

I.1 Einführung

Zwei sehr alte Fragen:

- Aus was besteht die Welt ?
- Was hält die Welt zusammen ?

Antwort um 500 B.C.

Alles besteht aus
4 fundamentalen Elementen



Empedokles von Akragas
484 - 424 B.C.

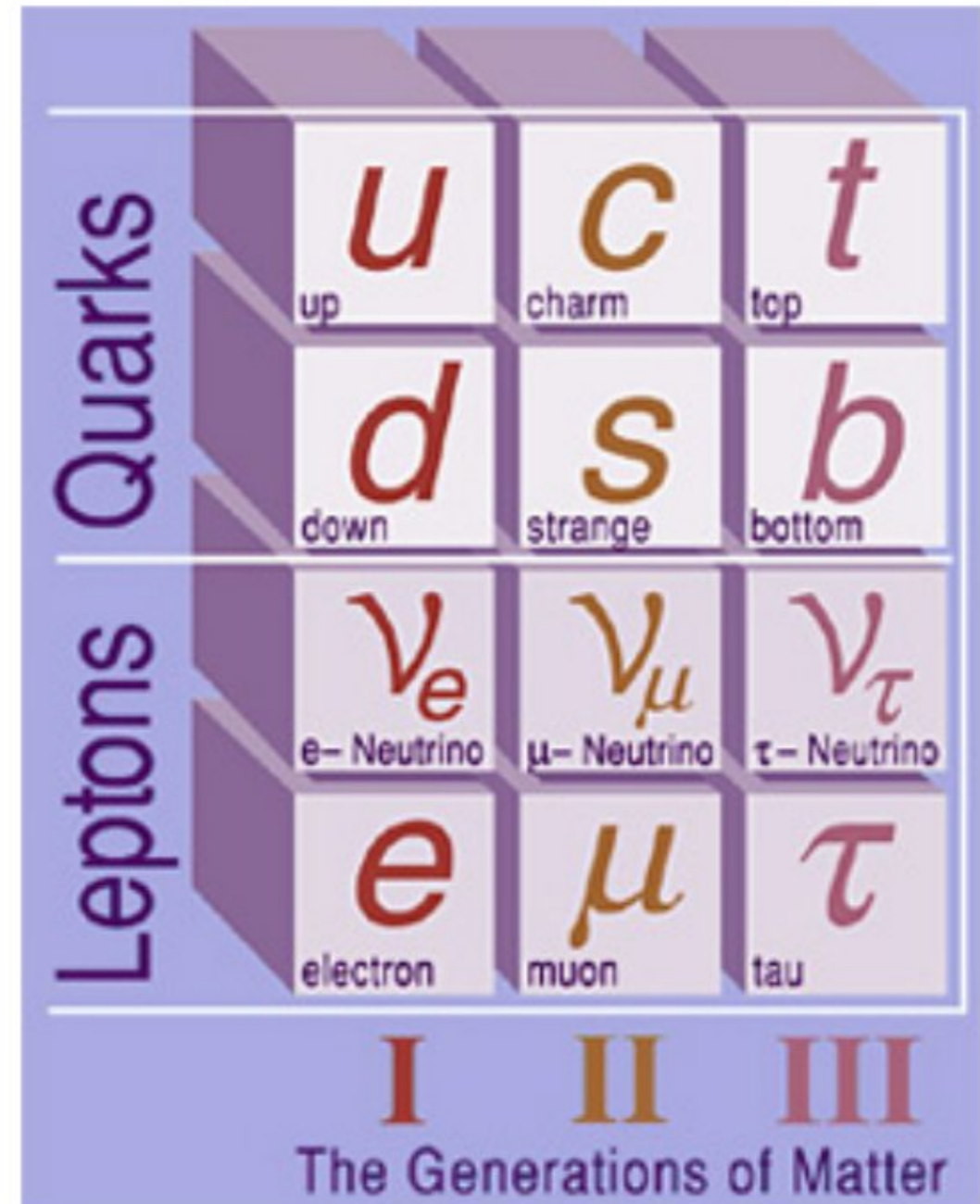
