

## Bemerkungen zur Vorlesung:

- Vorlesung soll Sie mit Konzepten der Kern- und Teilchenphysik vertraut machen und Ihren Appetit anregen!
- Bei der Konzeption der Vorlesung habe ich versucht die Themengebiete entsprechend zu wählen.
- Trotzdem ist es sehr viel Stoff!
- **Häufige Kritik: Formeln fallen vom Himmel → Frustration!**

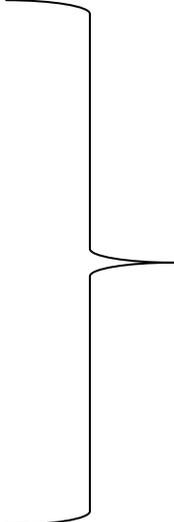
Ja. Eine strenge analytische Ableitung ist im Rahmen der Vorlesung nicht möglich. Ich versuche aber, die Formeln - wenn möglich - zu motivieren. Diese Situation wird Ihnen ab jetzt häufiger begegnen.

- Ich wünsche uns allen viel Spaß.

# Semesterplan:

## 1. Elementarteilchen- und Kernphysik

1. Einführung
2. Beschreibung von Streuprozessen
3. Symmetrien
4. Kern und Nukleonstruktur
5. Starke Wechselwirkung und Hadronen
6. Schwache Wechselwirkung
7. Bindung und Anregung von Atomkernen
8. Elementsynthese



13 Termine

Manuskript sowie alle gezeigten Bilder werden auf der Web-Seite der Vorlesung bereitgestellt:

<https://uebungen.physik.uni-heidelberg.de/vorlesung/20132/pep5>

## Literatur: Kern- und Teilchenphysik

B. Povh, K. Rith, C. Scholz, F. Zetsche, Teilchen und Kerne, Springer Verlag

S. Frauenfelder, E. Henley, Teilchen und Kerne, R. Oldenbourg Verlag

W.S.C. Williams, Nuclear and Particle Physics, Oxford Science Publications

D.H. Perkins, Introduction to High Energy Physics, Addison Wesley (a. Deutsch)

