

Parametrisierung von Hadronschauern im Target des OPERA-Detektors



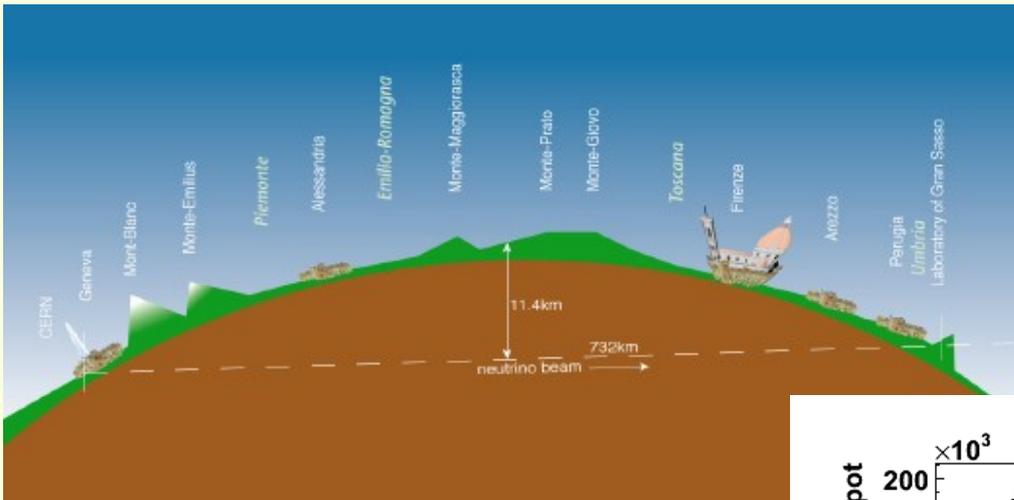
bmb+f - Förderschwerpunkt

OPERA

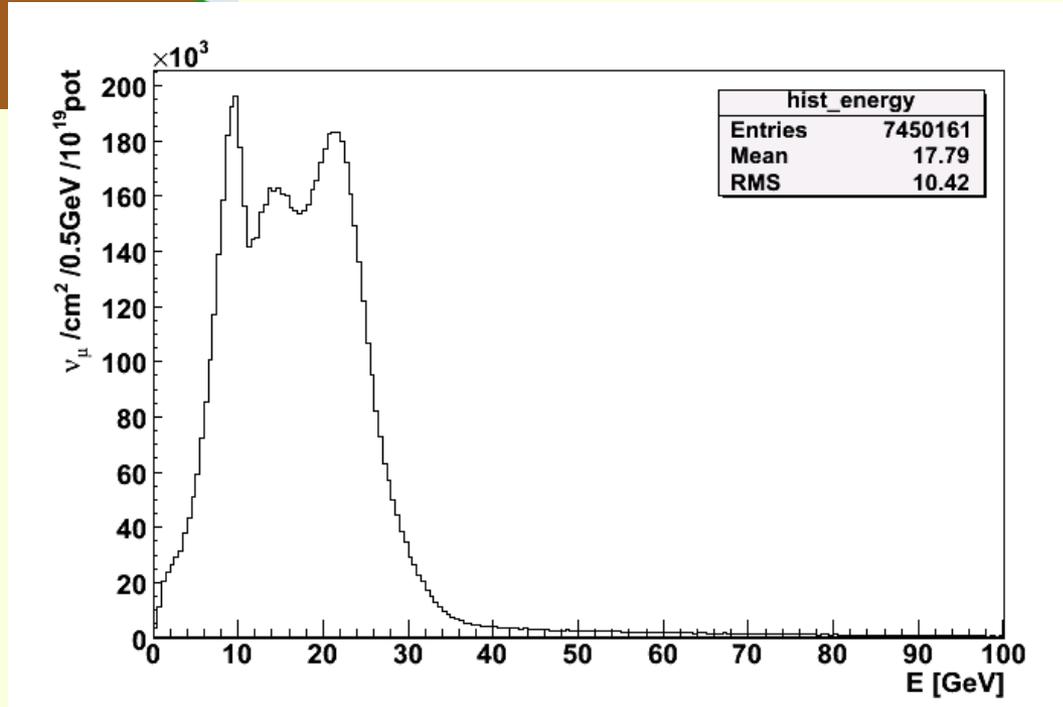
Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung

- Motivation
- Hadronisches Schauerverhalten
- Kalorimeter im OPERA-Detektor
- Parametrisierung
- Zusammenfassung

- Motivation
 - Bestimmung der Neutrinoenergie
- Hadronisches Schauerverhalten
- Kalorimeter im OPERA-Detektor
- Parametrisierung
- Zusammenfassung



CERN Neutrinos to Gran Sasso

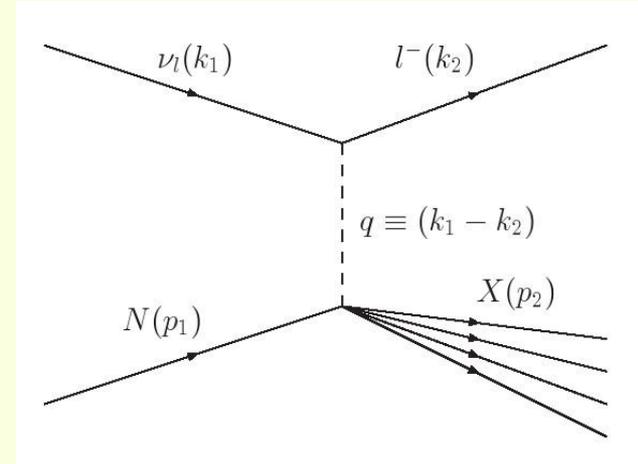
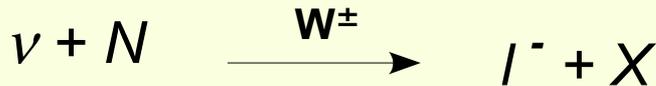


FLUKA 2005

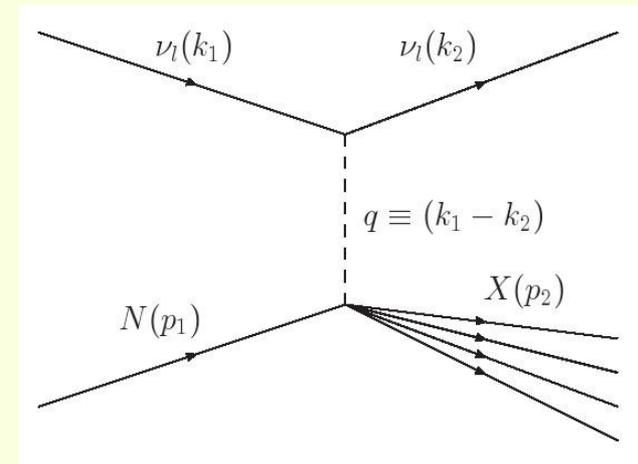
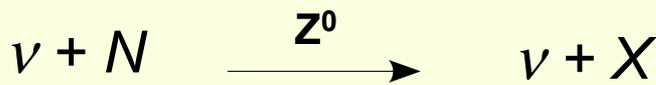
- Motivation
- Hadronisches Schauerverhalten
 - Schauerbildung
 - Schauerentwicklung
- Kalorimeter im OPERA-Detektor
- Parametrisierung
- Zusammenfassung

Schauerbildung

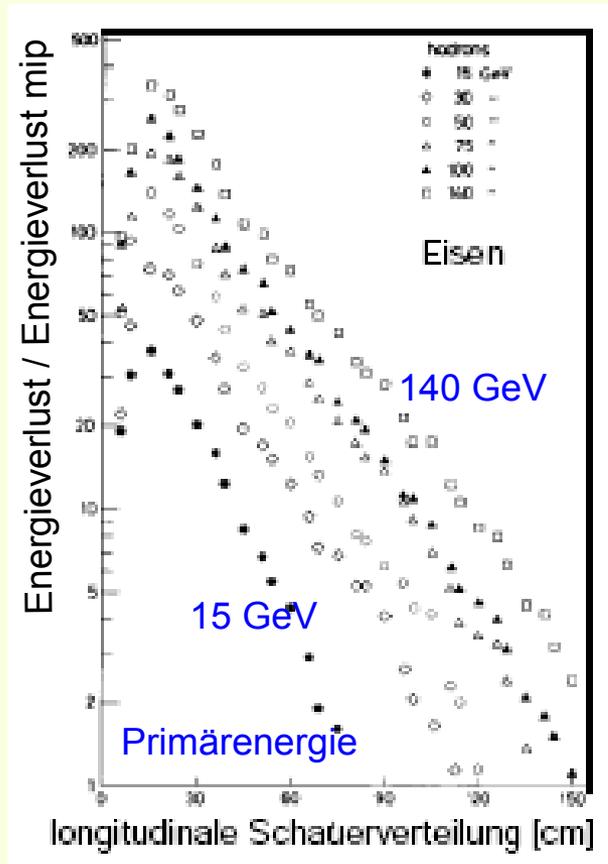
- charged current (**CC**):



- neutral current (**NC**):



