

Physikvorlesung

Prof. Dr. Katharina Theis-Bröhl

Büro C 023

Tel 471 4823 471

ktheis-broehl@hs-bremerhaven.de

Sprechzeiten: nach Vereinbarung

1. Einleitung

Organisation

- **Vorlesung:**

Montags	08:00 – 09:30 (SBT, PT, VKT, ABT, GET, MAR)
Dienstags	11:30 – 13:00 (LTW)
Mittwochs	13:45 – 15:15 (PEET, MT)

- **Übung:**

nur für LTW (Frau von Kopylow)

- **Tutorien:** (Marta Kasper, Sven Neumann, Hauke Offerdinger, Birt Wonnenberg)

- | | |
|---------------|--------------------------------|
| 1. Montag | 3. Block C203 für PEET, SBT |
| 2. Dienstag | 1. Block C203 für PT, VKT, ABT |
| 3. Dienstag | 4. Block C203 für GET, MT |
| 4. Donnerstag | 5. Block C203 für MAR |

(LTW: vorerst kein Tutorium da Übung, falls gewünscht, bitte melden)

- **Klausur:** angestrebter Termin: ca. 03.-05.02.2009, ca. 10:00-12:30

- **Praktikum:**

(im 2. Semester): Physik-Labor, außer PT (Frau Mues, Herr Koopmann)

Vorlesungsinhalte

1.	06./07.10.08	I. Einleitung: 1. Was ist Physik? 2. Struktur und Wechselwirkung
2.	13./14.10.08	II. Mechanik der Massepunkte 1. Kinematik Begriffe der Bahnbewegung Geradlinige Bewegung
3.	20./21.10.08	Würfe Kreisbewegung
4.	27./28.10.08	2. Dynamik der Massepunkte Impuls und Trägheit Kraft Kraftquellen Reibungskräfte
5.	03./04.11.08	3. Energie Arbeit und Leistung Energiearten Stöße Feld und Potential

Vorlesungsinhalte

6.	10./11.11.08	III.Mechanik des starren Körpers 1. Statik Gleichgewicht Hebel und Schwerpunkt
7.	17./18.11.08	2. Dynamik Rotation starrer Körper Trägheitsmomente
8.	24./25.11.08	IV.Schwingungen 1. Freie Schwingungen Der Harmonische Oszillator Oszillatoren Überlagerung von Schwingungen
9.	01./02.12.08	Gekoppelte Schwingungen Gedämpfte freie Schwingung 2. Erzwungene Schwingung

Vorlesungsinhalte

10.	08./09.12.08	V.Wellen 1. Allgemeine Wellenlehre Ausbreitung von Wellen Geschwindigkeiten Überlagerung Bewegung von Quelle und Empfänger
11.	15./16.12.08	Brechung und Reflexion Beugung
12.	05./06.01.09	2. Elektromagnetische Wellen Erzeugung Ausbreitung
13.	12./13.01.08	VI.Optik 1. Strahlenoptik Spiegel Brechung an Grenzflächen Linsen
14.	19./20.01.09	2. Wellenoptik Polarisation Interferenz

Buchempfehlungen

Literatur:

1. Ulrich Leute: Physik und ihre Anwendungen in Technik und Umwelt,
Hanser München 2004, 38 €
2. Dieter Meschede: Gerthsen Physik,
Springer 2004, 39,95 €
3. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Halliday Physik,
Bachelor Edition,
Wiley 2007, 49 €
4. Auch andere Bücher aus dem Bereich:
Physik für Ingenieure

Studierempfehlungen

Vorlesung:

Notizen machen

Fragen stellen

Nacharbeiten (!!!!!)

Lehrbücher lesen

Übungen/ Tutorien:

