

# Bonus und Diskussion

Offene Fragen

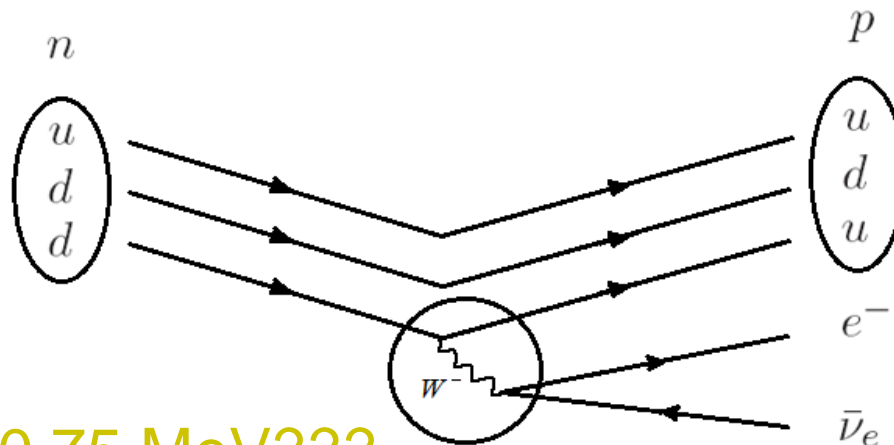


# Virtuelle Teilchen

- ▶ Wie kann bei der  $\beta$  Umwandlung ein  $W$  Teilchen ausgetauscht werden?

$m_n = 939,57 \text{ MeV}$

$m_p = 938,27 \text{ MeV}$



$m_W =$   
80 GeV oder 0,75 MeV???

$m_e = 0,55 \text{ MeV}$

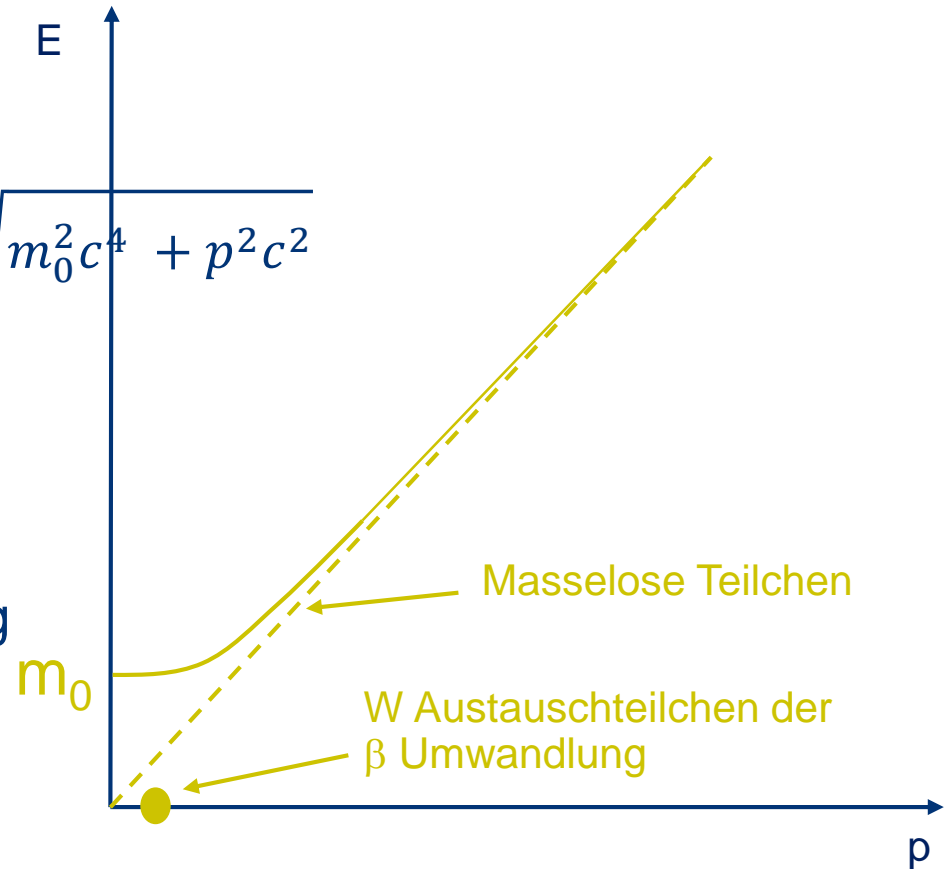
$m_\nu \gg 0,01 \text{ MeV}$

# Virtuelle Teilchen

- ▶ Für reelle Teilchen muss die Energie-Impuls Beziehung gelten:

$$E = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}$$

- ▶ Für virtuelle Teilchen ist dies nicht der Fall
- ▶ Je weiter ein virtuelles Teilchen von der Energie Impuls Beziehung entfernt ist, desto unwahrscheinlicher wird der Prozess

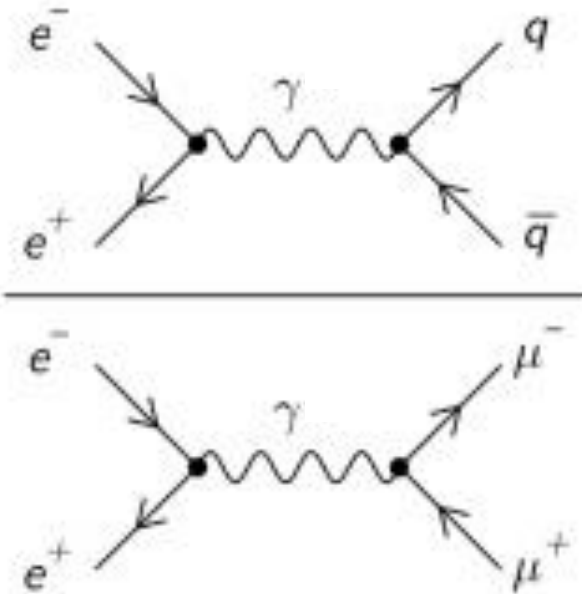


# Anzahl der Farben

- Idee: Messung des Verhältnisses von  $qq\bar{z}$  zu  $\mu^+ \mu^-$

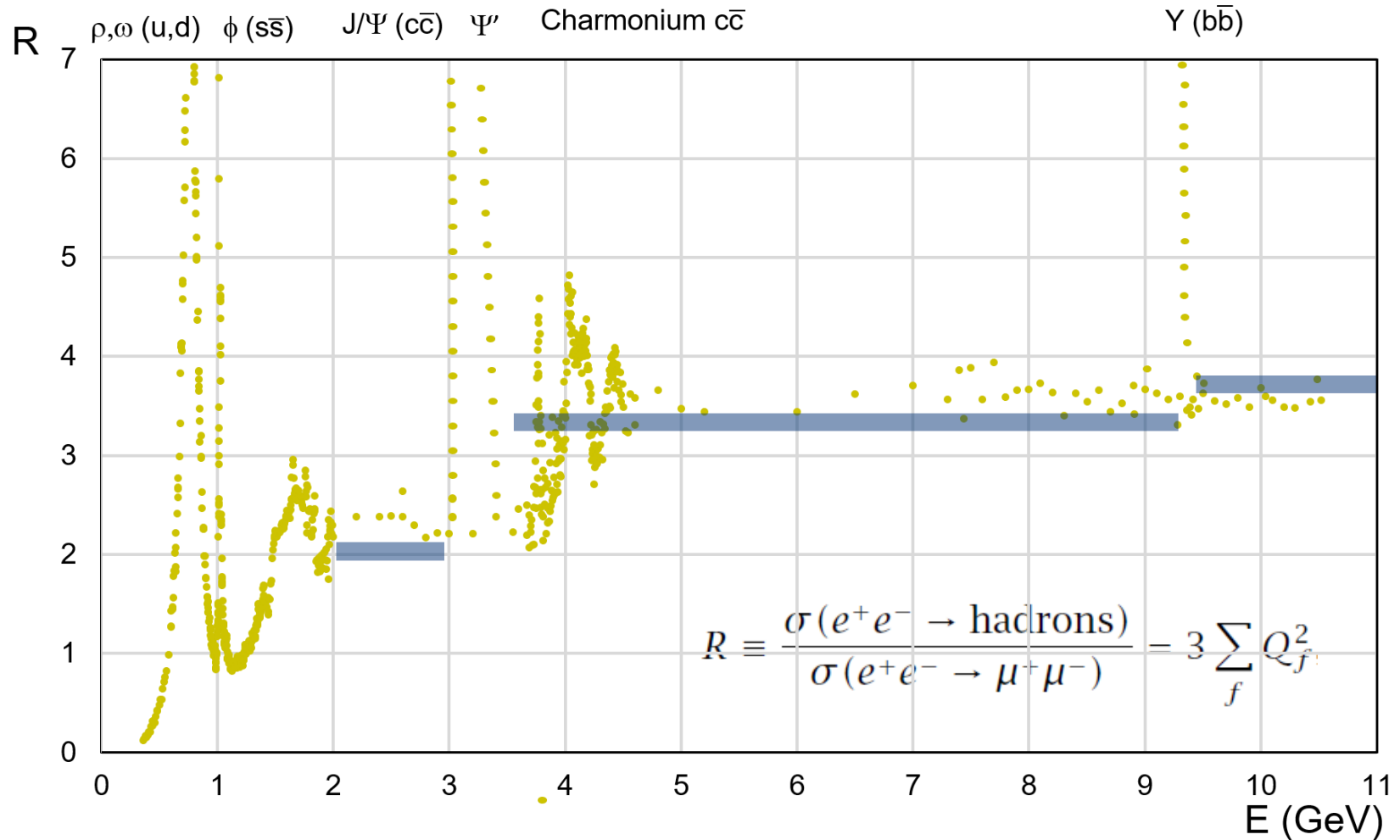
$$R = \frac{\sigma(e^-e^+ \rightarrow \text{hadrons})}{\sigma(e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+)}$$

