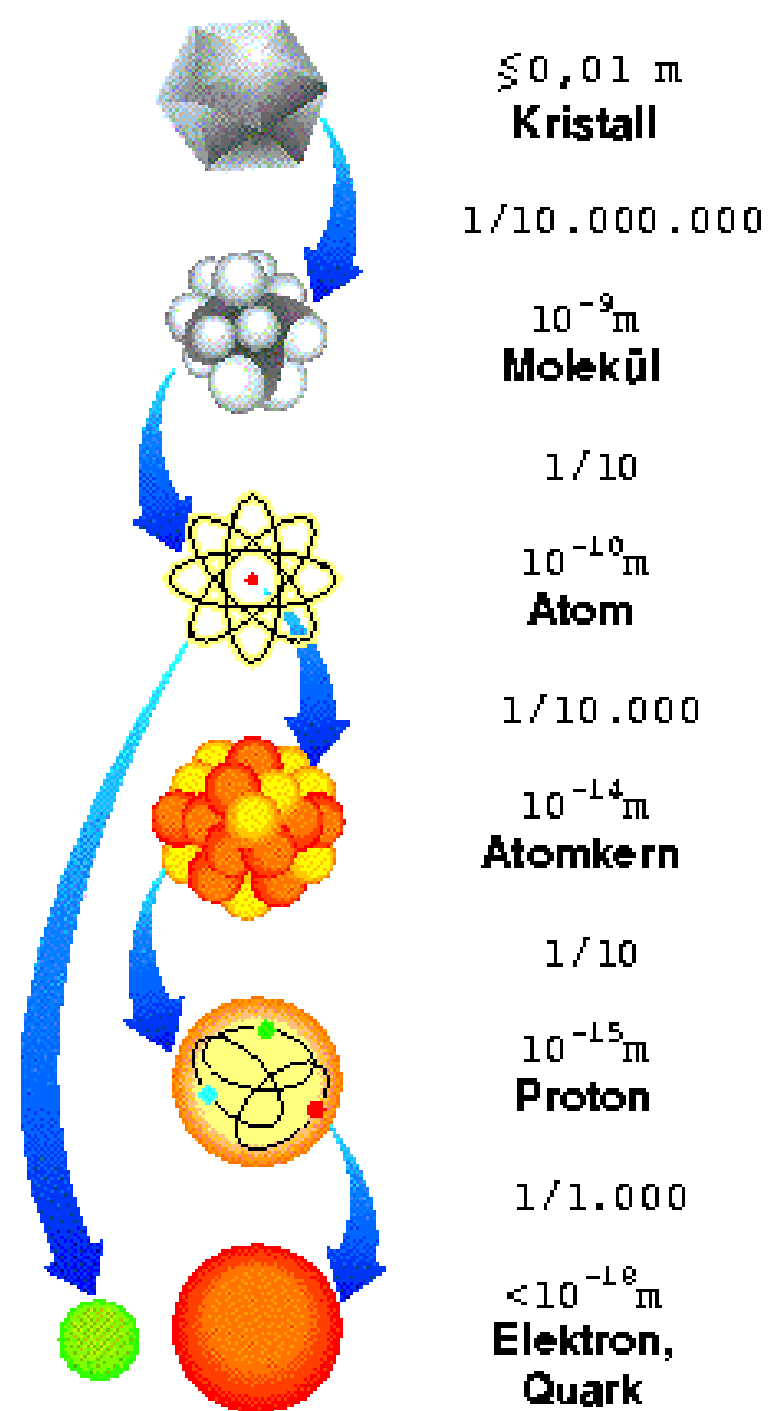
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun								

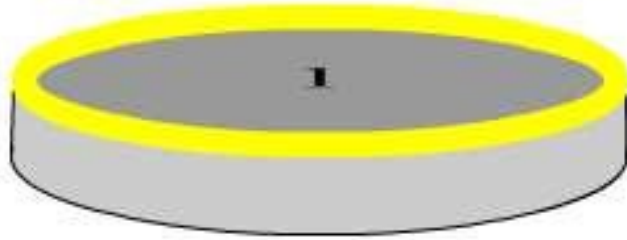
58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