Schauerentwicklung



$$L_{0.95} \approx 3 \cdot [0,54 \cdot \ln(E/GeV) + 0,4] \cdot \lambda_A [cm]$$

$$R_{0.95} \approx \lambda_A [cm]$$

$$t_{peak} [\lambda_A] \approx 0,2 \cdot \ln(E/GeV) + 0,7$$

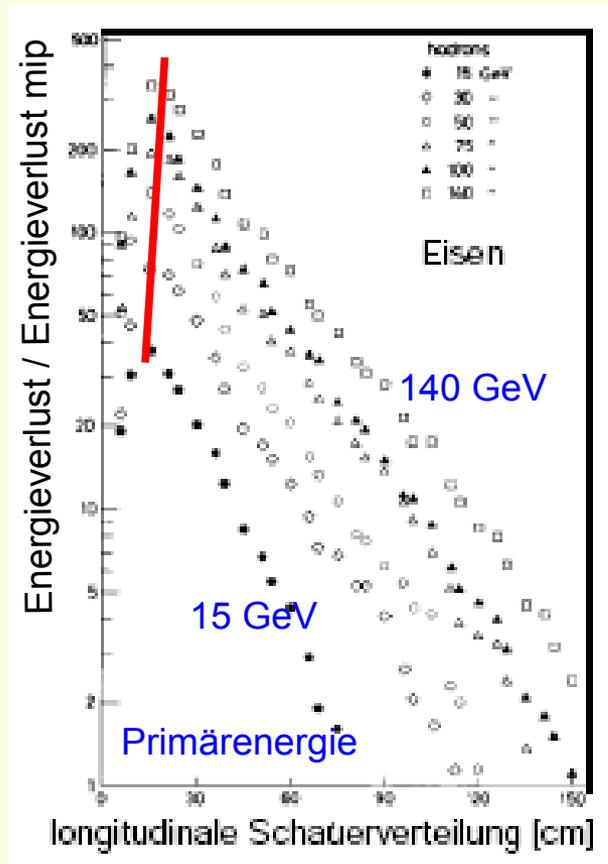
Skala

em - Schauer: X_0
 hadr. Schauer: λ_A

$$\lambda_A \gg X_0$$

M. Holder et al.
 Nucl. Inst. Meth. 151 (1978) 69

Schauerentwicklung



$$L_{0.95} \approx 3 \cdot [0,54 \cdot \ln(E/GeV) + 0,4] \cdot \lambda_A [cm]$$

$$R_{0.95} \approx \lambda_A [cm]$$

$$t_{peak} [\lambda_A] \approx 0,2 \cdot \ln(E/GeV) + 0,7$$

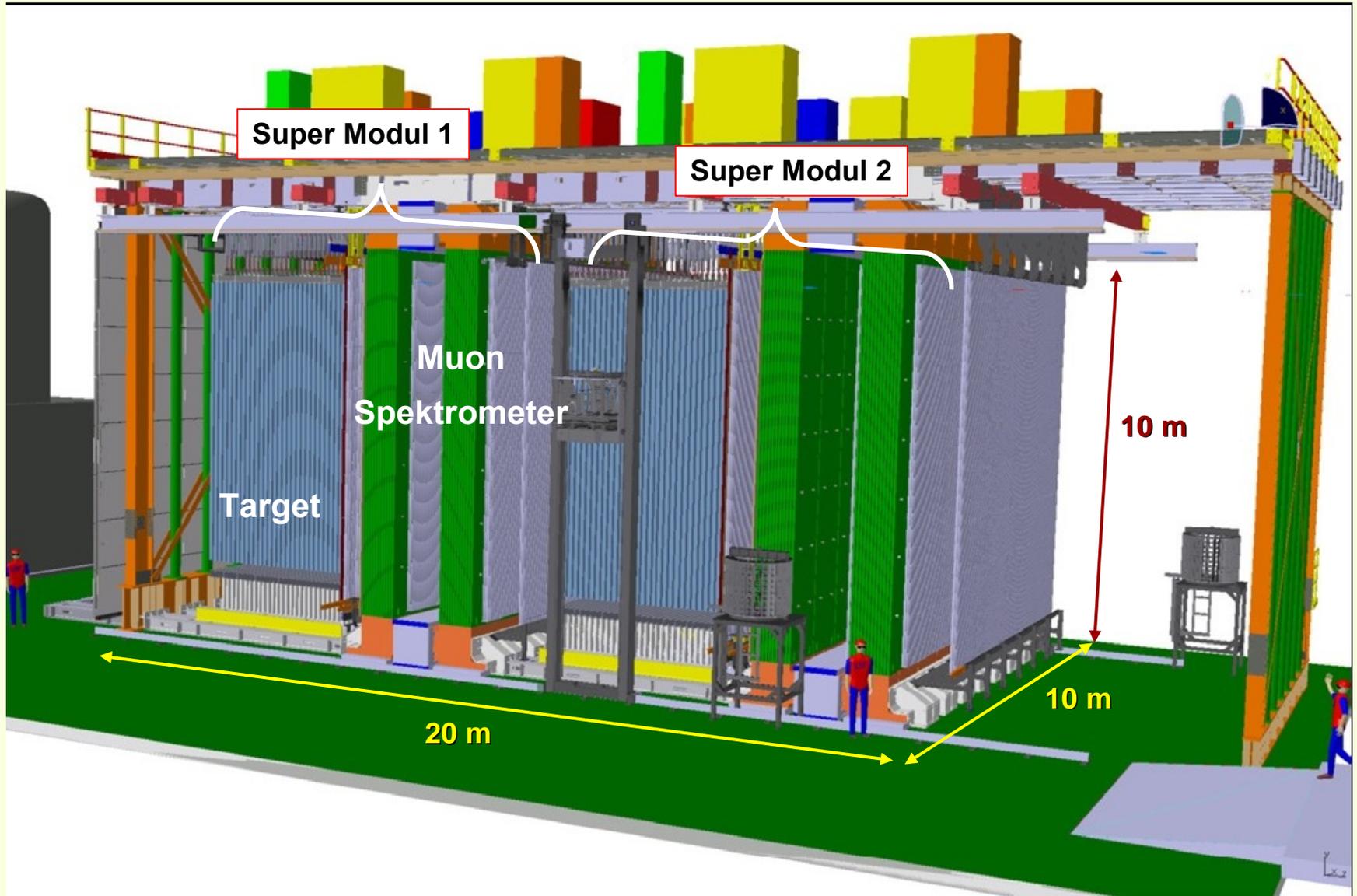
Skala

em - Schauer: X_0
 hadr. Schauer: λ_A

$$\lambda_A \gg X_0$$

M. Holder et al.
 Nucl. Inst. Meth. 151 (1978) 69

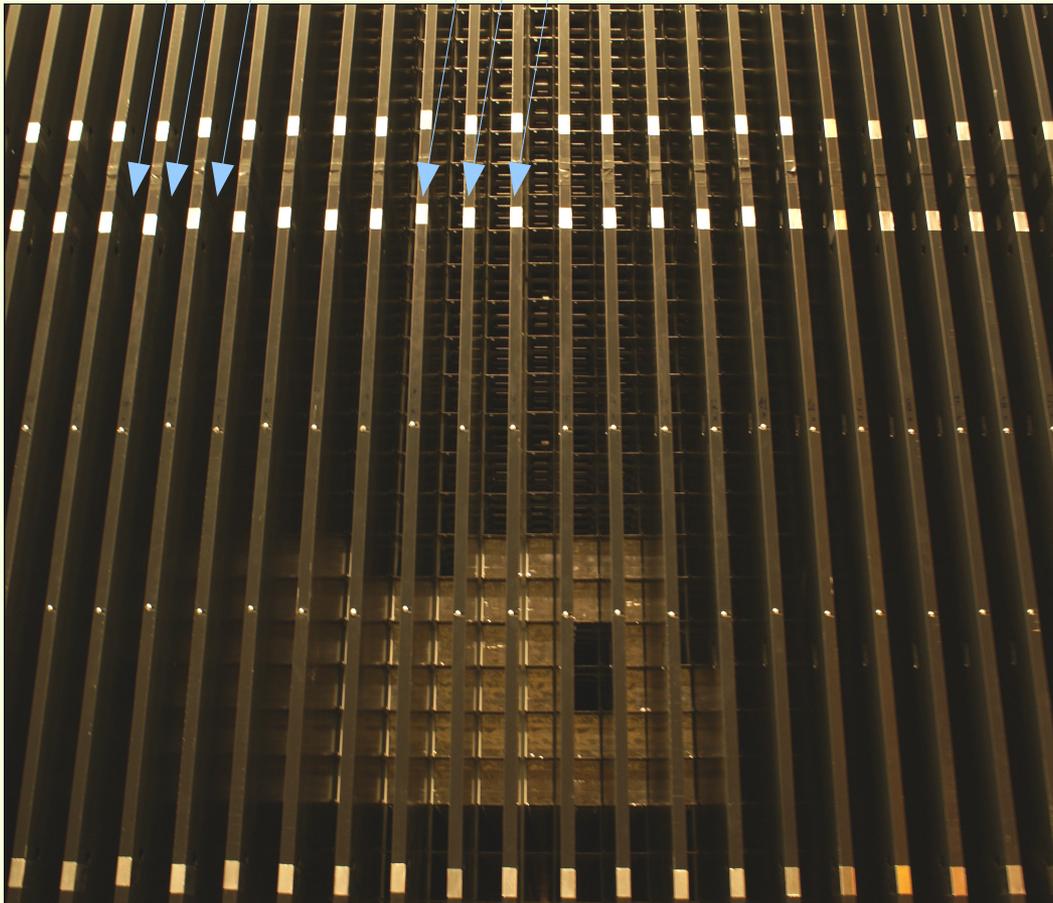
- Motivation
- Hadronisches Schauerverhalten
- Kalorimeter im OPERA-Detektor
 - OPERA–Detektor
 - Target und Target Tracker (TT)
- Parametrisierung
- Zusammenfassung