selbst rechnen

kleine Arbeitsgruppen bilden

Fragen, Diskussionen

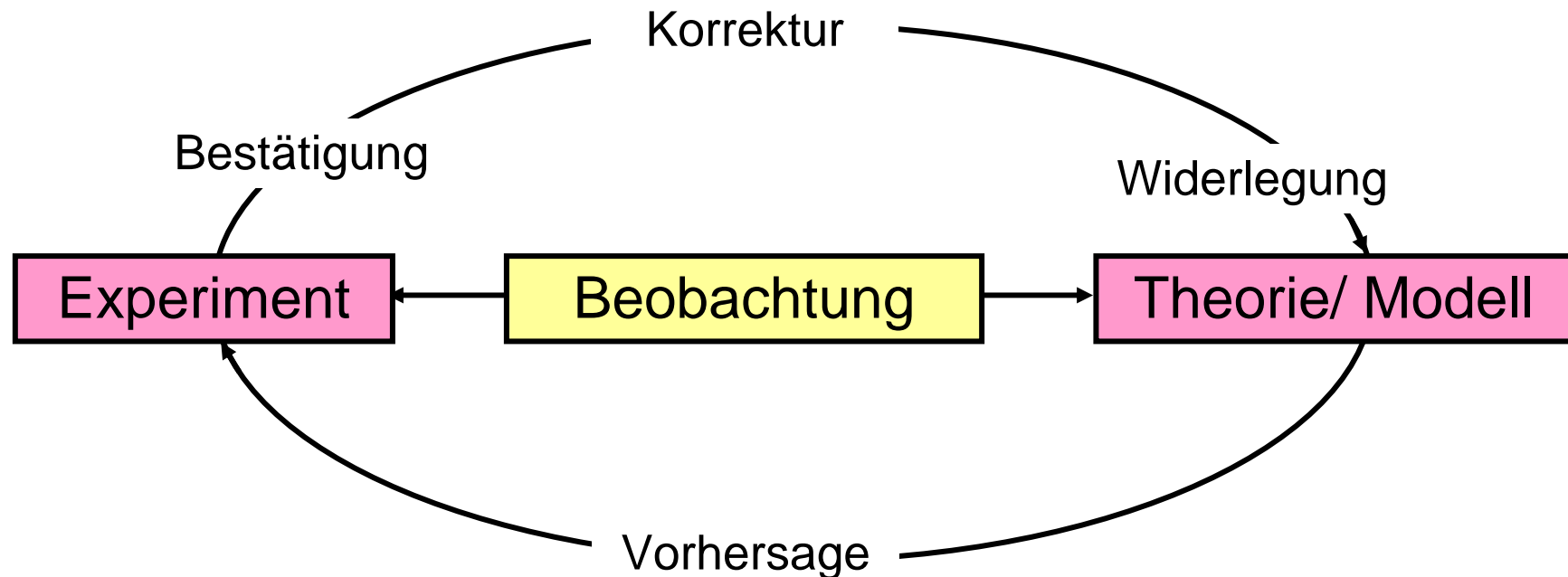
Was ist Physik

Was ist Physik

Physik = Wissenschaft von den Gesetzen in der Natur

Physik beschäftigt sich mit der gesamten Natur:
vom kleinsten Teilchen bis zum Universum

Physik: etwa 4 Jh. alt und hat ein „Methode“



Methode der Physik

- **Beobachtung:**
hat Grenzen, kann aber Fragestellungen anregen
- **Theorie/Modell:**
mathematische Formulierung von Gesetzen,
machen Voraussagen
- **Experiment:**
prüft die Vorhersagen unter idealisierten
Versuchsbedingungen

Ablauf eines Experiments

- a) Hypothese
- b) Auswahl eines geeigneten Messverfahrens bzw. einer Messapparatur
- c) Messen, d.h. Vergleichen der Messgröße mit Einheiten
- d) Quantitative Auswertung, graphische Darstellung
- e) Fehleranalyse
- f) Überprüfen der Hypothese

Wichtig: Experiment liefert nur Teilwahrheiten

Physikalische Einheiten

Physikalische Experimente: Messung von Größen

- akkurat und reproduzierbar
- dazu notwendig: **Definition von Einheiten**

Wir benutzen: **SI-System**

(„Le Système International d’Unités“)

Wichtige Basiseinheiten:

- Meter (m): Einheit für die Länge
- Kilogramm (kg): Einheit für die Masse
- Sekunde (s): Einheit für die Zeit

Fatales Beispiel

Astronews 1. Oktober 1999:

„Man möchte fast an einen Aprilscherz glauben: Die NASA gab gestern bekannt, warum ihre Sonde Mars Climate Orbiter beim Anflug auf den Mars verloren ging: Bei der Kommunikation zwischen zwei Kontrollteams wurden unterschiedliche Maßeinheiten verwendet.“



Die Rolle von Einheiten

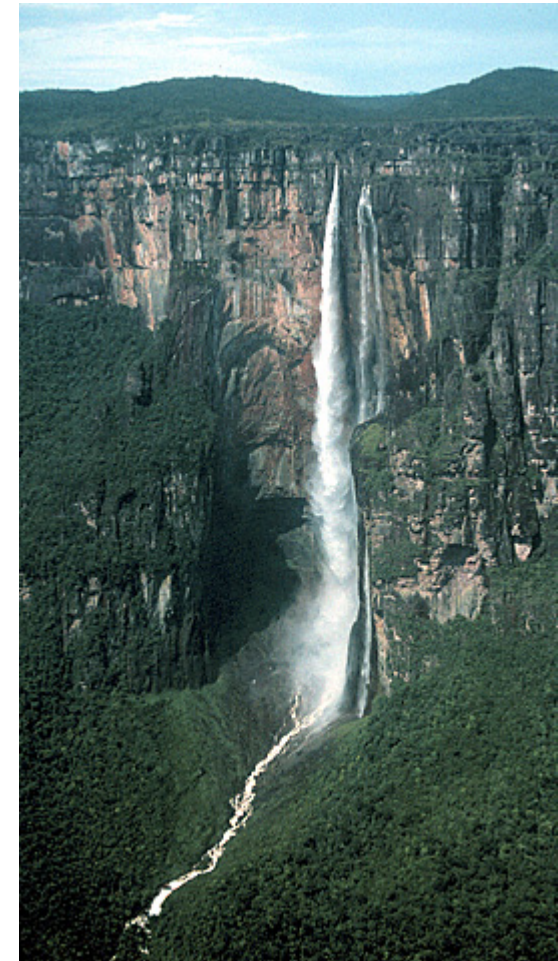
Beispiel 1: Angel Falls (Venezuela) höchster Wasserfall der Welt

Höhe: 3212 Fuß (in Amerika werden
Längen oft in Fuß angegeben)

$$1 \text{ m} = 3,281 \text{ Fuß}$$

$$\text{Länge} = 3\,212 \text{ Fuß}$$

$$= 3\,212 \text{ Fuß} \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{3,281 \text{ Fuß}} \right) = 979 \text{ m}$$



Präfixe

- Physikalische Größen: sind manchmal sehr groß oder sehr klein
→ Benutzung von Präfixen

- Beispiel:

Die Entfernung zwischen Bremerhaven und Berlin beträgt etwa 450 000 m

→ unhandlich

besser: 450 km

Präfix	Symbol	Faktor
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
Hekto	h	10^2
Deka	da	10^1
Dezi	d	10^{-1}
Zenti	c	10^{-2}
Milli	m	10^{-3}
Mikro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Piko	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}

Dimensionsanalyse

	Größe	=	Maßzahl	x	Maßeinheit
Symbol:	A	$=$	$\{A\}$	x	$[A]$
Beispiel:	L	$=$	0,032		m

Kontrolle einer Beziehung auf Konsistenz:

falls Dimensionen nicht gleich sind, ist die Beziehung inkorrekt.

