

Masterclasses – Lehrerfortbildung

20.10.2011

CERN

Christian Rudolph, IKTP, TU-Dresden

Heutiges Ziel:

**Messung des Ladungsverhältnisses von W^+ zu W^- - Bosonen
bei Teilchenkollisionen am ATLAS-Detektor**

Überblick: Was haben Sie bisher gelernt über:

- Teilchenphysik?

Überblick: Was haben Sie bisher gelernt über:

- Teilchenphysik?

Das Standardmodell der Teilchenphysik

- beschreibt die Teilchen und ihre Wechselwirkungen
- liefert präzise Vorhersagen
- wurde bisher in zahlreichen Experimenten bestätigt

Überblick: Was haben Sie bisher gelernt über:

- Teilchenphysik?

Das Standardmodell der Teilchenphysik

- beschreibt die Teilchen und ihre Wechselwirkungen
- liefert präzise Vorhersagen
- wurde bisher in zahlreichen Experimenten bestätigt

- Teilchendetektoren?

Überblick: Was haben Sie bisher gelernt über:

- Teilchenphysik?

Das Standardmodell der Teilchenphysik

- beschreibt die Teilchen und ihre Wechselwirkungen
- liefert präzise Vorhersagen
- wurde bisher in zahlreichen Experimenten bestätigt

- Teilchendetektoren?

Teilchendetektoren bestehen im Prinzip aus 3 Grundkomponenten:

- dem inneren Detektor zur Spurrekonstruktion
- den Kalorimetern zur Energiemessung
- den Myonkammern zum Nachweis von Myonen

Wiederholung und Details: die schwache Wechselwirkung

Sie ist verantwortlich für (u.a.):

- radioaktive Zerfälle
- das Funktionieren der Sonne

Prozesse der schwachen Wechselwirkung sind heute sehr genau bekannt

- präzise theoretische Berechnungen
- sehr genaue Messungen

Austauschteilchen:

- Z-Boson (ungeladen, Masse: 91,2 GeV)
- W^+ und W^- - Boson (elektrisch geladen, Masse je 80,4 GeV)

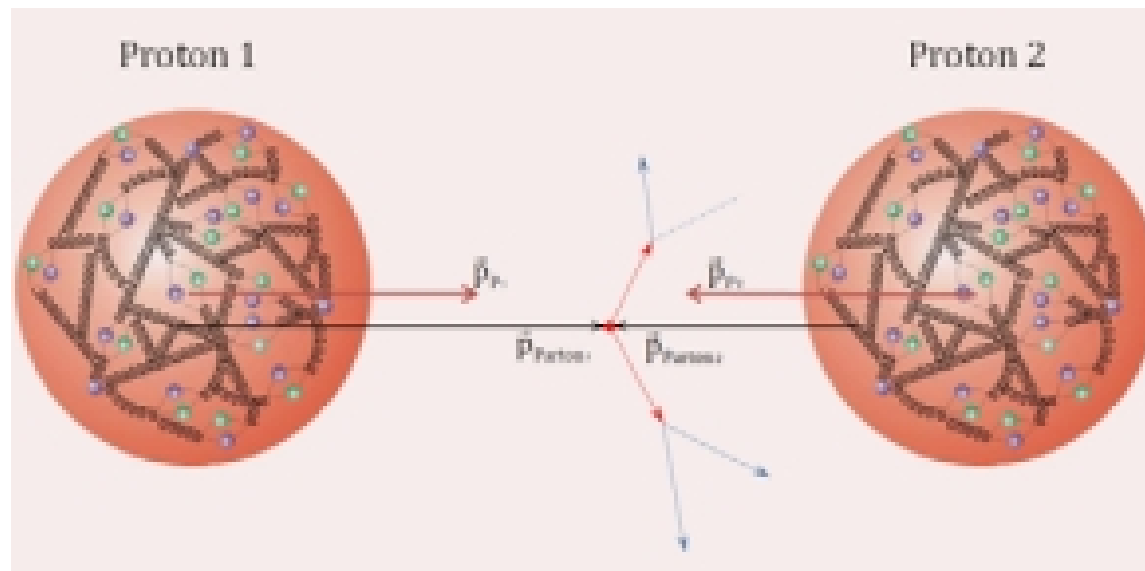
Produktion und Zerfall des W-Bosons

Was wird am LHC zur Kollision gebracht?