Target

Target Tracker

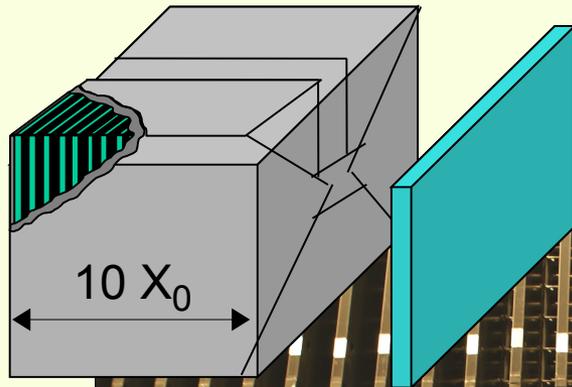


Target

- 31 Wände à **~7,5 cm**
- Material: ~ 74,3% Pb
~ 6,9% AgBr
~ 18,8% Kunststoff

Target Tracker

- 31 Wände à **~2,8 cm**
- 2 Lagen Plastiksintillatoren
à 1,0 cm



$$X_0 (\text{Pb}) = 0,56 \text{ cm}$$

$$\lambda_A (\text{Pb}) = 17,1 \text{ cm}$$

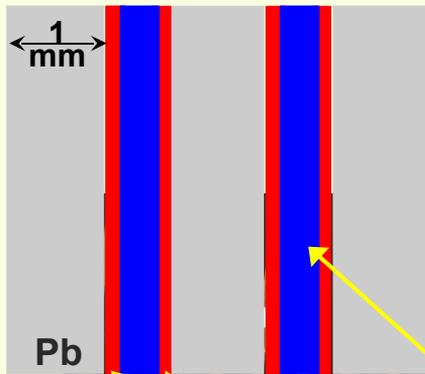


Target

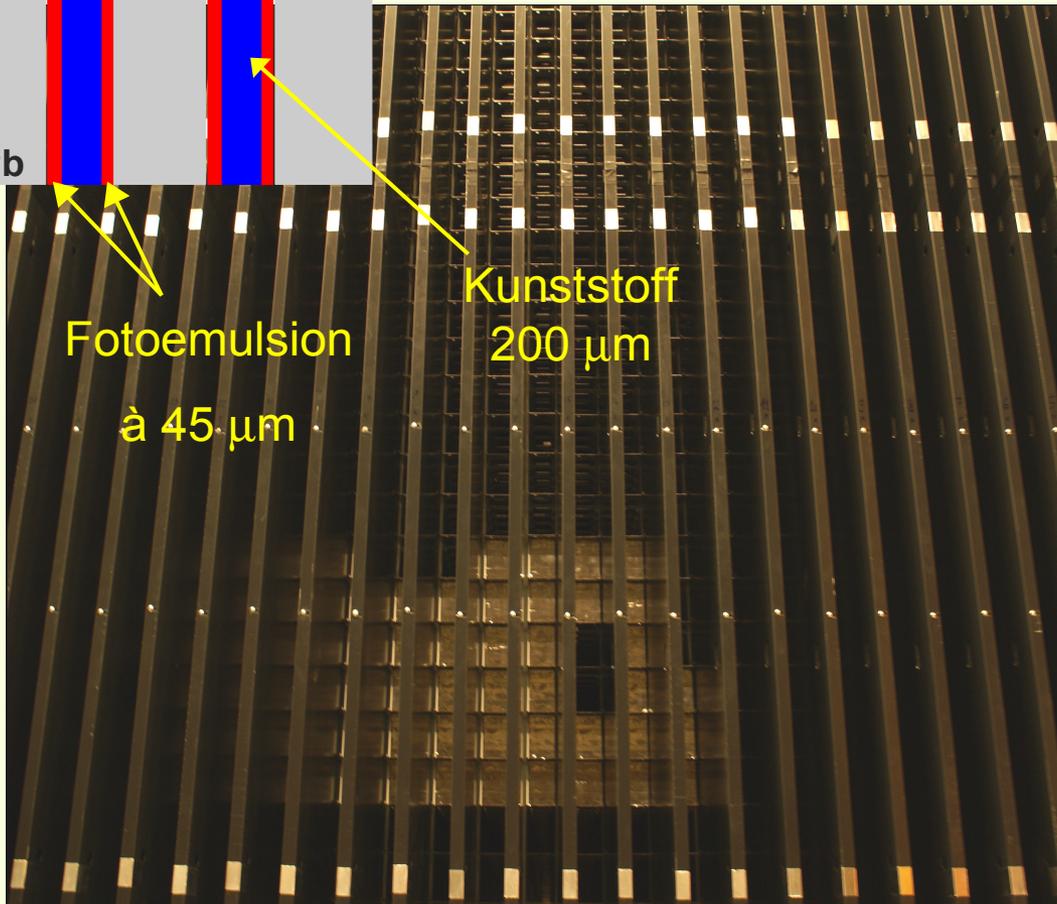
- 31 Wände à **~7,5 cm**
- Material: ~ 74,3% Pb
~ 6,9% AgBr
~ 18,8% Kunststoff

Target Tracker

- 31 Wände à **~2,8 cm**
- 2 Lagen Plastiksintillatoren
à 1,0 cm



← Schichtstruktur der Bricks im Target



Target

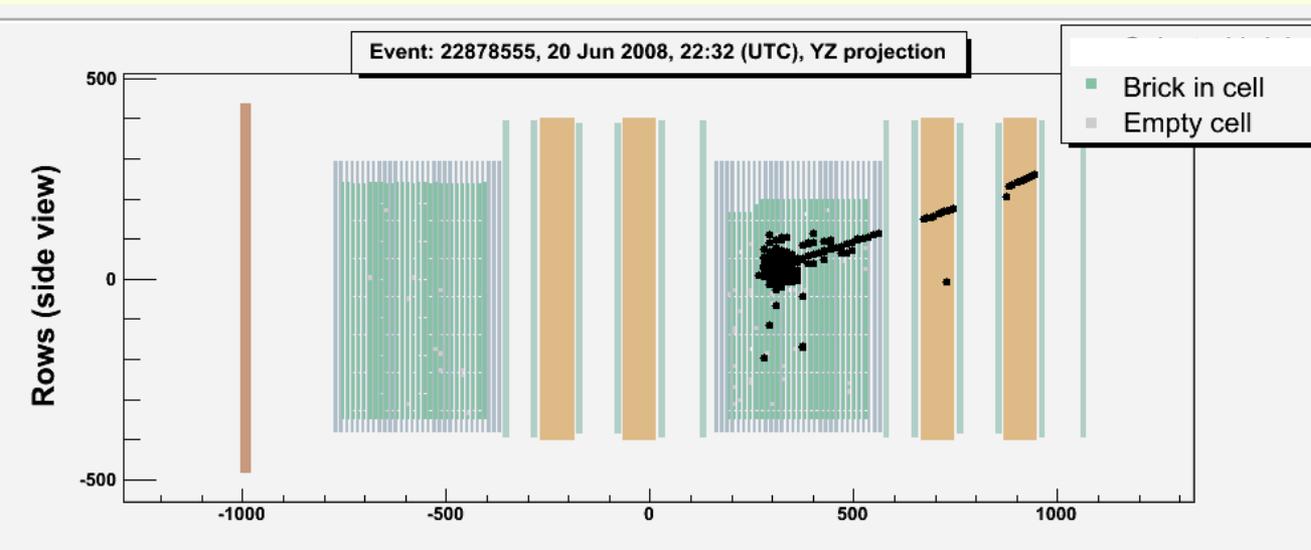
- 31 Wände à ~7,5 cm
- Material: ~ 74,3% Pb
~ 6,9% AgBr
~ 18,8% Kunststoff

Target Tracker

- 31 Wände à ~2,8 cm
- 2 Lagen Plastiksintillatoren à 1,0 cm

- Motivation
- Hadronisches Schauerverhalten
- Kalorimeter im OPERA-Detektor
- **Parametrisierung**
 - Achsenrekonstruktion
 - Energierekonstruktion
- Zusammenfassung

Vorgehensweise

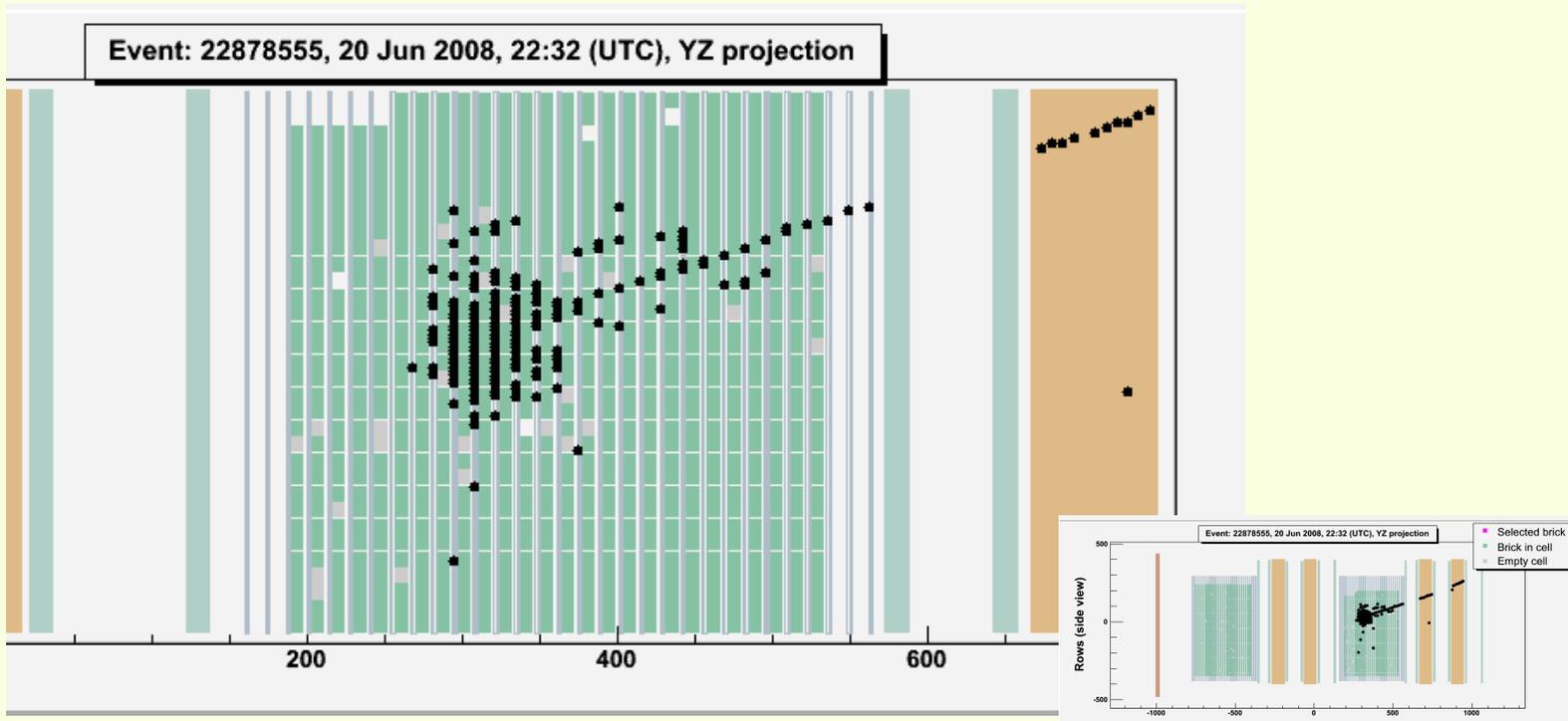


- Eventcleaning
- Eventklassifizierung
- Rekonstruktion der Muonspur
- Entfernen der Muonspur
- Rekonstruktion der Schauerachse

- Rückstreuung
- Radioaktiver Hintergrund
- Crosstalk und Noise in TTs
- Photonen und Neutronen

