



# EINFÜHRUNG IN DIE MESSUNG

---





# HAUPTDARSTELLER UNSERER MESSUNG

---



Das W-Boson



Das Higgs-Boson

# DAS W-TEILCHEN

---



Das W-Boson

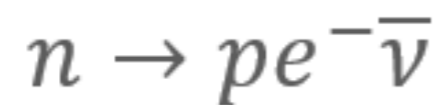
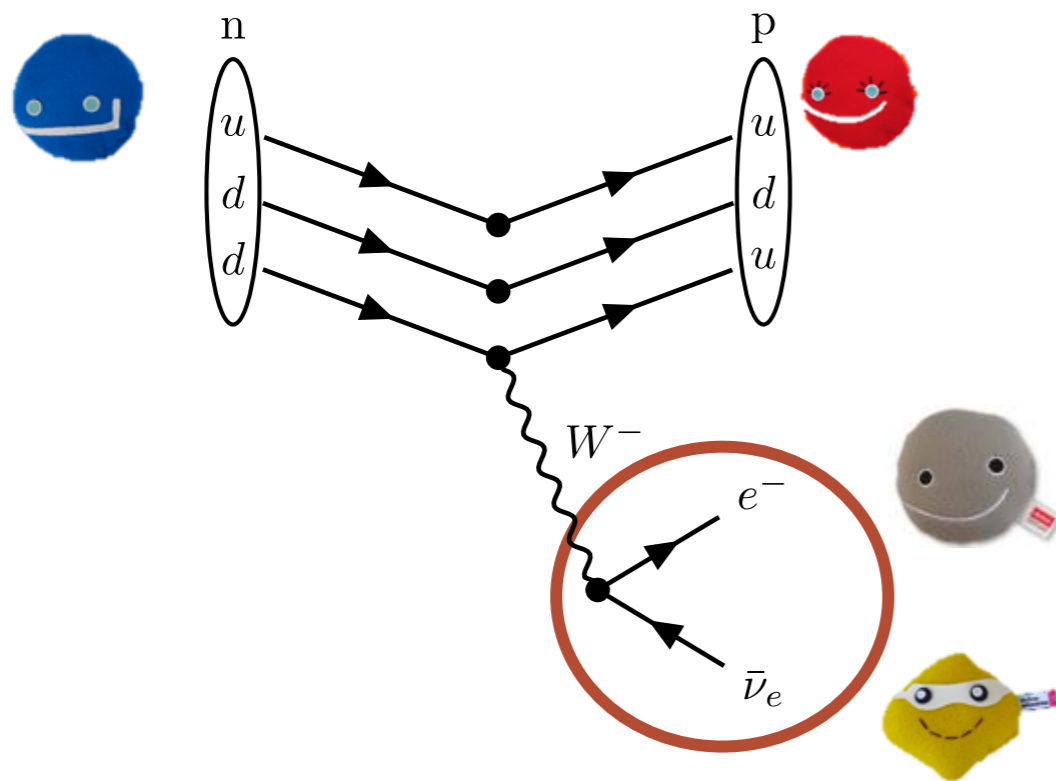


Das Higgs-Boson

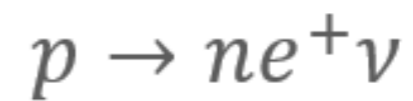
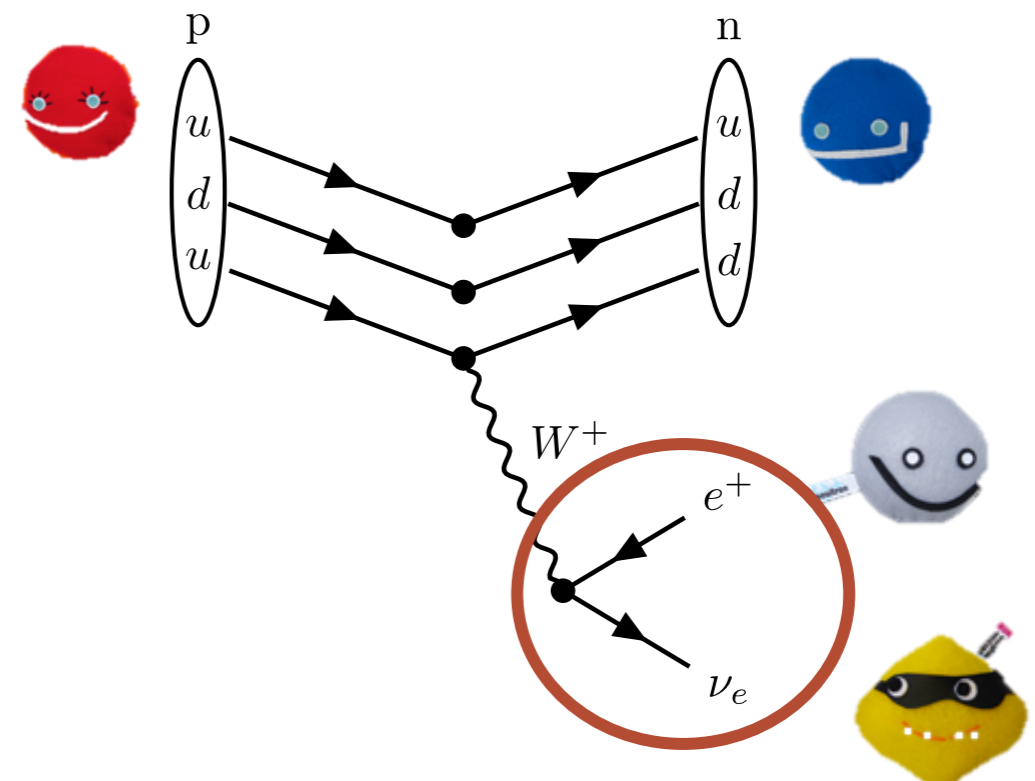
# W-BOSON-ZERFALL AM BEISPIEL VON $\beta$ -STRAHLUNG

---

Beta-Minuszerfall ( $\beta^-$ )



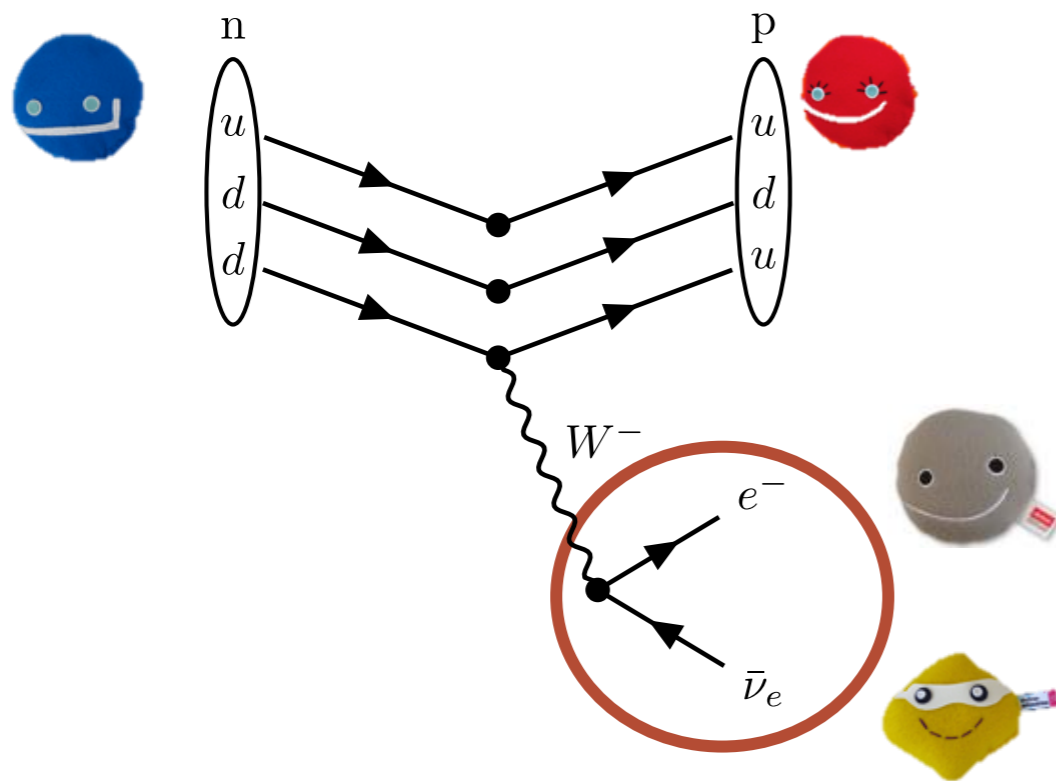
Beta-Pluszerfall ( $\beta^+$ )