- Sehr einfaches Modell
- Falsch

Jahr 2010 : Das Standardmodell

Alles besteht aus
Quarks and **Leptonen**

Bisher beobachtet

- 6 Quarks
- 6 Leptonen



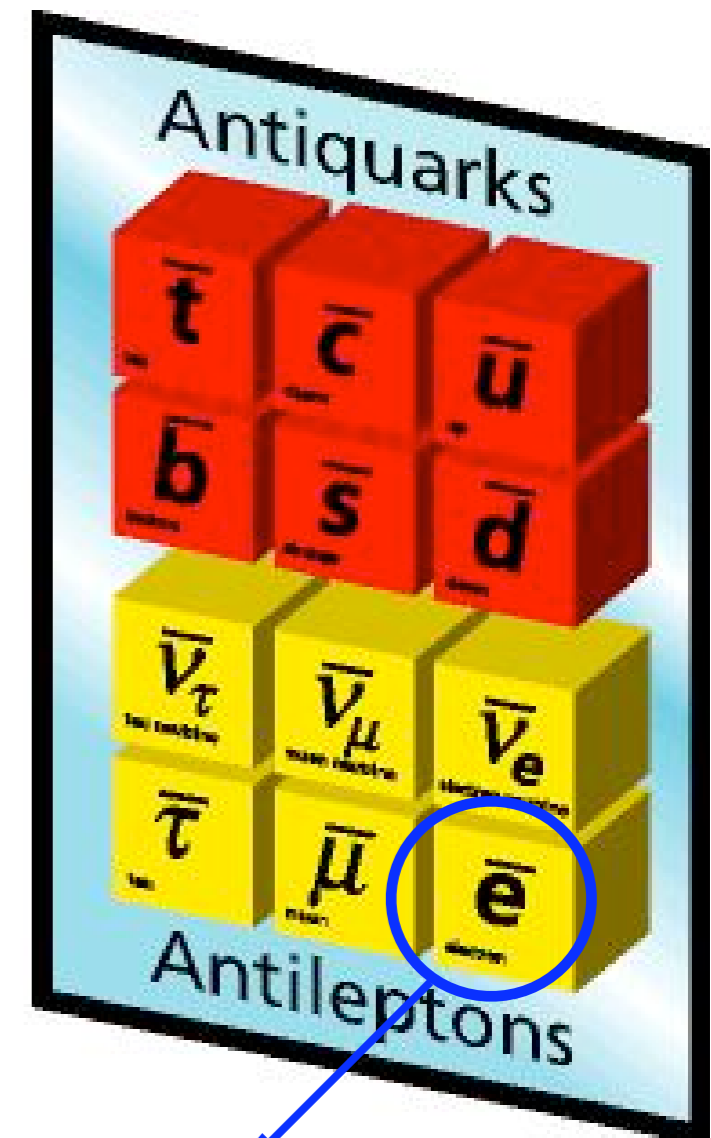
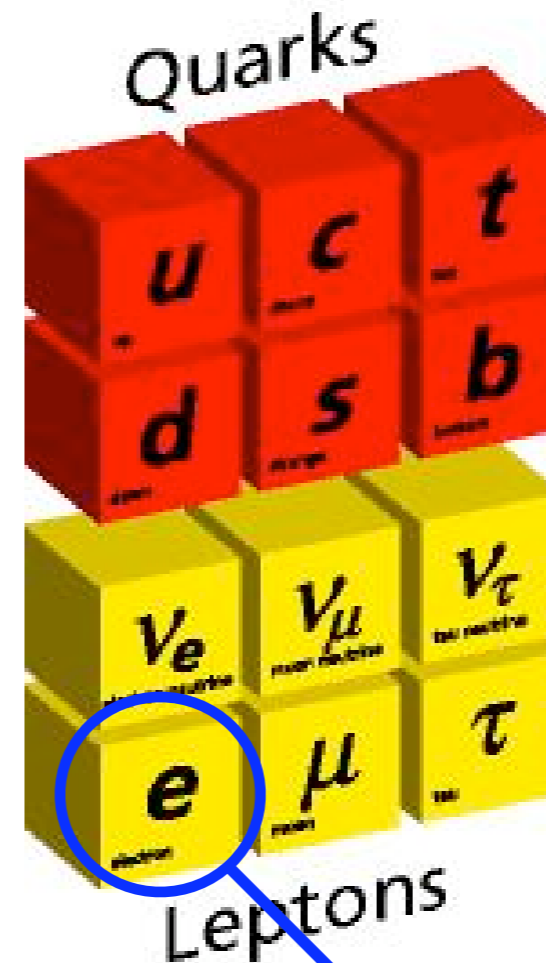
Antiteilchen