Beispiel:

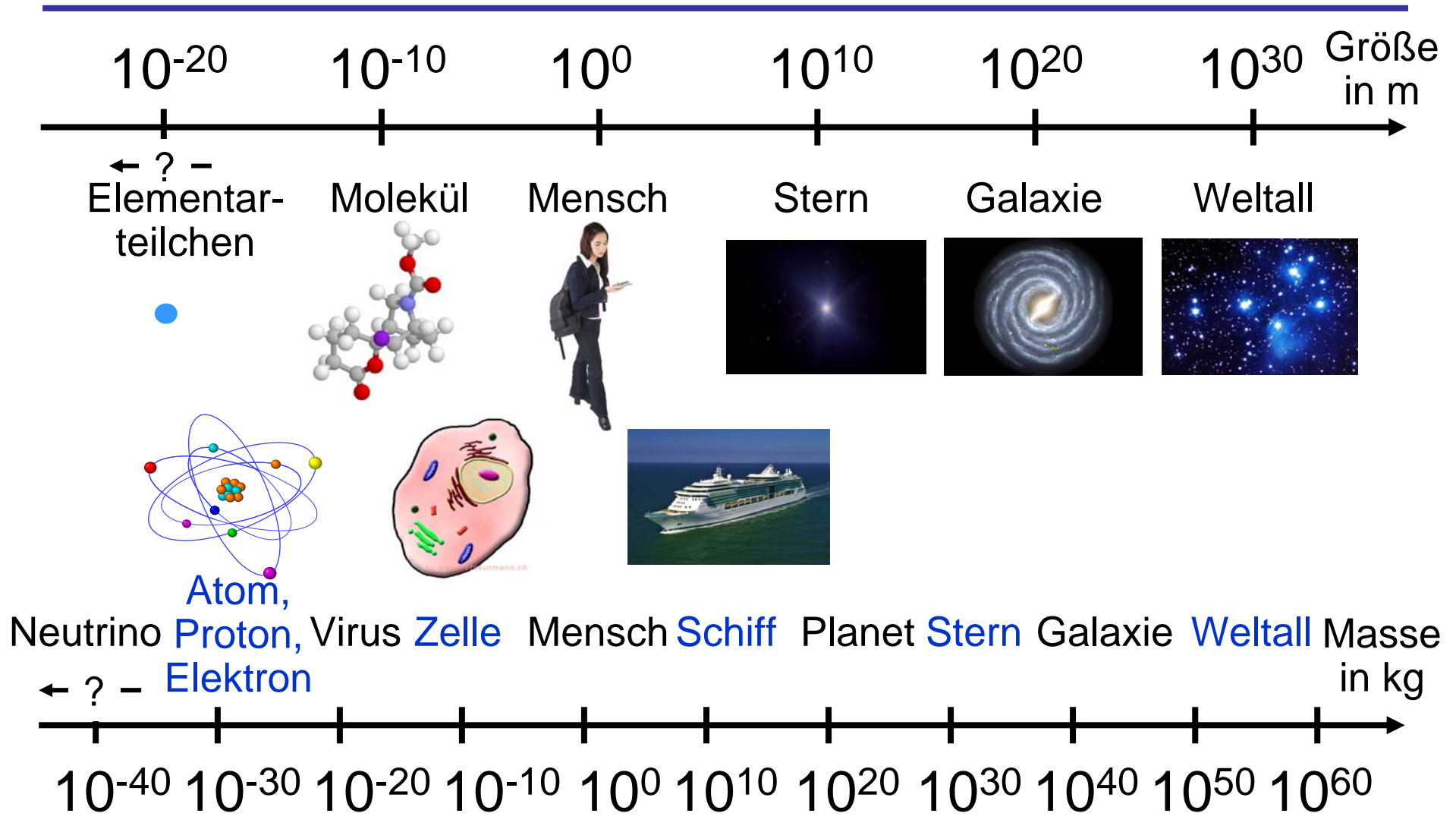
eine der beiden Beziehungen ist korrekt: $x = \frac{1}{2}vt^2$ oder $x = \frac{1}{2}vt$ ✓

Dimensionsanalyse:

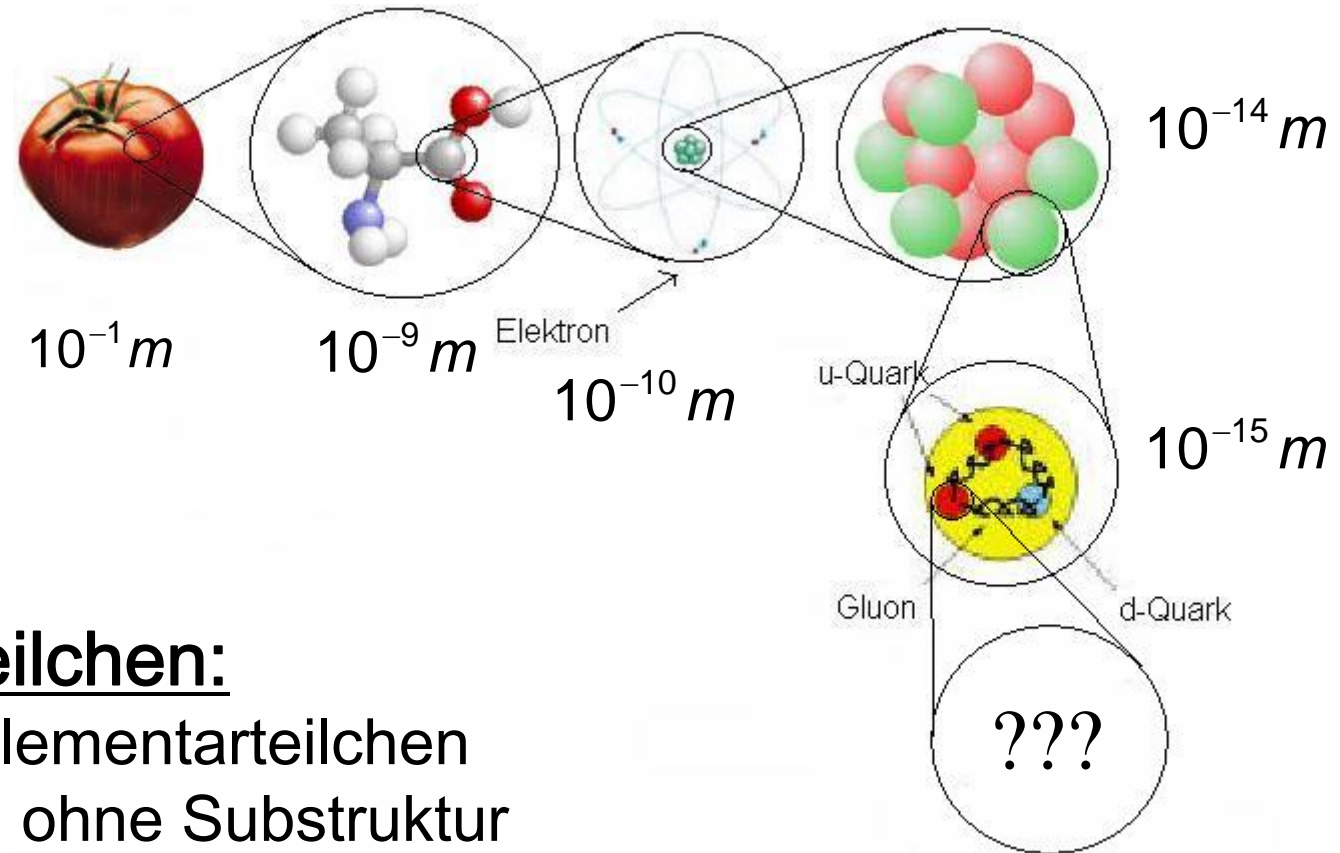
$$[x] = [v][t]^2 = \frac{m}{s} s^2 = m \cdot s \neq m \quad f \quad [x] = [v][t] = \frac{m}{s} s = m \quad \checkmark$$

Struktur und Wechselwirkung

Parameter in der Natur



Struktur und Wechselwirkung



Kleinste Teilchen:

nennt man Elementarteilchen
d.h. Teilchen ohne Substruktur
(können aber trotzdem zerfallen)

Elementarteilchen

3 Gruppen:

1. Leptonen (leichte Teilchen)

2. Quarks

3. Feldteilchen (Austauschteilchen)

Leptonen

wichtigster Vertreter: **Elektron**

- ist das leichteste elektrisch geladene Teilchen,
- stabil,
- Elektron ist einer der Hauptbausteine im Atom,
- transportiert Wärme,
- Träger des elektrischen Stromes

Tauon/Myonen: eine Art „dicke Elektronen“

- sind in der Weltraumstrahlung enthalten

Neutrinos:

- keine Masse,
- spielen wichtige Rolle bei Kernreaktionen

Alle Leptonen haben einen Eigendrehimpuls (Spin) von $\frac{1}{2}$
Zu jedem Teilchen gibt es auch ein Antiteilchen

Leptonen

Name	Zeichen	Masse/ m_e	Ladung/e	Spin	Mittlere Lebensdauer
Elektron	e^-	1	-1	$\frac{1}{2}$	∞
Myon	μ^-	209	-1	$\frac{1}{2}$	$2,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$
Tauon	τ^-	3491	-1	$\frac{1}{2}$	$3,0 \cdot 10^{-13} \text{ s}$
Elektron-Neutrino	ν_e	0	0	$\frac{1}{2}$	∞
Myon-Neutrino	ν_μ	0	0	$\frac{1}{2}$	∞
Tauon-Neutrino	ν_τ	0	0	$\frac{1}{2}$	∞

Elektronenmasse: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, Elementarladung: $1,6 \cdot 10^{-16} \text{ C}$

Quarks

- kommen niemals einzeln vor
- Man kann aus ihnen alle Teilchen zusammensetzen, mit Ausnahme der Leptonen
- Es gibt 6 Quarks + 6 Antiteilchen

Aufgabe der Quarks: Bildung von Hadronen

Hadronen:

- Mesonen: bestehen aus 2 Quarks, Spin ganzzahlig
- Baryonen: bestehen aus 3 Quarks, Spin halbzahlig (z.B. Proton, Neutron)
- Resonanzen (sehr kurzlebig)

Quarks

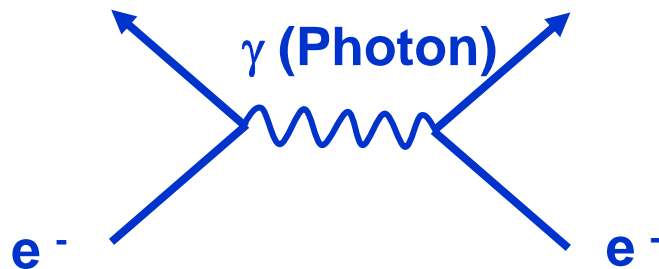
Quark	Symbol	Ladung/e	Mittlere Lebensdauer
Up	u	$+ \frac{2}{3}$	∞
Down	d	$- \frac{1}{3}$	∞
Strange	s	$- \frac{1}{3}$	$3 \cdot 10^{-10} \text{ s}$
Charme	c	$+ \frac{2}{3}$	$5 \cdot 10^{-13} \text{ s}$
Bottom	b	$- \frac{1}{3}$	$5 \cdot 10^{-14} \text{ s}$
Top	t	$+ \frac{2}{3}$	$5 \cdot 10^{-25} \text{ s}$