- Anfang des 19. Jh. Entwicklung der Atomtheorie - von Dalton und später Maxwell und Boltzmann Entw. der "kinetischen Gastheorie" - durch die Eigenschaften von Gasen auf Bewegung kleiner Materieteilchen zurückgeführt werden können.
- Entdeckung neuer Strahlungsphänomene -nur innerhalb der Theorie erklärbar, neue Experimente wie
  - Rutherford Experiment (Ablenkung der positiv geladenen alpha-Teilchen )---positiv geladener Kern
- 1932 Entdeckung der Neutronen
- 1964 Gell-Mann postulierte Quarks als Bestandteile der Hadronen



Veranschaulichung





$10^{-2}$  m

Ein Metallstück (z.B. eine Münze) wird vergrößert...

Start

Ein Raster-Tunnel-Mikroskop kann bei 10-millionenfacher Vergrößerung die Atomgitterstruktur sichtbar machen.

Weiter



$10^{-10}$  m

Die Atome haben als äußere Schicht die Elektronenhülle.  
Elektronen können sich in Metall z.T. auch frei bewegen.

Wenn Sie mehr über den Aufbau  
des Atoms wissen möchten,  
klicken Sie auf "Weiter".

**Weiter**



Für mehr Informationen zu Atomkern und Elektronen klicken  
Sie bitte auf das entsprechende Symbol

- punktförmiges Teilchen
- negativ geladen
- 2000 mal leichter als das Proton
- Masse: ca.  $9,109 \cdot 10^{-31}$  kg



Zurück



Der Atomkern besteht aus positiven Protonen und ungeladenen Neutronen.

Klicken Sie auf das Symbol für Proton oder Neutron, um mehr über den Aufbau zu erfahren.

Zurück

- positive Ladung
- ca.  $10^{-15}$  m groß
- Masse: ca.  $1,672 \cdot 10^{-27}$  kg



$10^{-15}$  m

Protonen bestehen aus 2 up- und 1 down-Quarks

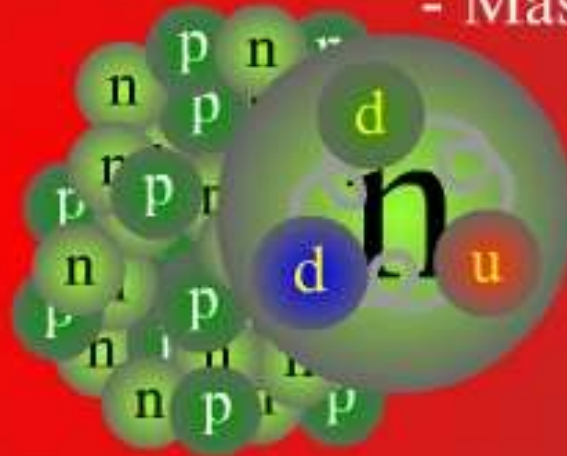
Weiter

Zurück

Ladung

- ca.  $10^{-15}$  m groß

- Masse: ca.  $1,674 \cdot 10^{-27}$  kg



$10^{-15}$  m

Neutronen bestehen aus 1 up- und 2 down-Quarks

Weiter

Zurück

u

u

d

d

Quarks sind Elementarteilchen, aus denen u.a. Protonen und Neutronen aufgebaut sind. Sie haben eine Ladung von  $+2/3$  bzw.  $-1/3$  der Ladung des Elektrons und sind punktförmig.

d

d

Zurück

d

# Die Quark's – Bausteine der Hadronen

- 6 Quarks - up, down, strange, flavour's
- Proton und Neutron = Hadrone (d.h. der stark wechselwirkende Teilchen)
- 50er 60er Beschleunigerexperimente
  - Entdeckung weiterer instabiler Teilchen (Unterscheidung nach gewicht Mesonen ("mittlere"), Baryonen ("schwere"))
- Starke Bindung -- Quarks nicht aus Hadron herauslösbar
- Quarks elementar, d. h. strukturlos und punktförmig – falls räumlicheausdehnung  $< 10^{-18}\text{m}$
- Obwohl kleine große masse unterschiede
- Relativitätstheorie erklärung für masse differenz
- Mit Antiquarks 12