Jedes Elementarteilchen hat ein Antiteilchen mit

- gleicher Masse
- entgegengesetzten Ladungen

Beispiel

Elektron - Positron



Elektrische Ladung = -1

$+1$

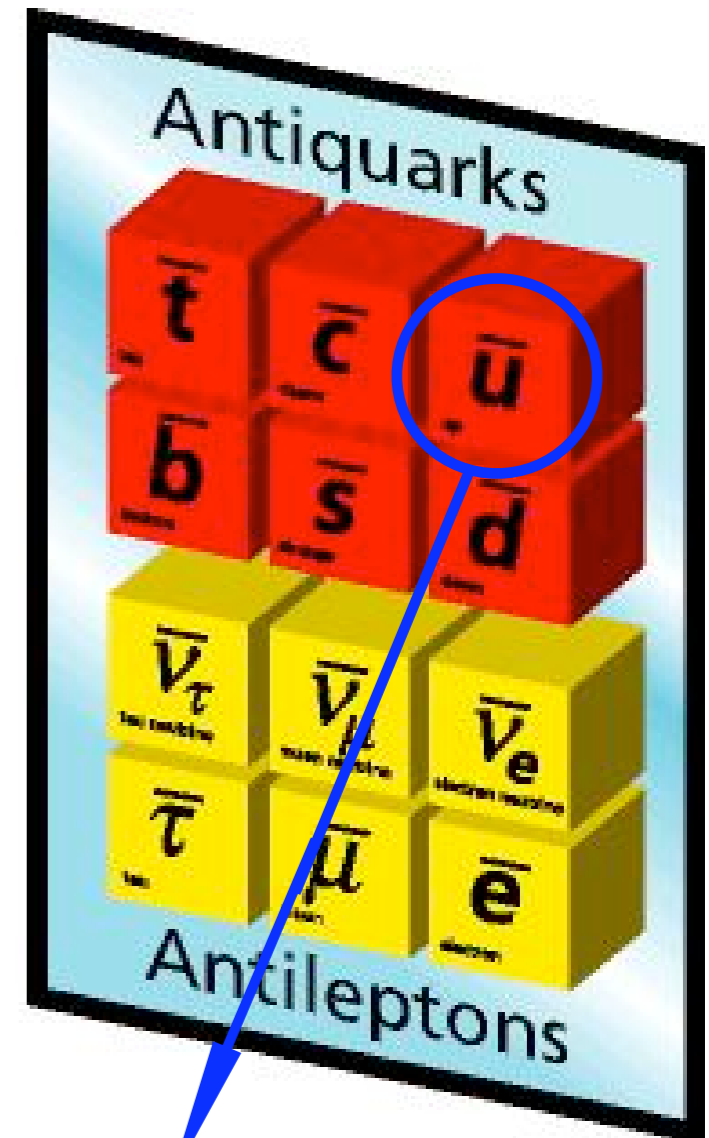
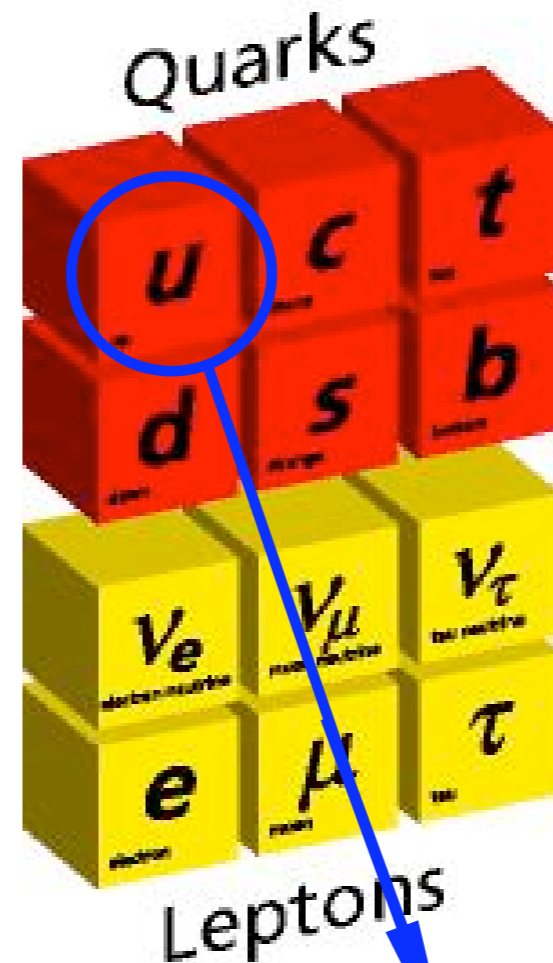
Antiteilchen