Austauschteilchen (Bosonen)

- Viele haben keine Ruhemasse
- Austausch der Feldteilchen vermittelt Wechselwirkung

Bsp.:

Abstoßung beim Zusammenprall zweier Elektronen, analoge Vorstellung: das eine Elektron trifft auf das Feld des anderen



Austauschteilchen (Bosonen)

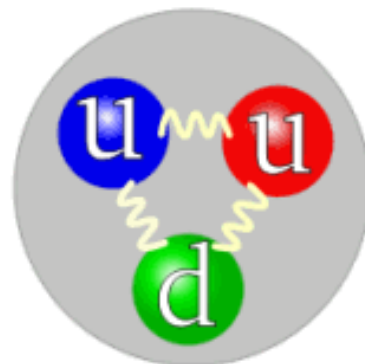
Teilchen	Symbol	Ruhemasse	Ladung	Spin	Wechselwirkung
Gluon	G	0	0	1	Starke zwischen Quarks
Pionen	π^0	$2,4 \cdot 10^{-28}$ kg	0	0	Starke zwischen Nukleonen
	π^+, π^-	$2,5 \cdot 10^{-28}$ kg	+e, -e	0	
W- und Z- Bosonen	W^+	$144 \cdot 10^{-27}$ kg	+e	1	Schwache
	W^-	$144 \cdot 10^{-27}$ kg	-e	1	
	Z^0	$162 \cdot 10^{-27}$ kg	0	1	
Photon	γ	0	0	1	Elektromagnetische
Graviton*	Γ	0	0	2	Gravitation

* schon lange vergeblich gesucht

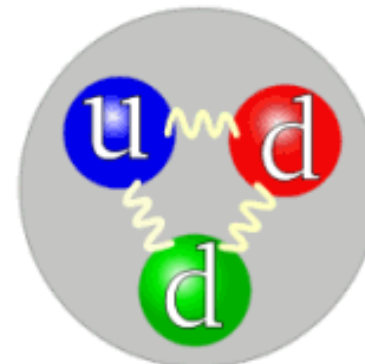
Kraft und Packung

Bausteine können nun zusammengepackt werden:

1. 3 Quarks up und down machen Protonen und Neutronen



Proton

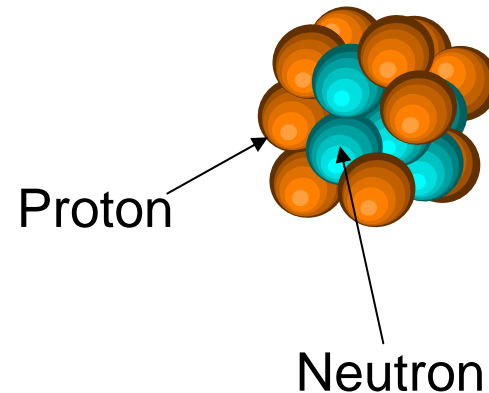


Neutron

Zusammenhaltende Kraft: starke Wechselwirkung
vermittelt durch Gluonen

Kraft und Packung

2. Neutronen und Protonen → Atomkern



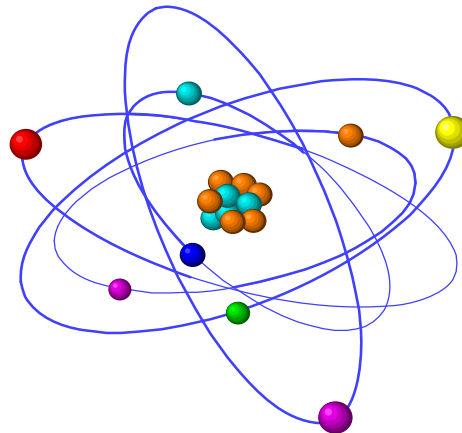
Kernkräfte: starke Wechselwirkung, vermittelt durch Pionen

Eine Kraft ist charakterisiert durch: ihre Stärke und Reichweite

→ Außerhalb des Kerns muss die starke Wechselwirkung unwirksam sein, sonst würde gesamte Materie so dicht gepackt sein wie im Kern, d.h. Reichweite max. 10^{-14} m

Kraft und Packung

3. Zusammensetzung von positiv geladenem Kern und negativen Elektronen zu Atom

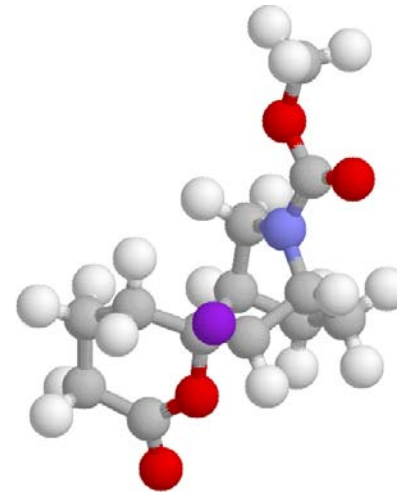
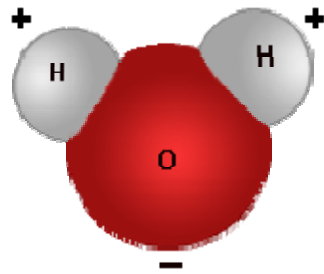