Resultat: isolierte TT Digit oder Digit-Paare

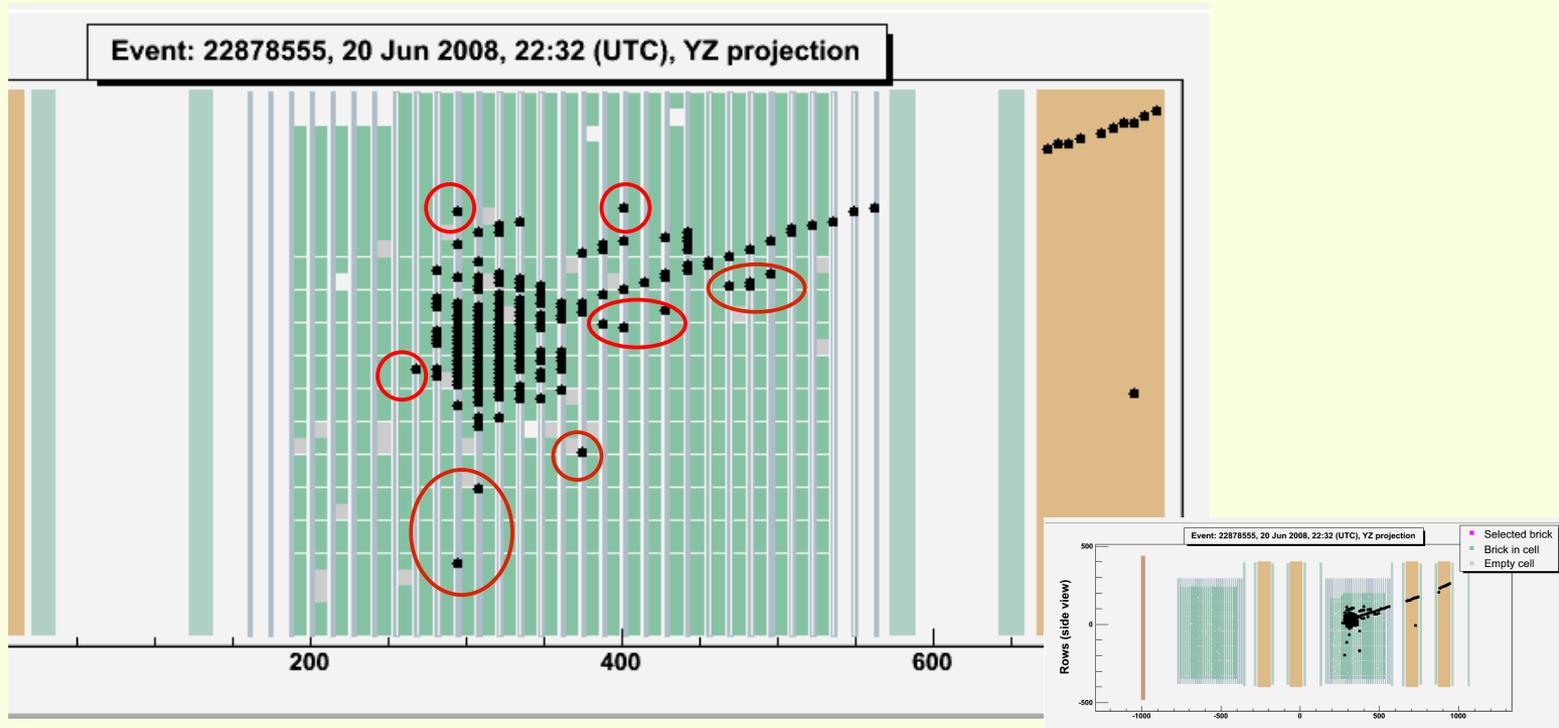
Resultat: isolierte Digit-Cluster



- Rückstreuung
- Radioaktiver Hintergrund
- Crosstalk und Noise in TTs
- Photonen und Neutronen

Resultat: isolierte TT Digits
oder Digit-Paare

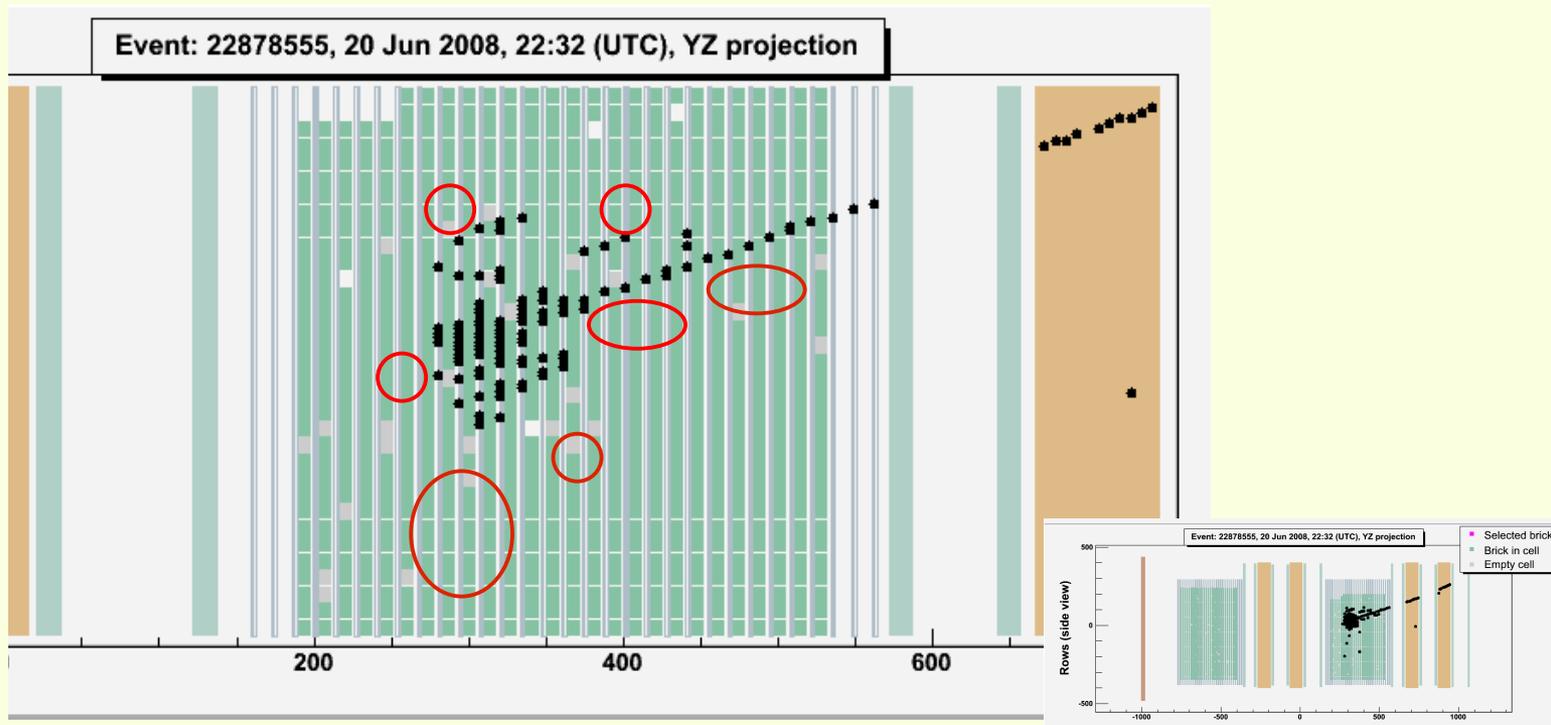
Resultat: isolierte Digit-Cluster

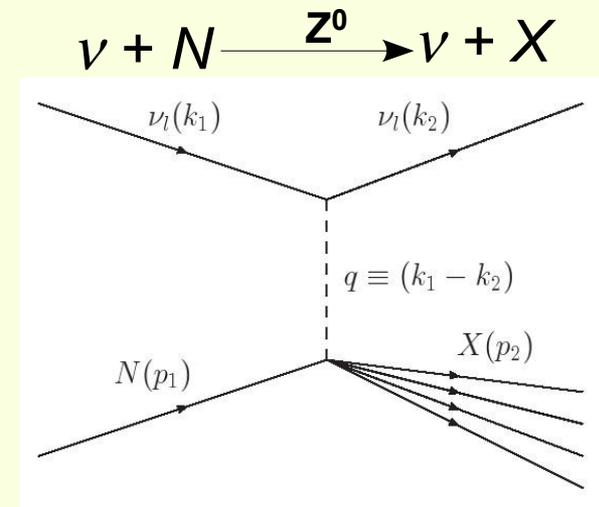
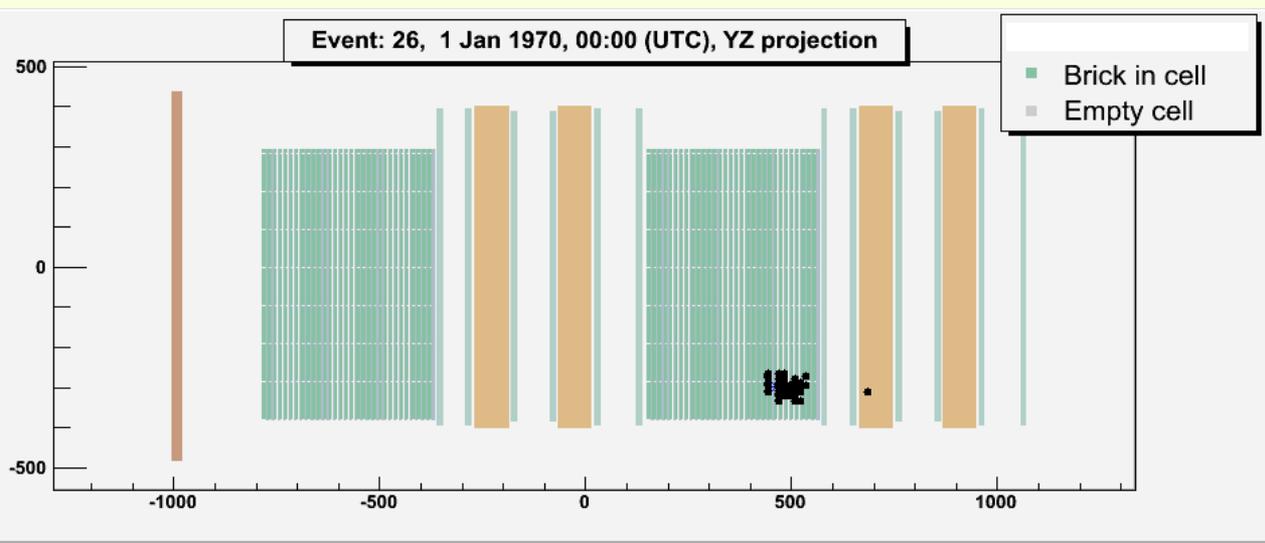
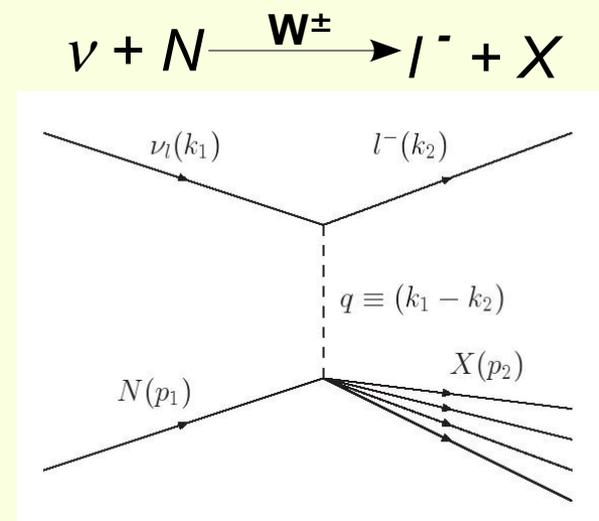
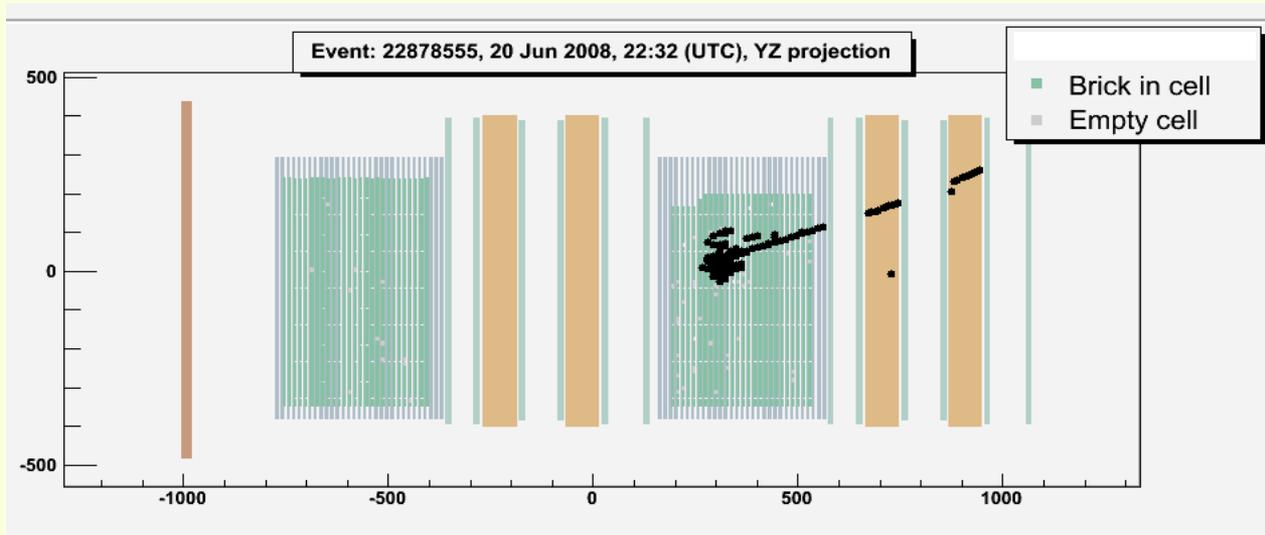