Jedes Elementarteilchen hat ein Antiteilchen mit

- gleicher Masse
- entgegengesetzten Ladungen

Beispiel

Quark - Antiquark



Elektrische Ladung = $+2/3$

$-2/3$

Farbladung = r, g, b

$\bar{r}, \bar{g}, \bar{b}$

rot grün blau

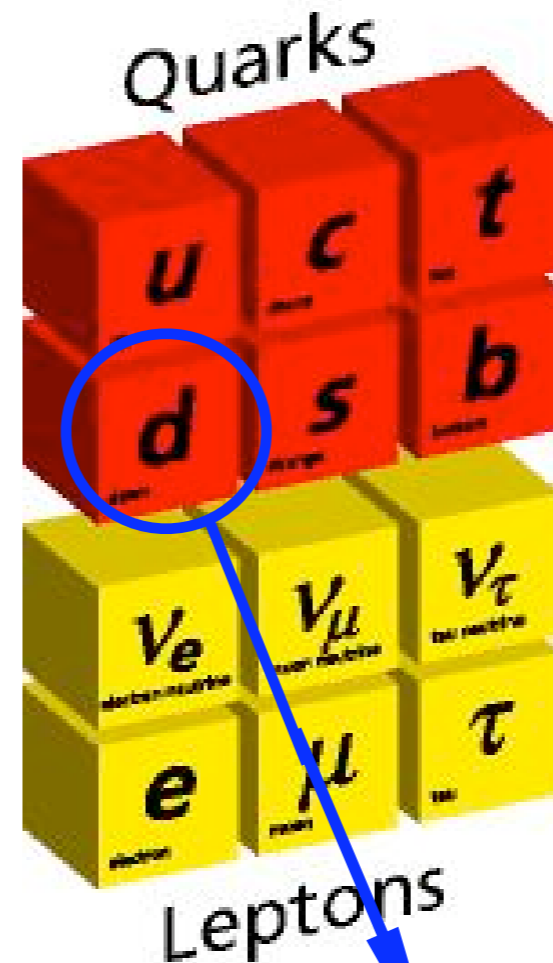
Antiteilchen

Jedes Elementarteilchen hat ein Antiteilchen mit

- gleicher Masse
- entgegengesetzten Ladungen

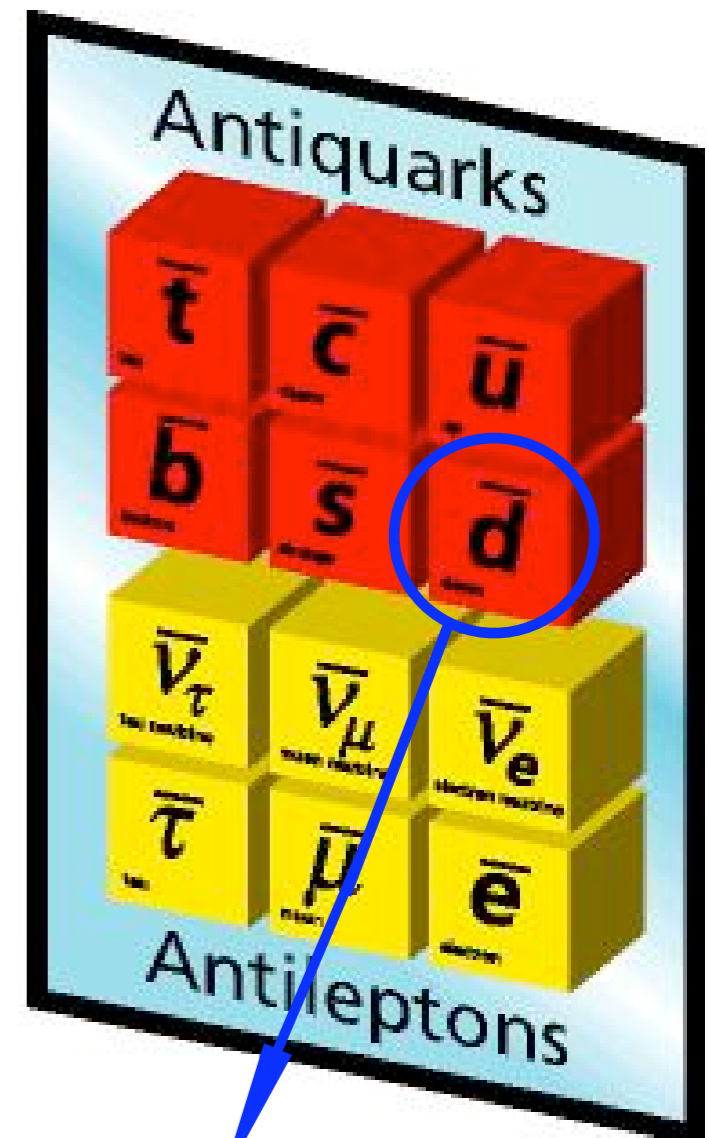
Beispiel

Quark - Antiquark



Elektrische Ladung = $-1/3$

Farbladung = r, g, b



$+1/3$

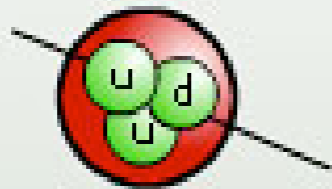
$\bar{r}, \bar{g}, \bar{b}$

Hadronen bestehen aus Quarks

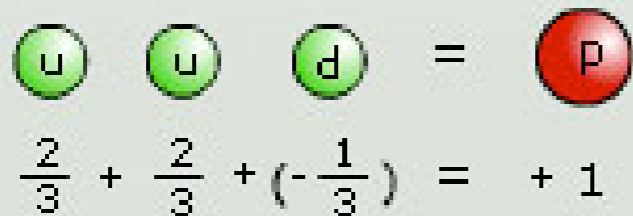
