

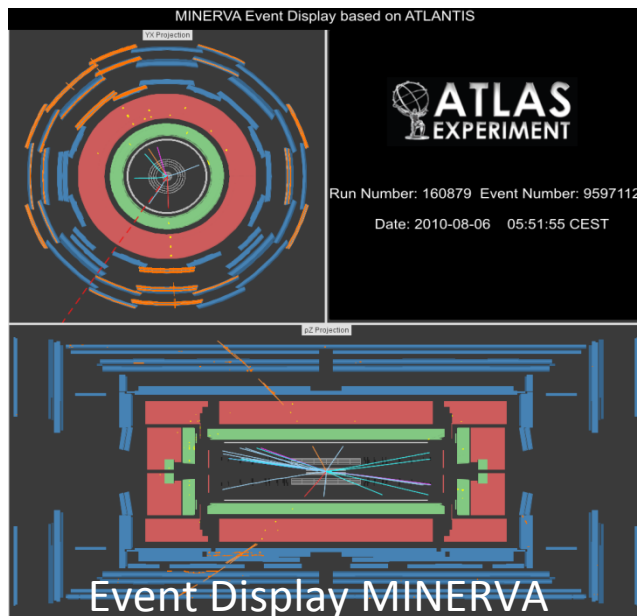
# Analyse echter ATLAS-Daten

17. November 2011 in Genève, ATP Workshop, Konrad Jende



# Analyse echter ATLAS-Daten

21. April 2011 in Genève, GTP, Konrad Jende



STARTSEITE

W-PFAD

Z-PFAD

## LHC@InternationalMasterclasses

Komm mit auf eine Reise zu den kleinsten Bausteinen der Materie! Erfahre, was 100 Meter unter dem Erdboden am Europäischen Kernforschungszentrum CERN geschieht. Dort werden am 27 Kilometer langen Large Hadron Collider die Experimente ALICE, ATLAS, CMS und LHCb betrieben. Das folgende kurze Video gibt einen kleinen Eindruck vom Start einer faszinierenden Reise auf der Suche nach dem Ursprung der Masse, nach Dunkler Materie und nach neuen Phänomenen wie Supersymmetrie oder zusätzliche Raumdimensionen.



## Links



CURRENT EVENTS

DOCUMENTATION + FAQ



# Inhalt

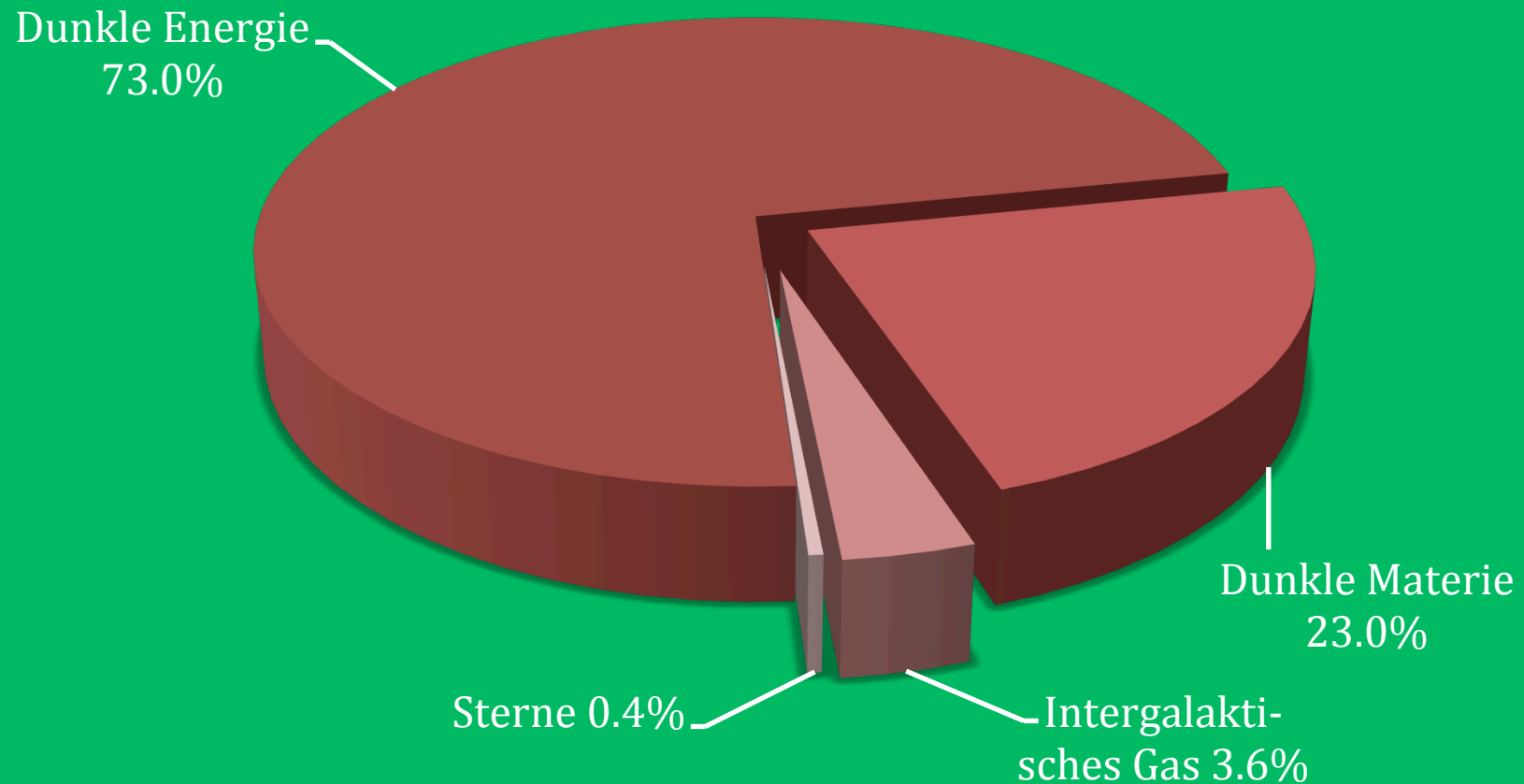
1. Forschungsziele
2. ATLAS-Detektor und Event Display
3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik
4. Teilchenkollisionen
5. Datenanalyse

# Inhalt

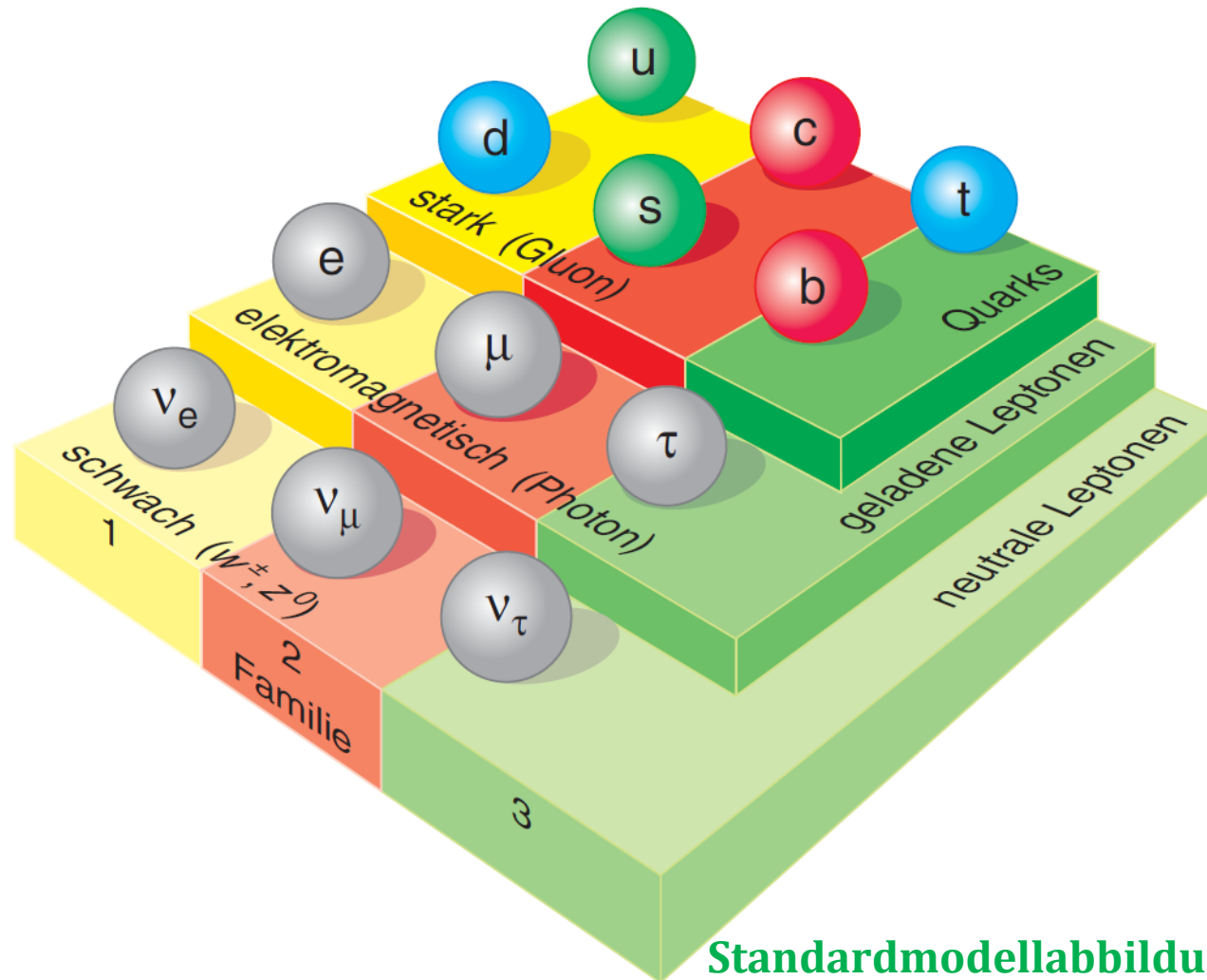
1. Forschungsziele
2. ATLAS-Detektor und Event Display
3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik
4. Teilchenkollisionen
5. Datenanalyse