→ Protonen

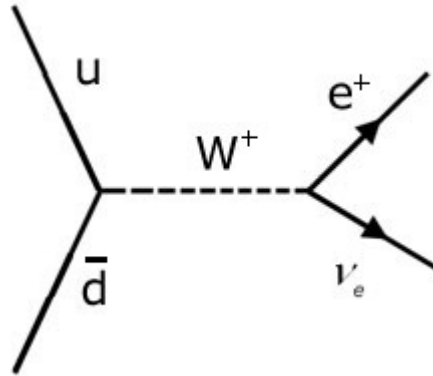
Protonen sind jedoch zusammengesetzte Teilchen!

Was „kollidiert“ am Ende wirklich?



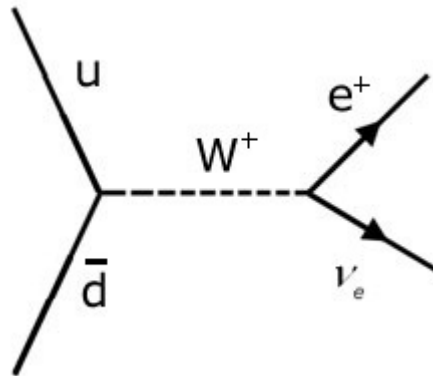
Produktion und Zerfall des W-Bosons

Die primäre Wechselwirkung bei der Kollision findet zwischen den Bestandteilen des Protons, also den Quarks und den Gluonen statt!

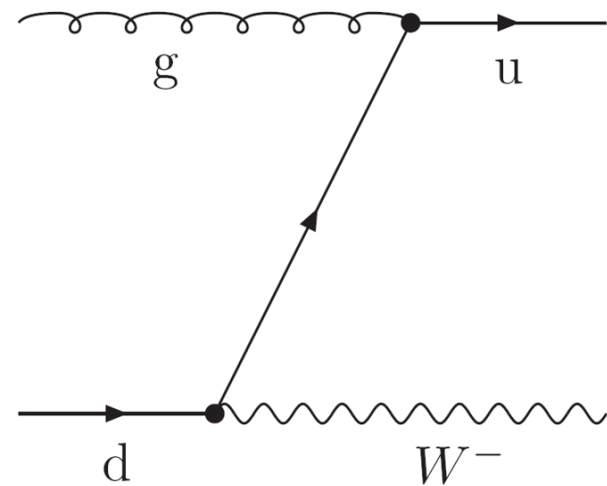
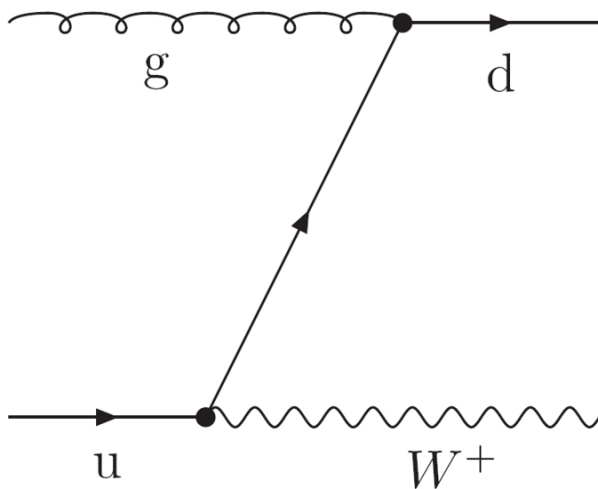


Produktion und Zerfall des W-Bosons

Die primäre Wechselwirkung bei der Kollision findet zwischen den Bestandteilen des Protons, also den Quarks und den Gluonen statt!