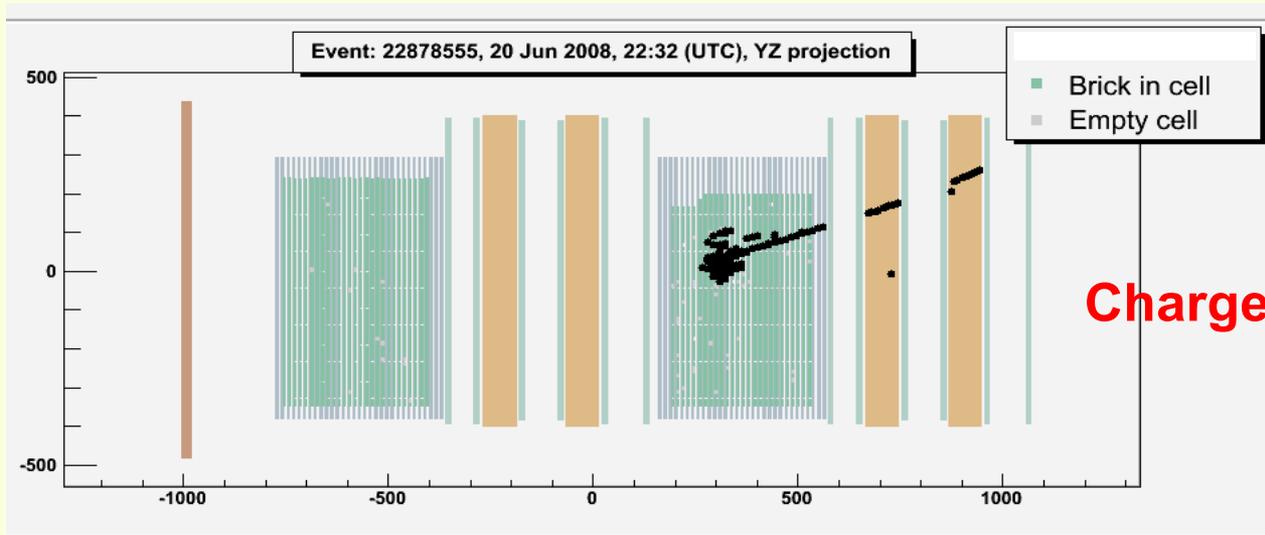
- Rückstreuung
- Radioaktiver Hintergrund
- Crosstalk und Noise in TTs
- Photonen und Neutronen

Resultat: isolierte TT Digits
oder Digit-Paare

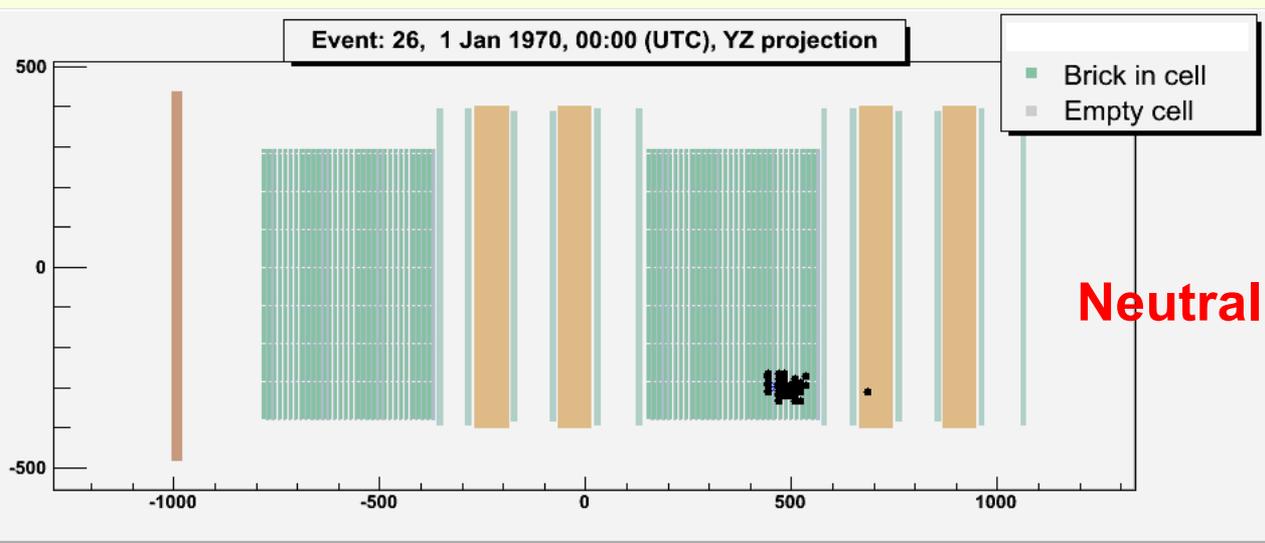
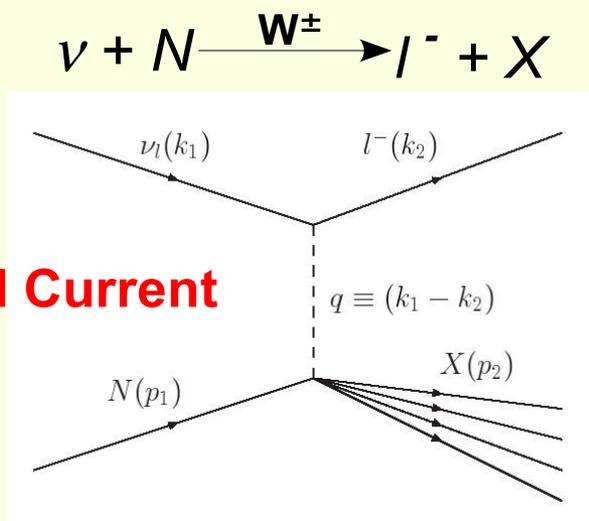
Resultat: isolierte Digit-Cluster



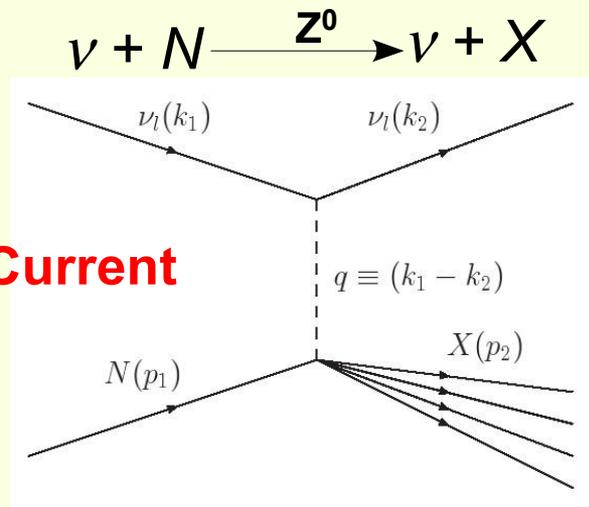


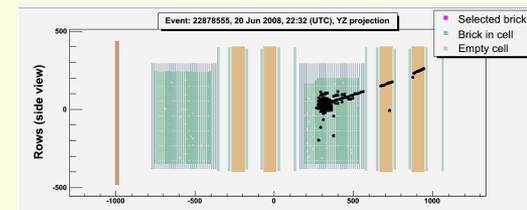
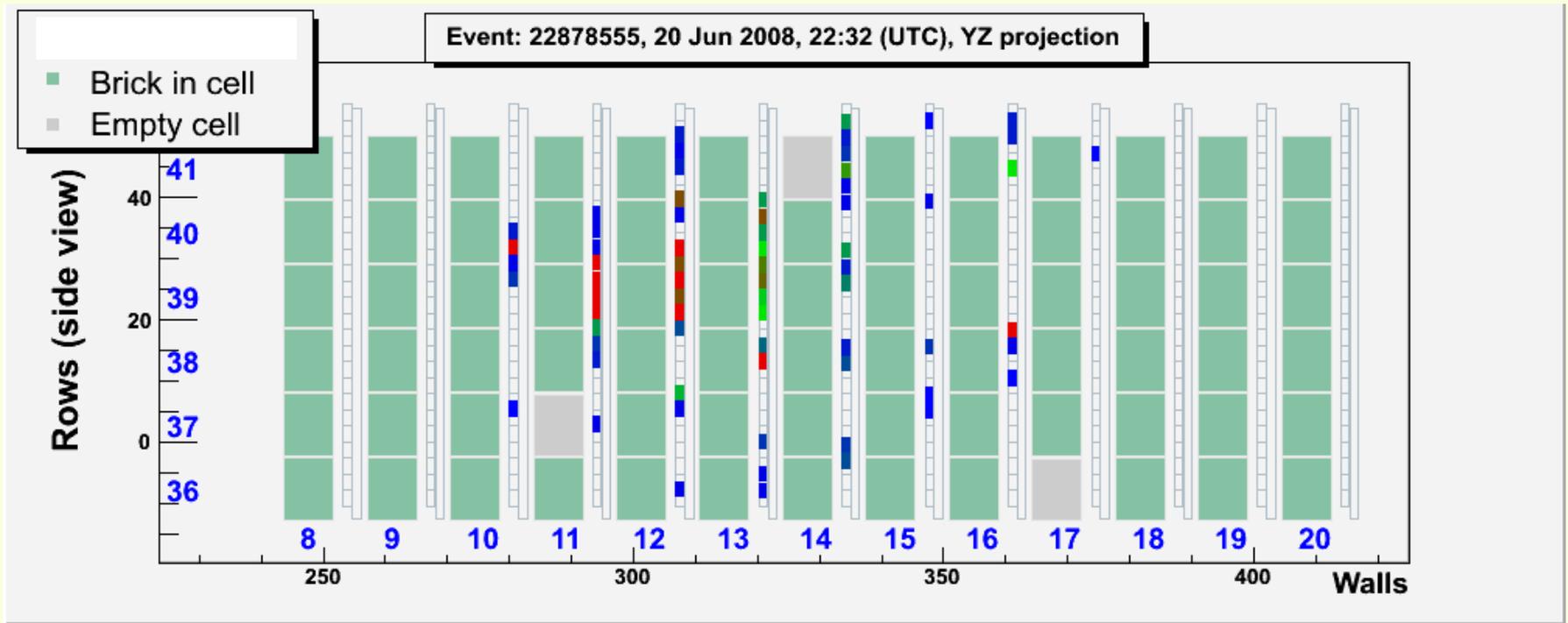