# 1. Forschungsziele: Die Wahrheit vorab!

## Energieverteilung im Universum

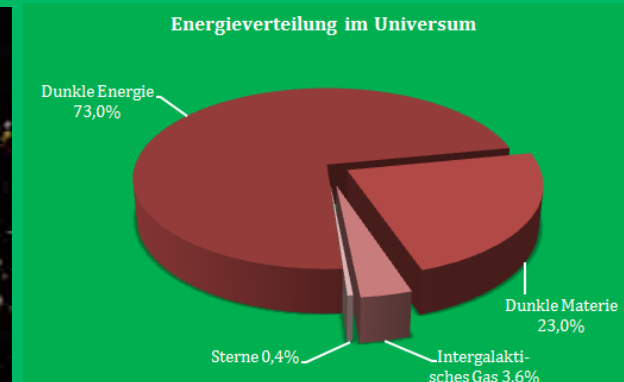


# 1. Forschungsziele: Die Teilchenphysik sucht



Standardmodellabbildung aus [1] S. 9

# 1. Forschungsziele: Die Teilchenphysik sucht

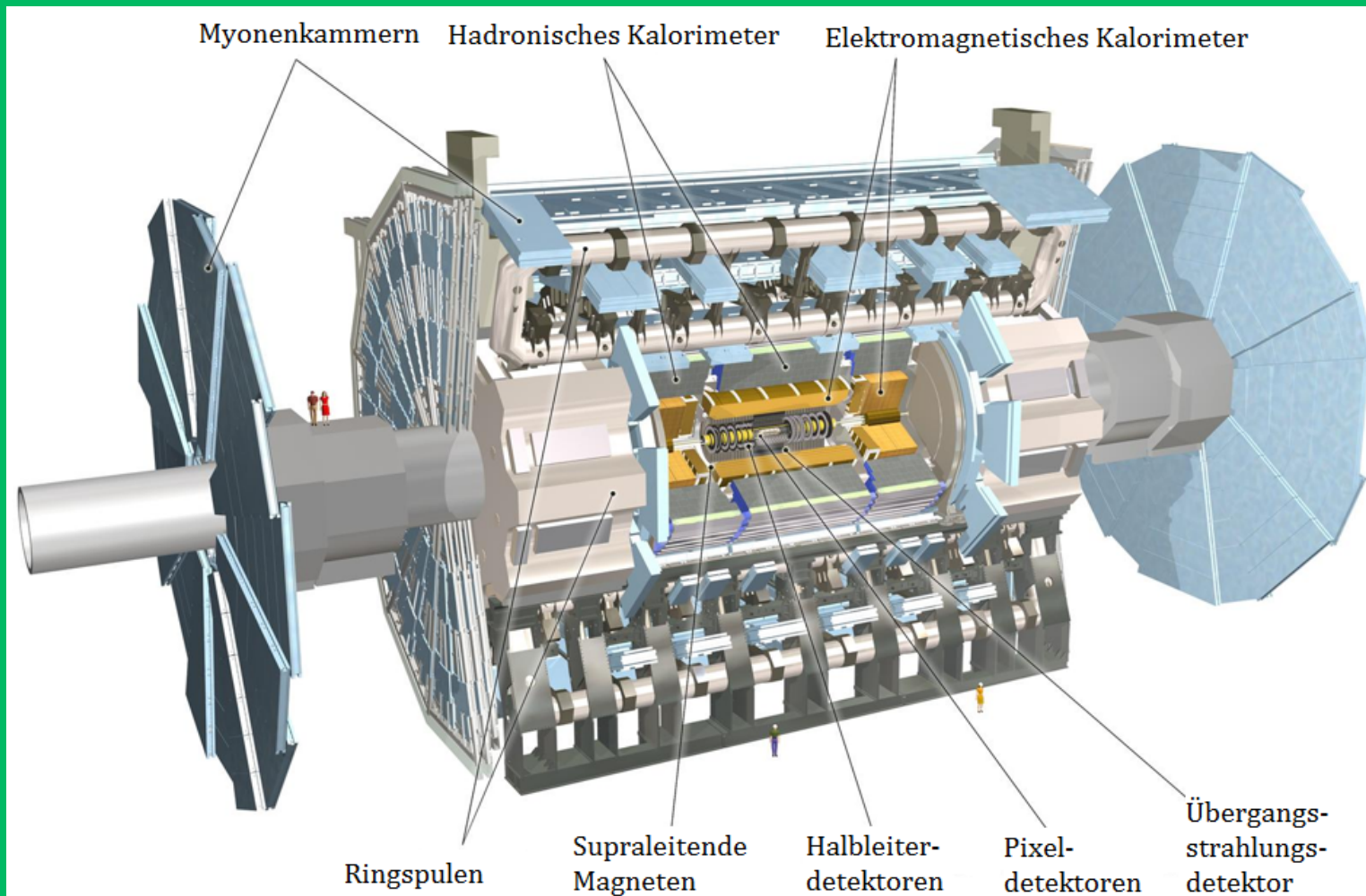


# Inhalt

1. Forschungsziele
2. ATLAS-Detektor und Event Display
3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik
4. Teilchenkollisionen
5. Datenanalyse



## 2. ATLAS-Detektor und Event Display



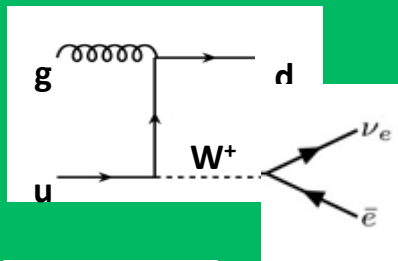
## 2. ATLAS Event Display

<http://pdgusers.lbl.gov/~pequenaocamelia/>

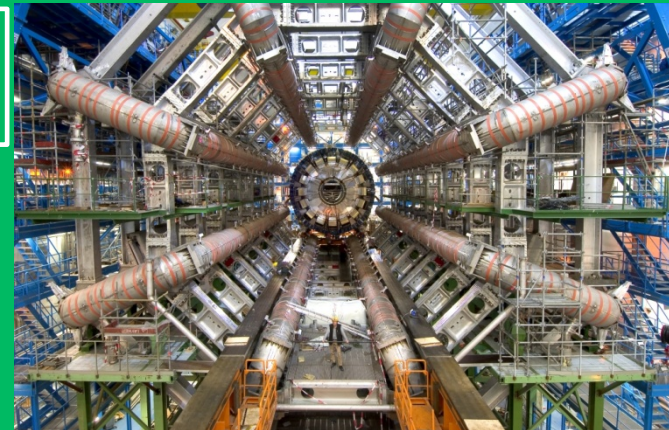
# 2. ATLAS-Detektor und Event Display

Das Prinzip am Beispiel eines W Bosons

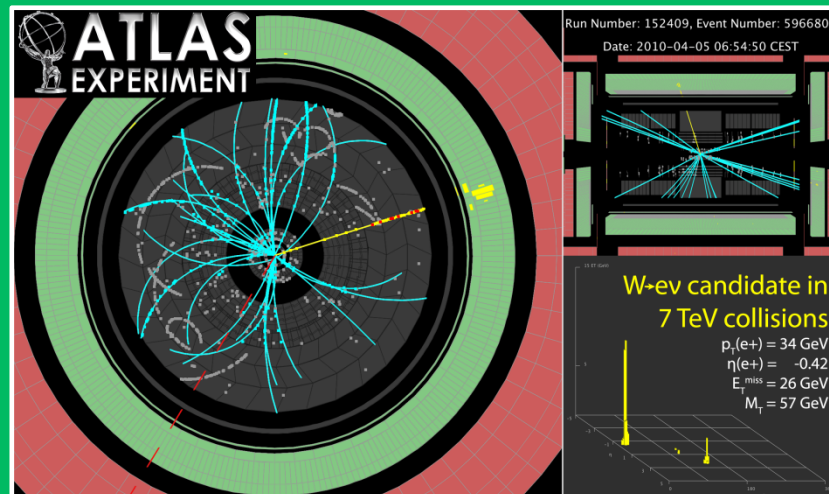
Theorie



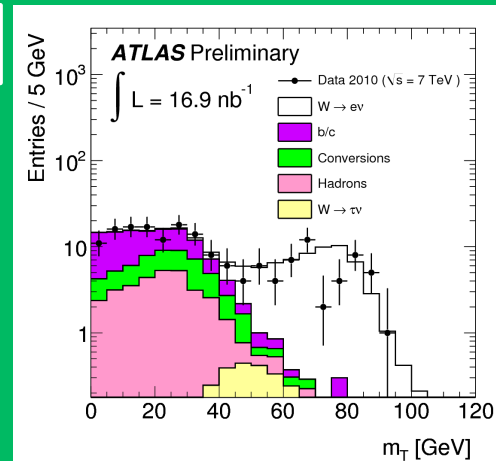
Realer Detektor  
ATLAS in Genf



Ereignis



Statistik



# 2. ATLAS-Detektor und Event Display

The image displays the ATLAS GUI interface, divided into two main windows: Atlantis Canvas and Atlantis GUI.

**Atlantis Canvas (Left Panel):**

- Top Left:** A 2D event display in the X-Y plane. The detector is shown as concentric rings. A red dashed line indicates the direction of the event. The text above reads: "ATLAS 2010-08-06 11:42:30 CEST source:0068\_JiveXML\_160879\_33910758 lumiBlock:345 Atlantis".
- Top Right:** A 3D event display showing the detector geometry and the event tracks. The text above reads: "50 ET (GeV)". A legend indicates: "Missing ET= 13 GeV", "Constant (1-1)", "Height of tallest tower: User selection: 50 GeV", and "Trigger Decision: L1:passed L2:passed EF:passed".
- Bottom:** A 2D event display in the Z-p plane. The detector is shown as a rectangular structure. The text above reads: "p (m)" and "Z (m)".

**Atlantis GUI (Right Panel):**

- Top:** File menu, Preferences, Lists, and navigation buttons. The file path is "A:\Arbeit\Masterclasses\Eventauswahl\MC Data Sample\MC Data sample 1\B.zip".
- Projection:** Data, Cuts, InDet, Calo, MuonDet, Objects, Geometry.
- Data Table:**

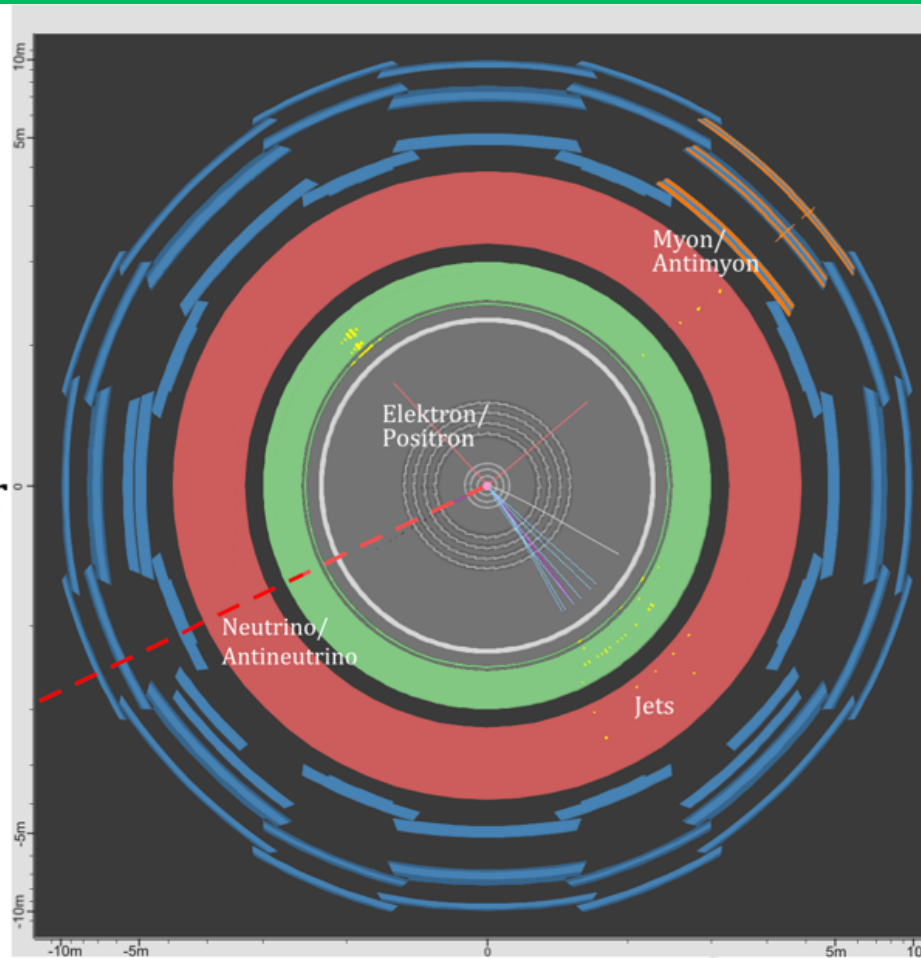
Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/> Status	
<input checked="" type="checkbox"/> InDet	
<input checked="" type="checkbox"/> Calo	
<input checked="" type="checkbox"/> MuonDet	
<input checked="" type="checkbox"/> Objects	
<input type="checkbox"/> Jet Collections	
<input checked="" type="checkbox"/> ETMis Collections	

**Event List (Bottom):**

- 0064\_JiveXML\_160801\_22615409.xml (1608010022615409)
- 0065\_JiveXML\_161379\_35877721.xml (1613790035877721)
- 0066\_JiveXML\_161379\_49036944.xml (1613790049036944)
- 0067\_JiveXML\_160613\_32144623.xml (1606130032144623)
- 0068\_JiveXML\_160879\_33910758.xml (1608790033910758)

## 2. ATLAS-Detektor und Event Display

- Strahlrohr
- Spurdetektor
- Solenoid-Magnet
- elektromagnetisches Kalorimeter
- hadronisches Kalorimeter
- Myon-Kammer



# Inhalt

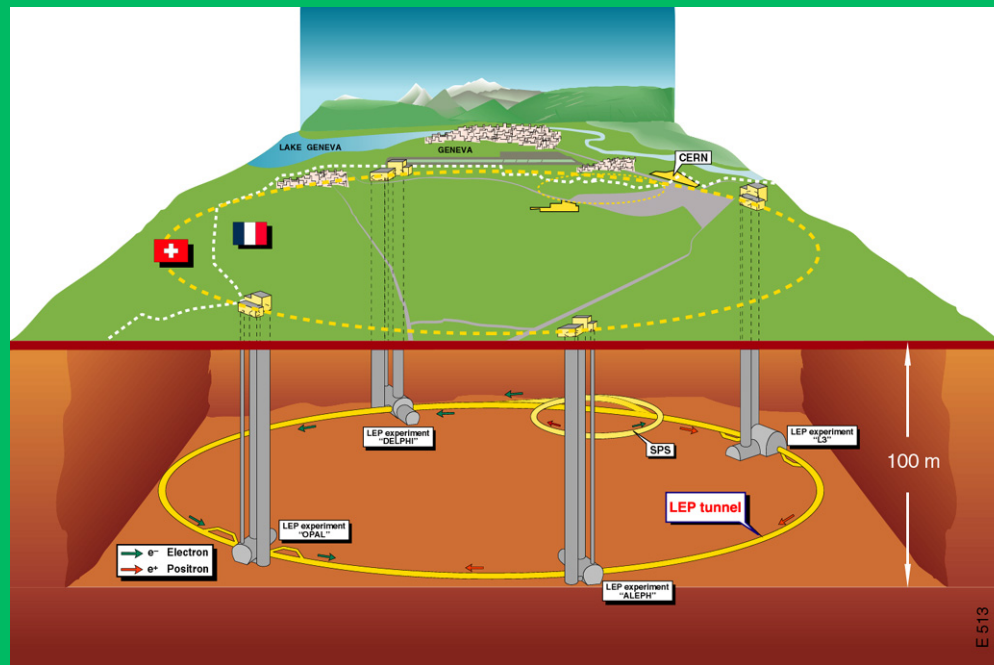
1. Forschungsziele
2. ATLAS-Detektor und Event Display
3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik
4. Teilchenkollisionen
5. Datenanalyse

# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik

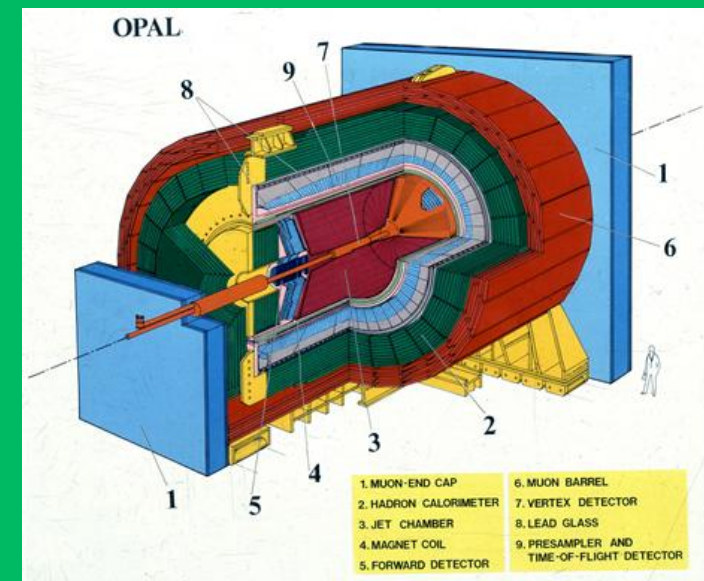
1. Energie- und Impulserhaltung
2. Wie messe ich Neutrinos?
3. Teilchenidentifikation



# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik



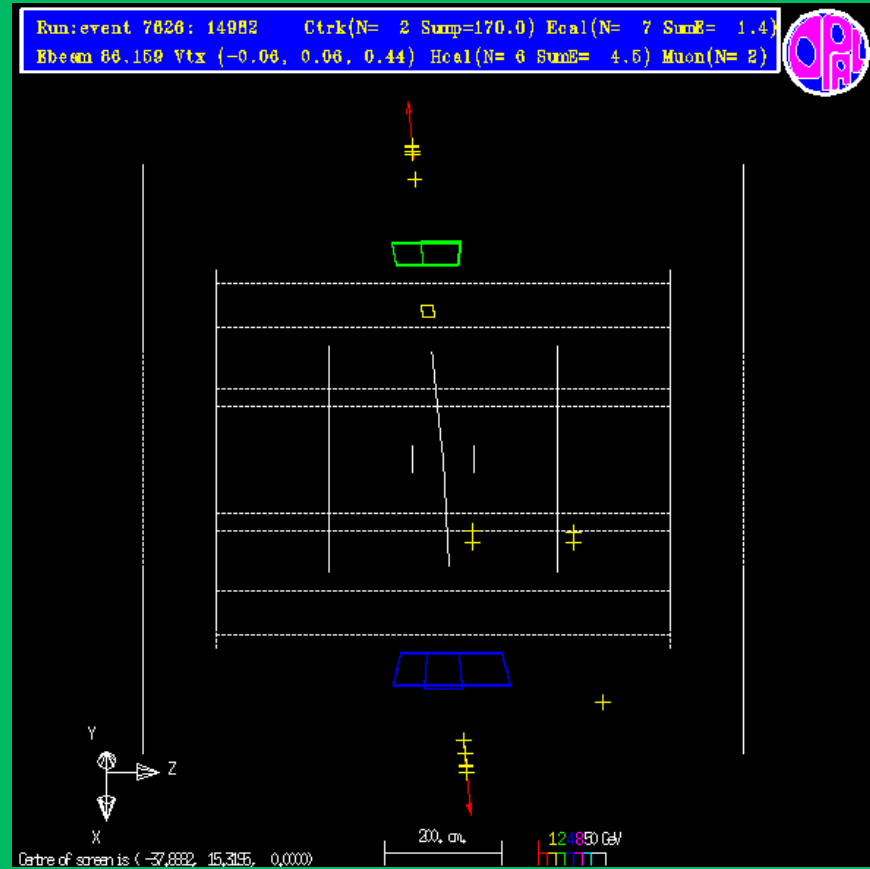
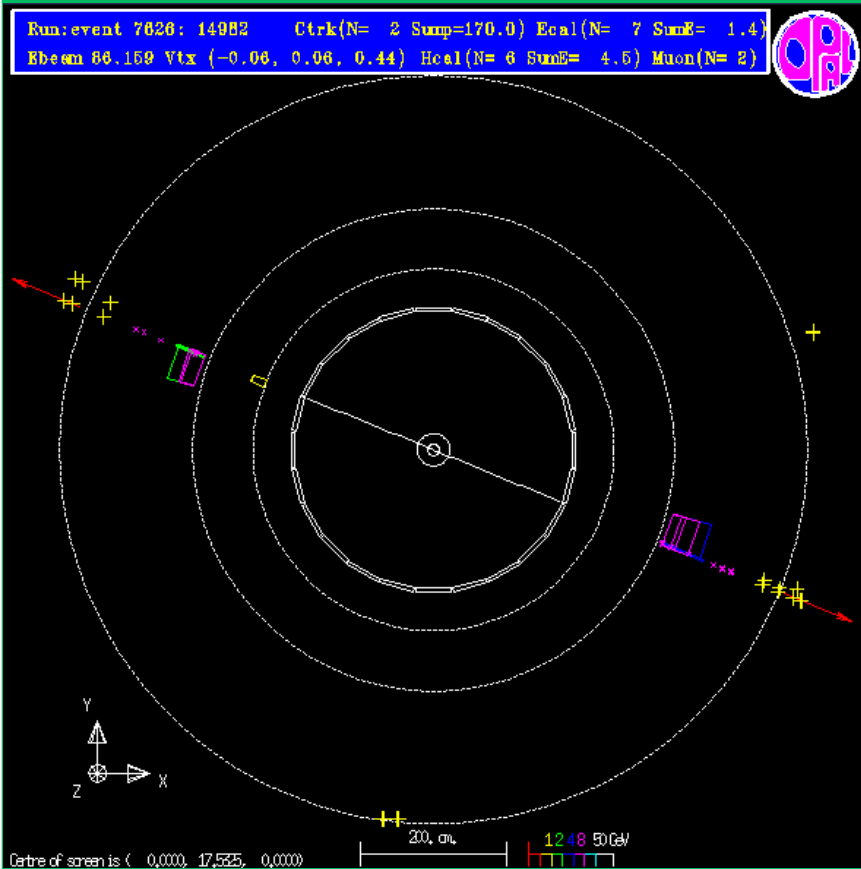
Large Electron Positron Collider (LEP):  
Präzisionsmessungen am Z-Teilchen



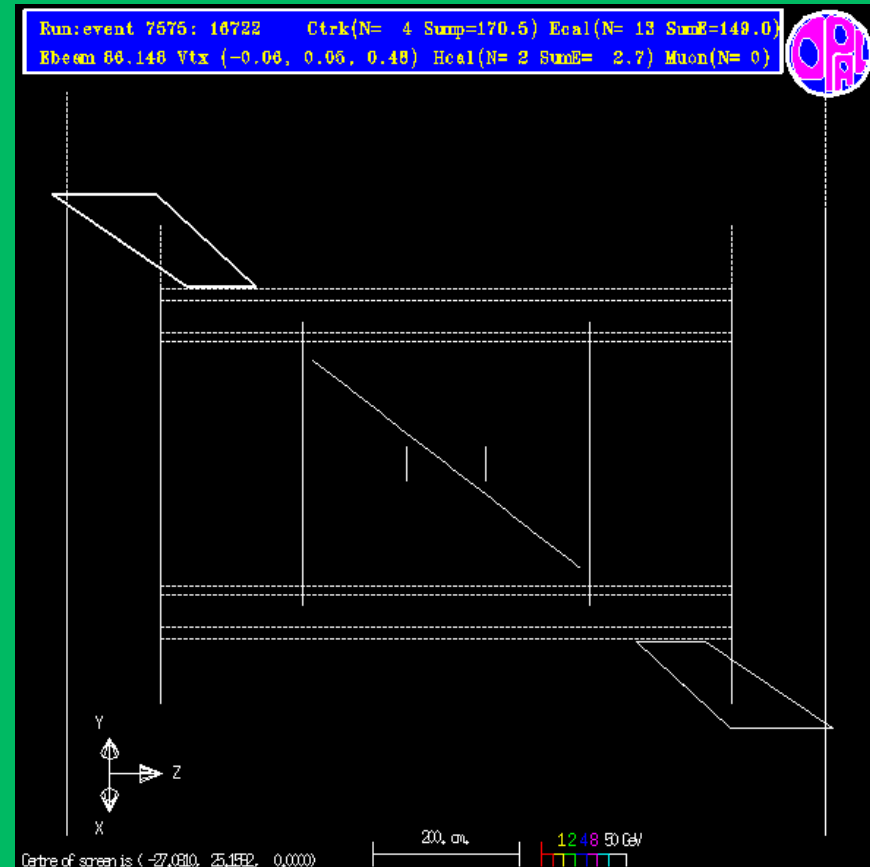
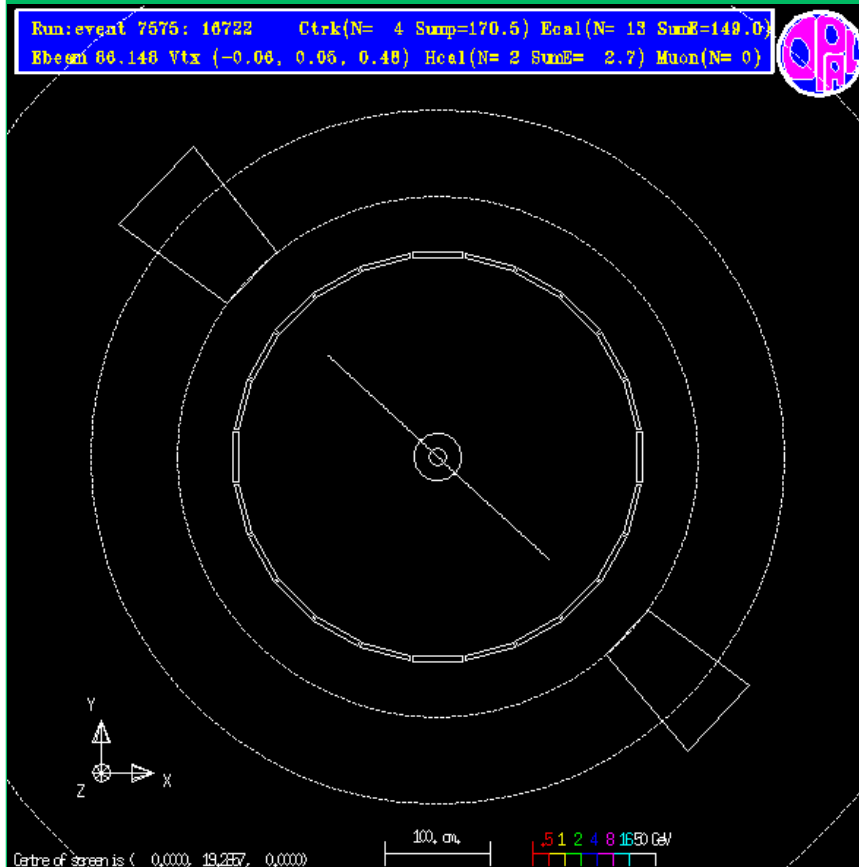
OPAL



# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik



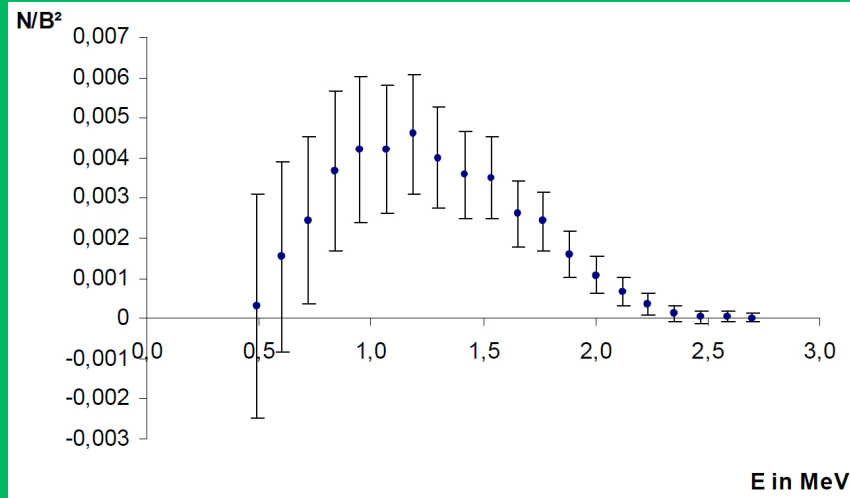
# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik



Das Ergebnis: Der Impuls bleibt bei diesem Zerfall erhalten!

# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik

## Das W-Boson und die Geschichte des Beta-Zerfalls:



*Mythenstr. 18*  
Abschrift/15.12.56

Offener Brief an die Gruppe der Radioaktiven bei der  
Gauvereins-Tagung zu Tübingen.

Abschrift  
Physikalisches Institut  
der Eidg. Technischen Hochschule  
Zürich

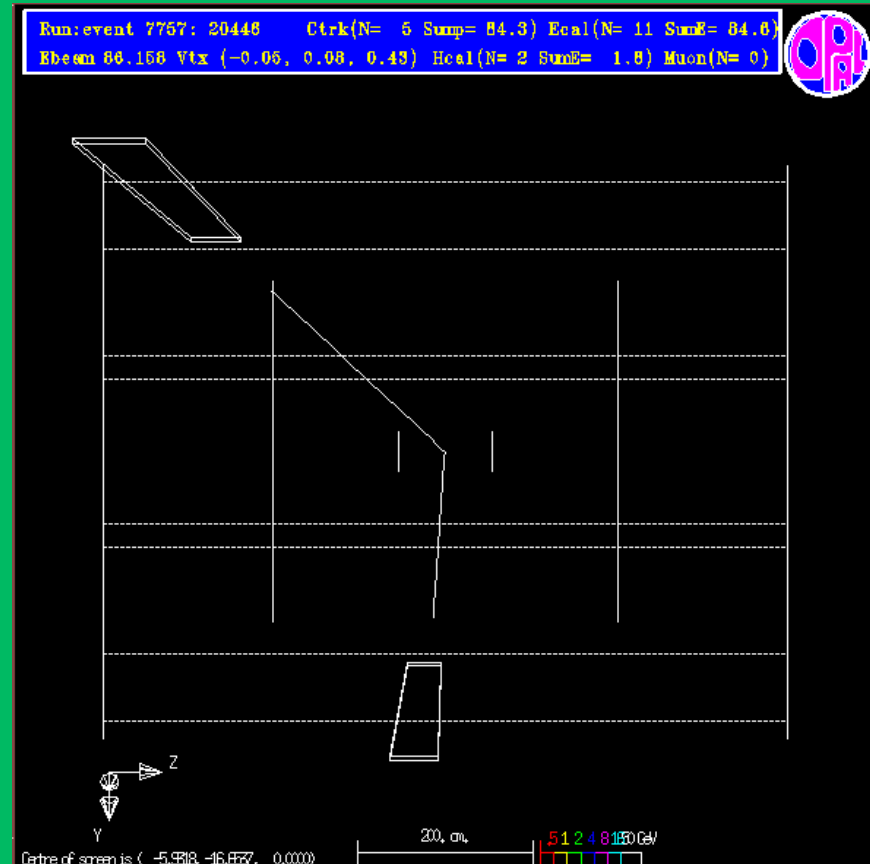
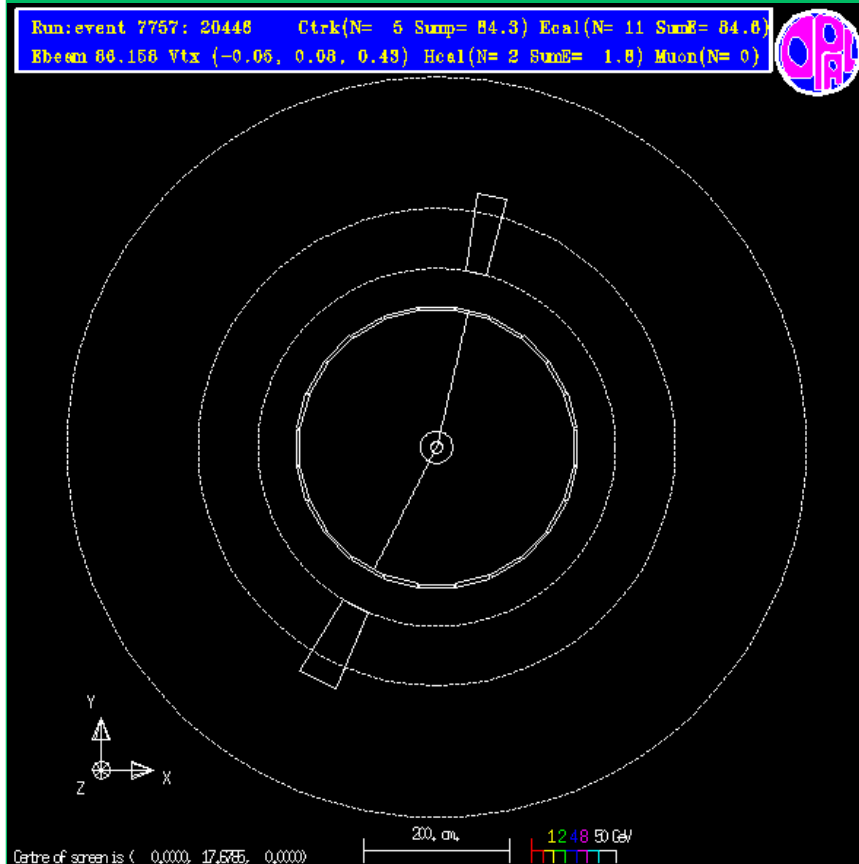
Zürich, 4. Des. 1930  
Uraniastrasse

Liebe Radioaktive Damen und Herren,

Wie der Ueberbringer dieser Zeilen, den ich baldvollaft  
anzuhören bitte, Ihnen das näherem auseinandersetzen wird, bin ich  
angesichts der "falschen" Statistik der N- und Li-6 Kerne, sowie  
des kontinuierlichen beta-Spektrums auf einen verzweifelten Ausweg  
verfallen: um den "Wechselgats" (1) der Statistik und den Energienatz  
zu retten. Nämlich die Möglichkeit, es könnten elektrisch neutrale  
Teilchen, die ich Neutronen nennen will, in den Kernen existieren,  
welche den Spin 1/2 haben und das Ausschliessungsprinzip befolgen und  
sich von Lichtquanten ausserdem noch dadurch unterscheiden, dass sie  
nicht mit Lichtgeschwindigkeit laufen. Die Masse der Neutronen  
dürfte von derselben Grössenordnung wie die Elektronenmasse sein und  
jedenfalls nicht grösser als 0,01 Protonenmasse. Das kontinuierliche  
beta-Spektrum wäre dann verständlich unter der Annahme, dass beim  
beta-Zerfall mit dem Elektron jeweils noch ein Neutron emittiert  
wird, derart, dass die Summe der Energien von Neutron und Elektron  
konstant ist.

1896 – 1899 – 1903 – 1909 – 1911 – 1930 – 1956 – 1962

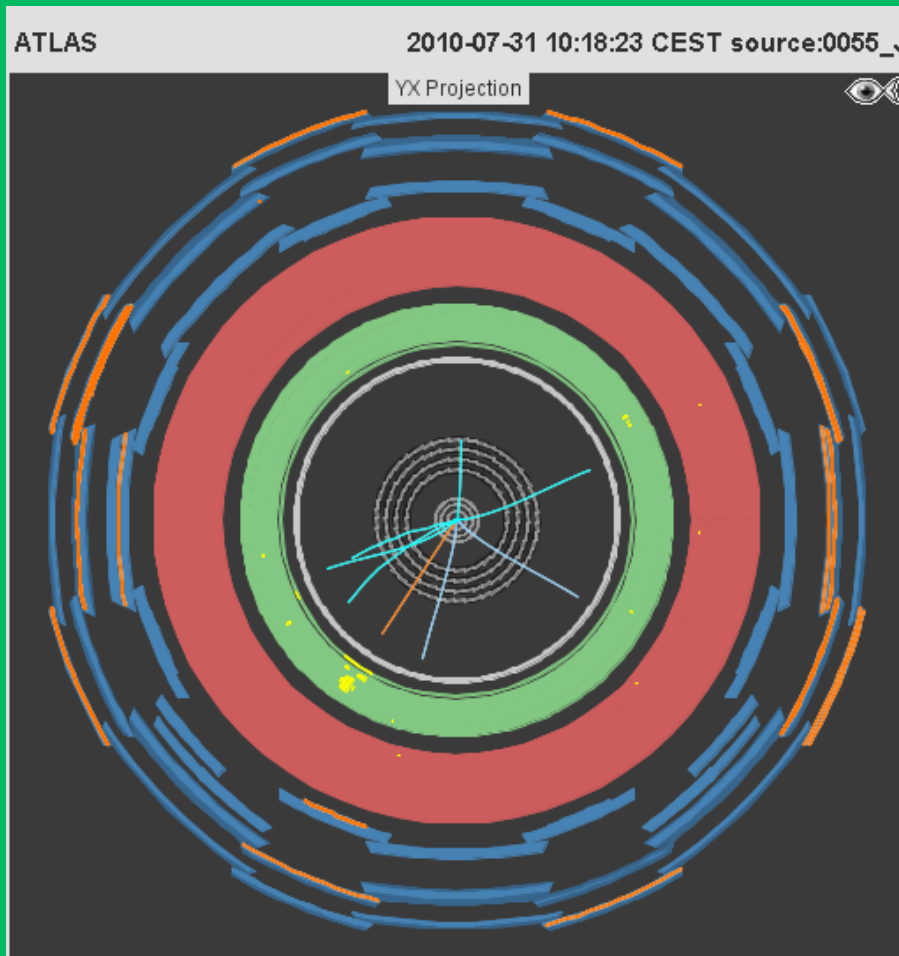
# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik



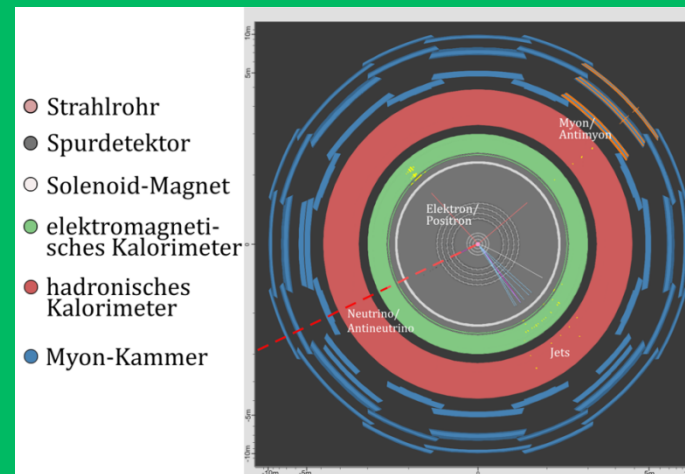
# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik

1. Energie- und Impulserhaltung
2. **Wie messe ich Neutrinos?**
3. Teilchenidentifikation

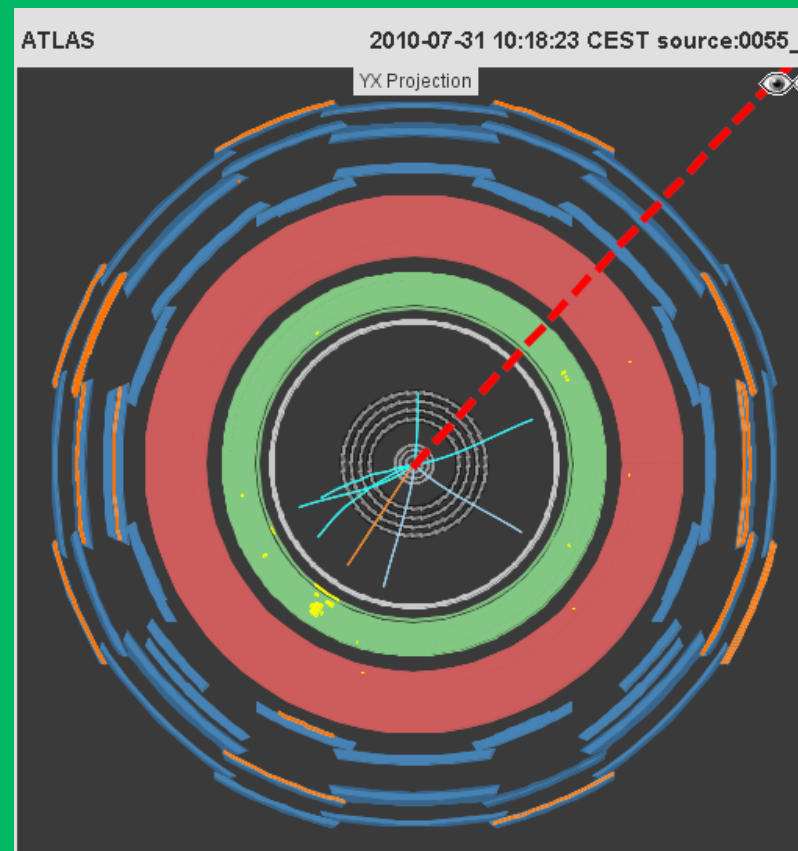
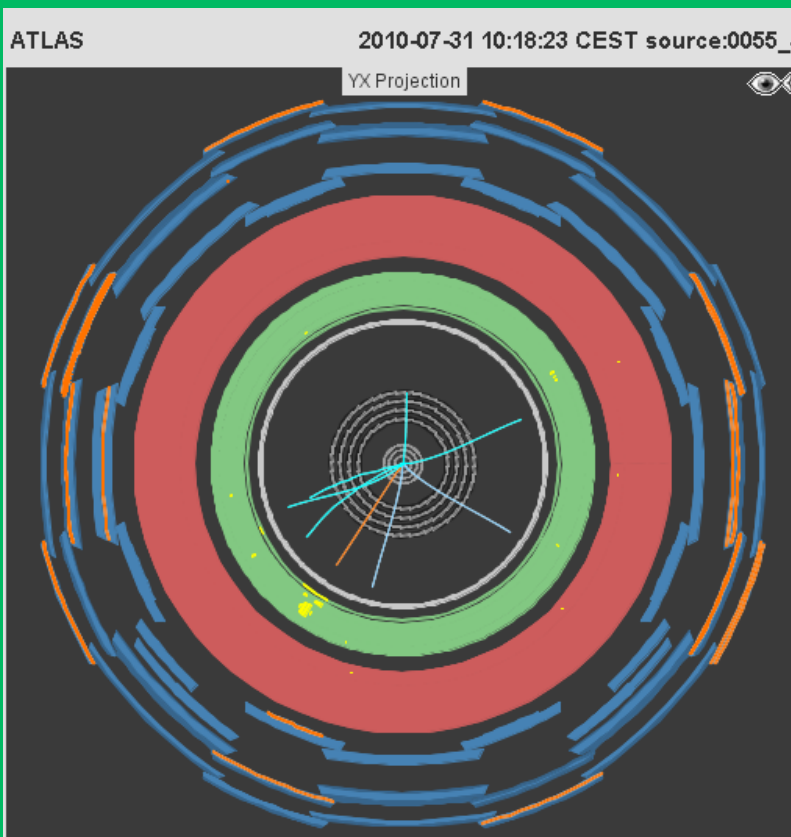
# 3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik



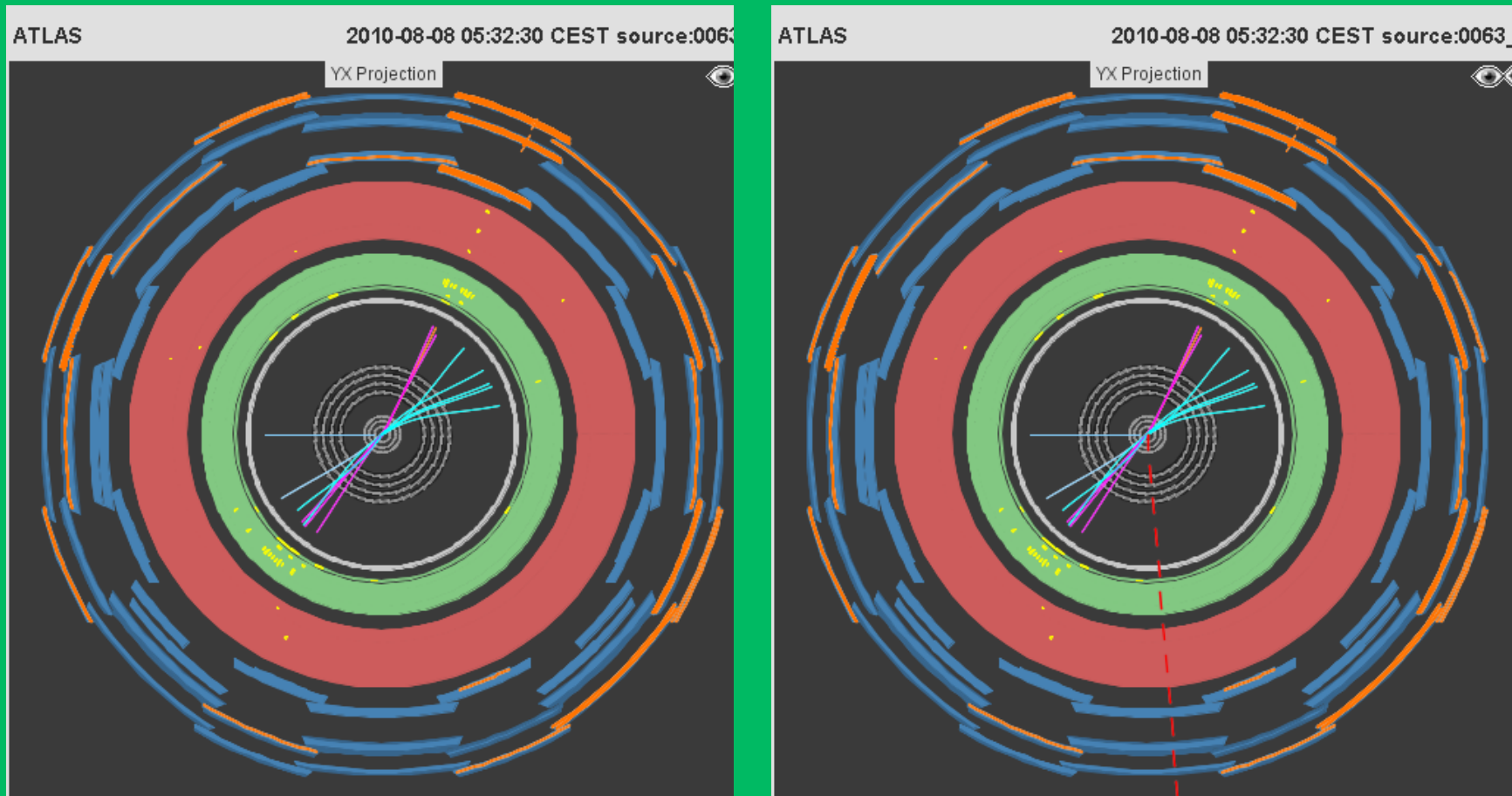
Was fällt Dir bei den Energieeinträgen in diesem Ereignis auf?  
(linke Abb.: echte Proton-Proton-Kollision gesehen mit dem ATLAS-Detektor am 31.07.2010)



## 2. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik

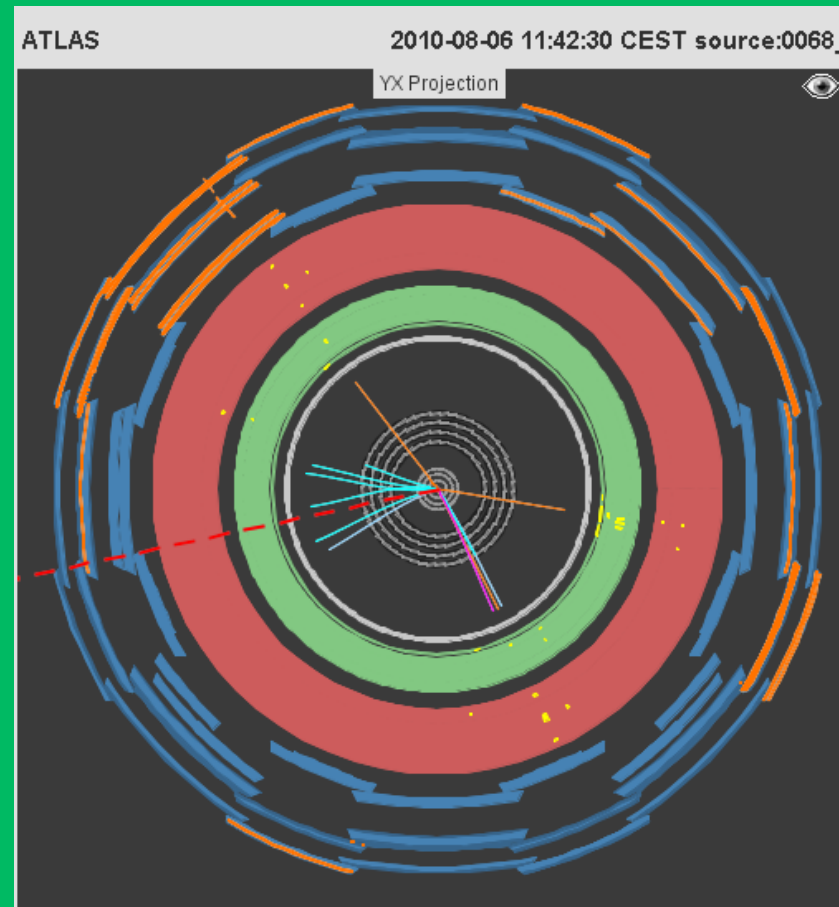
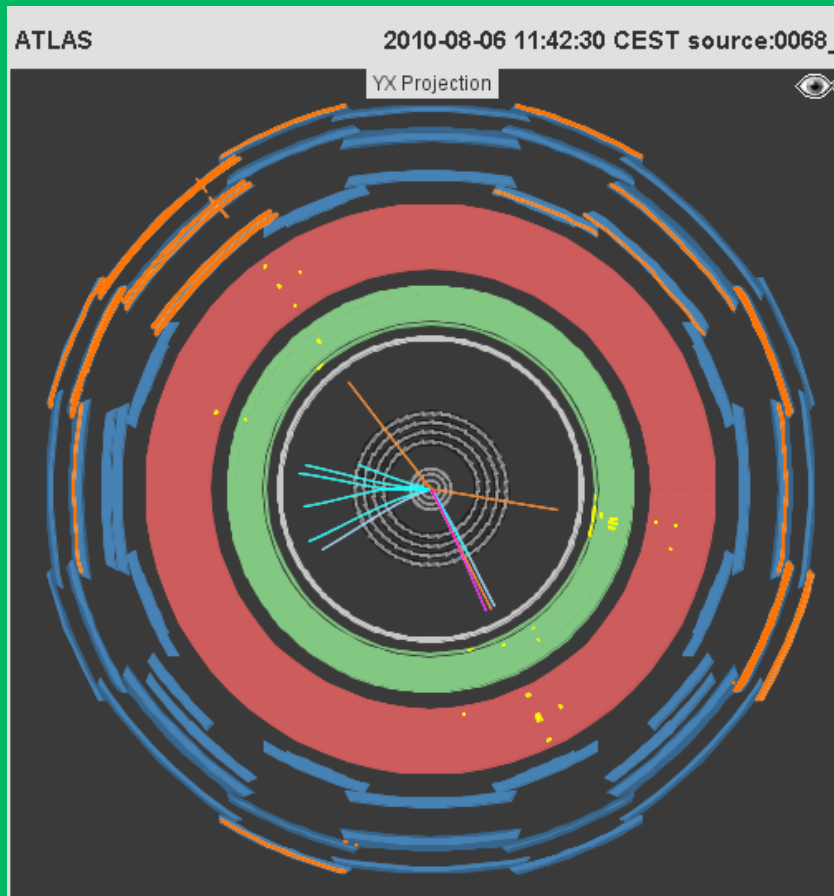