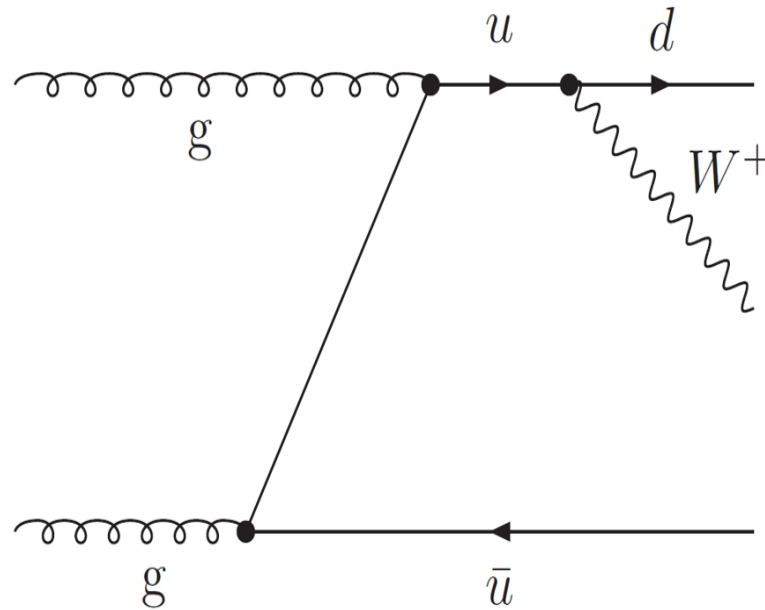
Woher kommt das Antiquark? → Wir „bauen“ uns eines aus einem Gluon:



Was wird häufiger vorkommen?

Produktion und Zerfall des W-Bosons

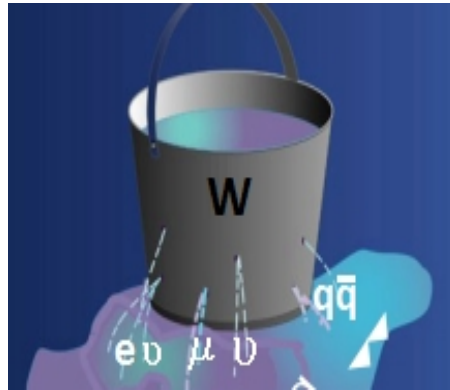
Das ist jedoch noch nicht alles, auch Folgendes ist möglich:



Produktion und Zerfall des W-Bosons

Der Zerfall eines Teilchens ist ein statistischer Prozess:

- für einen bestimmten Zerfall kann nur eine Wahrscheinlichkeit angegeben werden

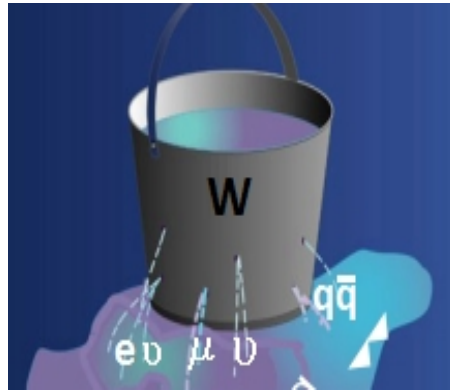


Größe der Löcher = Wahrscheinlichkeit für einen bestimmten Zerfallskanal

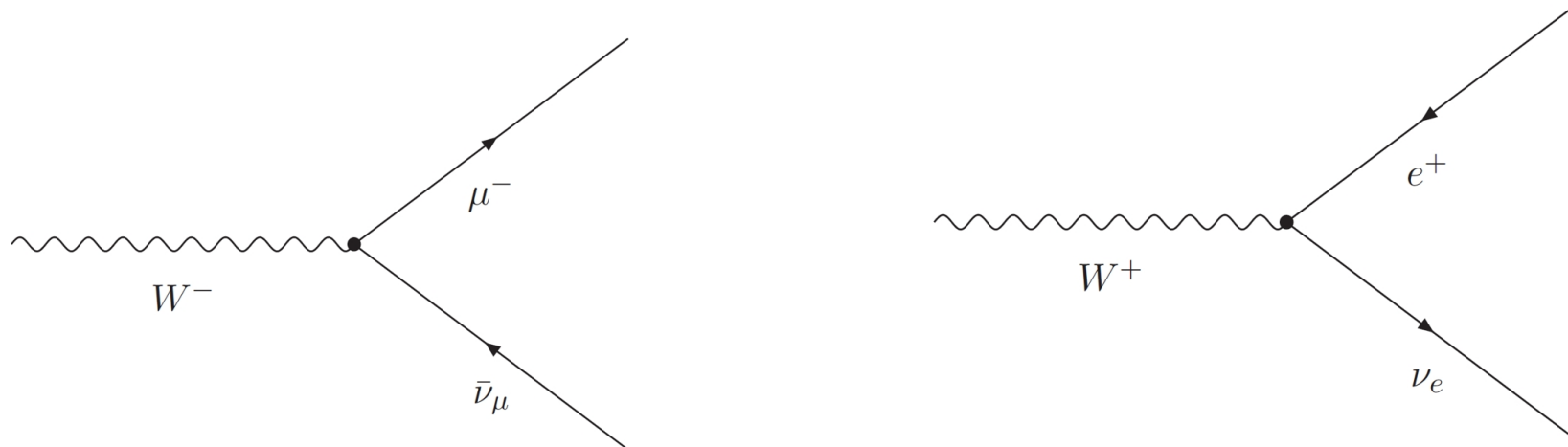
Produktion und Zerfall des W-Bosons

Der Zerfall eines Teilchens ist ein statistischer Prozess:

- für einen bestimmten Zerfall kann nur eine Wahrscheinlichkeit angegeben werden



Größe der Löcher = Wahrscheinlichkeit für einen bestimmten Zerfallskanal



Was ist hier häufiger?

Nachweis der Zerfallsprodukte im Detektor

Für die heutige Messung sind diese Teilchen interessant:

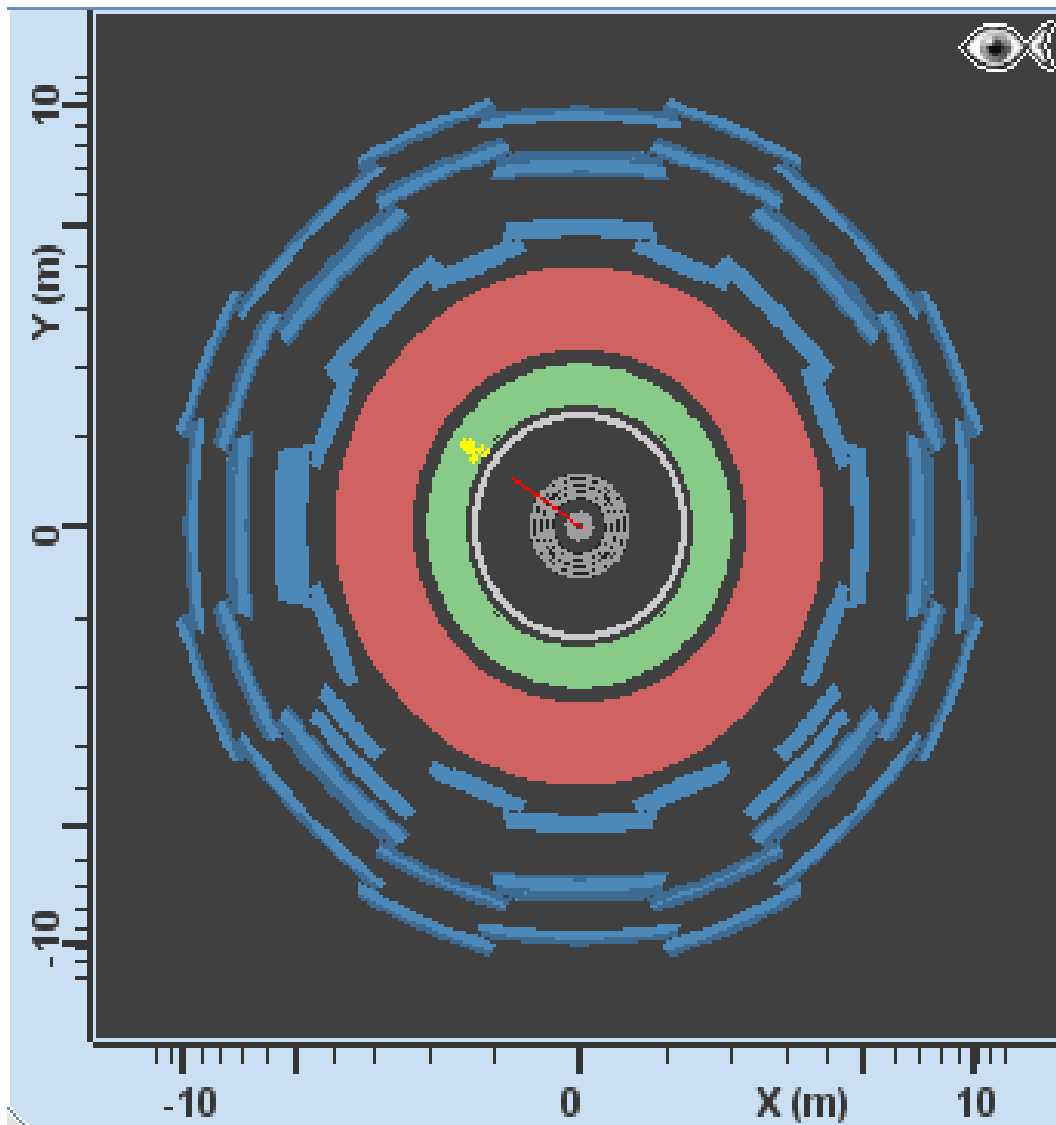
- Elektronen und Positronen
- Myonen und Antimyonen
- Neutrinos

Außerdem treten auf:

- Quarks
- Gluonen

Nachweis der Zerfallsprodukte im Detektor

Elektronen und Positronen im Teilchendetektor:

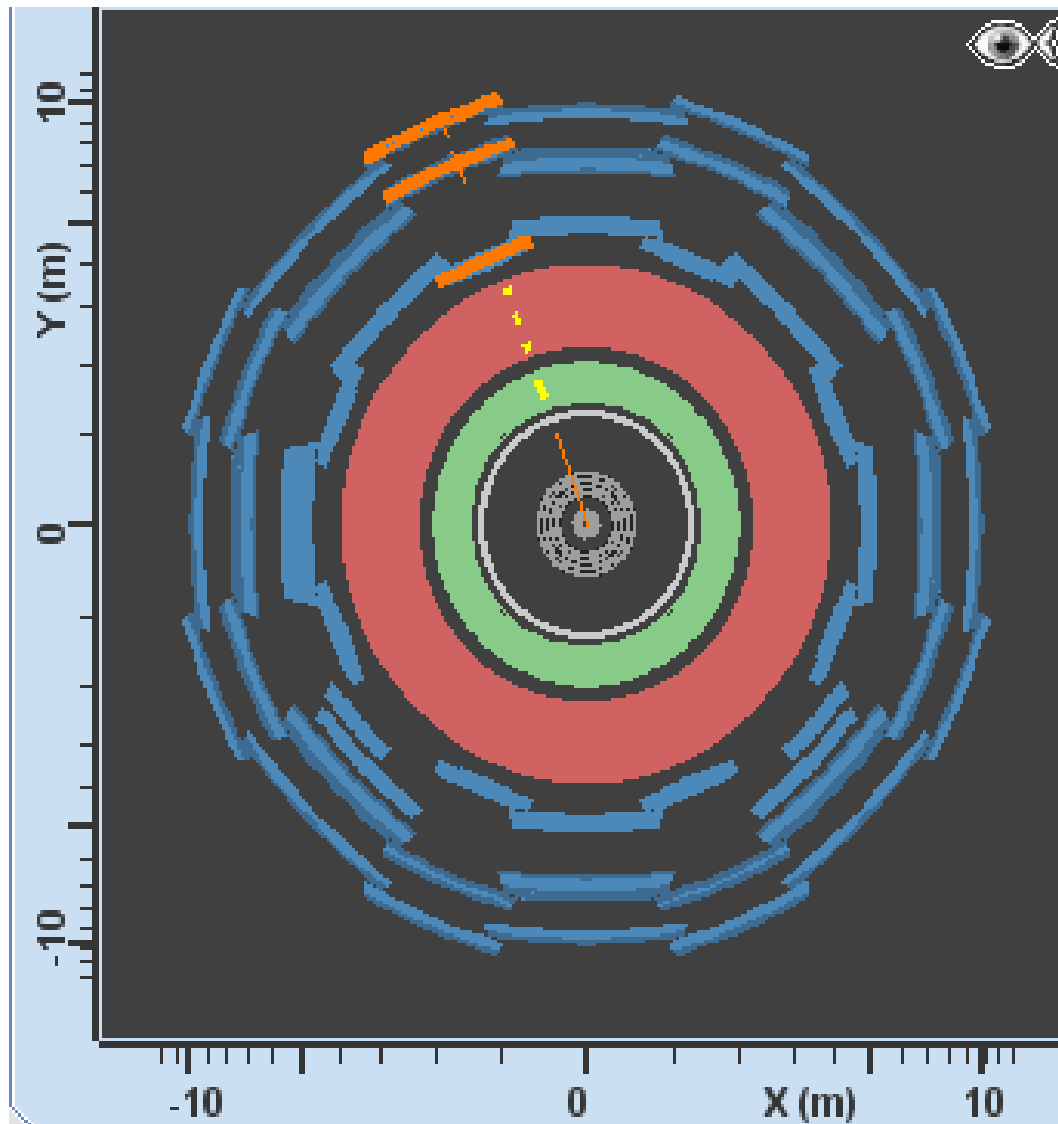


Elektronen sind geladen
→ Spur im Spurdetektor

Elektronen sind leicht
→ Einträge im elektromagnetischen
Kalorimeter (grün)
→ keine Einträge im hadronischen
Kalorimeter

Nachweis der Zerfallsprodukte im Detektor

Myonen und Antimyonen im Teilchendetektor:

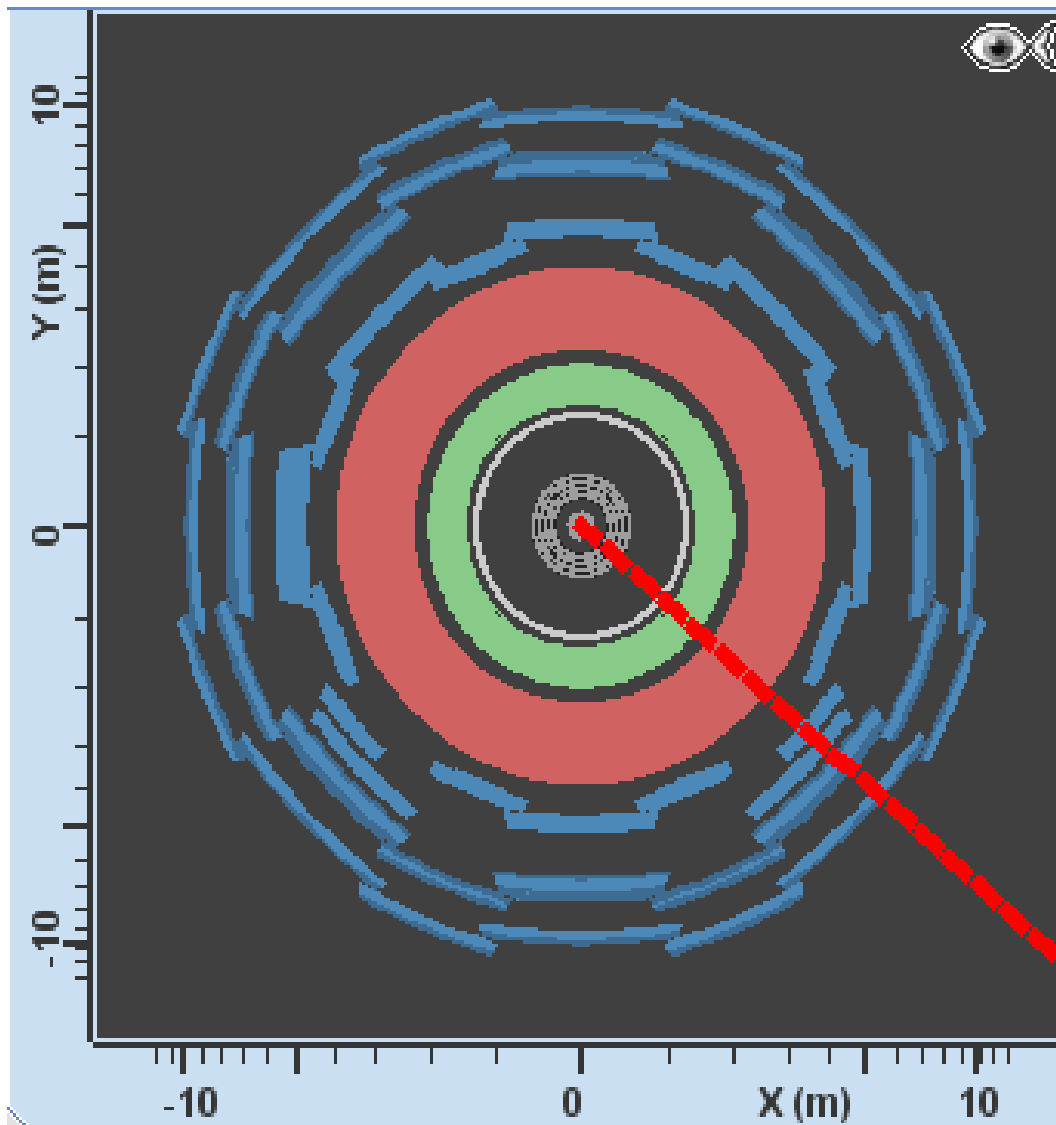


Myonen sind geladen
→ Spur im Spurdetektor

Myonen sind schwer
→ wenige Einträge im
elektromagnetischen Kalorimeter
→ wenige Einträge im hadronischen
Kalorimeter
→ Spur im Myonspektrometer (blau)

Nachweis der Zerfallsprodukte im Detektor

Neutrinos im Teilchendetektor:

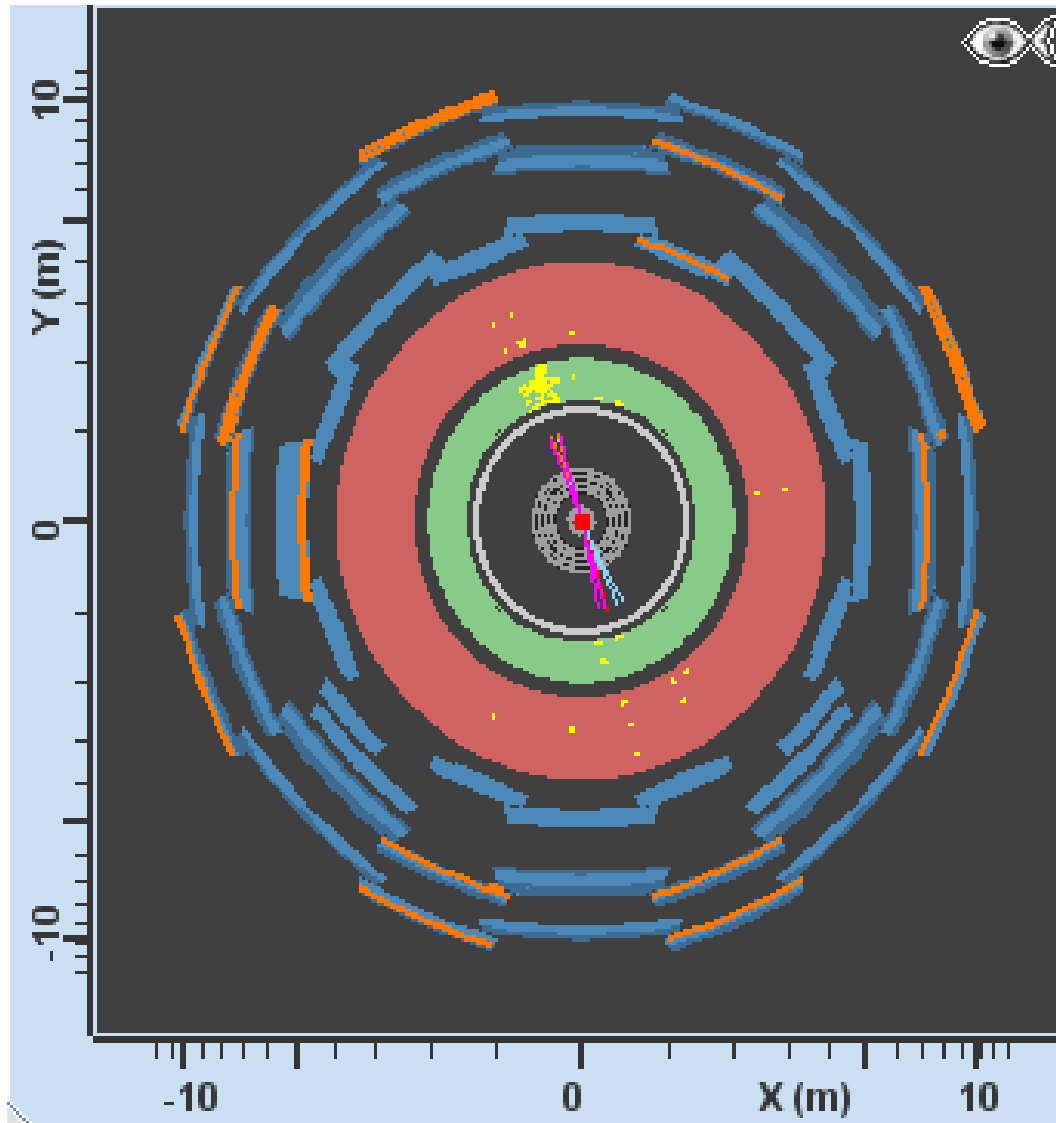


Neutrinos hinterlassen keine direkten Detektorsignaturen!

Indirekter Nachweis über Energie- und Impulserhaltung möglich.

Nachweis der Zerfallsprodukte im Detektor

Quarks und Gluonen im Teilchendetektor:



Quarks und Gluonen nehmen an der Starken Wechselwirkung teil
→ treten nicht isoliert auf
→ erzeugen Teilchenschauer („Jet“)

Bündel geladener Teilchen (Hadronen)
→ Spurbündel im inneren Detektor
→ Einträge im elektromagnetischen und hadronischen Kalorimeter

Soweit zur Einführung und Wiederholung

Jetzt: Das Programm Minerva