# W-BOSON-ZERFALL AM BEISPIEL VON $\beta$ -STRAHLUNG

---

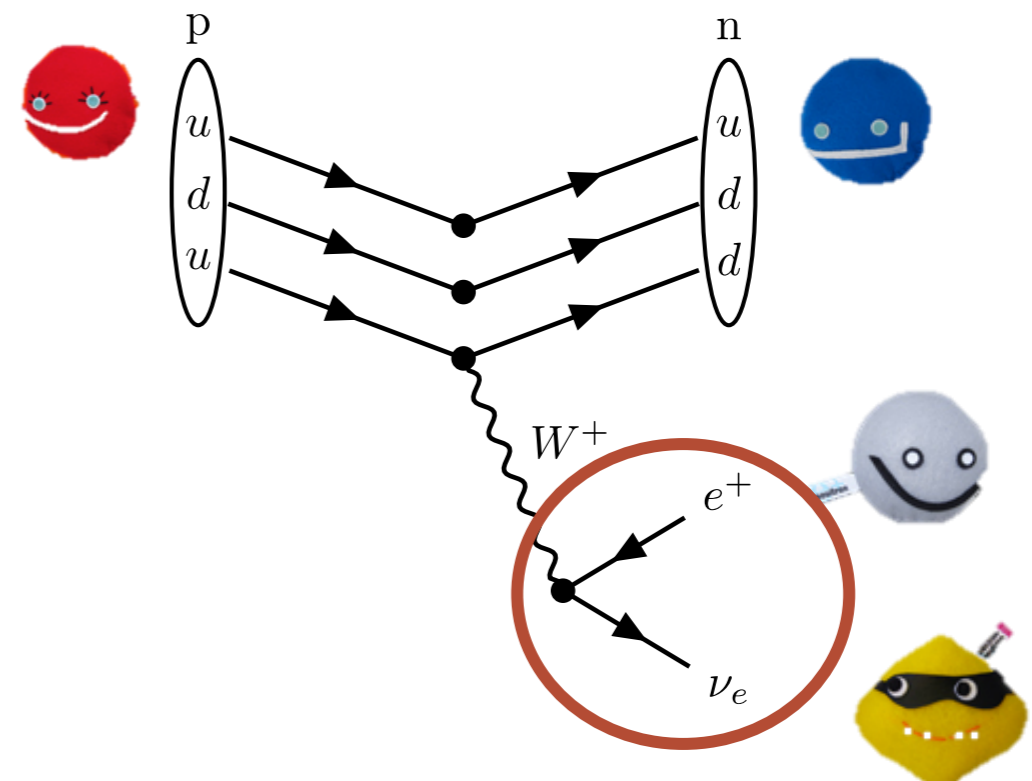
Beta-Minuszerfall ( $\beta^-$ )



$$n \rightarrow p e^- \bar{\nu}$$

$$W^- \rightarrow e^- \bar{\nu}$$

Beta-Pluszerfall ( $\beta^+$ )

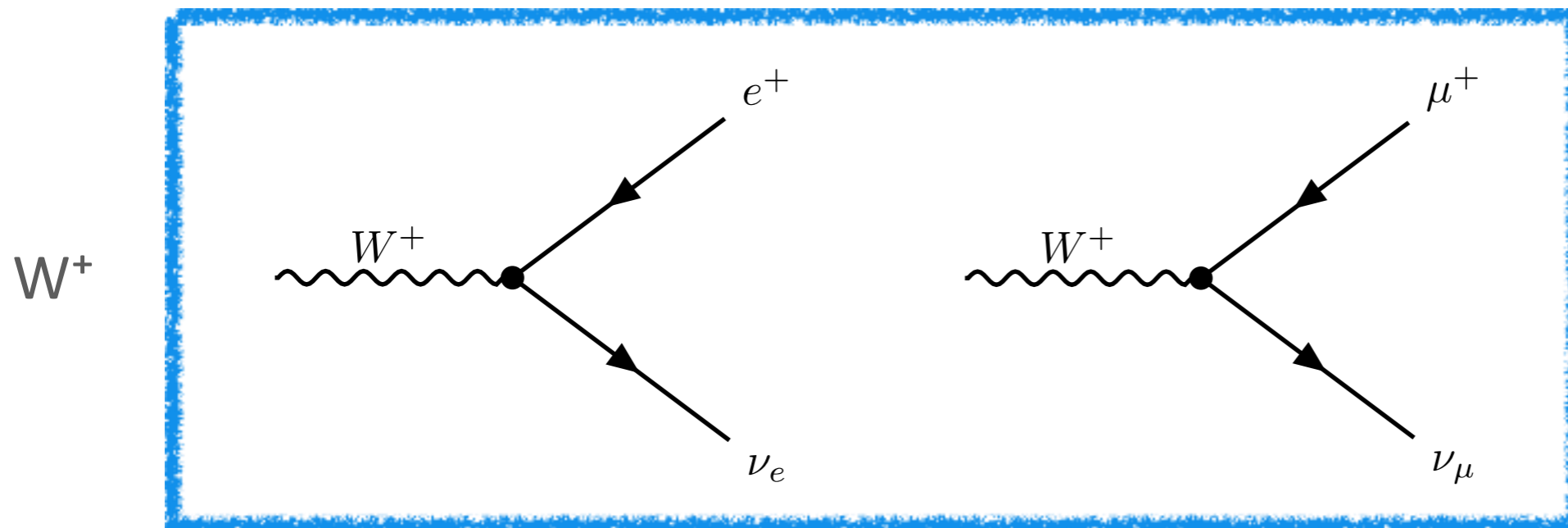
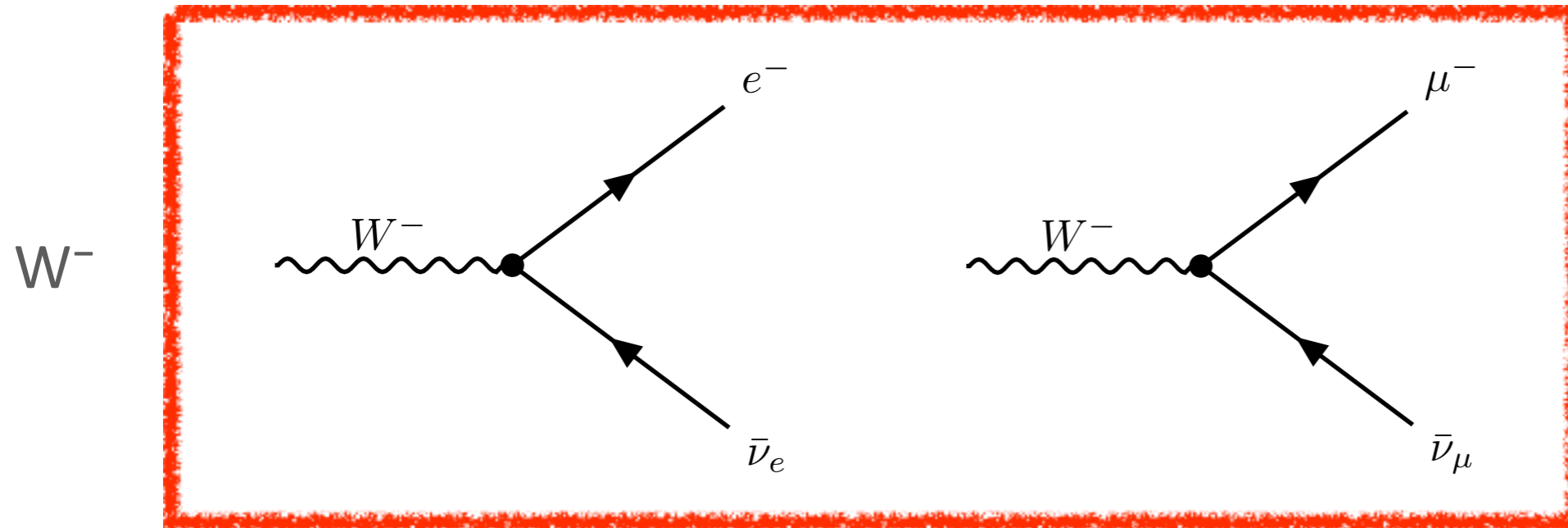


$$p \rightarrow n e^+ \nu$$

$$W^+ \rightarrow e^+ \nu$$

# 1. KATEGORIE:

---



Kreuzt in der  
Tabelle an, welcher  
der 4 Fälle zutrifft:



# DAS HIGGS-TEILCHEN

---



Das W-Boson

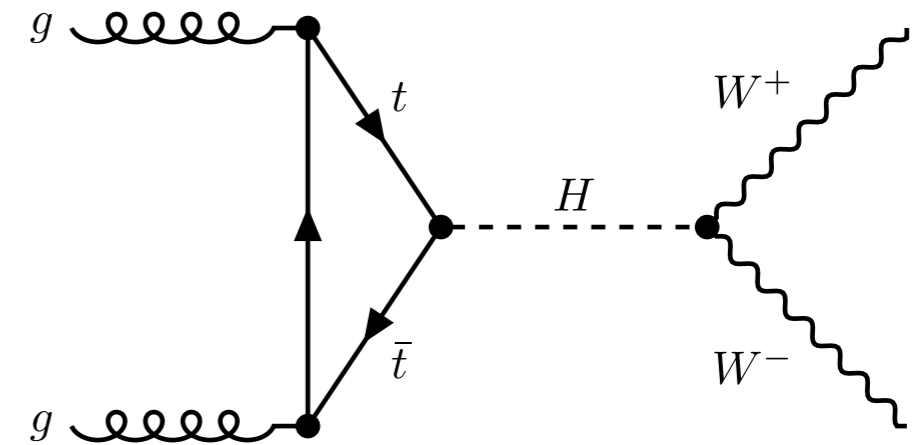


Das Higgs-Boson

# ZERFALL VON HIGGS-BOSONEN AM LHC



- Wir messen den Zerfall  
in 2 W-Bosonen

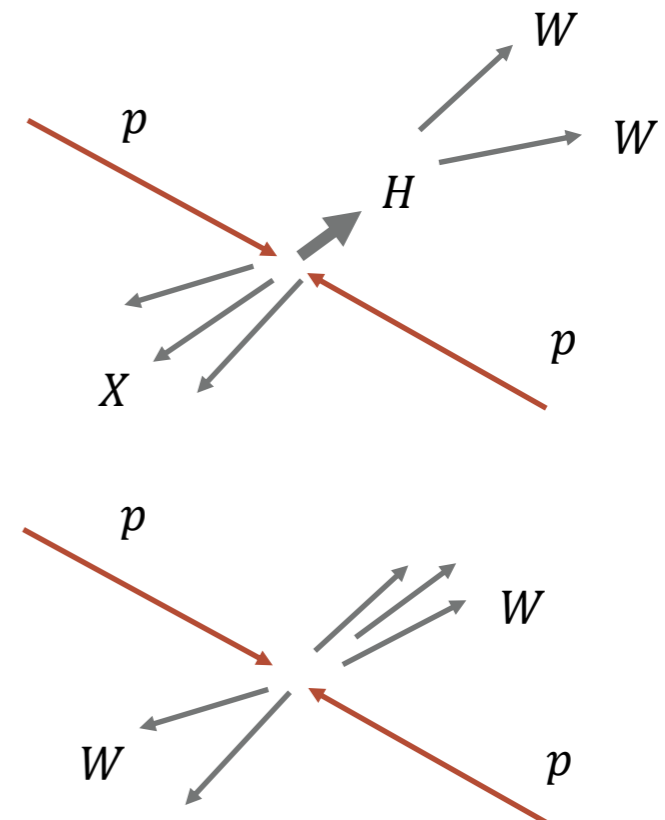
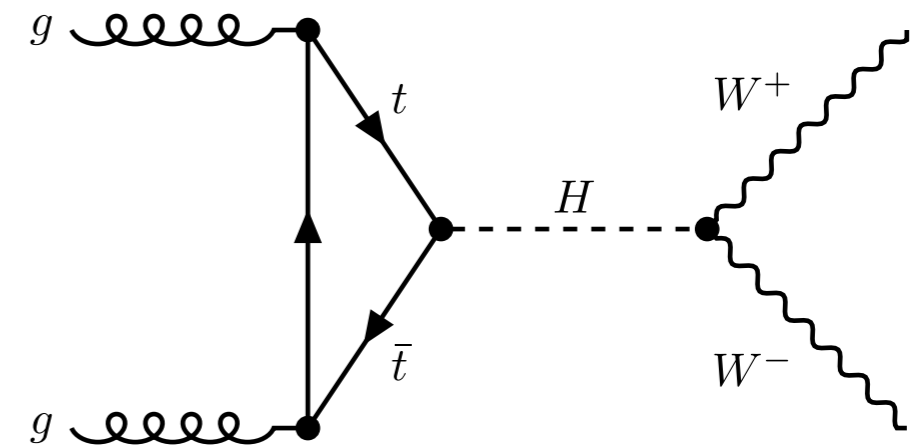




# ZERFALL VON HIGGS-BOSONEN AM LHC



- Wir messen den Zerfall  
in 2 W-Bosonen



# ZERFALL VON HIGGS-BOSONEN AM LHC

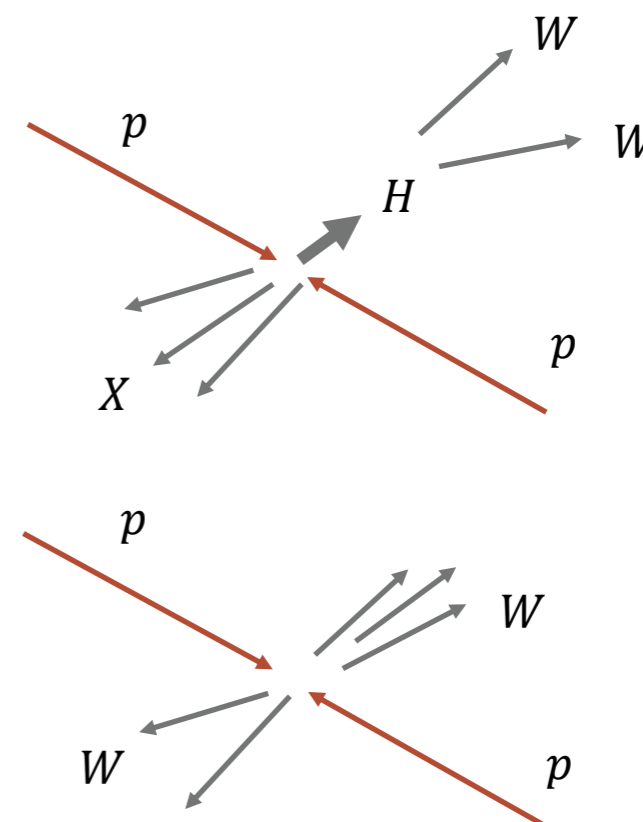
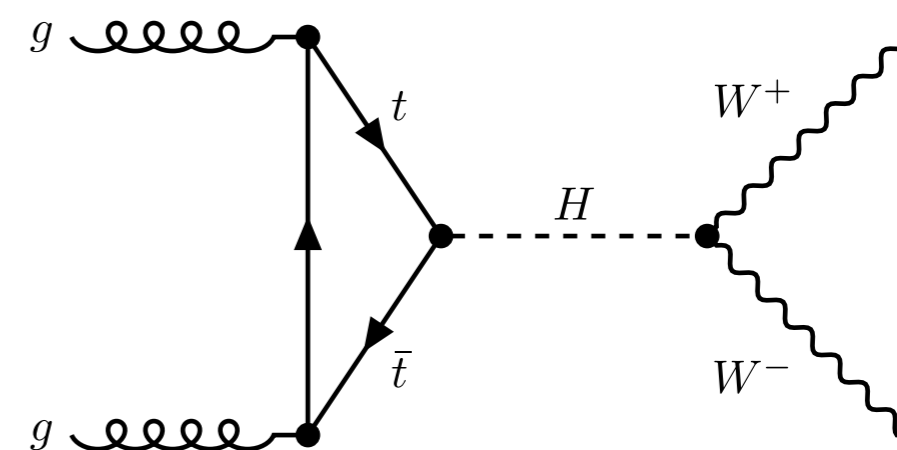