## 2. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik

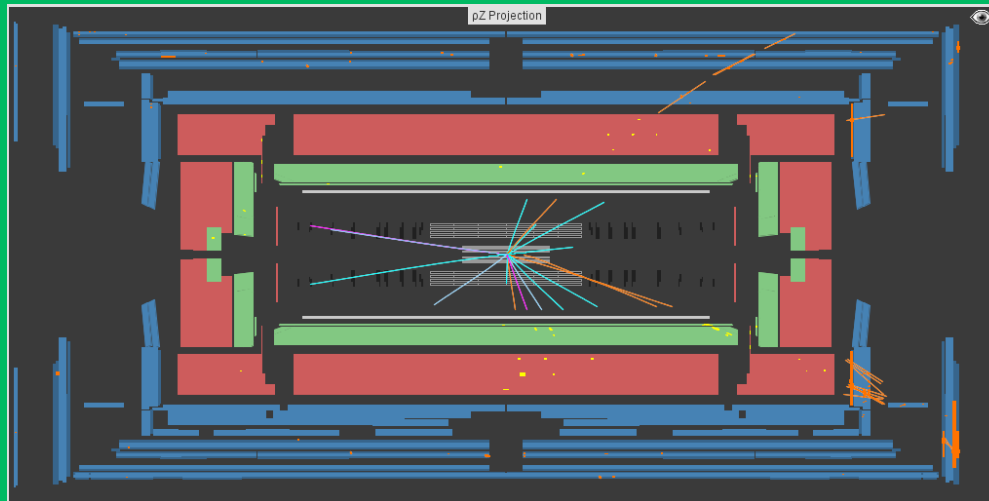




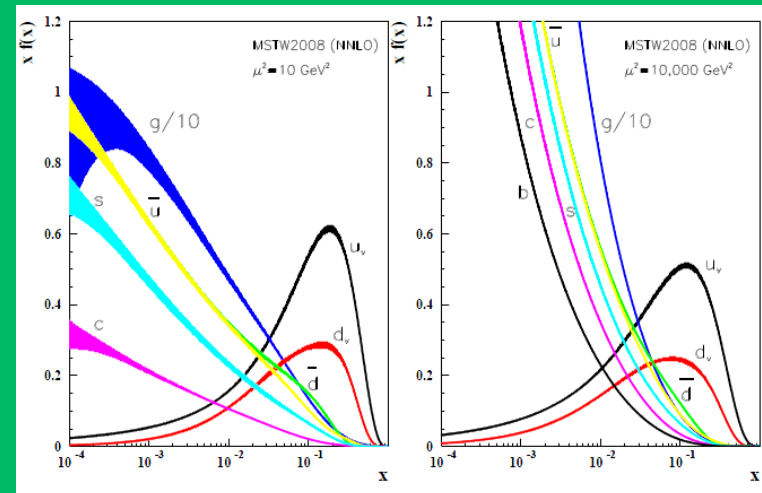
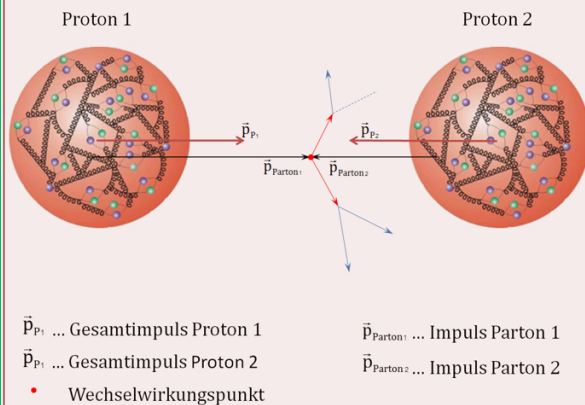
## 2. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik



# 2. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik



Wechselwirkung von Teilen der beiden kollidierenden Protonen – den sog. Partonen (Quarks, Gluonen)



## 2. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik

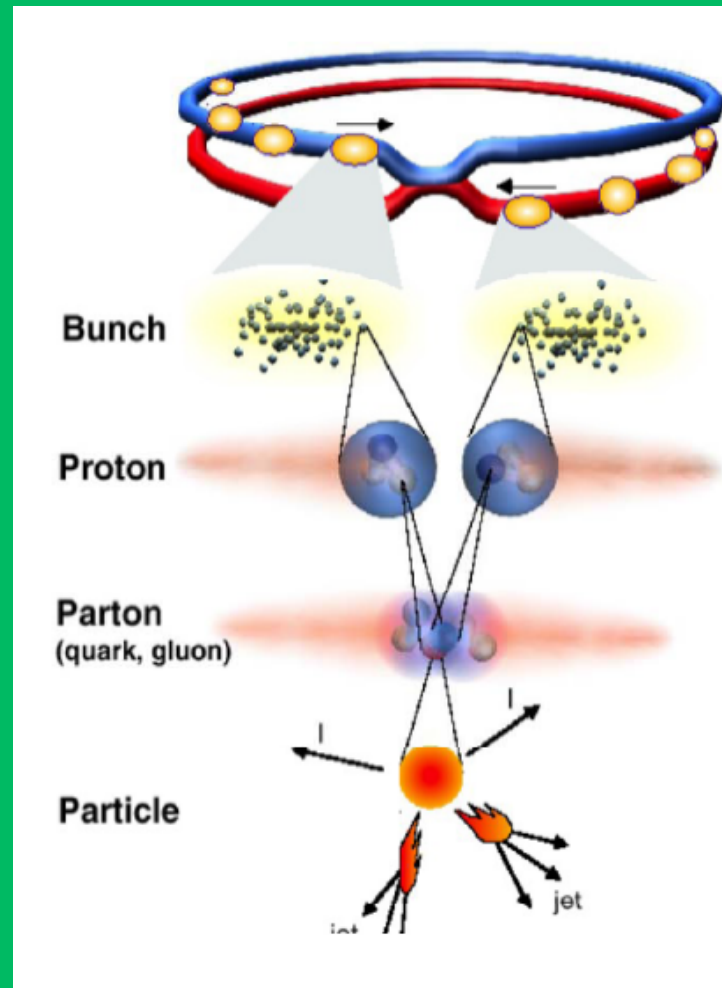
Merke:

1. Der ATLAS-Detektor kann keine Neutrinos nachweisen.
2. Neutrinos werden durch den fehlenden transversalen Impuls (fehlende transversale Energie genannt) in einem Ereignis nachgewiesen.
3. Dies geschieht erst in der Rekonstruktion.
4. Im Event Display wird die Richtung des fehlenden transversalen Impulses durch eine gestrichelte rote Linie angezeigt. Deren Breite sagt etwas über die Größe dieses Impulses aus.

# Inhalt

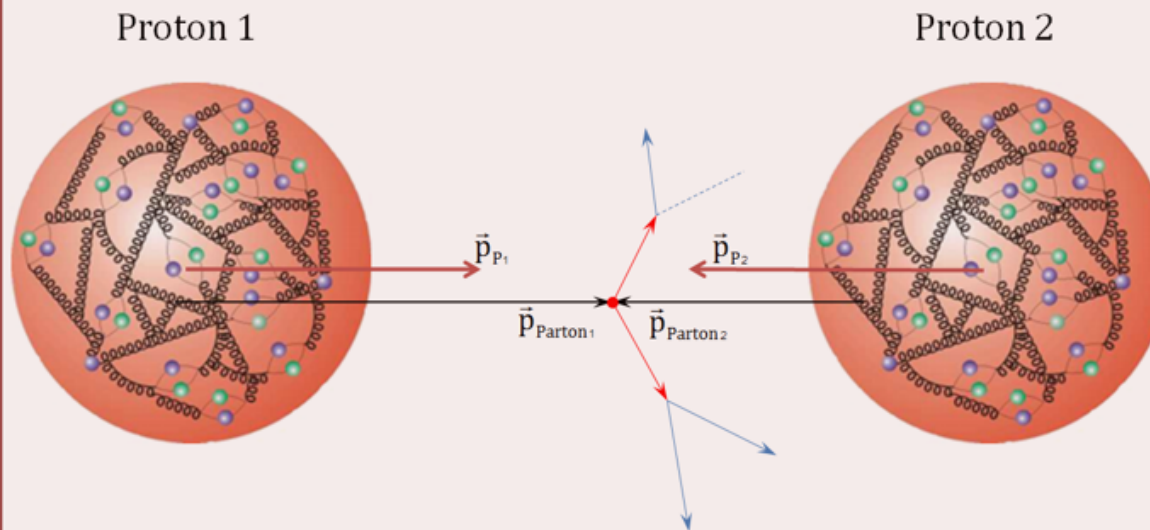
1. Forschungsziele
2. ATLAS-Detektor und Event Display
3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik
4. Teilchenkollisionen
5. Datenanalyse

# 4. Teilchenkollisionen



# 4. Teilchenkollosionen

Wechselwirkung von Teilen der beiden kollidierenden Protonen – den sog. Partonen (Quarks, Gluonen)



$\vec{p}_{P_1}$  ... Gesamtimpuls Proton 1

$\vec{p}_{P_2}$  ... Gesamtimpuls Proton 2

• Wechselwirkungspunkt

$\vec{p}_{\text{Parton}_1}$  ... Impuls Parton 1

$\vec{p}_{\text{Parton}_2}$  ... Impuls Parton 2

# Inhalt

1. Forschungsziele
2. ATLAS-Detektor und Event Display
3. Fundamentale Prinzipien der Teilchenphysik
4. Teilchenkollisionen
5. Datenanalyse

# 5. Datenanalyse

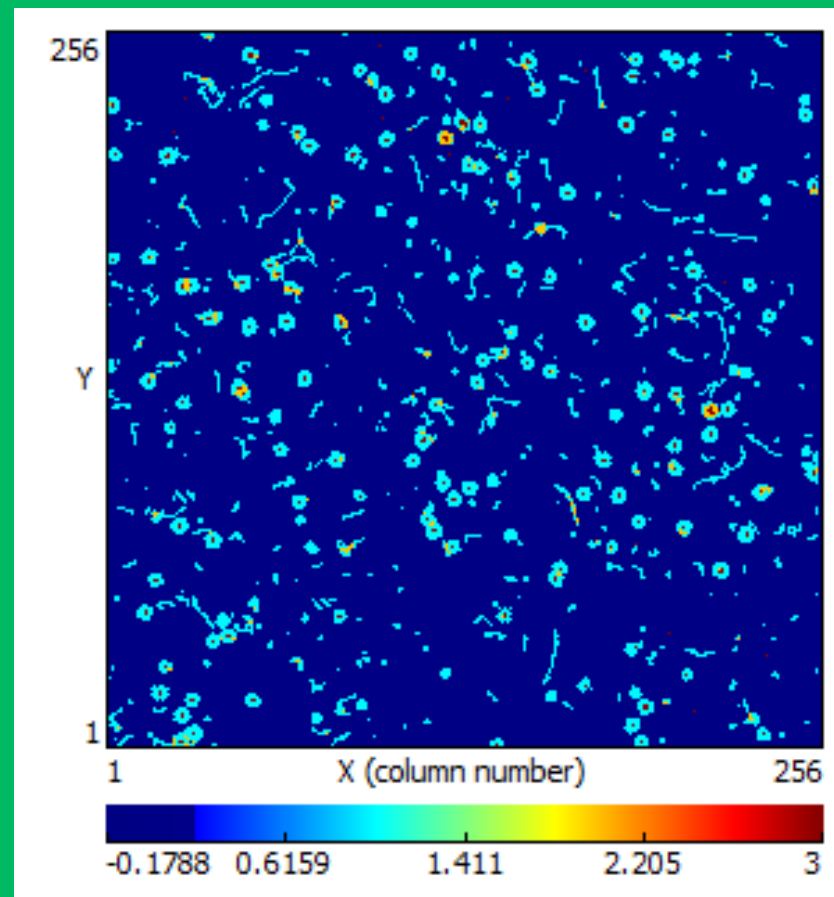
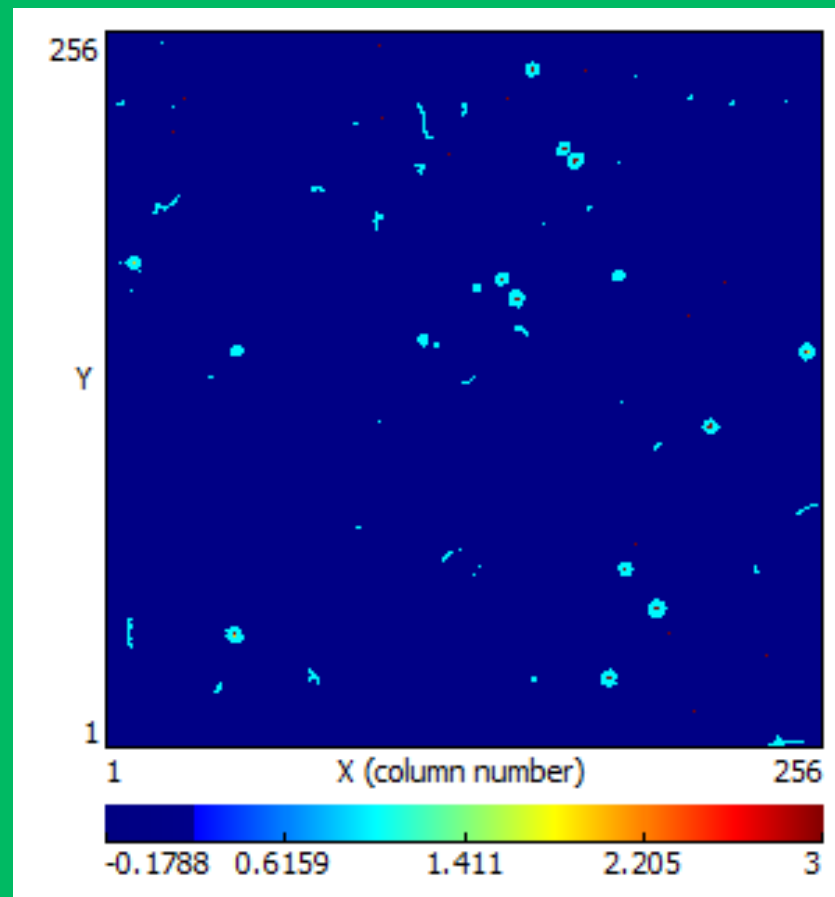
Hier lernst Du etwas über die ...