Einige Beispiele

the proton

up quark
charge =
 $+\frac{2}{3}$

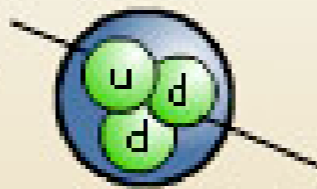


down quark
charge = $-\frac{1}{3}$

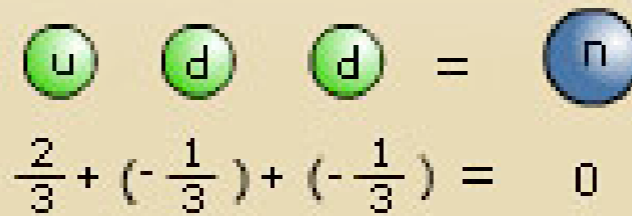


the neutron

up quark
charge =
 $+\frac{2}{3}$

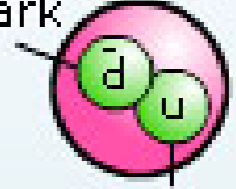


down quark
charge = $-\frac{1}{3}$

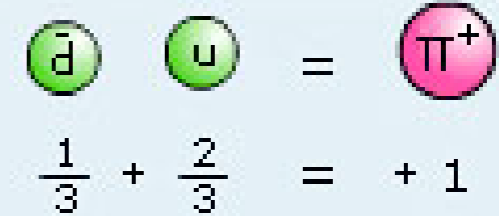


the pion

down anti quark
charge =
 $+\frac{1}{3}$



up quark
charge = $+\frac{2}{3}$



Bisher wurden mehr als 200 Hadronen beobachtet!

Was hält die Welt zusammen?

Vier fundamentale Kräfte

- Gravitation
- Elektromagnetismus
- Schwache Wechselwirkung
- Starke Wechselwirkung