► Wir messen den Zerfall  
**in 2 W-Bosonen**

1. Für alle WW-Ereignisse den Winkelabstand  $\Delta\phi$  zwischen den beiden geladenen Leptonen messen!

Am Ende werden alle  $\Delta\phi$  der WW-Ereignisse verglichen

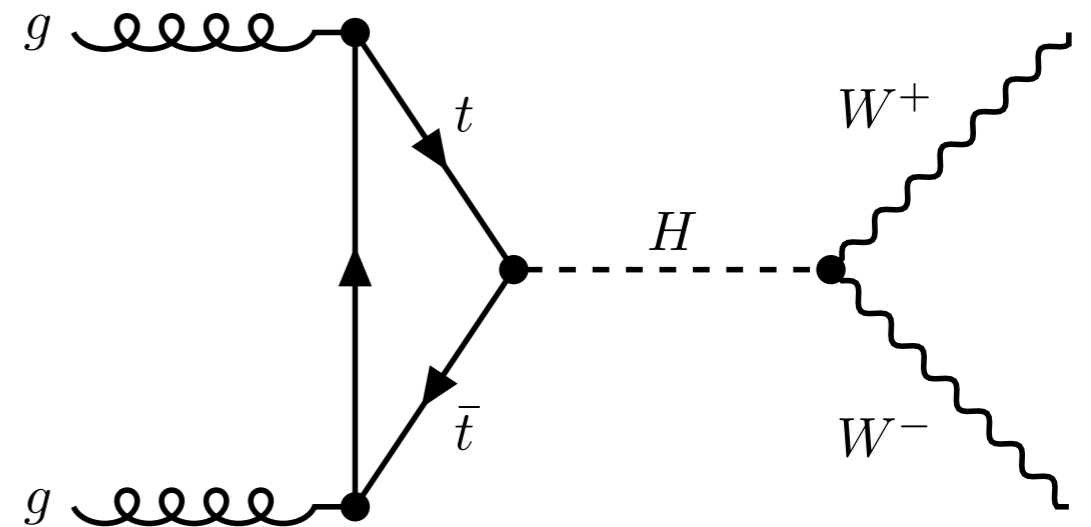
Theorie sagt: Wir erwarten Higgs Ereignisse eher in  $0^\circ < \Delta\phi < 90^\circ$  & WW-Ereignisse überall in  $0^\circ < \Delta\phi < 180^\circ$



## 2. KATEGORIE:

---

- Entweder Higgs  $\rightarrow$  WW-Ereignis oder WW-Ereignis ohne Higgs
- Messt den Winkel zwischen den geladenen Zerfallsprodukten der W-Bosonen



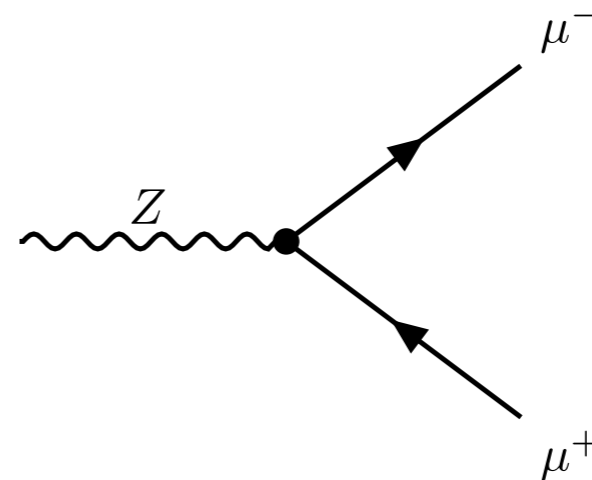
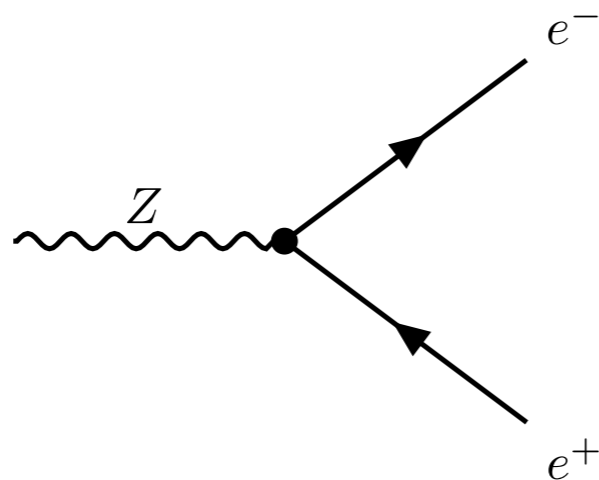


# 3. KATEGORIE: UNTERGRUND

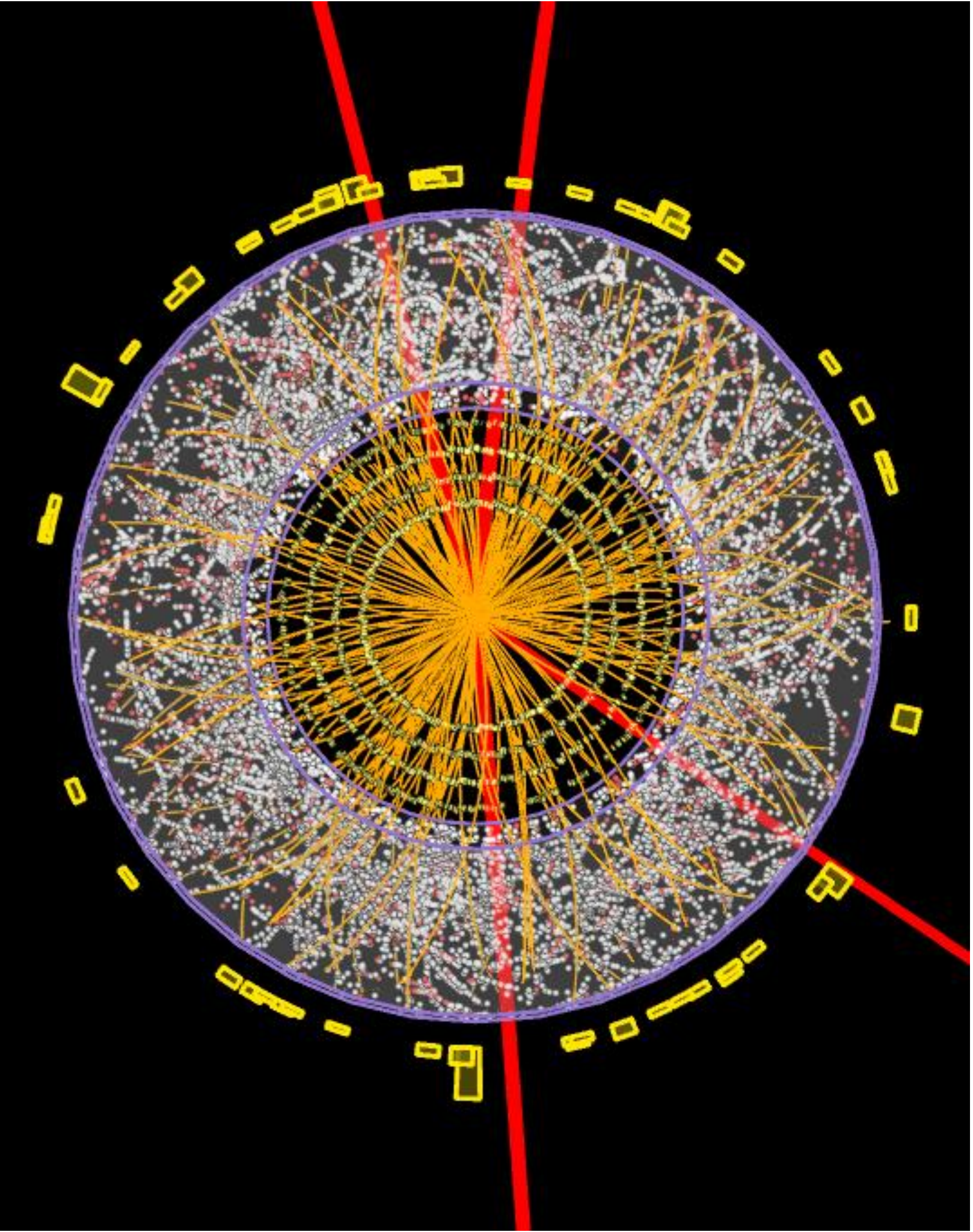
---

► Alles andere - zum Beispiel:

- i) Ereignisse mit **Jets**: ein Gluon oder Quark wird aus dem Proton geschleudert
- ii)  $Z^0$ -Teilchen zerfällt in 2 Leptonen



# EREIGNIS- IDENTIFIKATION



# WIE WIRD DIE MESSUNG ABLAUFEN?

---

- Jede Gruppe bekommt Ereignisse
- Ihr könnt mit Tracer-EVD herausfinden, was in jedem Ereignis passiert ist
- Am Ende zählen wir die Ereignisse aller Gruppen zusammen und schauen was wir gemeinsam herausgefunden haben