- Methoden der Datenanalyse in der Teilchenphysik
  - Zählexperimente
  - Signal vs. Background
- an ausgewählten Beispielen ...
  - des Pion-Zerfalls und
  - der Datenstichprobe unserer Messung



# 5. Datenanalyse

Zählexperimente: Wie viele von den kreisförmigen Signalen siehst Du?



29.07.2010; Konrad Jende; PM ground floor (left) & basement (right); vacuum cleaner method – RADON: MediPix: 100 acquisitions, 1s each

# 5. Datenanalyse

## Zählexperimente:

*Ein teilchenphysikalisches Zählexperiment ist eine Messung, die sich durch die Zuweisung von Auswahlkriterien, dem Zählen der sich in der Auswahl befindenden Ereignisse und dem Vergleich mit dem zu erwartenden Untergrund definiert.*

Ihr werdet gleich ein Zählexperiment mit einer ATLAS Datenstichprobe durchführen und dabei zählen, wie viele Ereignisse, bei denen W-Bosonen erzeugt wurden, in dieser Stichprobe enthalten sind.

# 5. Datenanalyse

Im Anschluss daran werden die Anzahlen meist in Grafiken veranschaulicht, um ihre Abhängigkeiten von bestimmten physikalischen Größen darzustellen:

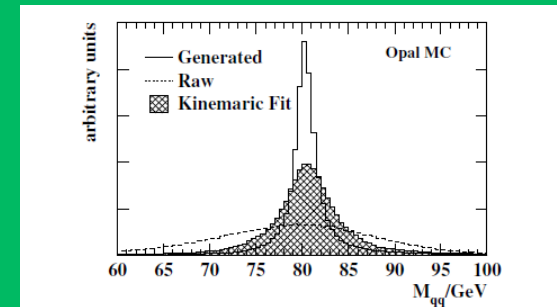
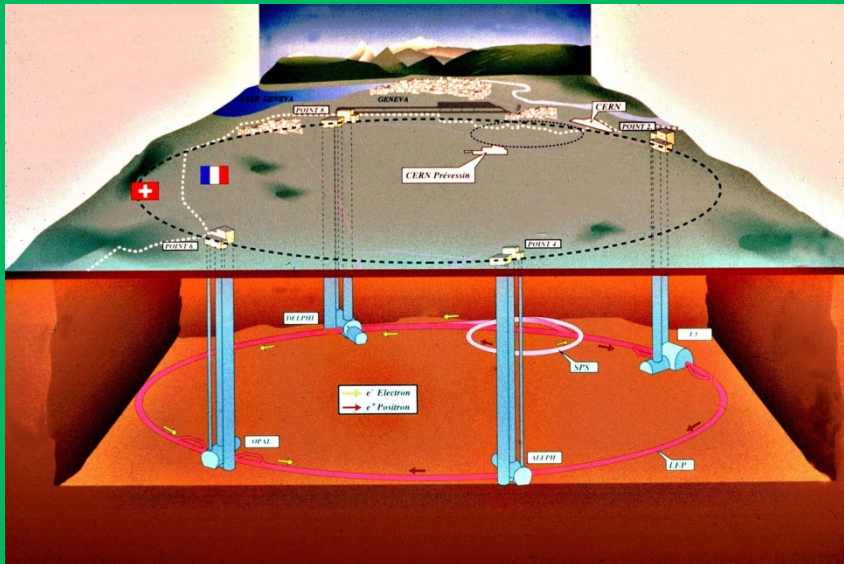
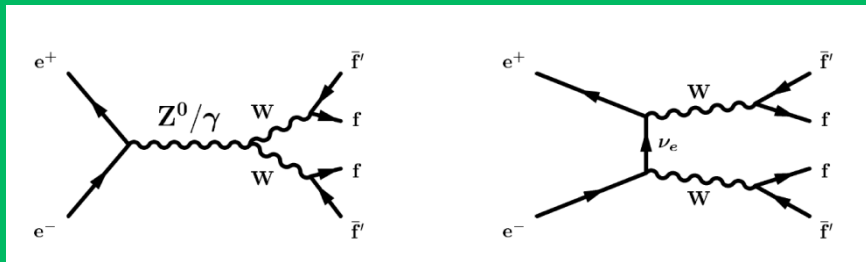
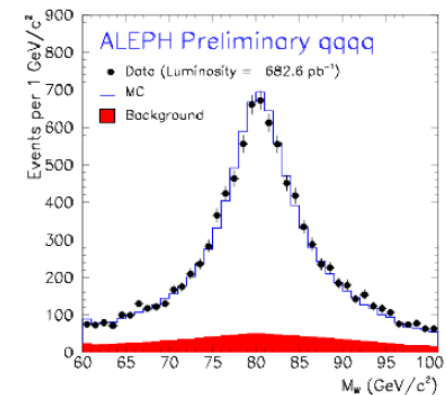


Fig. 1. A comparison of the reconstructed invariant mass distribution from the  $q\bar{q}$  system in  $W^+W^- \rightarrow q\bar{q}\ell\bar{\nu}_\ell$  events using the measured quantities (Raw) and the result of the kinematic fit. Also shown is the underlying generated distribution



# 5. Datenanalyse

Wie, einfach nur zählen? - Um ehrlich zu sein, es ist schwieriger, viel schwieriger!

## Beispiel 1: Sonnenspektren

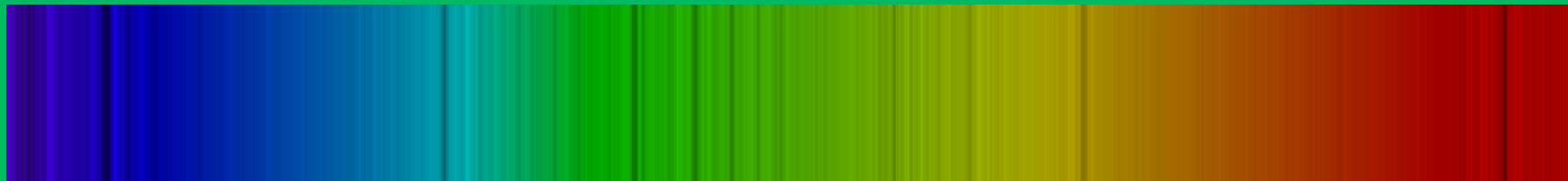


Foto: Clemens Mart, August 2009

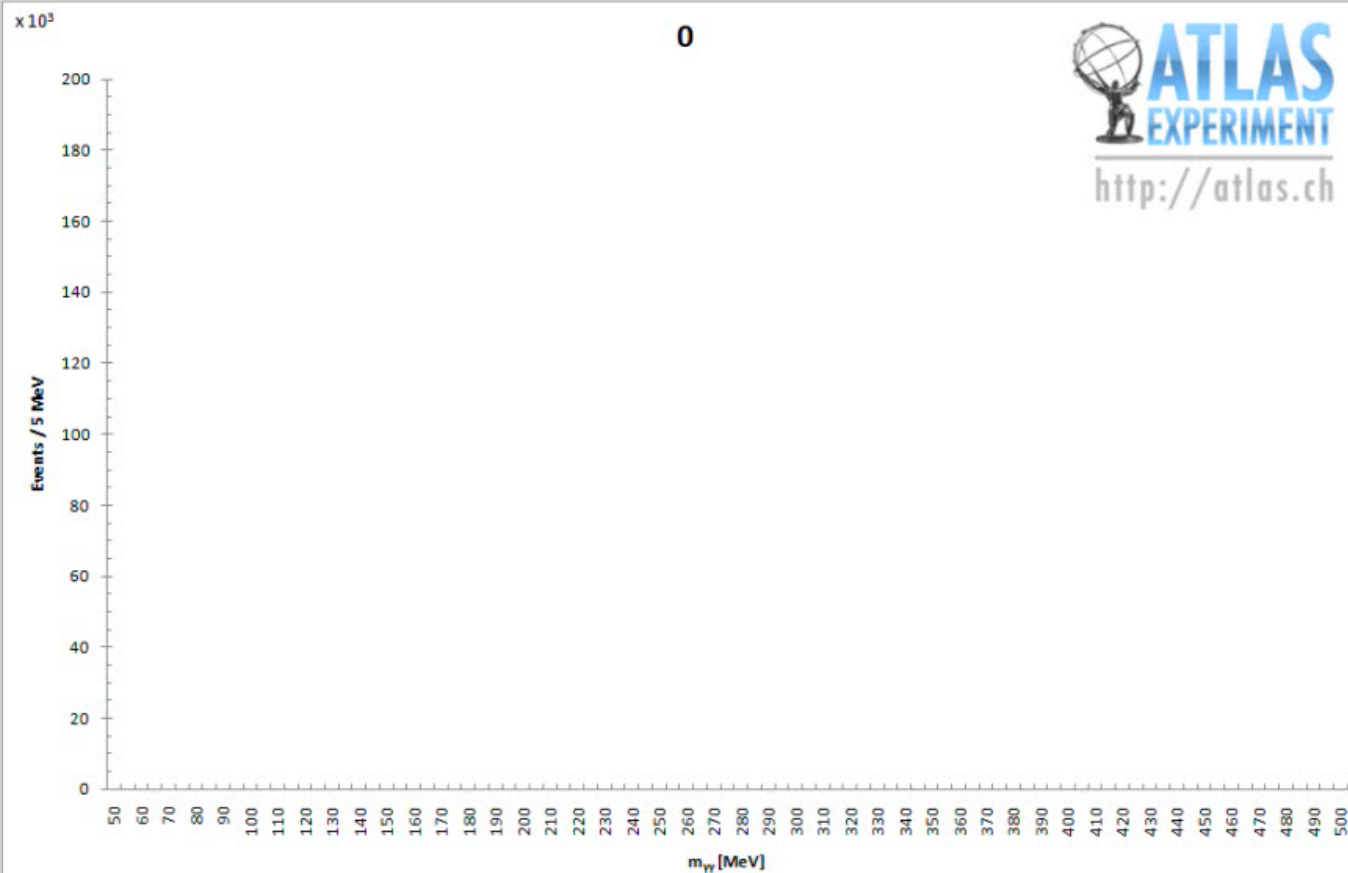
Was lässt sich aus diesem Bild ableiten?



Untergrund (Background): kontinuierliches Spektrum  
Signal: Linienspektrum  
Signal vs. Untergrund: Absorptionsspektrum

# 5. Datenanalyse

Beispiel 2: Wie sich ein Teilchen verrät am Beispiel einer Messung des Pion

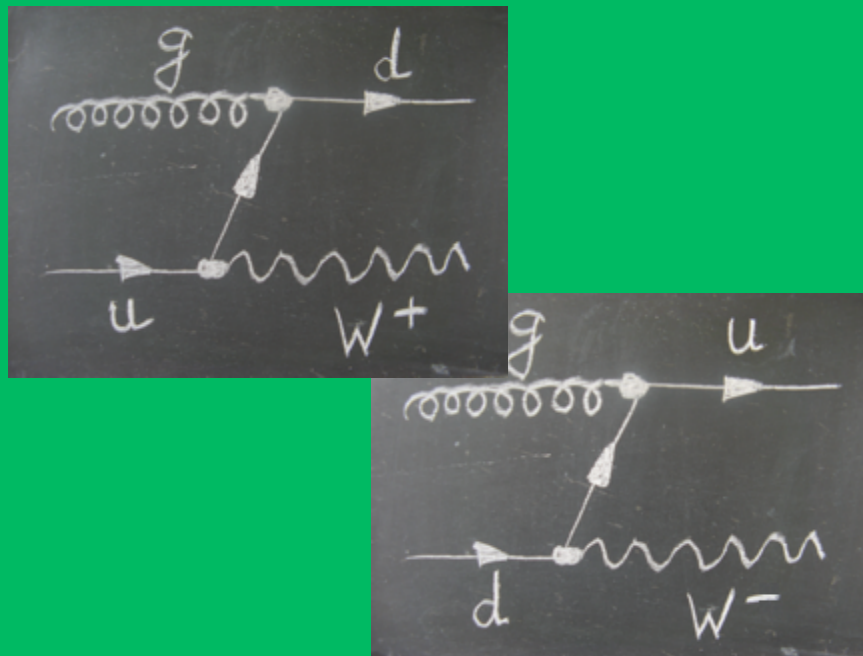


# 5. Datenanalyse

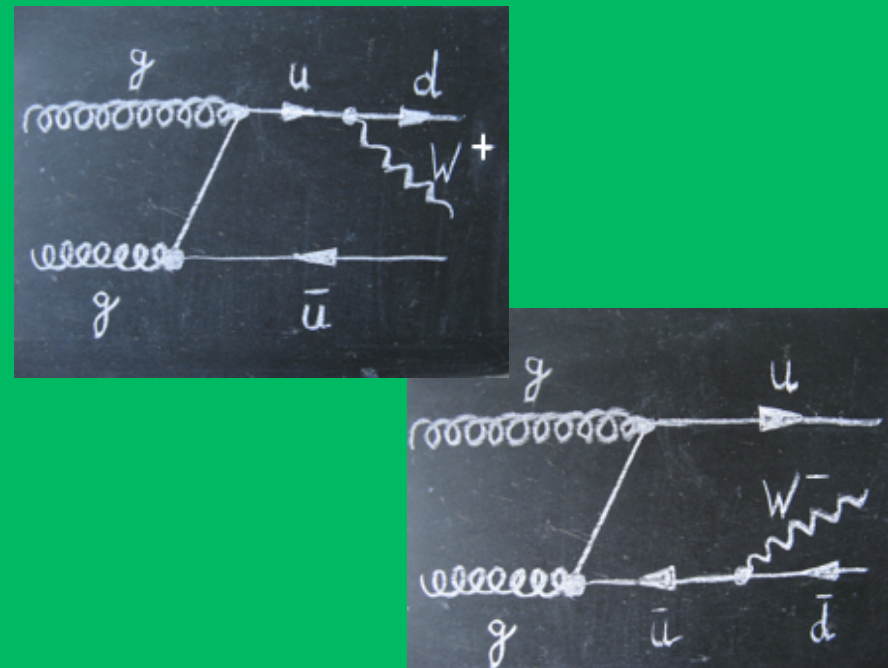
Beispiel 3: Das W-Boson (Vorbereitung für gleich !!!)