Kraft: Elektromagnetische Wechselwirkung

- schwächer, aber langreichweitiger
- fügt Atomkerne und Elektronen zusammen

Kraft und Packung

4. In vielen Stoffen bilden mehrere Atome Moleküle
z.B. H_2O , N_2 , O_2 , CH_4

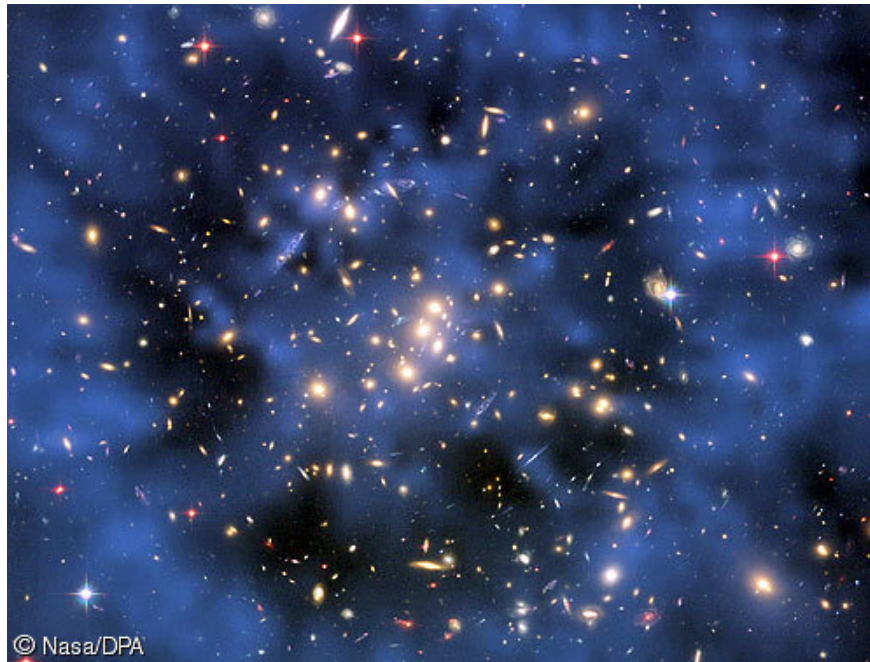


Kraft: Elektromagnetische Wechselwirkung

- fügt Atome zu Molekülen zusammen

Kraft und Packung

5. Kraft über größere Distanzen zwischen Körpern untereinander



Kraft: Gravitationskraft

- Ist sehr klein, hat aber sehr große Reichweite

**Ein aktuelles Beispiel:
die Suche nach dem Higgs-Boson**

Die Suche nach dem "HIGGS"

Theorie zum Verhalten von
Elektronen u.a. Teilchen:

Annahme masseloser
Teilchen ist notwendig

Bewegen sich mit
Lichtgeschwindigkeit



masselose Teilchen

Beobachtung:

Elementarteilchen haben
eine Masse

Geschwindigkeit ist immer kleiner
als die Lichtgeschwindigkeit



massive Teilchen

Wie kommt die Masse in die Theorie?

Man braucht einen Mechanismus zur Abbremsung der Teilchen, eine „theoretische Bremse“

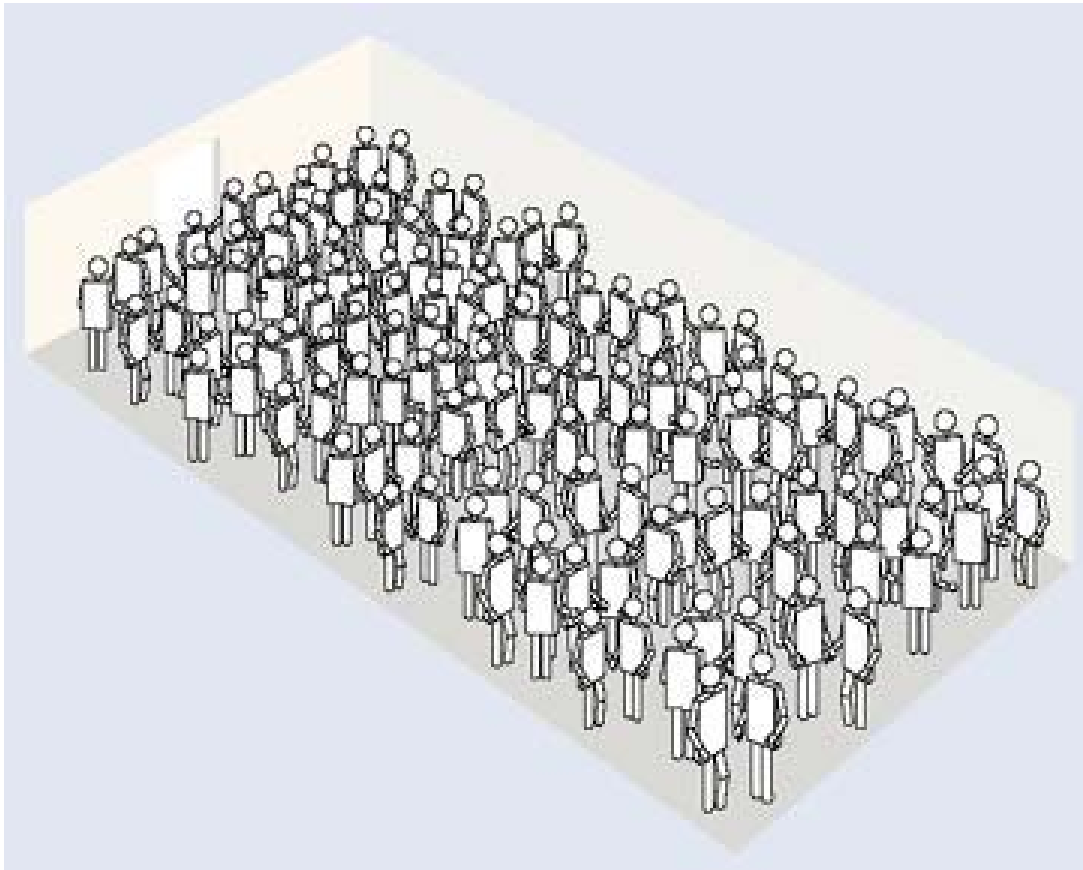


Peter Higgs
geb. 1929
schottischer Physiker

Peter Higgs:

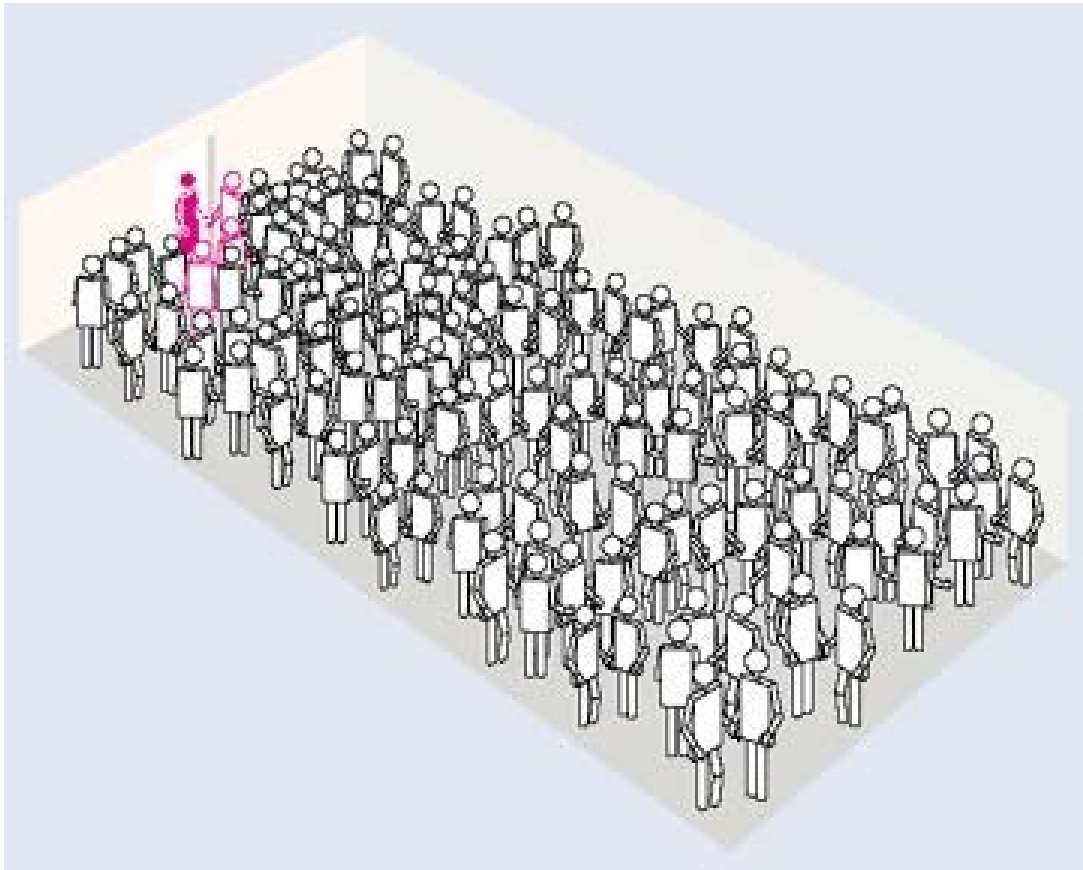
- den Teilchen stellt sich überall im Universum das so genannte Higgs-Feld in den Weg.
- Wenn sich die Teilchen durch dieses Feld zwängen, gewinnen sie an Masse und werden träger.

So wirkt das Higgs-Feld



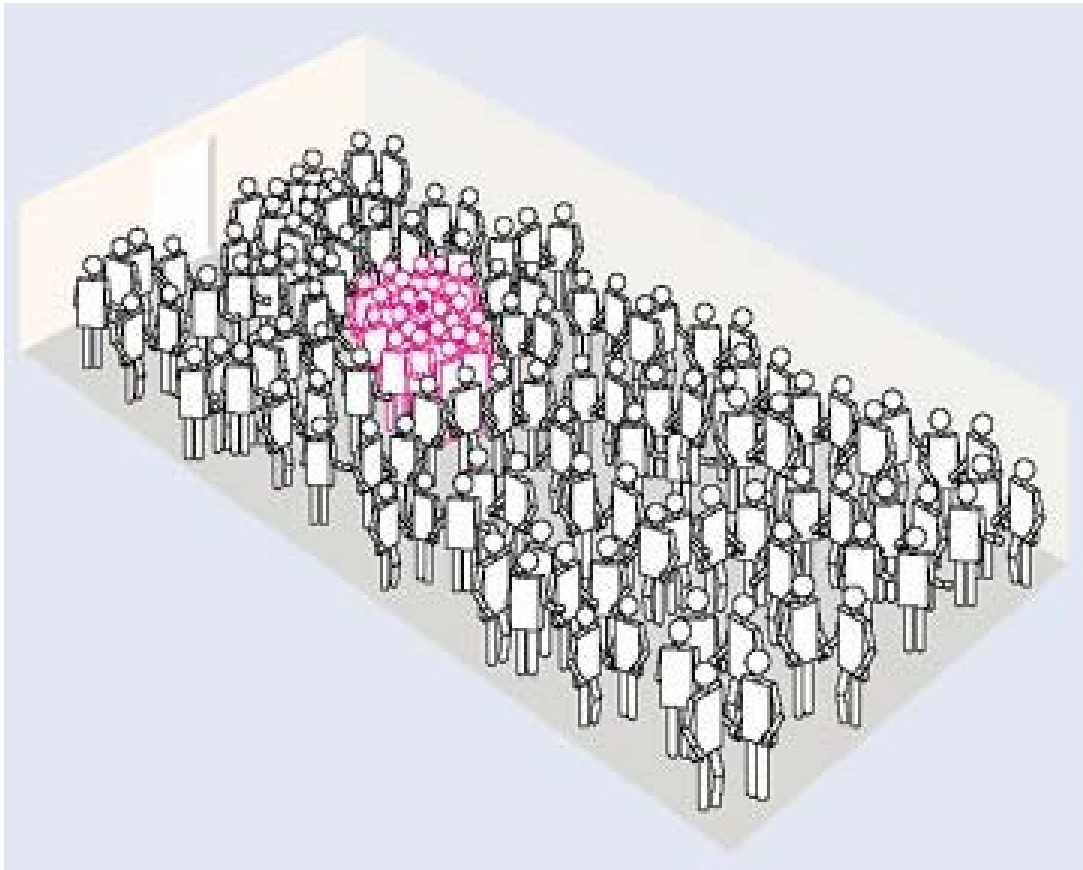
Das Higgs-Feld
verhält sich wie die
Gästeschar eines
Stehempfangs.