# EVENT-DISPLAYS MIT TRACER-EVD

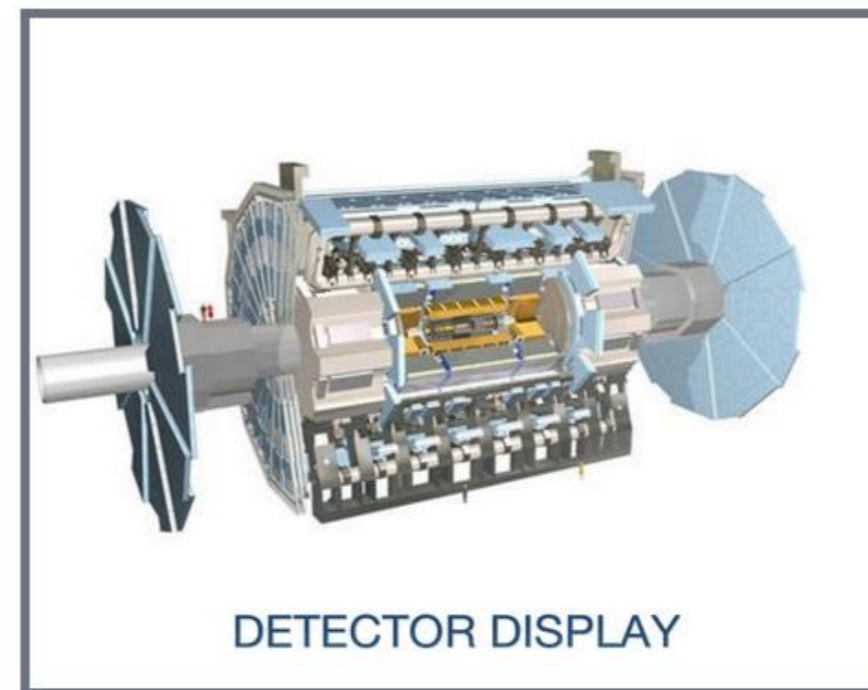
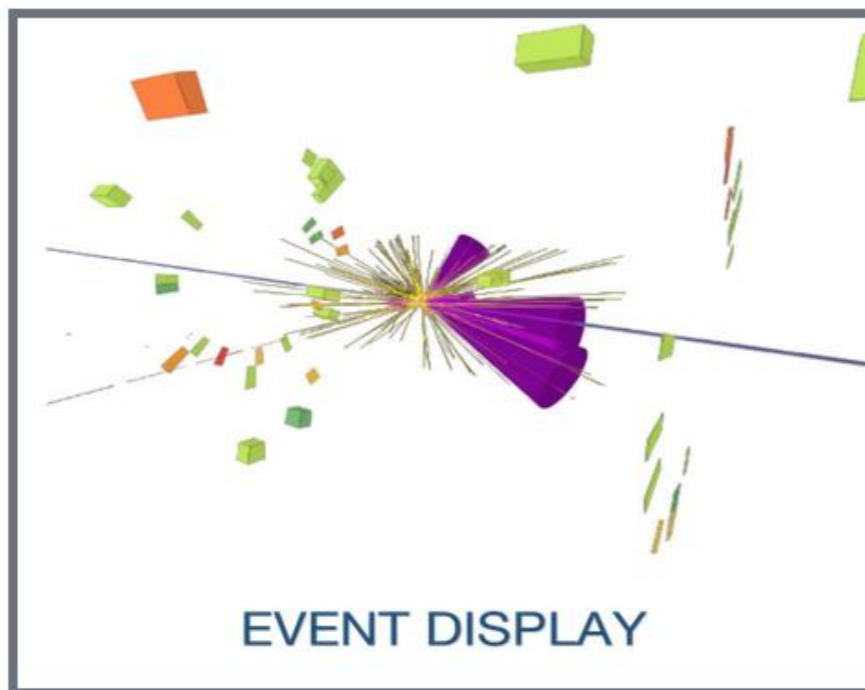
---



## INTERNATIONAL MASTERCLASSES



Group



*Tracer*

# EVENT-DISPLAYS MIT TRACER-EVD

The image shows a 3D visualization of the ATLAS detector with particle tracks and energy deposits. The interface includes a control bar at the top, a coordinate system in the top right, a tree view of detector components on the left, and a table of event results in the bottom right.

**Kontrollleiste**

**Koordinatensystem**

**Angezeigte Detektorkomponenten**

**Tabelle mit Ergebnissen**

W PATH TABLE							
Event	e+	e-	$\mu+$	$\mu-$	Background	WW	Angle
01	●	●	●	●	●	●	■

Group : 1A  
City : Test  
Date : 22.3.2025

FPS: 165 TRIANGLES: 126931

# EVENT-DISPLAYS MIT TRACER-EVD

ATLAS DETECTOR

- MAGNET SYSTEMS
- INNER DETECTOR
  - PIXEL
  - SCT
  - TRT
- CALORIMETRY
  - LAR
  - TILE
- MUON SPECTROMETER
  - BARREL
  - ENDCAP
- BEAM PIPE

TEVD *W<sub>path</sub>* [Menu] [Tools]

W PATH TABLE

Event	e+	e-	μ+	μ-	Background	WW	Angle
01	●	●	●	●	●	●	■

Teilchenspur

Energie im Kalorimeter

Group : 1A  
City : Test  
Date : 22.3.2025

FPS: 165 TRIANGLES: 126931



# EVENT-DISPLAYS MIT TRACER-EVD

---

TEVD

*W<sub>path</sub>*



Detekorkomponentenmenü Ein/Aus

Eventinfo und Filter

Drohnenflug durch Detektor

Kameraperspektive

Detektorausschnitt

Detektoropazität

Vollbildmodus

Beenden

# EVENT-INFO UND FILTER

- Angezeigte Objekte



- Filter für Teilchenspuren
- Spuren mit niedrigem Pt können ausgeblendet werden



## EVENTS

Upload XML

TRACKS     JETS     MET  
 CELLS     VERTICES     LAR  
 MUON  
SEGMENTS

**FILTER**    ALGORITHMS    INFO

Track values

$\varphi$	
$\eta$	
Pt	1
$\theta$	

Muons  
 Electrons

# TEILCHENIDENTIFIKATION

The image shows a 3D visualization of a particle detector simulation. The detector components are labeled in a sidebar on the left:

- ATLAS DETECTOR
  - MAGNET SYSTEMS
    - INNER DETECTOR
      - PIXEL
      - SCT
      - TRT
    - CALORIMETRY
      - LAR
      - TILE
    - MUON SPECTROMETER
      - BARREL
      - ENDCAP
    - BEAM PIPE

The main 3D view shows particle tracks (Spur) and a jet (Jet). A hit in the muon spectrometer (Treffer im Muonenspektrometer) is also indicated. A 'W PATH TABLE' is overlaid on the right side of the interface.

Event	e+	e-	$\mu+$	$\mu-$	Background	WW	Angle
01	●	●	●	●	○	●	■
02	●	●	●	●	●	○	■
03	●	●	●	●	●	○	■
04	●	●	●	●	●	○	■
05	●	●	●	●	●	●	■

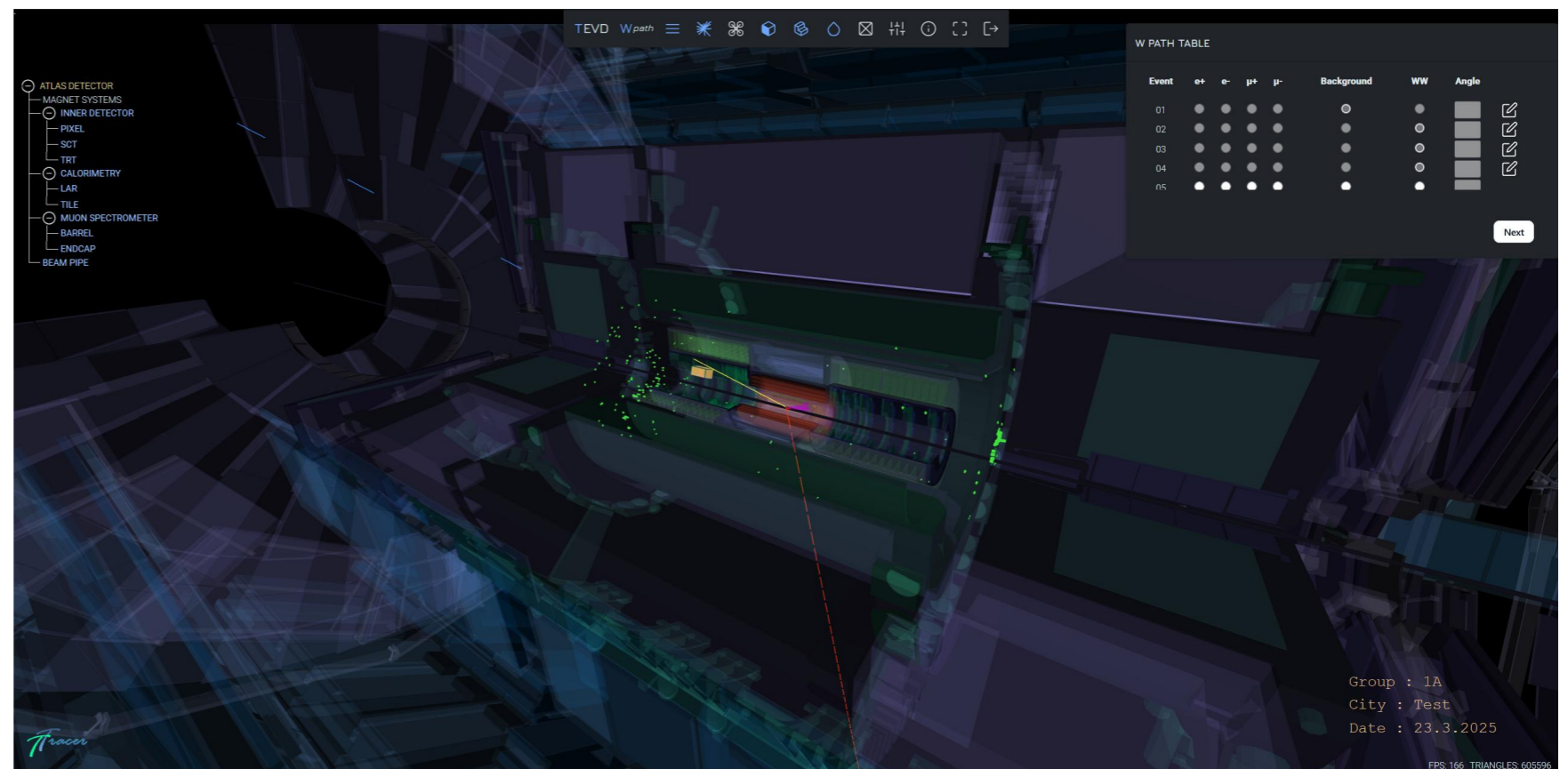
Group : 1A  
City : Test  
Date : 23.3.2025