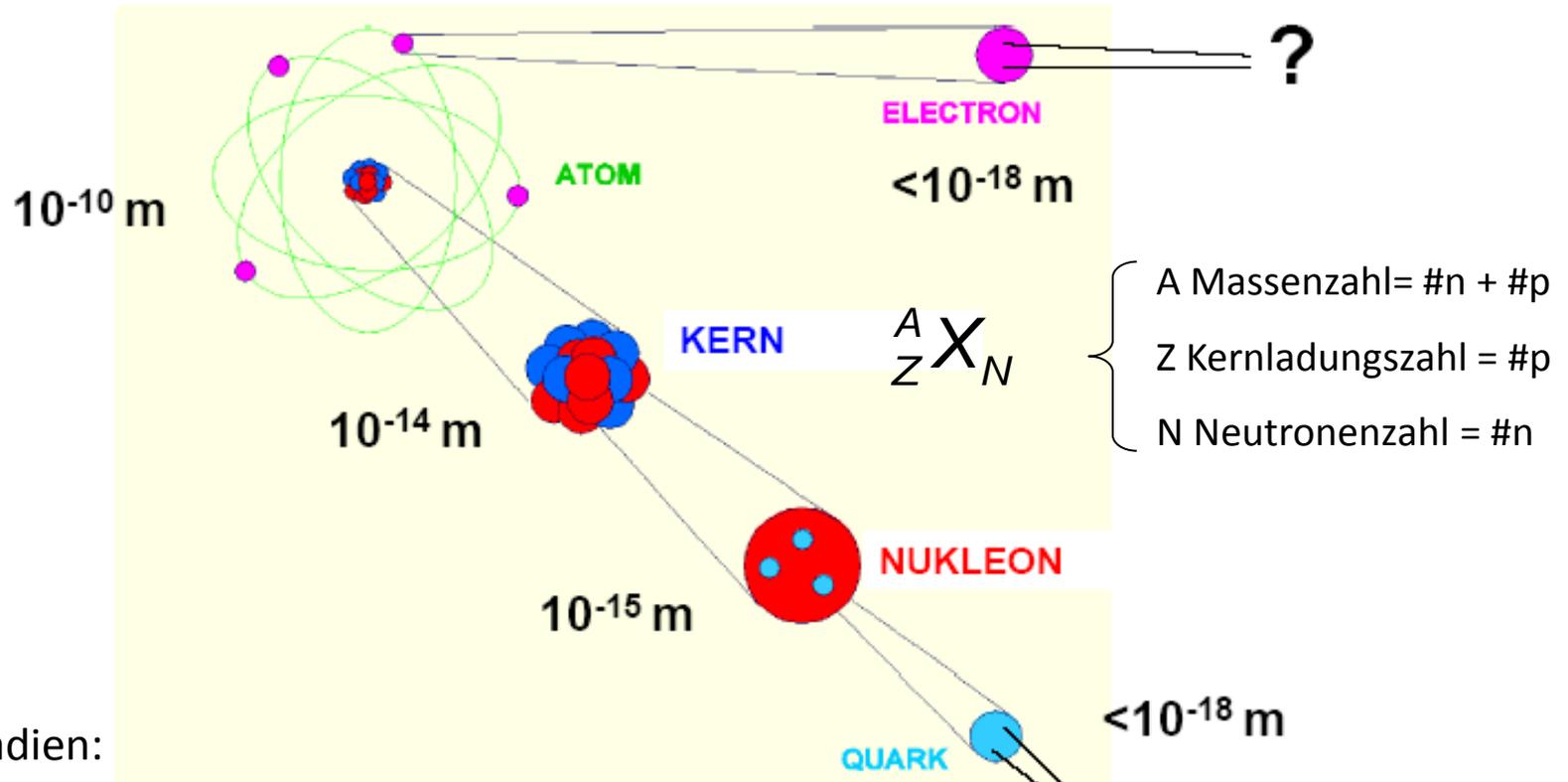
C. Berger, Elementarteilchenphysik, Springer

→ Schon sehr speziell

Review of Particle Physics: <http://pdg.lbl.gov/index.html>

# I. Einführung

## 1. 1 Aufbau der Materie



Kernradien:

$$R_K \approx \underbrace{1.22 \cdot 10^{-15} \text{ m}}_{1.22 \text{ fm}} \cdot A^{1/3}$$

## 1. 2 Fundamentale Bausteine

2 Klassen “punktförmiger”\*) Spin-1/2 Teilchen:

		I	II	III
Leptonen	Leptons	$\nu_e$ electron neutrino	$\nu_\mu$ muon neutrino	$\nu_\tau$ tau neutrino
		$e$ electron	$\mu$ muon	$\tau$ tau
Quarks	Quarks	$u$ up	$c$ charm	$t$ top
		$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom

je 3 Generationen

\*) nach heutigem Kenntnisstand.

	I	II	III	Q	
Leptonen	$\nu_e$ < 2 eV/c <sup>2</sup>	$\nu_\mu$ < 2 eV/c <sup>2</sup>	$\nu_\tau$ < 2 eV/c <sup>2</sup>	0	Neutrinos
	$e^-$ 511 keV/c <sup>2</sup>	$\mu^-$ 106 MeV/c <sup>2</sup>	$\tau^-$ 1.78 GeV/c <sup>2</sup>	-1	
Quarks	u ~3 MeV/c <sup>2</sup>	c ~1.3 GeV/c <sup>2</sup>	t 173 GeV/c <sup>2</sup>	+2/3	
	d ~6 MeV/c <sup>2</sup>	s ~100 MeV/c <sup>2</sup>	b ~4.2 GeV/c <sup>2</sup>	-1/3	