Das W-Boson kann am LHC auf folgende Art und Weise erzeugt werden:

**Quark-Gluon-Wechselwirkung**

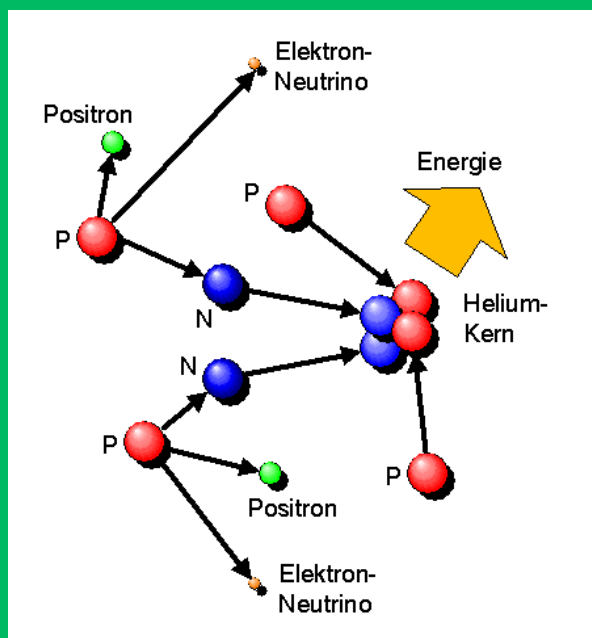


**Gluon-Gluon-Wechselwirkung**



# 5. Datenanalyse

## Warum sind W-Teilchen interessant?



- Kernfusion
- Anwendung Radioaktivität in Medizin (Szintigrafie), Kunst und Archäologie (Altersbestimmung)
- Schwache Wechselwirkung ermöglicht Familienwechsel
- Prozesse des eigenen Körpers

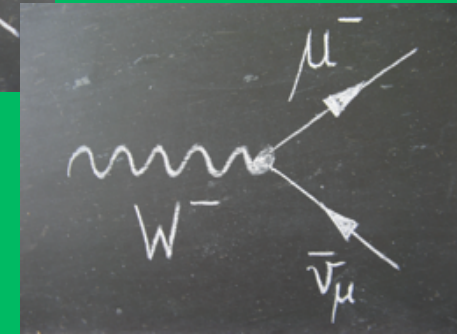
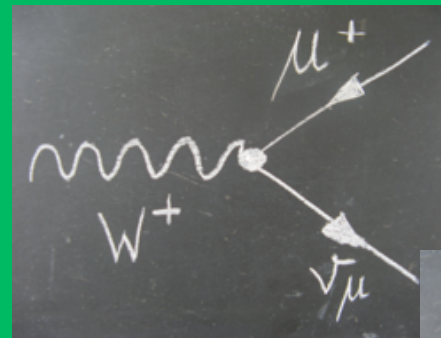
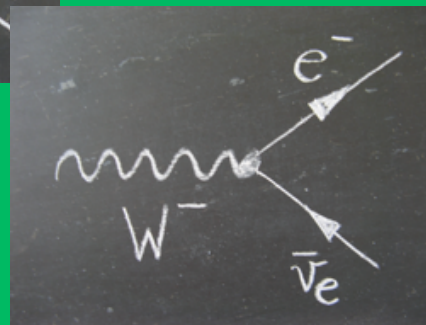
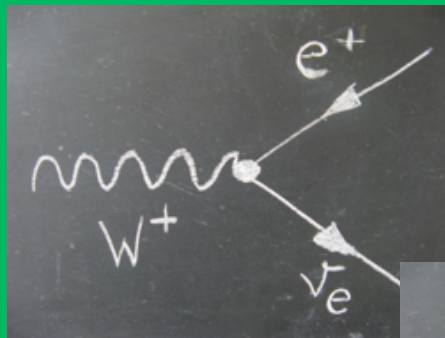
# 5. Datenanalyse

## Beispiel 3: Das W-Boson

Elektron und Neutrino

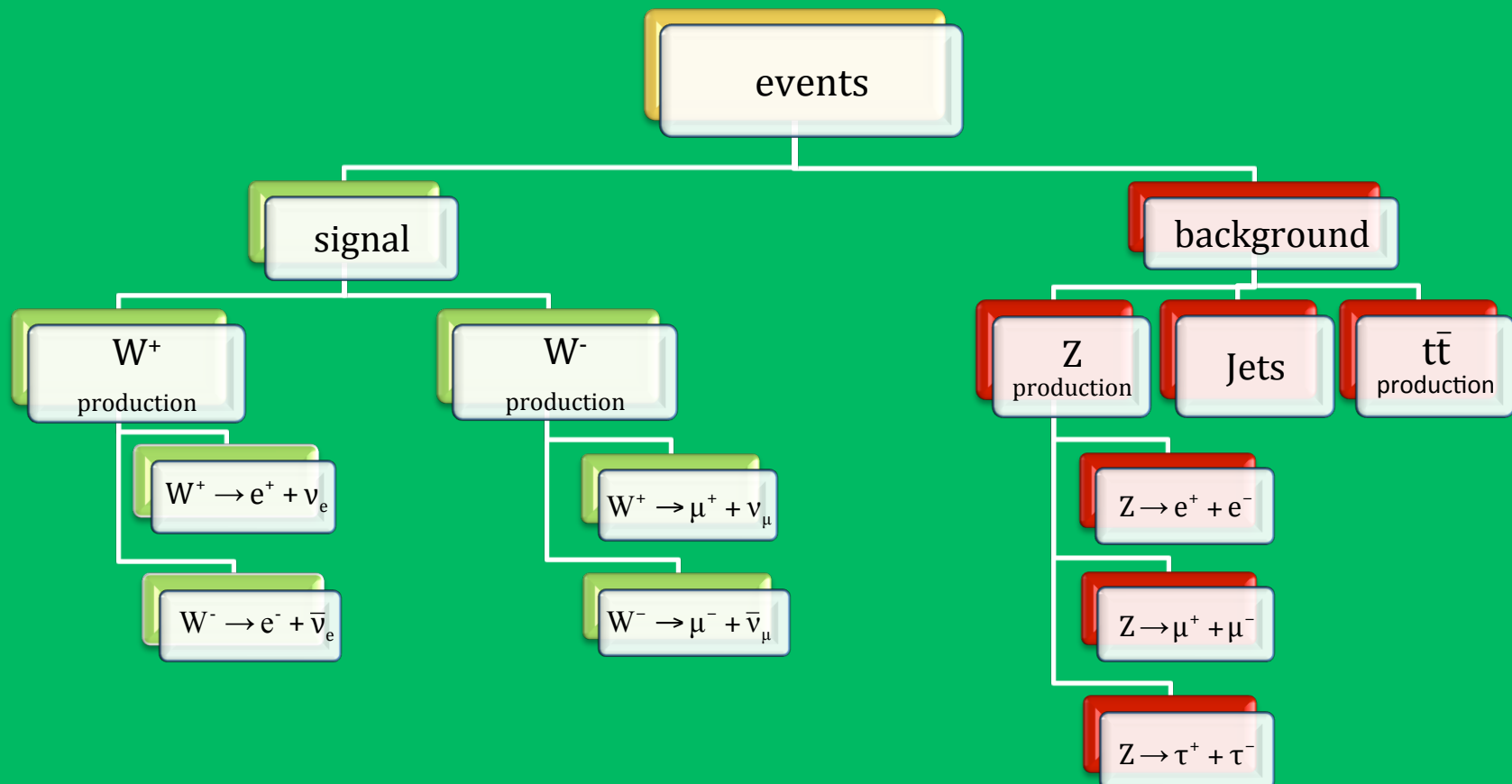
oder

Myon und Neutrino





# 5. Datenanalyse

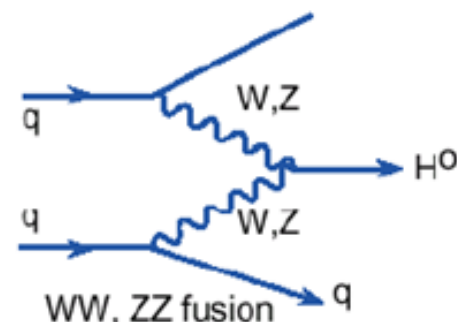
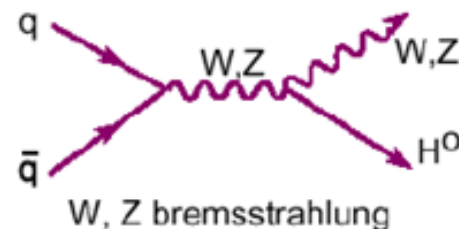
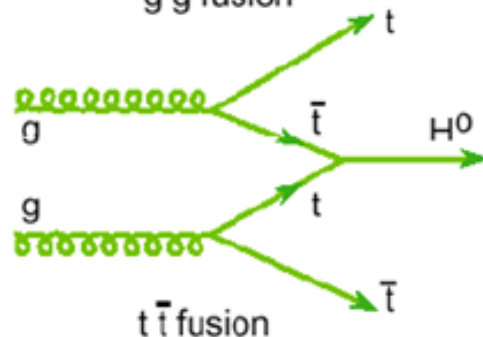
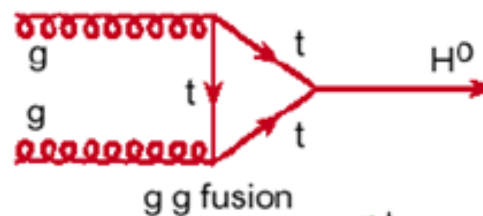
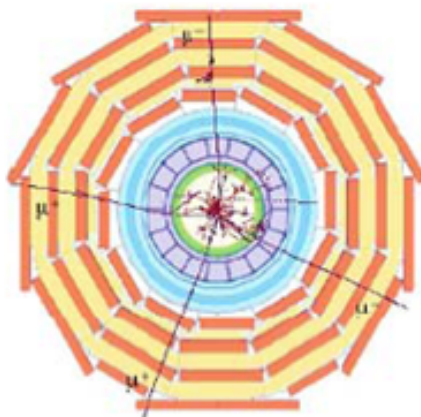
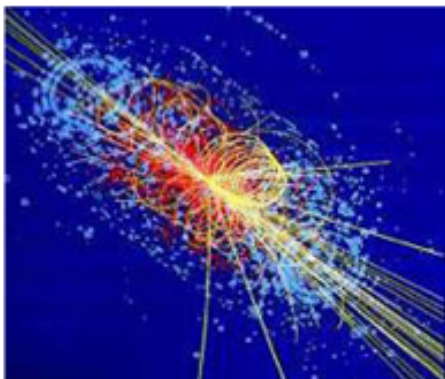


# Higgs Suche bei ATLAS und CMS

→ [www.atlas.ch/multimedia](http://www.atlas.ch/multimedia)

Higgs Masse unbekannt:

- Viele Produktionsmechanismen
- Viele mögliche Zerfälle



- Als Funktion der Masse vorhersagbar