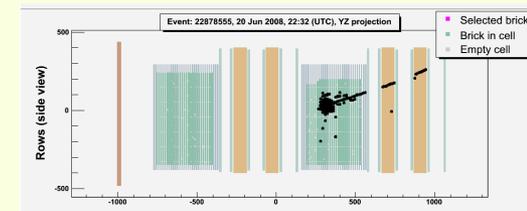
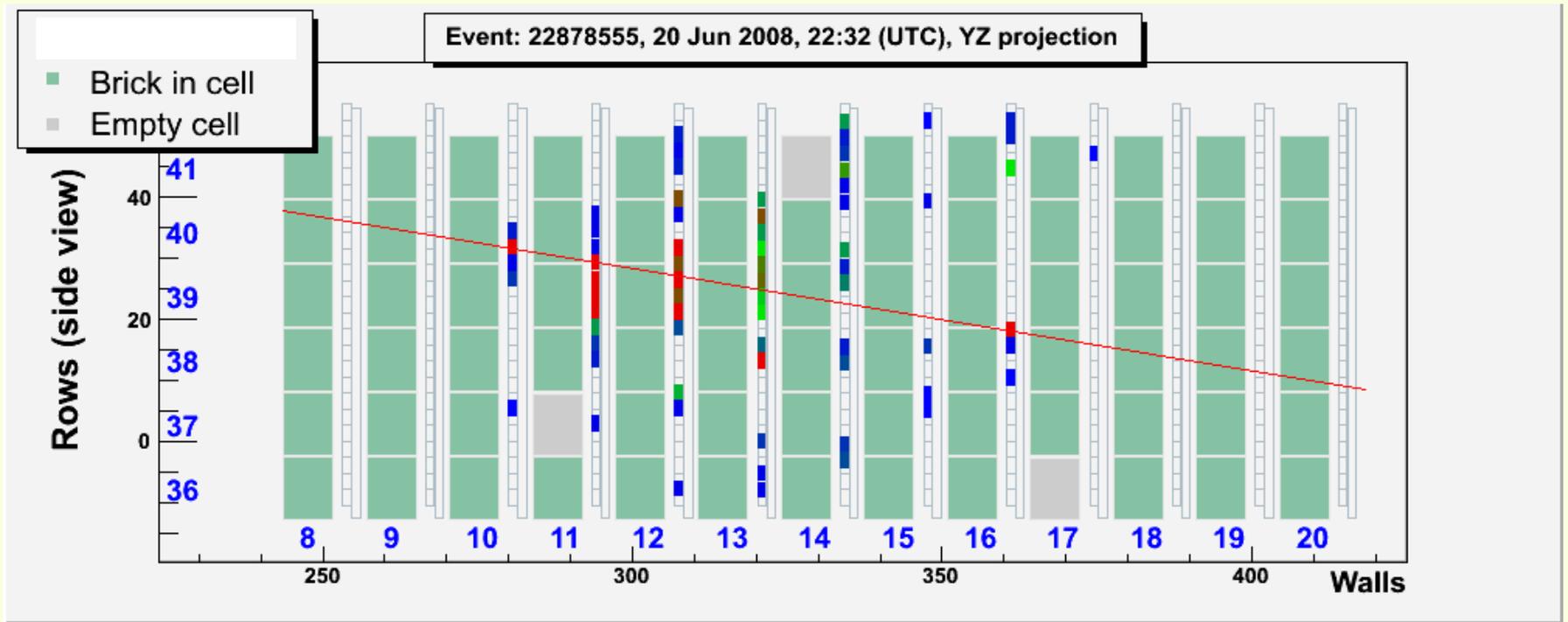
Charged Current



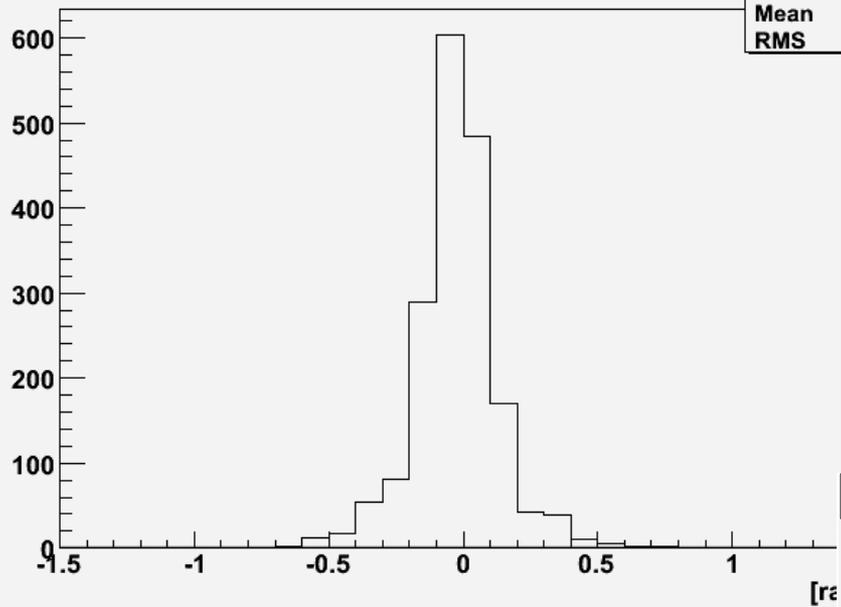
Neutral Current







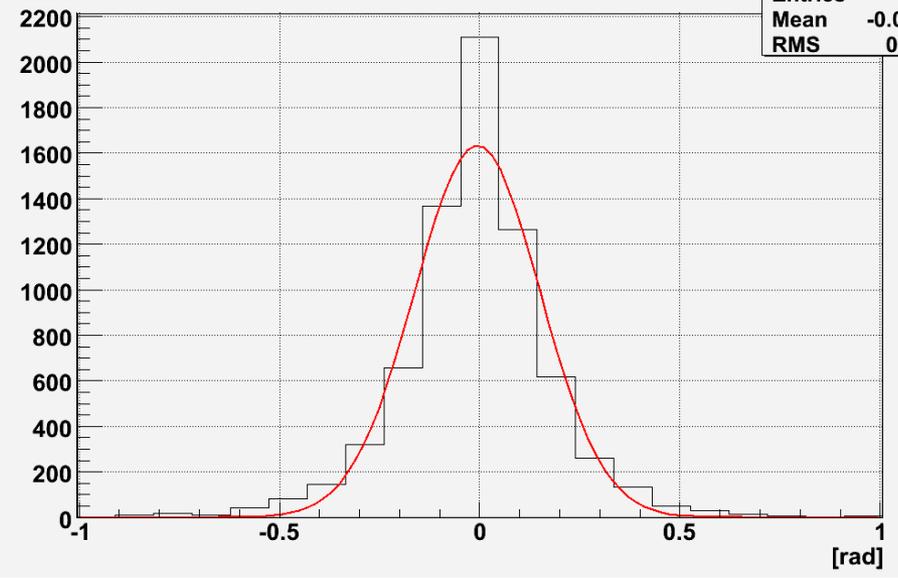
XZ Winkel Schauerachse



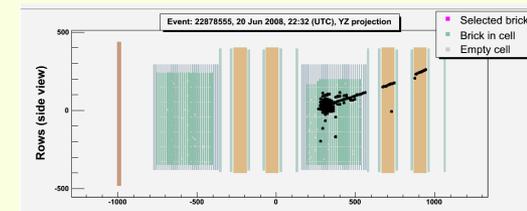
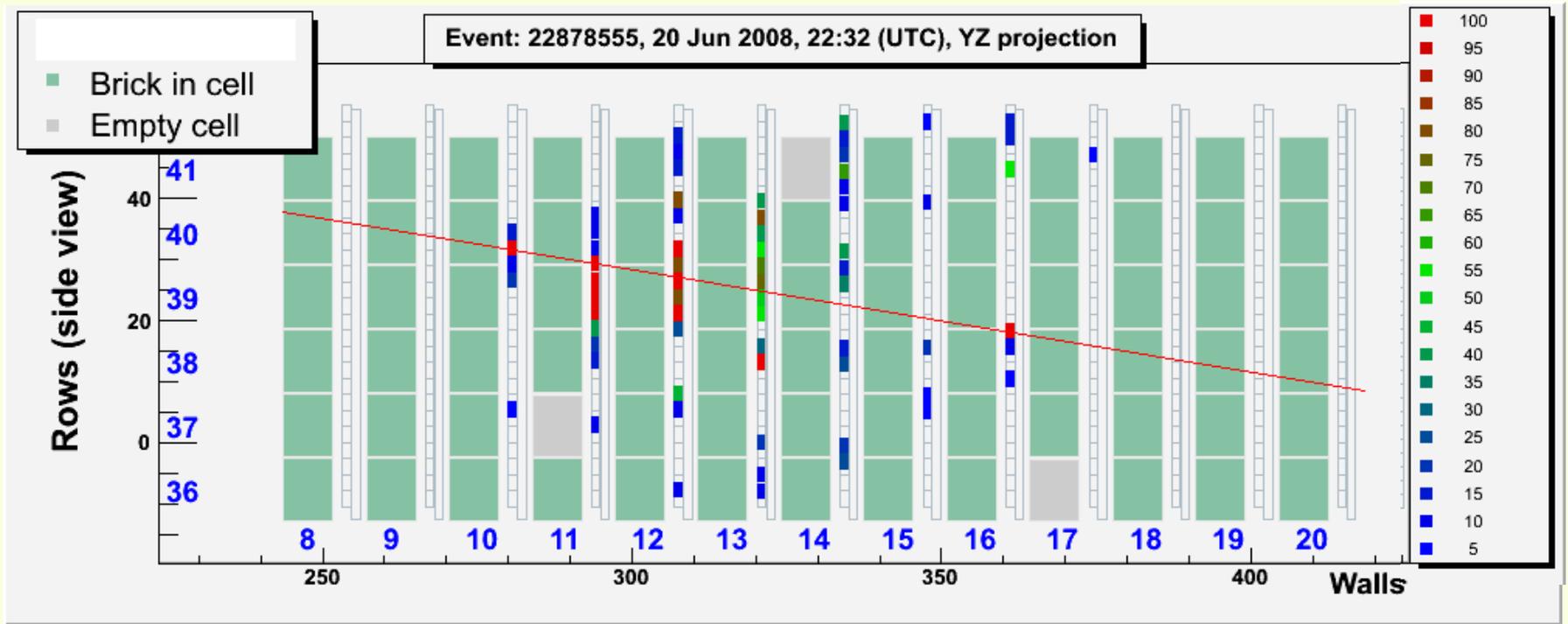
fHisto_Thetahj[0]	
Entries	1825
Mean	-0.02426
RMS	0.1724