Quantentheorie:

Kräfte werden durch **Austauschteilchen** vermittelt

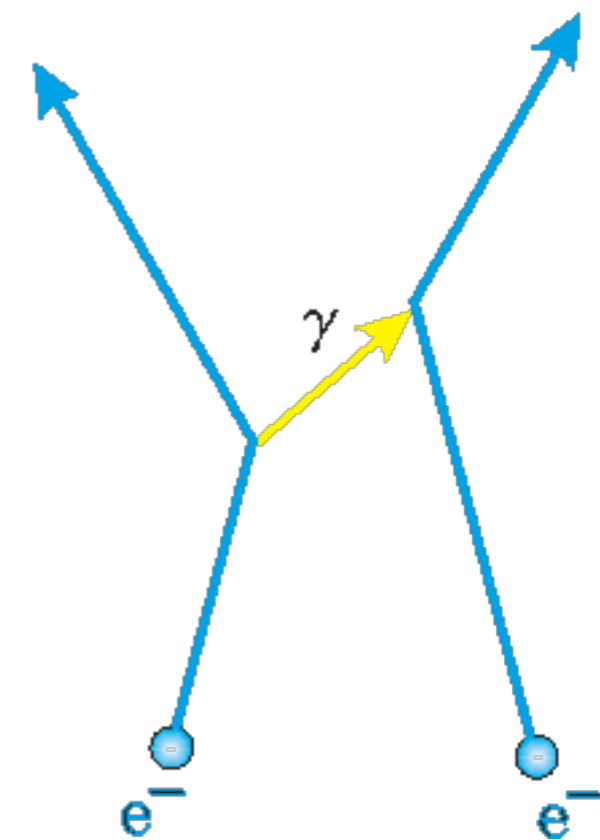
Gravitation

- Koppelt an die Masse
- Wirkt zwischen allen Elementarteilchen
- Austauscheteilchen: Graviton
- Quantentheorie: Unbekannt



Elektromagnetismus

- Koppelt an die elektrische Ladung
- Austauschteilchen:
Photon γ
- Quantentheorie:
Quantenelektrodynamik
QED
Feynman, Schwinger, Tomonaga
Nobelpreis 1965



Feynman-Diagramm
e-e Streuung

Schwache Wechselwirkung

- Koppelt an “flavour”
- Austauscheteilchen :
3 Vektorbosonen $W^+ W^- Z^0$
- Quantentheorie:
Quantenflavourdynamik
QFD
Glashow, Salam, Weinberg
Nobelpreis 1979