Name	Ladung	Masse in GeV
up	$2/3$	0.005
down	$-1/3$	0.01
charm	$2/3$	1.5
strange	$-1/3$	0.15
top	$2/3$	175
bottom	$-1/3$	4.5



# Die Leptonen

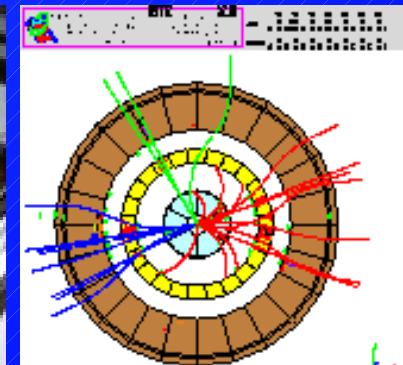
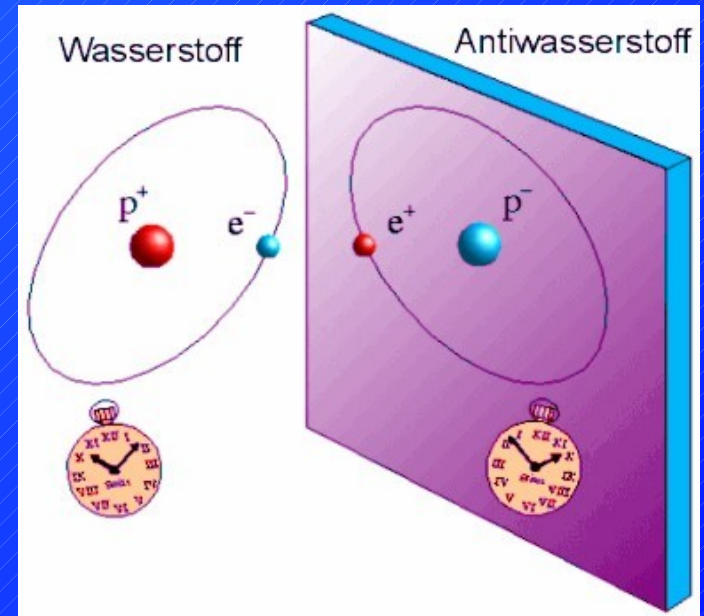
- 6 verschiedene Leptonen
- Teilchen die nicht an starken Wechselwirkung teilnehmen (z.B. Elektronen)
- Neutrinos neutral
- schweren Elektronen instabil
  - zerfallen in Elektronen + Neutrinos
- Neutrinos neutral( Durchdringungsrate  $10^{13}$  Stück pro  $\text{cm}^2 / \text{s}$ )
  - Vermutung einer endlich kleine masse

Masse in GeV -1 GeV ca. Masse des Protons

<b>Elektron Neutrino</b>	<b>0</b> ?	<b>Myon Neutrino</b>	<b>0</b> ?	<b>Tau Neutrino</b>	<b>0</b> ?
<b>Elektron</b>	-1 0.0005	<b>Myon</b>	-1 0.1	<b>Tau</b>	-1 1.8

# Antimaterie

- Jedes Teilchen hat ein Antiteilchen
- Umgekehrte Eigenschaften
- Anti-Quarks können zu Anti-Hadronen kombinieren
- Vor Entdeckung postuliert
- Treffen Teilchen + Antiteilchen aufeinander Auslöschung übrig Energie
- 1932 von Carl Anderson in der kosmischen Strahlung nachgewiesen
- Seit 50er Künstliche Herstellung z.B. im LEP in Cern
- 1995 1. mal Herstellung von Anti-Wasserstoff im LEAR in Cern



# Heutige Standard Modell