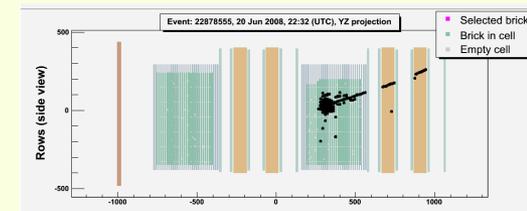
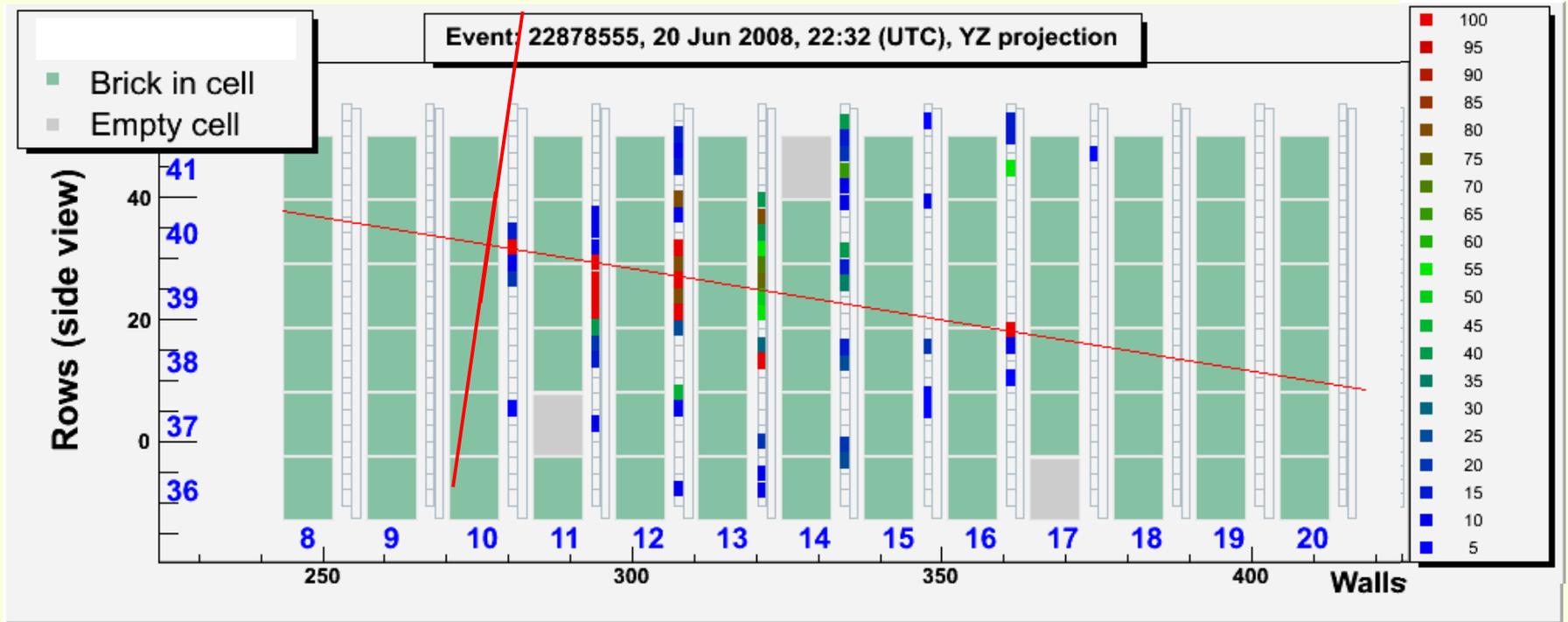
Zum Vergleich:
 Einfallswinkel des CNGS-Strahls
 in der Simulation (XZ-Ebene):
 -0,017 rad

XZ (Winkel Schauerachse – MC Winkel)



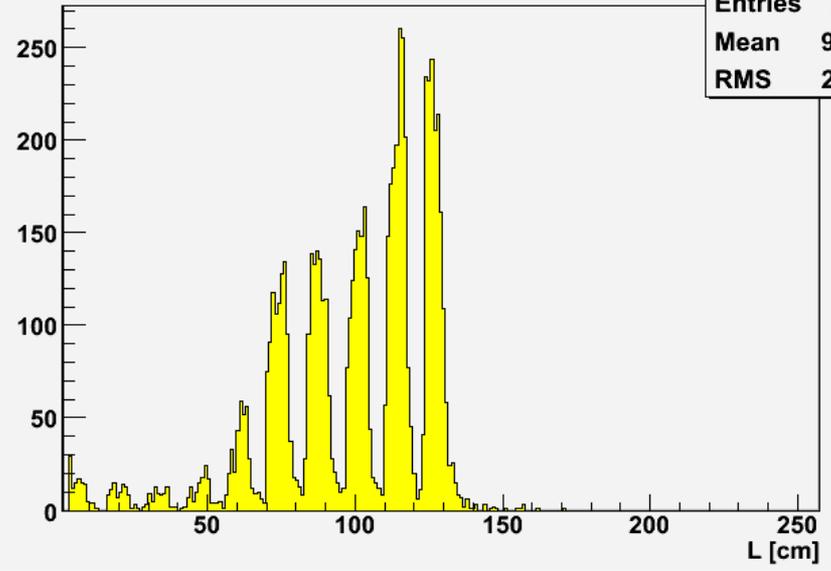
fHisto_AngleRec_Qual[1]	
Entries	7149
Mean	-0.01055
RMS	0.1854