FPS: 166 TRIANGLES: 605596

# TEILCHENIDENTIFIKATION

---

Was  
fehlt?

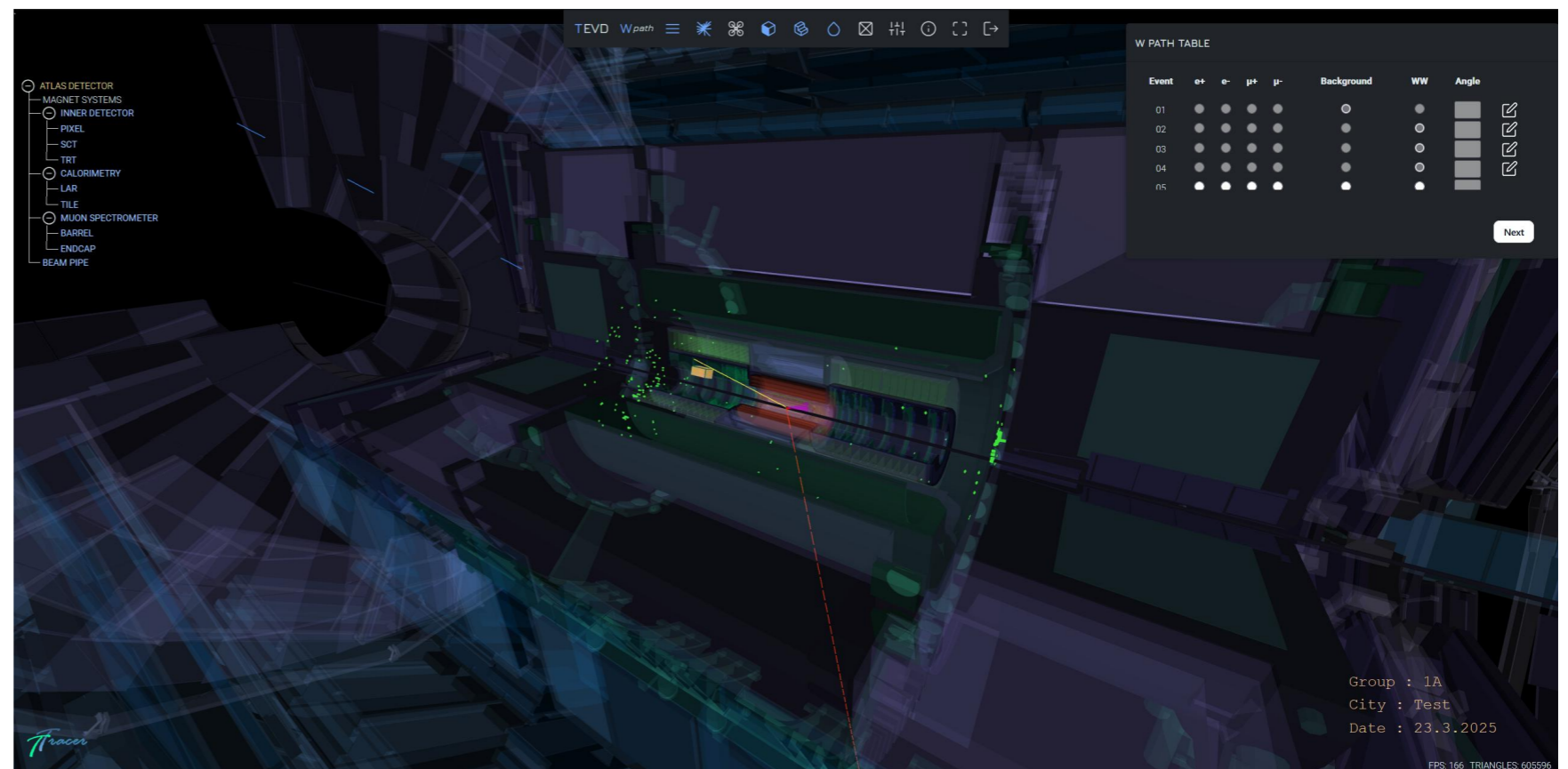


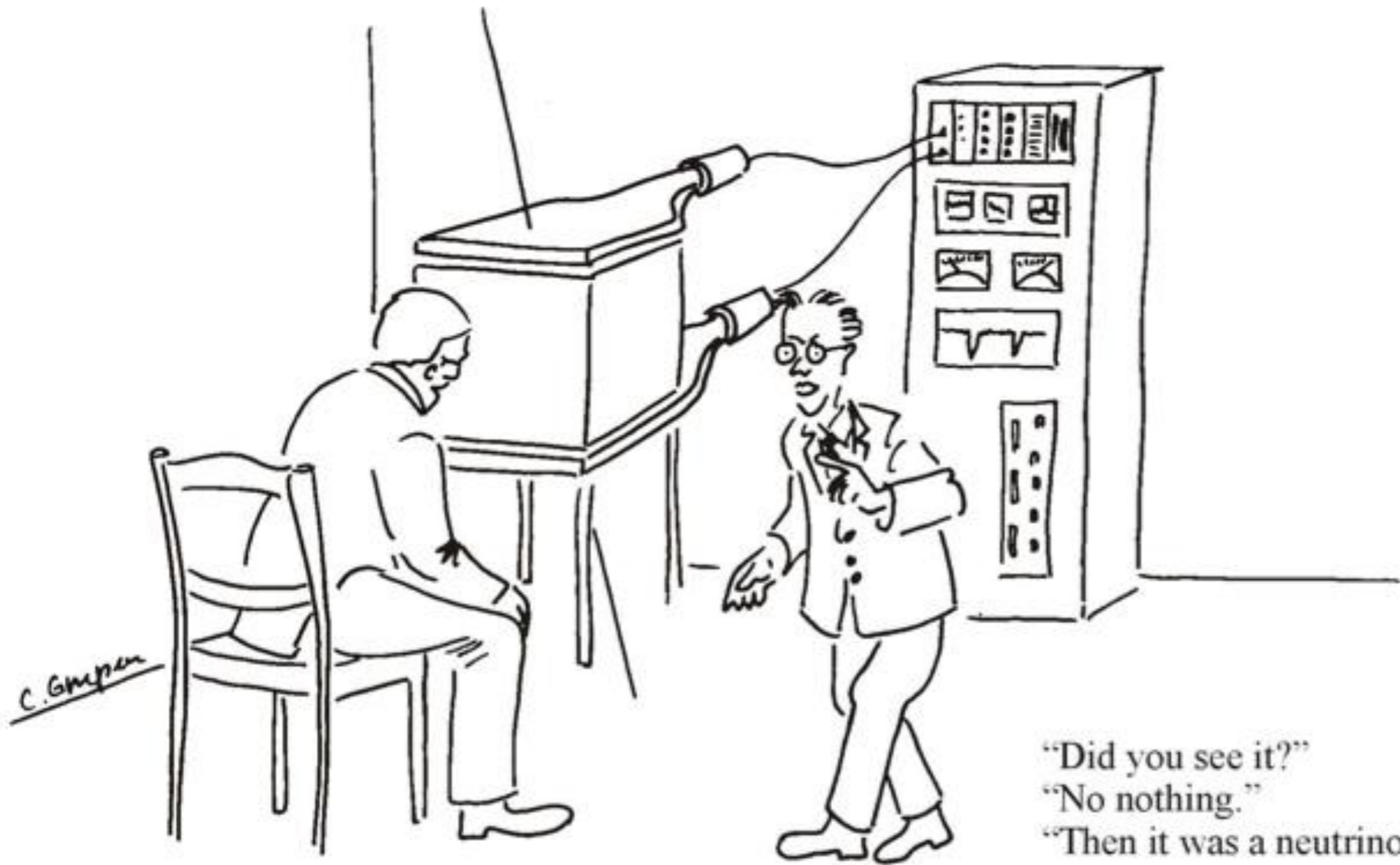


# TEILCHENIDENTIFIKATION

---

*Neutrino*





“Did you see it?”  
“No nothing.”  
“Then it was a neutrino!”