## 1. 3 Fundamentale Wechselwirkungen

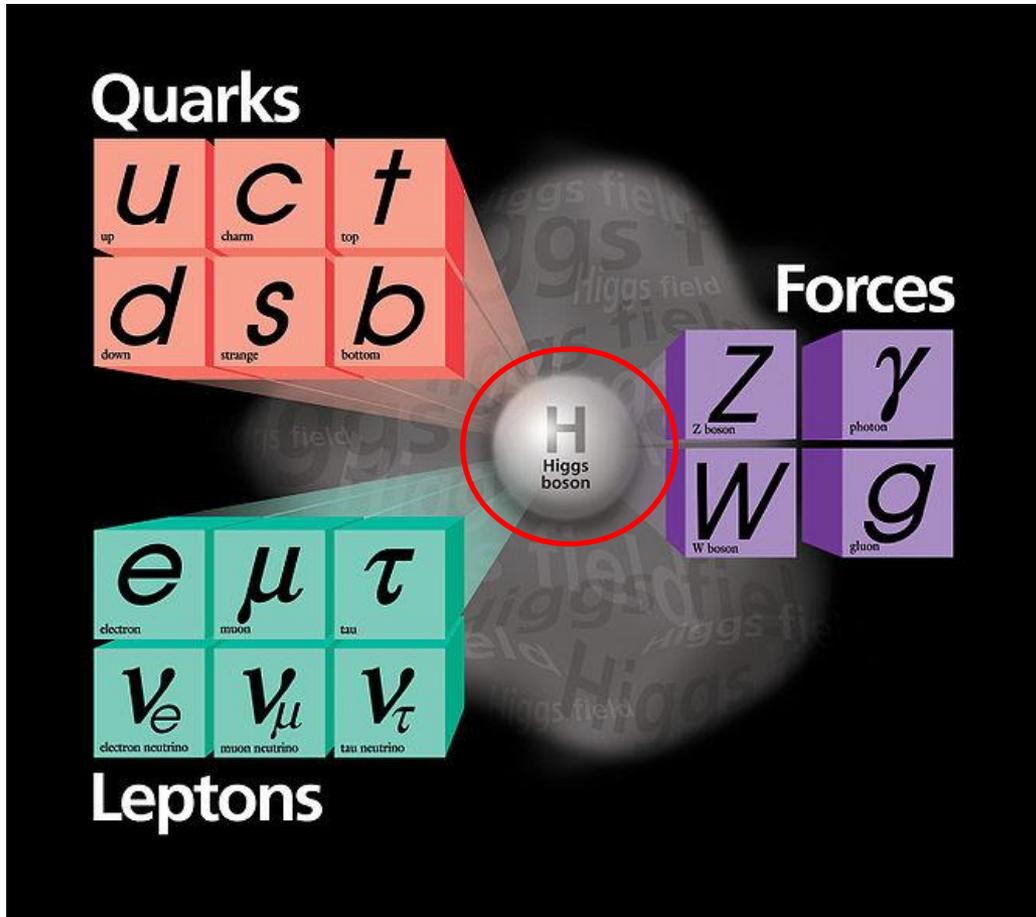
WW	Stärke	Austauschboson	Spin	Masse	Reichweite
starke	1	8 Gluonen	1	0	< 1 fm
e. m.	$\sim 10^{-2}$	Photon	1	0	$\infty$
schwache	$\sim 10^{-7}$	$W^{\pm}, Z$	1	80, 91 GeV	$\sim 10^{-3}$ fm
Gravitation	$\sim 10^{-39}$	Graviton ?	2	0	$\infty$

$$1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$$

## Wechselwirkungen zwischen Teilchen

Teilchen	starke WW	e. m. WW	schwache WW
$\nu$	O	O	X
gelad. Lept.	O	X	X
u-Typ Quarks	X	X	X
d-Typ Quarks	X	X	X

