

Bonus und Diskussion

Offene Fragen

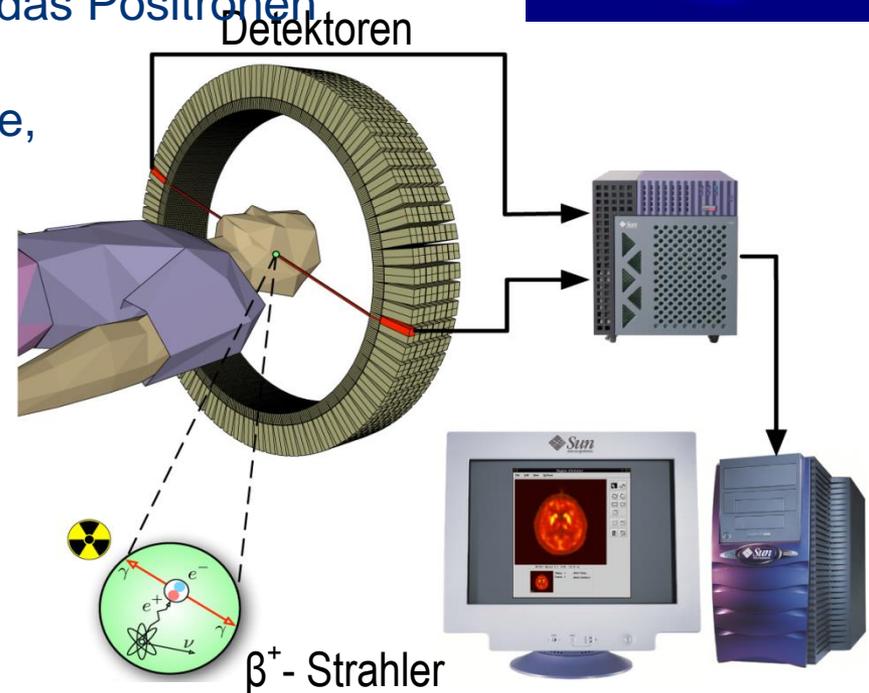
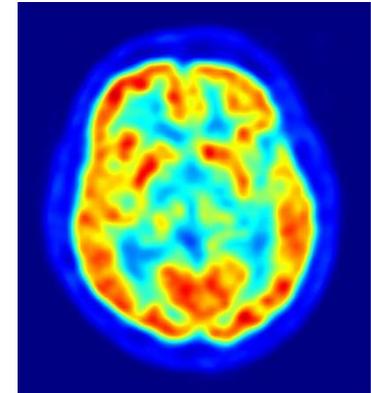




Positronen-Emissions-Tomografie

► Ein bildgebendes Verfahren für die Medizin

- Patienten wird eine spezielle Zuckerlösung gespritzt
- Diese enthält ein Fluor-Isotop, das Positronen abstrahlt (β^+ -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



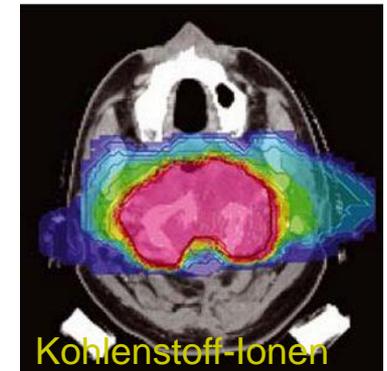
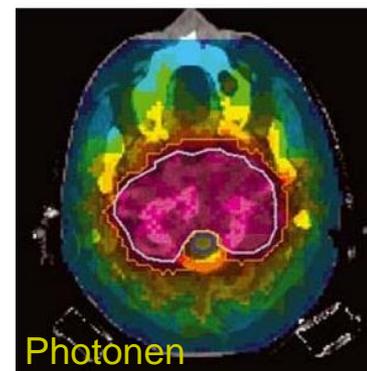
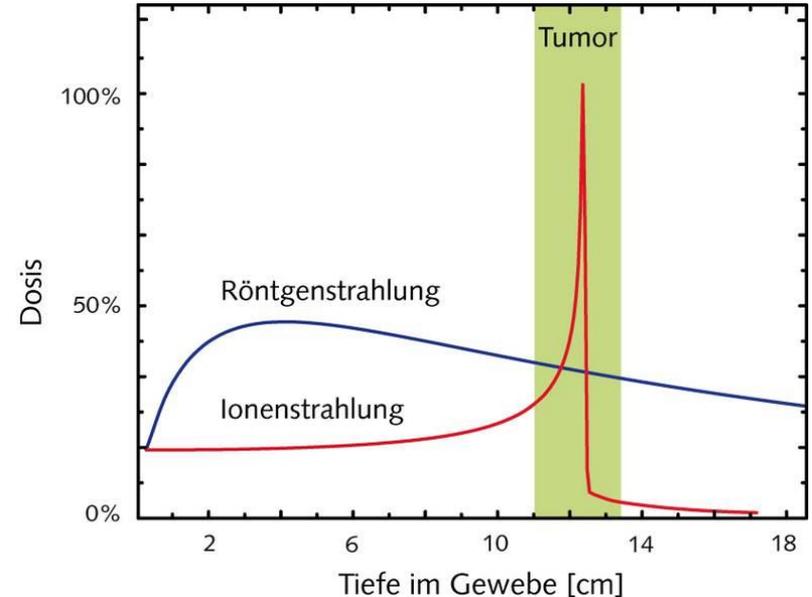
Tumorthherapie mit Hadronen (meist C)