Wirkung: β -decay



β -Zerfall des Neutrons

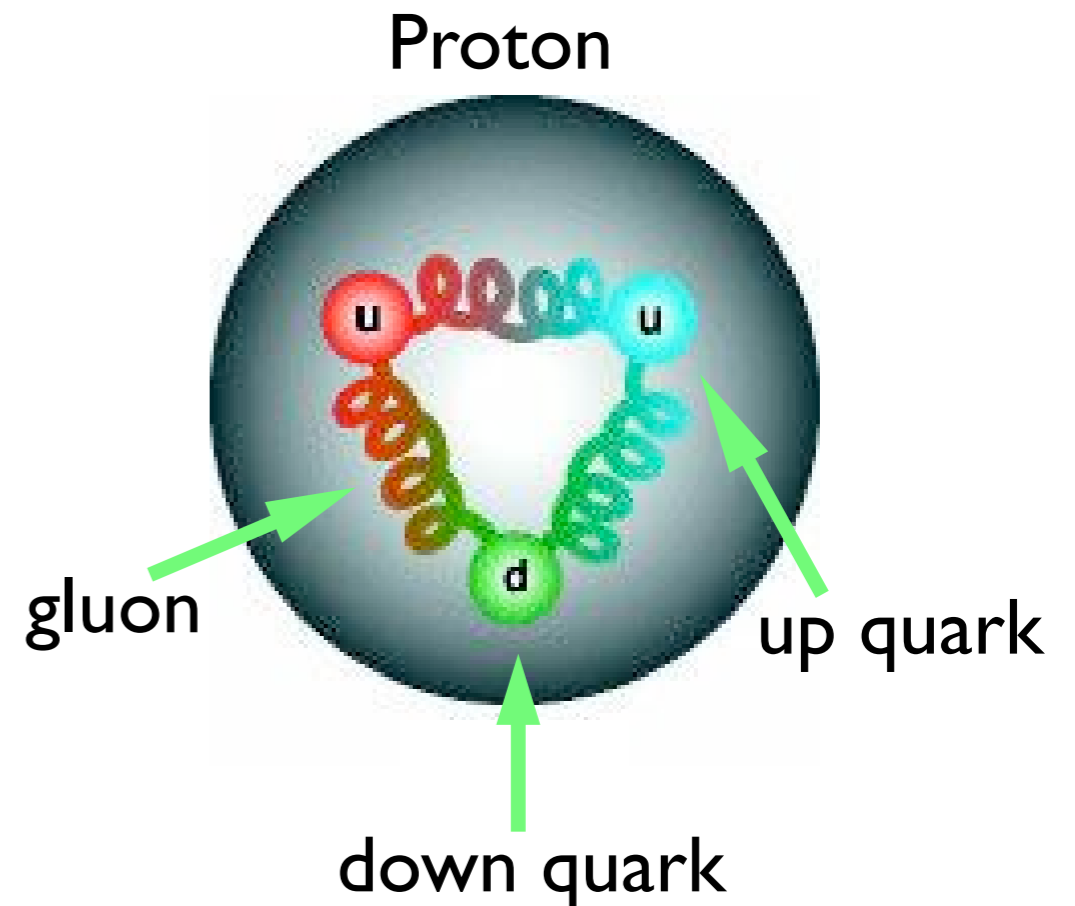
Starke Wechselwirkung

- Koppelt an Farbladung
- Wirkt zwischen Quarks
- Austauscheteilchen
Gluonen g
- Quantentheorie
Quantenchromodynamik
QCD