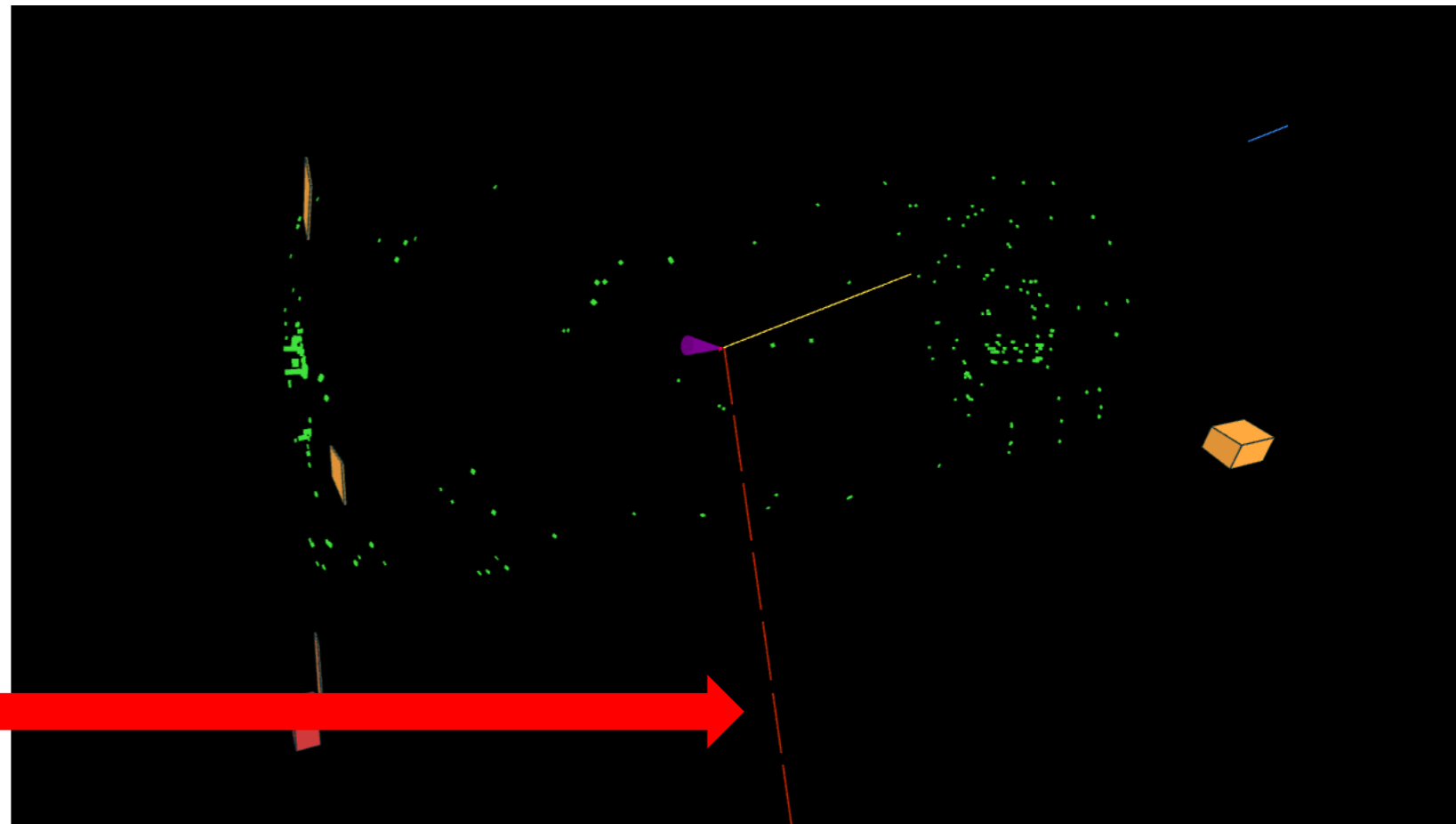
# TEILCHENIDENTIFIKATION

---

## Neutrino

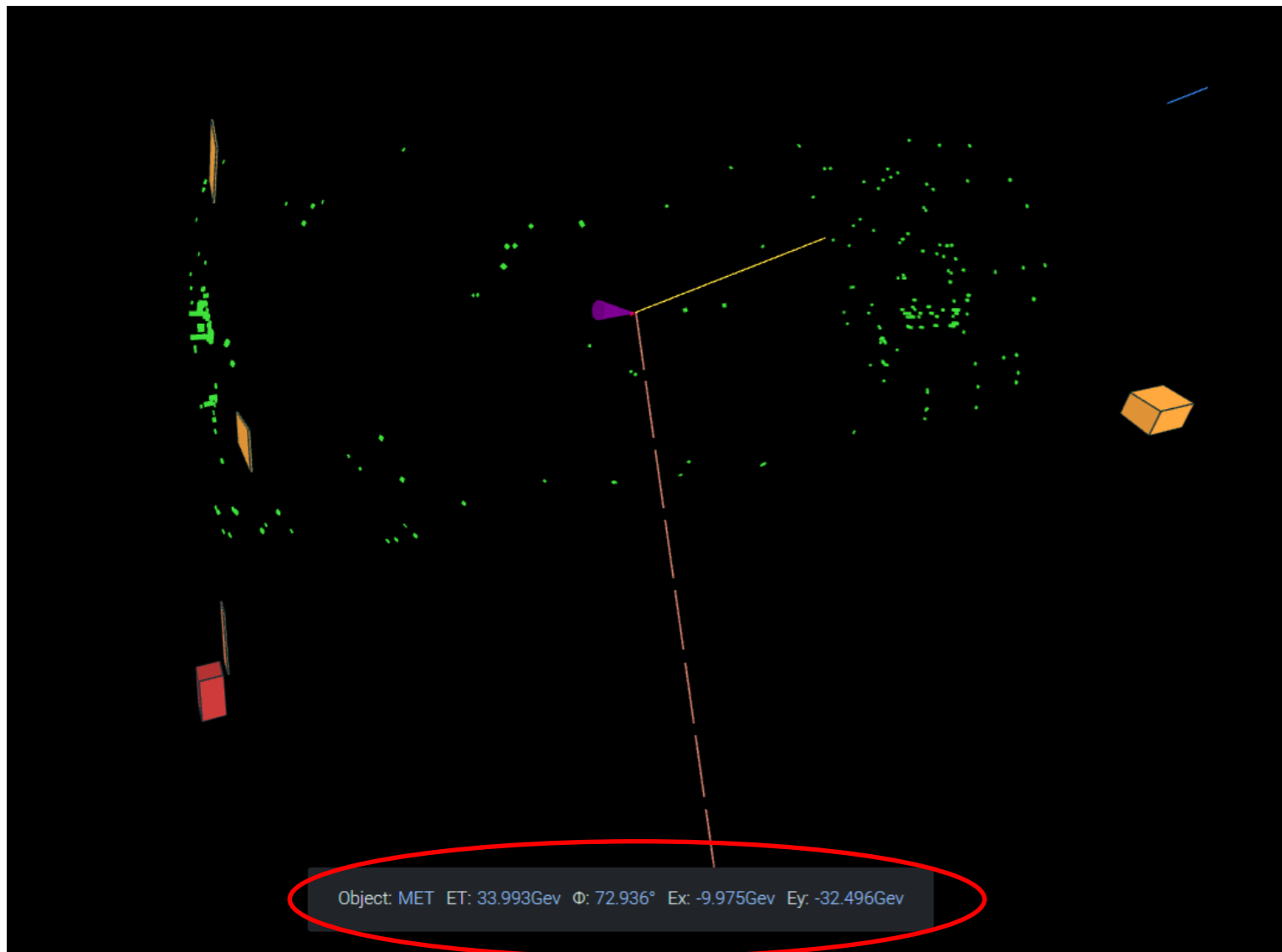
*Impulserhaltung verrät,  
dass es da war!*

*Impuls des Neutrinos =  
Impuls, der nachher fehlt!*



# MINERVA: FEHLENDE TRANSVERSALE ENERGIE (MET)

---



Fehlende Energie (MET) wird durch die rot-gestrichelte Linie angezeigt.