► 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“

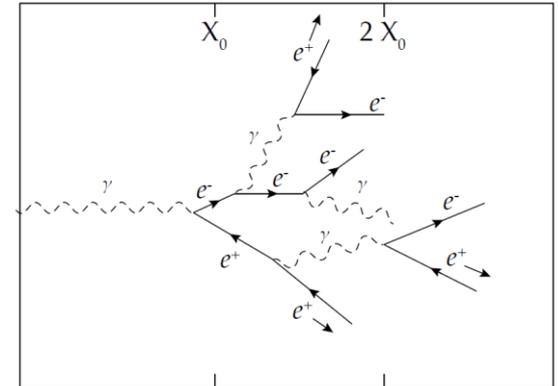
- ▶ Der Marder schaffte es im November 2016 den gesamten LHC auszuschalten, indem er in eine 18.000 V Leitung biss.
- ▶ Jetzt Ausstellungstück im Rotterdam Natural History Museum
- ▶ Das war der 2. Vorfall dieser Art



Elektromagnetisches vs Hadronisches Kalorimeter

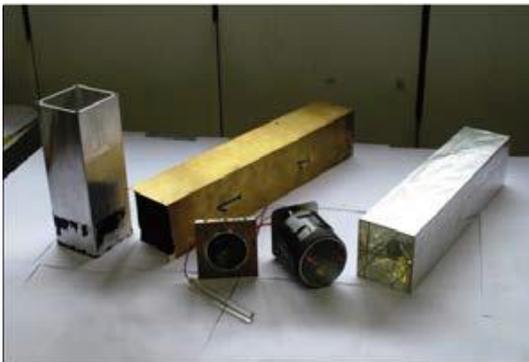
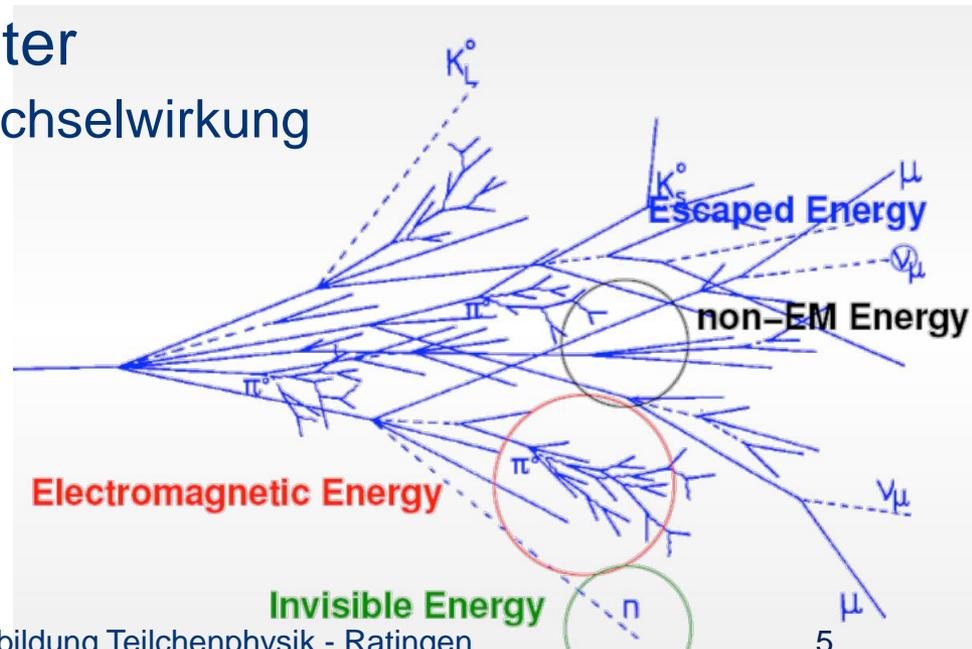
▶ EM Kalorimeter