So wirkt das Higgs-Feld



Tritt eine berühmte Persönlichkeit in den Raum, wird sie von Partygästen umringt. Nun ergeht es ihr wie einem an sich masselosen Teilchen, das mit dem Higgs-Feld wechselwirkt.

So wirkt das Higgs-Feld

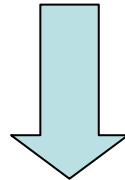


... einmal steckengeblieben, geht es kaum voran. Einmal in Bewegung, kann die Berühmtheit vor lauter mitlaufenden Menschen kaum anhalten. Genau wie ein Teilchen mit Ruhemasse.

Was ist also Masse?

Nach Peter Higgs' Idee:

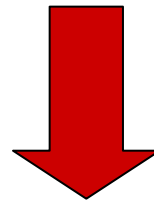
- Masse ist Wechselwirkung mit dem Kraftfeld (dem Higgs-Feld), das den gesamten Kosmos durchdringt



- An sich sind alle Teilchen masselos, nur die Wechselwirkung mit dem Higgs-Feld verleiht ihnen Trägheit, als eine Masse.

Higgs-Teilchen

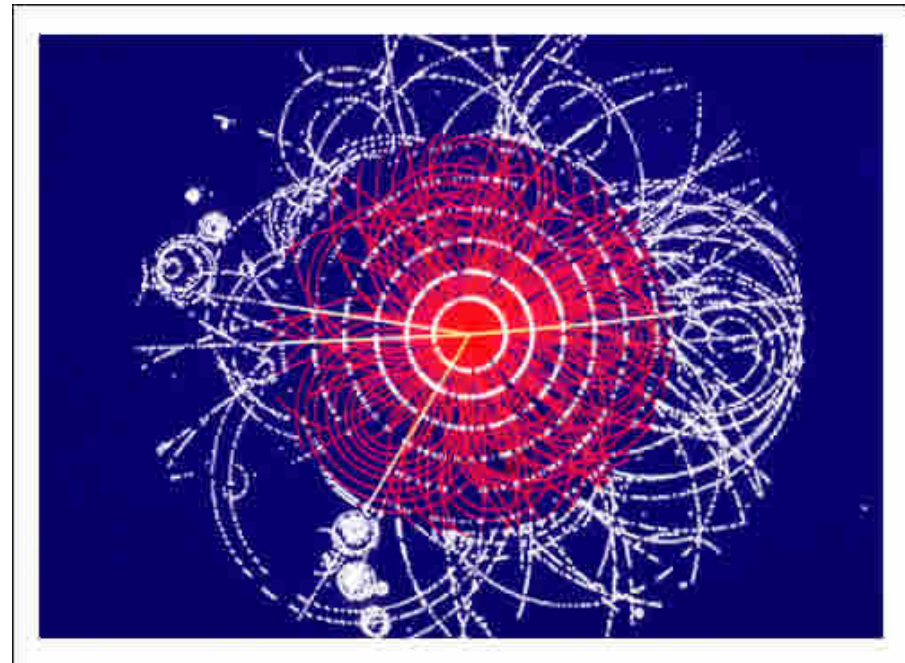
- Nach den Gesetzen der Quantentheorie gehören zu Quantenfeldern entsprechende Teilchen, die „Quanten“.



- Quanten des elektromagnetischen Feld: Photonen
- Quanten des starken Kraftfeldes: die Gluonen
- Quanten des Higgs-Feldes: **Higgs-Teilchen**

Nachweis der Higgs-Teilchens

- Berechnungen zur Masse des Higgs-Teilchen schränken diese ein auf: $114 \text{ GeV}/c^2 < m_{\text{Higgs}} < 200 \text{ GeV}/c^2$
- Lässt man es also im allgegenwärtigen Higgs-Feld nur genügend krachen, sollten sich daraus ganze Teilchen -die Higgs-Teilchen – ablösen.
- die Higgs-Teilchen zerfallen auf charakteristische Weise in leichtere Teilchen (in 4 Myonen)
→ daraus müsste sich auf das Higgs-Feld schließen lassen.



Large Hydron Collider (LHC)

- Neuer Teilchenbeschleuniger am CERN in Genf, der es erlaubt, Teilchen mit einer Kollisionsenergie von bis zu 14 Billionen Elektronenvolt aufeinander prallen zu lassen.
- Damit werden Bedingungen simuliert, wie sie kurz nach dem Urknall herrschten



- Falls es in der Natur tatsächlich vorkommt, kann das Higgs-Teilchen den LHC-Experimenten nicht entkommen.