$\approx$



$$\begin{aligned}
 R &= 3[(2/3)^2 + (1/3)^2 + (2/3)^2] = 2 \text{ for } u, d, s \\
 &= 2 + 3(2/3)^2 = 10/3 \text{ for } u, d, s, c, \\
 &= 10/3 + 3(1/3)^2 = 11/3 \text{ for } u, d, s, c, b.
 \end{aligned}$$

# Anzahl der Farben

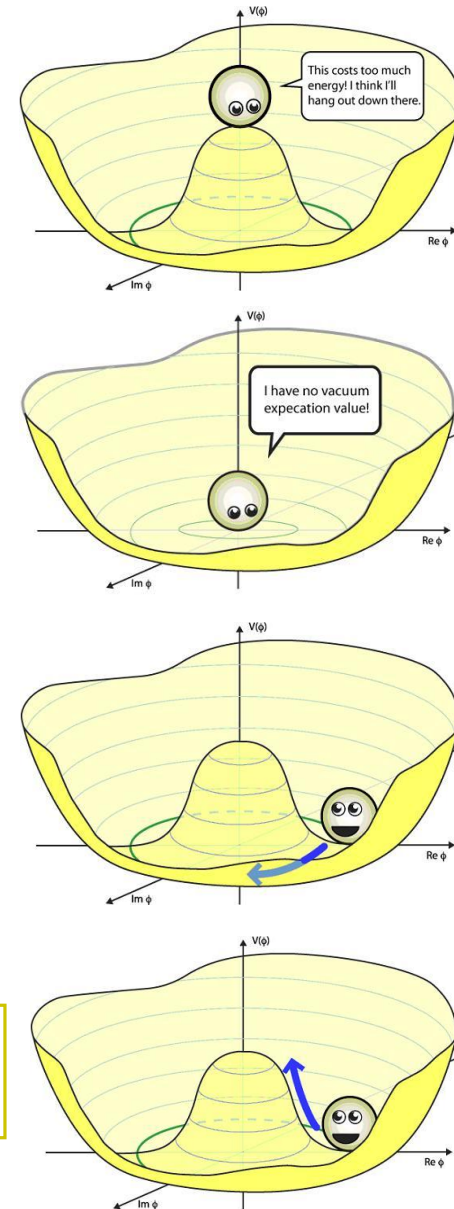


# Higgs Feld

- ▶ Symmetriebrechung
  - Symmetrisches Potential  
Grundzustand symmetrisch
  - Symmetrisches Potential  
Grundzustand nichtsymmetrisch
- ▶ Klassisch analog Dielektrikum :  
Abschirmung der Feldlinien
  - Abschirmung „schwacher Felder“  
durch BEHiggs-Hintergrundfeld  
= unendlicher See schwacher Ladung
  - Abschirmendes Feld  
Duplett in schw. Ladung  
Komponente  $v = 246$  GeV im Vakuum
  - Anregung = Higgs-Teilchen