- Nachweis via elektromagnetischen Kaskaden
- Abhängig von Z des Materials



▶ Hadronisches Kalorimeter

- Nachweis via starker Wechselwirkung



Besuche am CERN

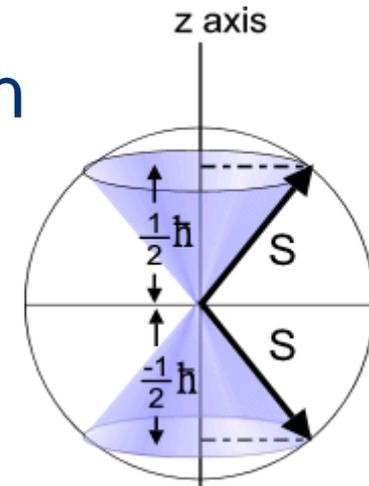
► Was ist besuchbar

- Globe Ausstellung (ohne Anmeldung)
- Microcosm Ausstellung (ohne Anmeldung)
- Visiting points auf dem CERN Gelände (Buchbar vorab)
- Kostenfrei
- Deutschsprachige Guides
- Kombinierbar mit Besuch beim S'Cool Lab:
 - Nebelkammer Workshops
 - S'Cool Lab Day



Exkurs: warum schwache „Isospin

- ▶ Zugrundeliegende Symmetrie genau dieselbe wie bei Spin
- ▶ Jeweils Vektor mit 3 Komponenten
 - Spin $\mathbf{S} = (S_x, S_y, S_z)$ im Ortsraum
 - Schwacher Isospin $\mathbf{I}^W = (I_1^W, I_2^W, I_3^W)$ im abstrakten schwachen Isospinraum
- ▶ Messbar bei beiden nur:
 - Gesamter Betrag und eine Komponente (meist gewählt: die 3.)
 - die beiden anderen Komponenten sind „unscharf“ (Heisenberg)
- ▶ Wir sprechen daher nur von schwacher Ladungszahl $I := I_3^W$
- ▶ Ordnung in Multipletts von $I := I_3^W$



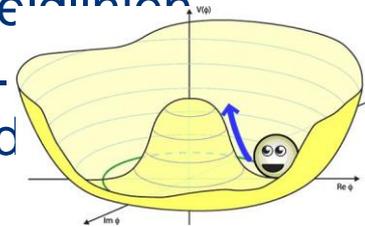
<http://de.wikipedia.org/wiki/Stern-Gerlach-Versuch>

$$\begin{pmatrix} +\frac{1}{2} \\ 0 \\ -\frac{1}{2} \end{pmatrix} : \left(\begin{matrix} \nu_e \\ e^- \end{matrix} \right), \left(\begin{matrix} \nu_\mu \\ \mu^- \end{matrix} \right), \dots, \left(\begin{matrix} u \\ d \end{matrix} \right), \dots, \left(\begin{matrix} e^+ \\ \bar{\nu}_e \end{matrix} \right), \dots, \left(\begin{matrix} \bar{d} \\ \bar{u} \end{matrix} \right), \dots, \left(\begin{matrix} \Phi^+ \\ \Phi^0 \end{matrix} \right) = \left(\begin{matrix} 0 \\ \mathbf{v} + H(\mathbf{x}) \end{matrix} \right) \quad \begin{pmatrix} I_3^W \\ +1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} : \begin{pmatrix} W^+ \\ Z^0 \\ W^- \end{pmatrix}$$

► Klassisch analog Dielektrikum : Abschirmung der Feldlinien

- Abschirmung „schwacher Felder“ durch Higgs-Hintergrundfeld = unendlicher See schwacher Ladung

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



- Abschirmendes Feld
Duplett in schw. Ladung
Komponente $v = 246 \text{ GeV}$
im Vakuum

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



- Anregung = Higgs-Teilchen

► Quantenfeldtheorie: Feldquanten (W und Z Boson)

- Quantenmechanik: Masse <-> Endliche Reichweite von W und Z
Stichwort: Compton-Wellenlänge