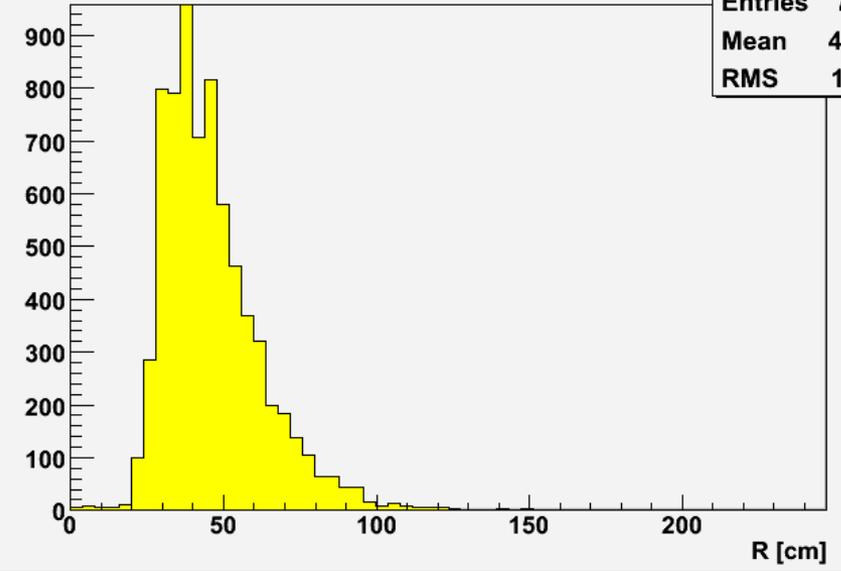
XZ Longitudinale Ausbreitung

fHisto_Lengthhj[1]
Entries 7150
Mean 98.44
RMS 26.96

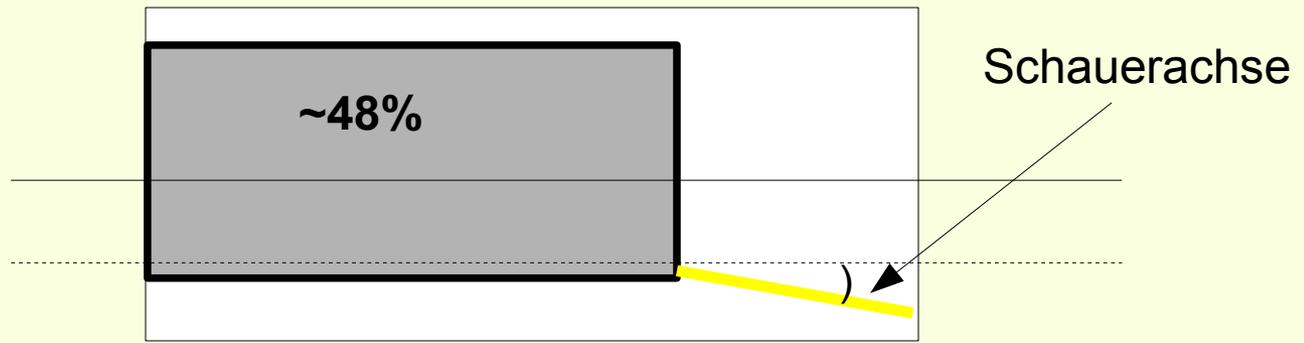


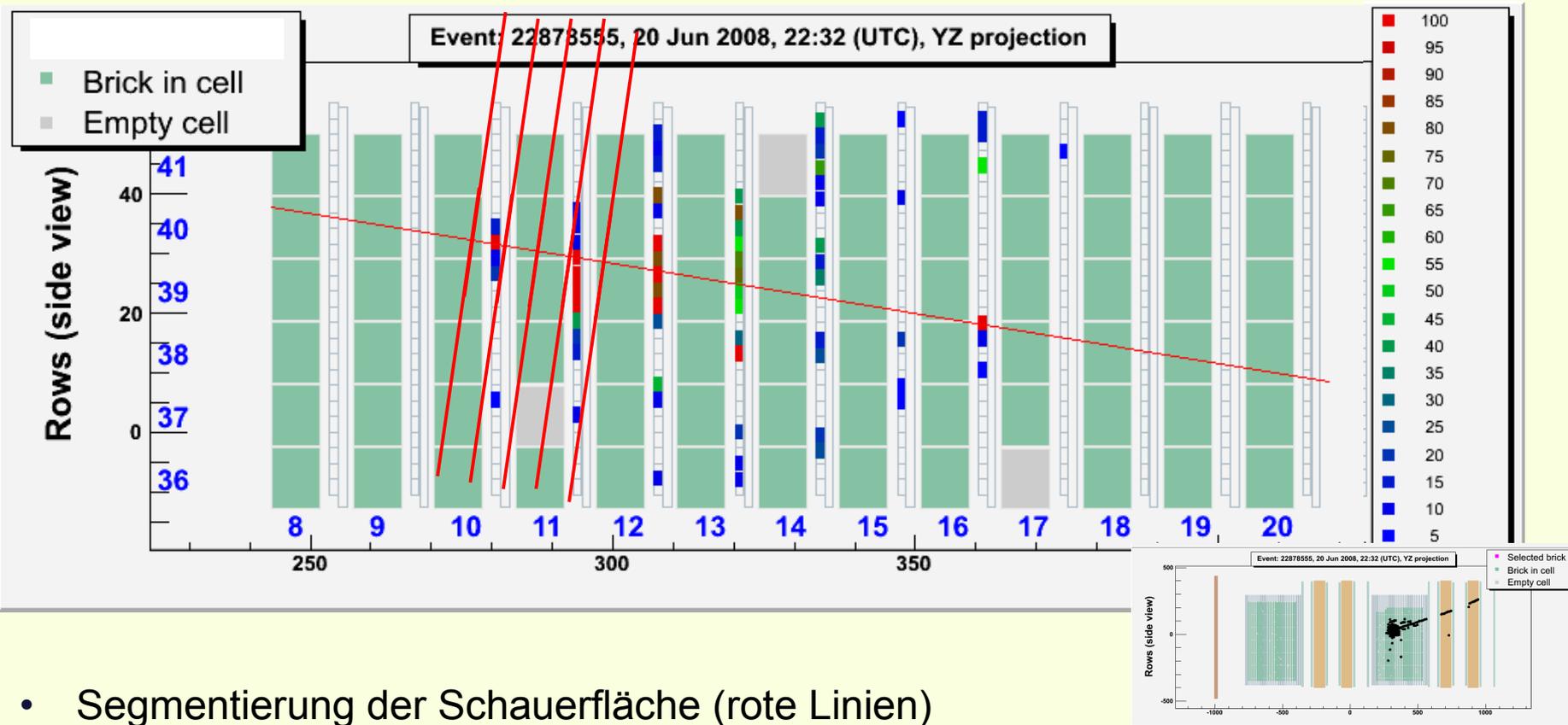
XZ Laterale Ausbreitung

fHisto_Radiushj[0]
Entries 7150
Mean 46.27
RMS 16.71



→ **Abschätzung eines ersten Fiducial Volumens:**





- Segmentierung der Schauerefläche (rote Linien)
- Bestimmung der Energie pro Segment aus den Photomultiplier-Daten

• → erste Abschätzung von $\frac{dE}{dz} \rightarrow t_{peak} \rightarrow E_{primär}$

- Gute Ergebnisse aus der Achsenrekonstruktion
- Energierekonstruktion hadronischer Schauer aus den elektronischen Detektoren: in der Entwicklung

Gruppenbericht

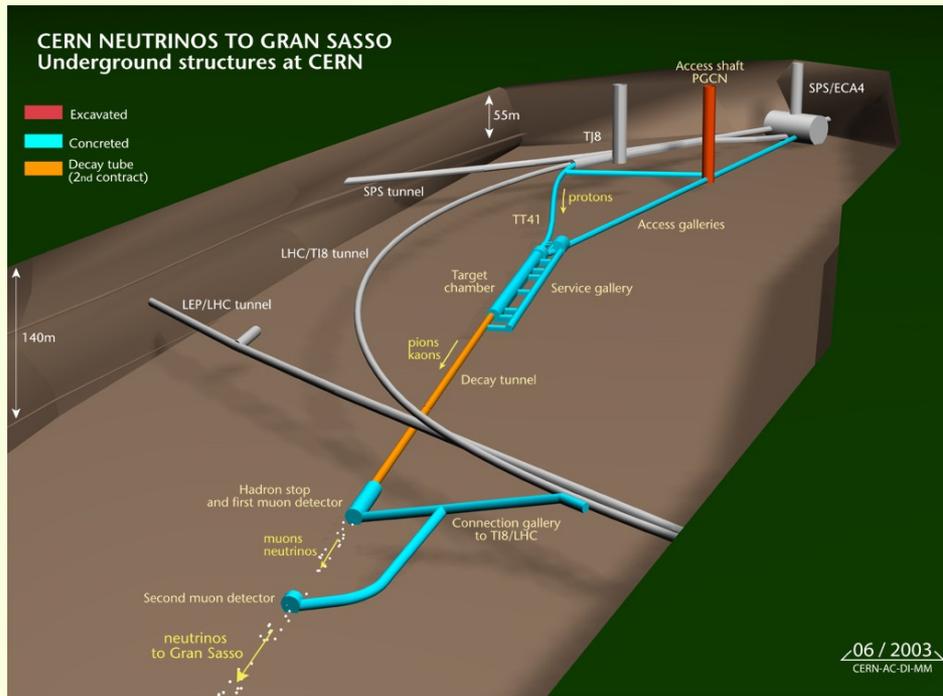
T 67.2 Fr 14:20 A016

Status des OPERA-Experiments nach dem CNGS-Strahlbetrieb

2008 — • JAN LENKEIT für die OPERA-Kollaboration — Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Erzeugung des Muon-Neutrinostrahls



- Protonen (400 GeV, SPS – CERN) auf Graphit-Target
=> Sekundärstrahl aus π und K
- Selektion und Fokussierung
- Zerfall der π^+ und K^+
=> v.a. μ^+ und ν_μ
- Absorption nicht zerfallener Hadronen in Graphit-/Eisen-Block, Absorption der μ^+ in Erdreich
=> ν_μ – Strahl

Erzeugung des Muon-Neutrinostrahls

- Protonen (400 GeV, SPS – CERN) auf Graphit-Target

=> Sekundärstrahl aus π und K

- Selektion und Fokussierung

- Zerfall der π^+ und K^+

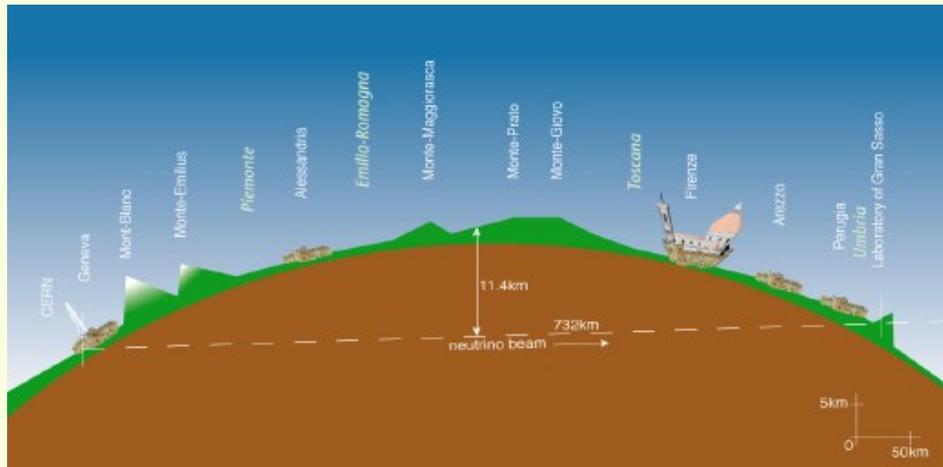
=> v.a. μ^+ und ν_μ

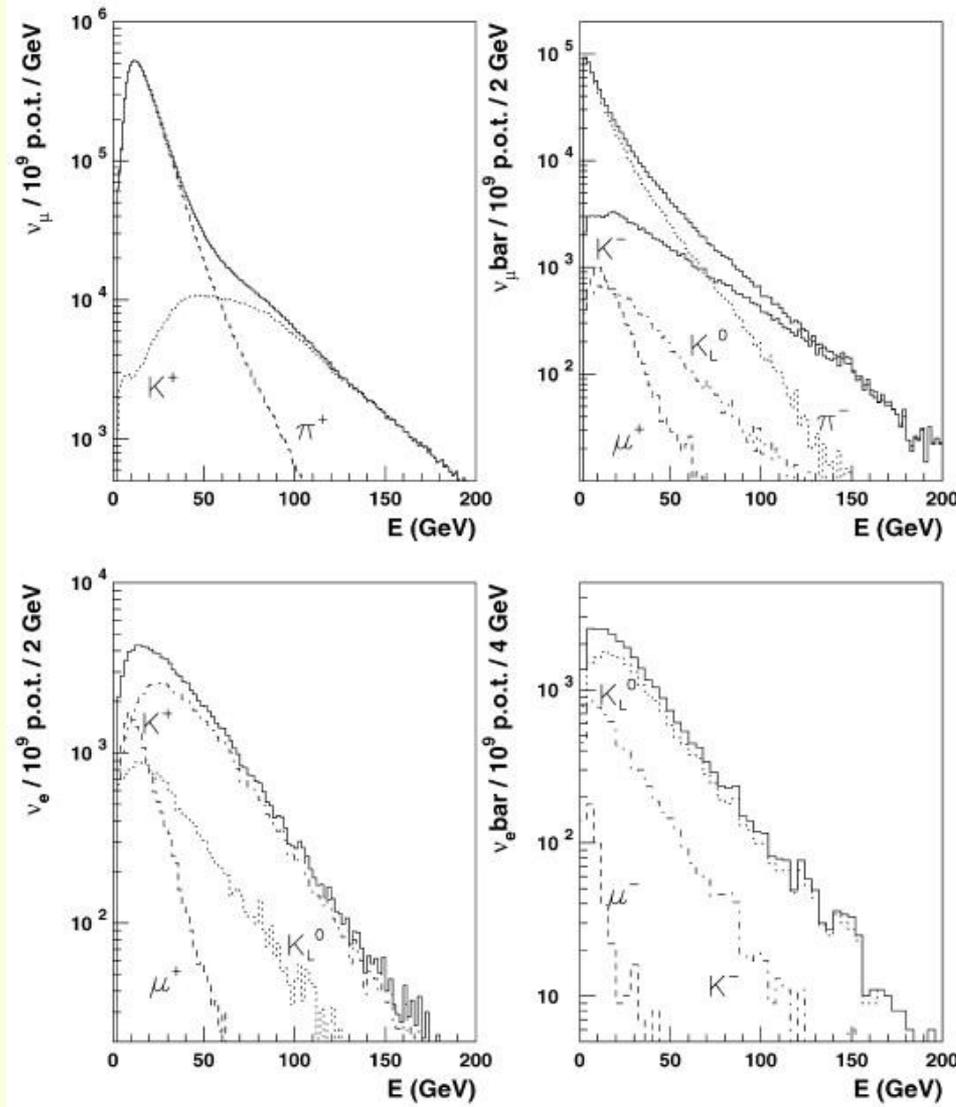
- Absorption nicht zerfallener Hadronen in Graphit-/Eisen-Block, Absorption der

in Erdreich

μ^+

=> ν_μ – Strahl





← Strahl von der **West Area Neutrino Facility / CERN (WANF)**

CERN Neutrinos to Gran Sasso (CNGS)

Strahlinhalt	
ν_μ	100
anti-ν_μ	2.1
ν_e	0.8
anti-ν_e	0.07
ν_τ	$\approx 10^{-5}$

from: G. Collazuol et al., NIM A, 4886



Energierекonstruktion