$$\Phi_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 \\ v \end{pmatrix}$$

$$\Phi_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 \\ v + H \end{pmatrix}$$



[www.teilchenwelt.de](http://www.teilchenwelt.de)

PROJEKTLEITUNG



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



FÖRDERER

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG



[www.facebook.de/teilchenwelt/](http://www.facebook.de/teilchenwelt/)



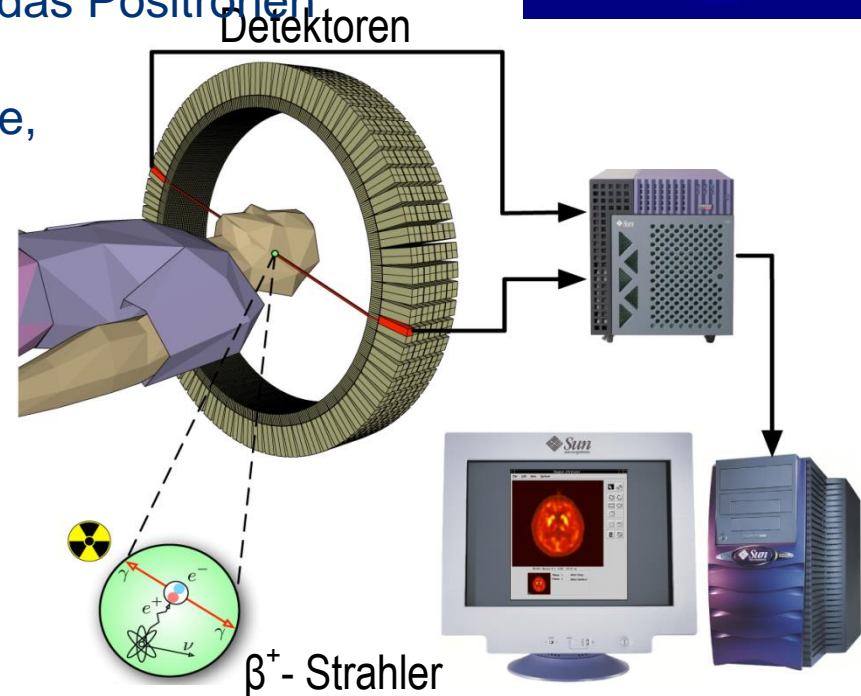
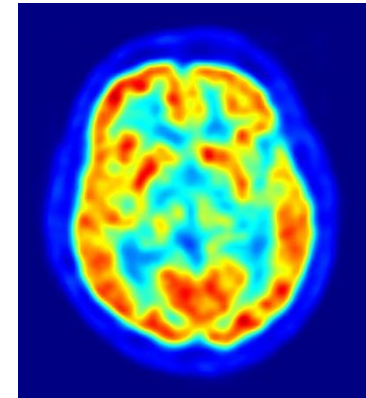
NETZWERK  
TEILCHENWELT



# Positronen-Emissions-Tomografie

## ► Ein bildgebendes Verfahren für die Medizin

- Patienten wird eine spezielle Zuckerlösung gespritzt
- Diese enthält ein Fluor-Isotop, das Positronen abstrahlt ( $\beta^+$ -Strahler)
- Zucker sammelt sich in Gewebe, das viel Energie benötigt, besonders in Tumorgewebe
- Positronen und Elektronen zerstrahlen in zwei Photonen
- Detektoren registrieren die Photonen
- Eine Software berechnet den Ursprungsort der Photonen und setzt daraus ein Bild zusammen