Gell-Mann
Nobelpreis 1969

Starke Wechselwirkung
bindet Quarks zusammen



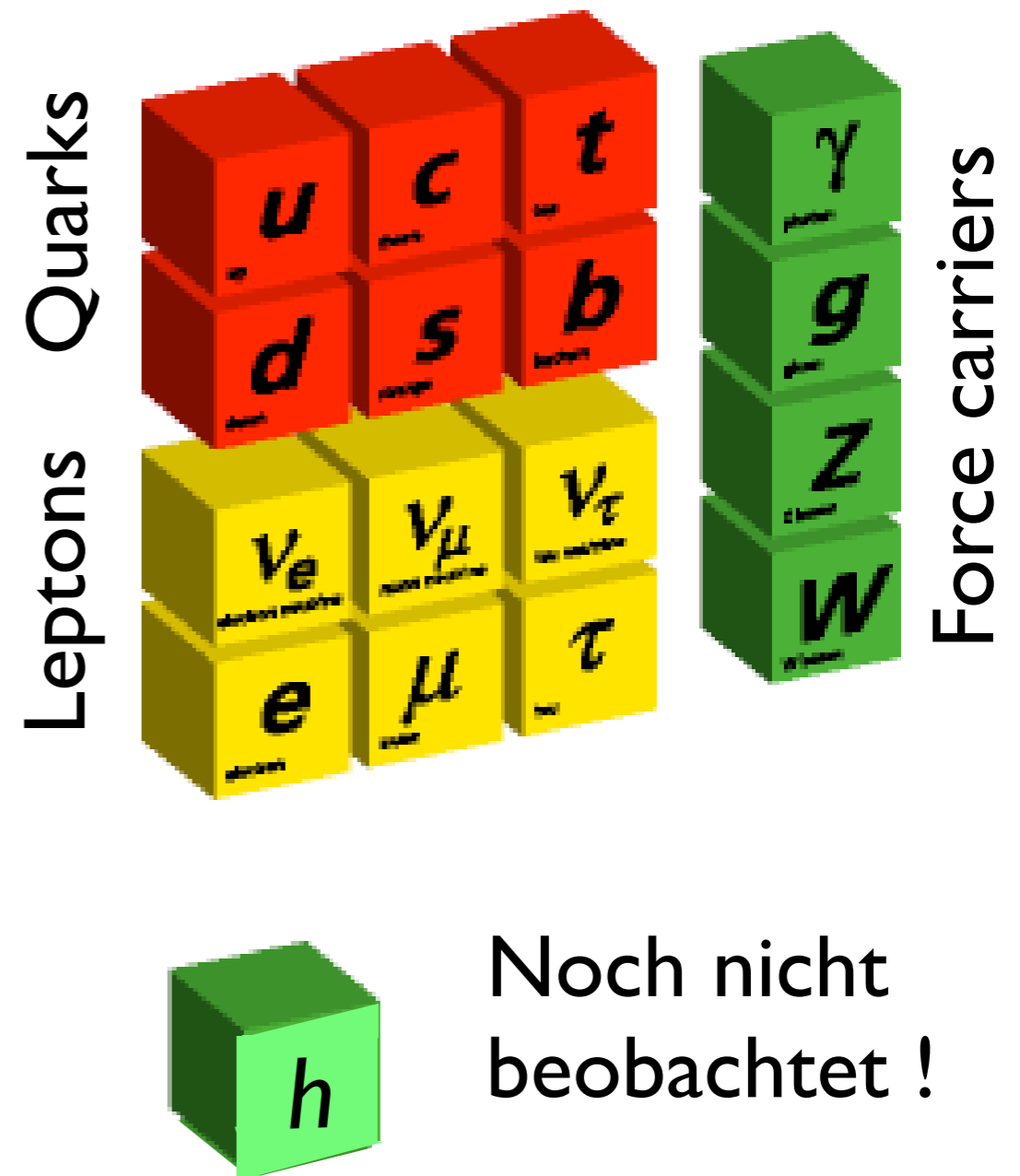
- Materieteilchen:

- Quarks
- Leptonen

- Kräfte

- Elektromagnetismus
- Schwache Kraft
- Starke Kraft

- Higgs-Teilchen



Standardmodell der Teilchenphysik

Suche nach dem Higgs-Teilchen

Large Hadron Collider (LHC) am CERN, Schweiz

- Proton - Proton Kollisionen
- Beginn: ~ 2009