# Higgs-Boson

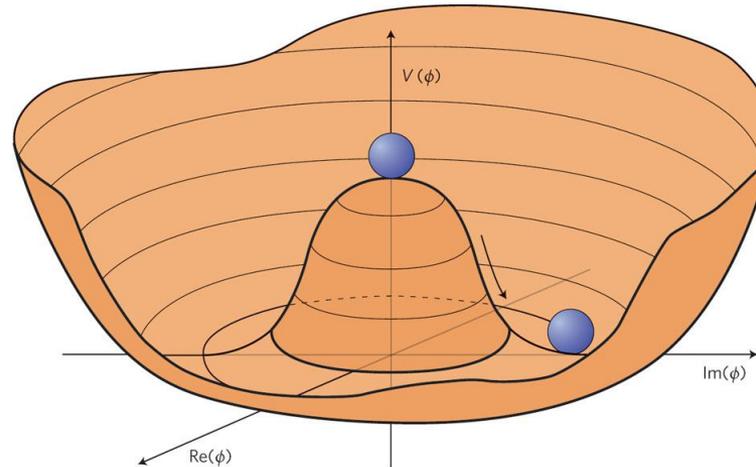


Higgs-Wechselwirkung mit Fermionen und Bosonen führt zur Masse.

# Higgs-Mechanismus

Peter Higgs sowie Francois Englert & Robert Brout, 1964

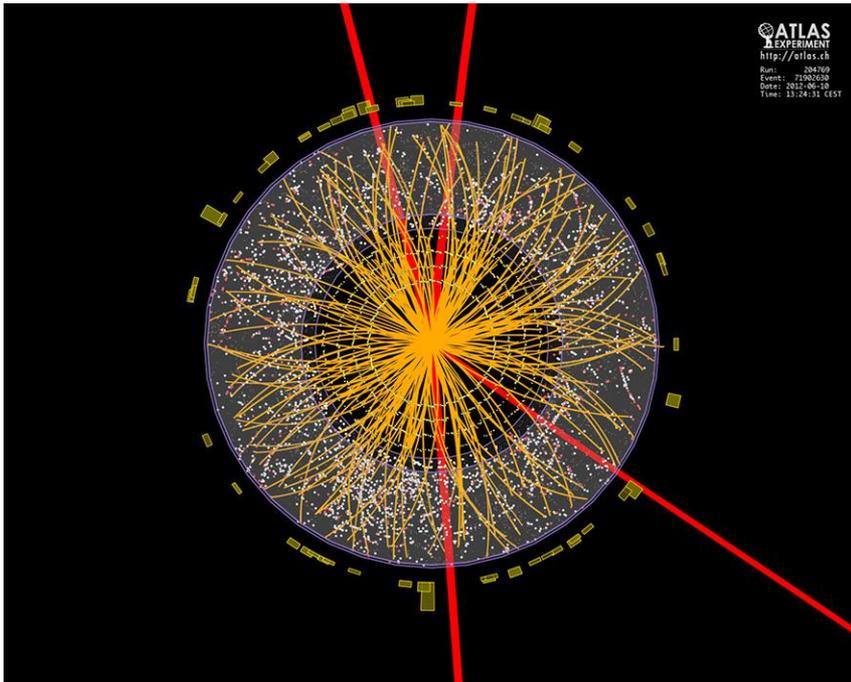
- Skalares *Higgs*-Feld erfüllt das Vakuum, Selbstwechselwirkung führt zu Higgs-Potenzial.



- Idee der gebrochenen Symmetrie führt zu einem endlichen Vakuumerwartungswert des Feldes und damit über die Kopplung an die Teilchen zu Teilchenmassen. Higgs-Teilchen besitzt selbst hohe Masse ( $126 \text{ GeV}/c^2$ )

# Higgs-Nachweis am LHC

$H \rightarrow ZZ \rightarrow \mu\mu\mu\mu$



$H \rightarrow \gamma\gamma$