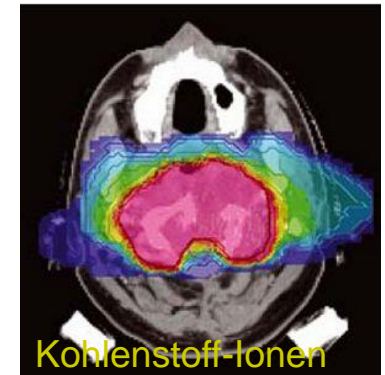
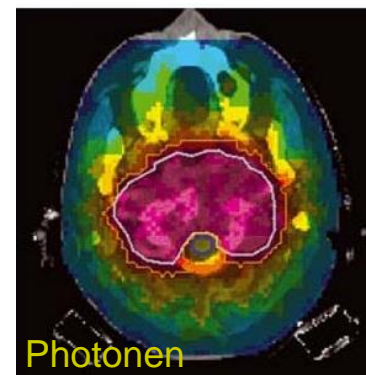
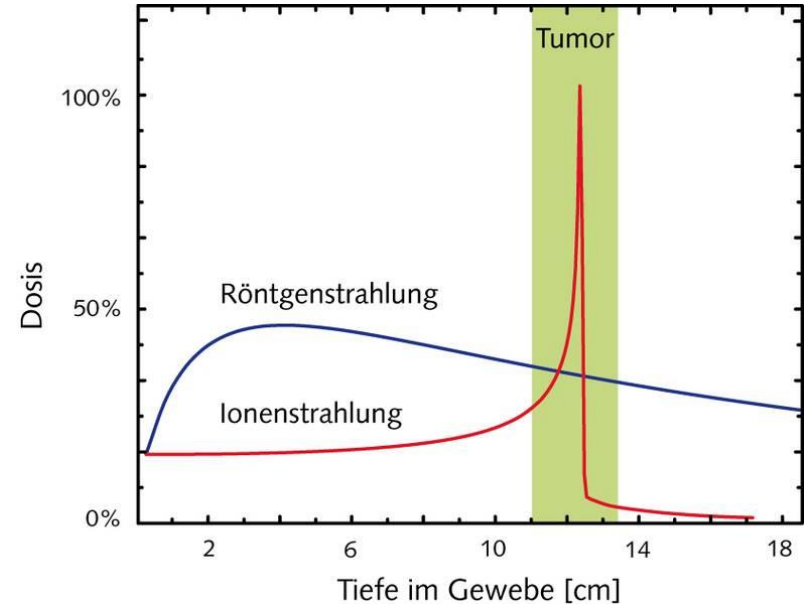
# Tumorthherapie mit Hadronen (meist C)

## ► Vorteil gegenüber Bestrahlung mit Elektronen oder Photonen:

- Eindringtiefe einstellbar, genaue Fokussierung auf den Tumor möglich
- es werden mehr Tumorzellen als gesunde Zellen zerstört
- gut für tiefliegende Tumore geeignet
- geringere Dosis nötig

## ► Nachteile:

- hohe Kosten
- großer Beschleuniger nötig



# „The CERN Weasel“

- ▶ Der Marder schaffte es im November 2016 den gesamten LHC auszuschalten, indem er in eine 18.000 V Leitung biss.
- ▶ Jetzt Ausstellungstück im Rotterdam Natural History Museum
- ▶ Das war der 2. Vorfall dieser Art



# Einschub:

**Basiskonzept:  
Wechselwirkung**  
= Kraft + Umwandlung +  
Erzeugung + Vernichtung

- ▶ Alle Kraftgesetze beinhalten den Abstand  $r$ 
  - Bei kleinen Abständen  $F \sim 1/r^2$
- ▶ Reichweiten sind Konsequenzen dieser Kraftgesetze
  - Unendlich: im Alltag spürbar
  - Endlich: nur subatomar
- ▶ Reihenfolge der Stärken
  - Kann für Kräfte nicht definiert werden wegen  $F(r)$
  - Kann nur für Wechselwirkungen definiert werden:  $\alpha$  !
- ▶ Stärken aller **Wechselwirkungen sehr** ähnlich (außer für Gravitation)

# Spekulationen

- ▶ Zusätzliche Dimensionen für Gravitation könnten die Kräfte „vereinigen“