- SM: Kopplung mit α_W an schwache Ladung von v ergibt

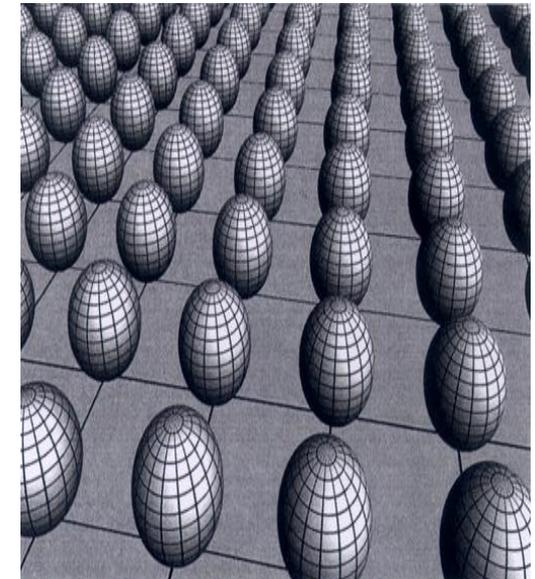
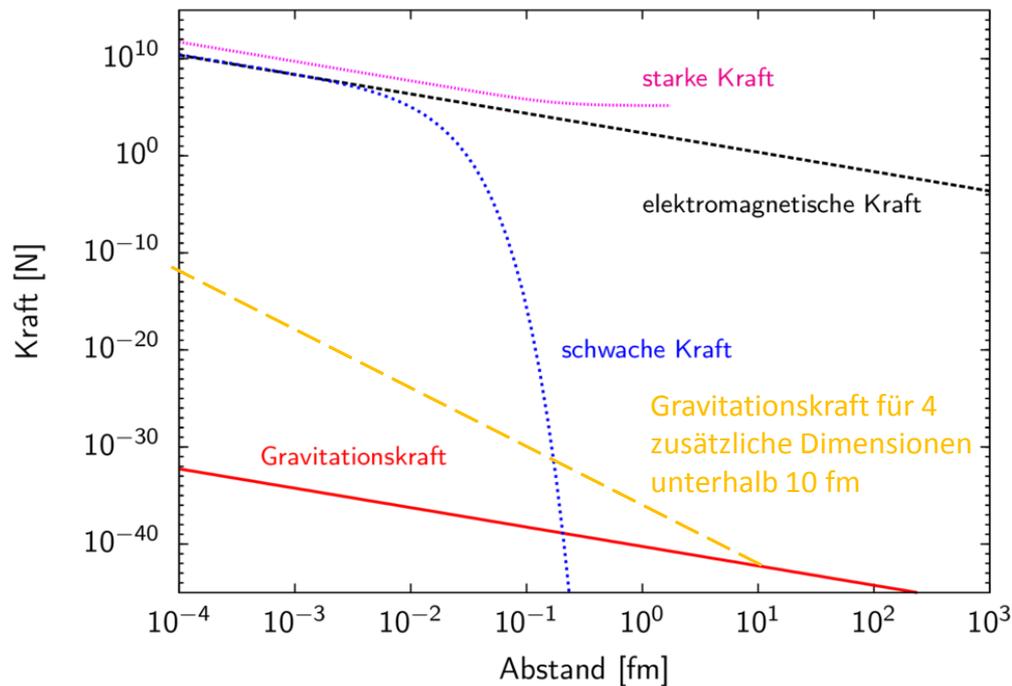
Einschub:

**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: α !
- ▶ Stärken aller **Wechselwirkungen sehr** ähnlich (außer für Gravitation)

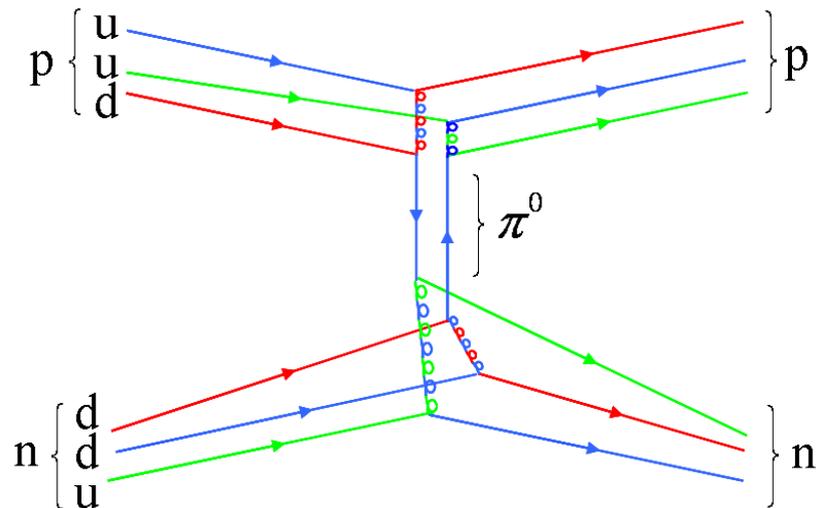
Spekulationen

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



Feynman-Diagramme: Ladungsfluss-Diagramme

- ▶ Vertices können als “=” Zeichen aufgefasst werden
 - Auf beiden Seiten müssen Summen gleich sein: Impuls, Energie, Drehimpuls, elektrische Ladung, schwache Ladung, starke Ladung
 - Umklappen der Linien dreht Ladungsvorzeichen um



www.teilchenwelt.de

PROJEKTLEITUNG



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



FÖRDERER

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG



www.facebook.de/teilchenwelt/



NETZWERK
TEILCHENWELT