Hier fehlen 34 GeV

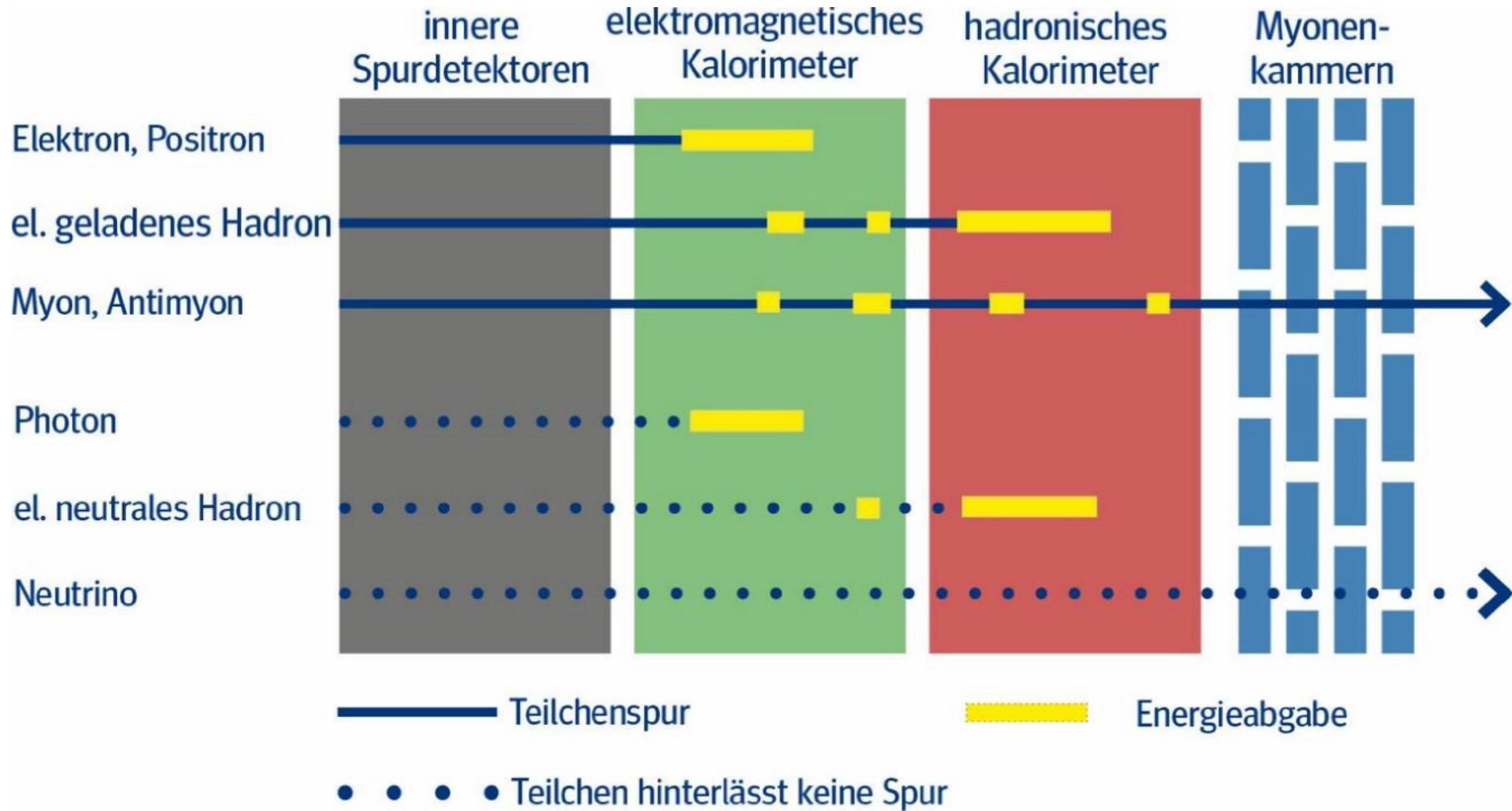
Damit ein Ereignis kein Untergrund ist verlangen wir Missing ET > 20 GeV

---



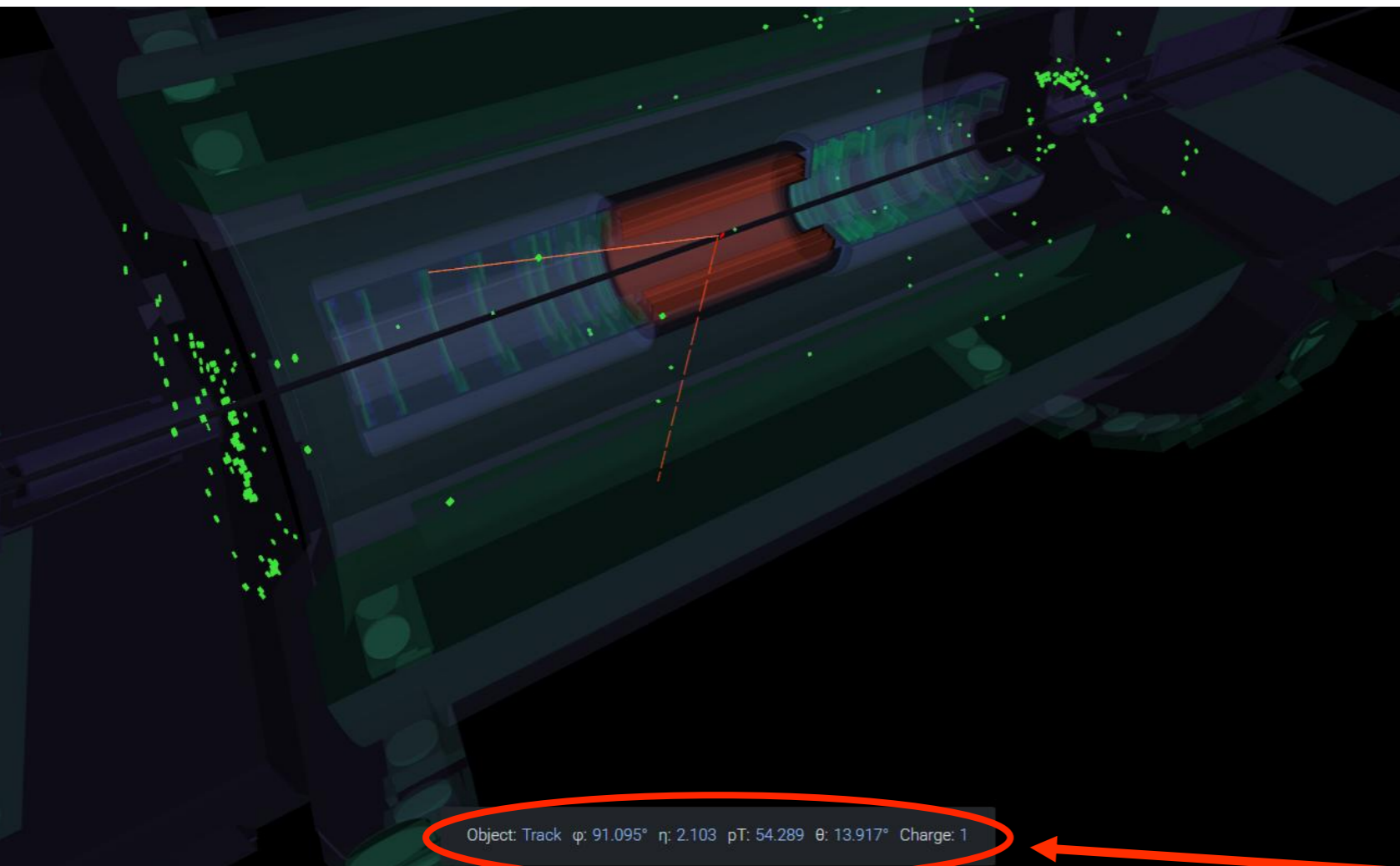
# SPIELREGELN:

---



# ELEKTRON ODER POSITRON?

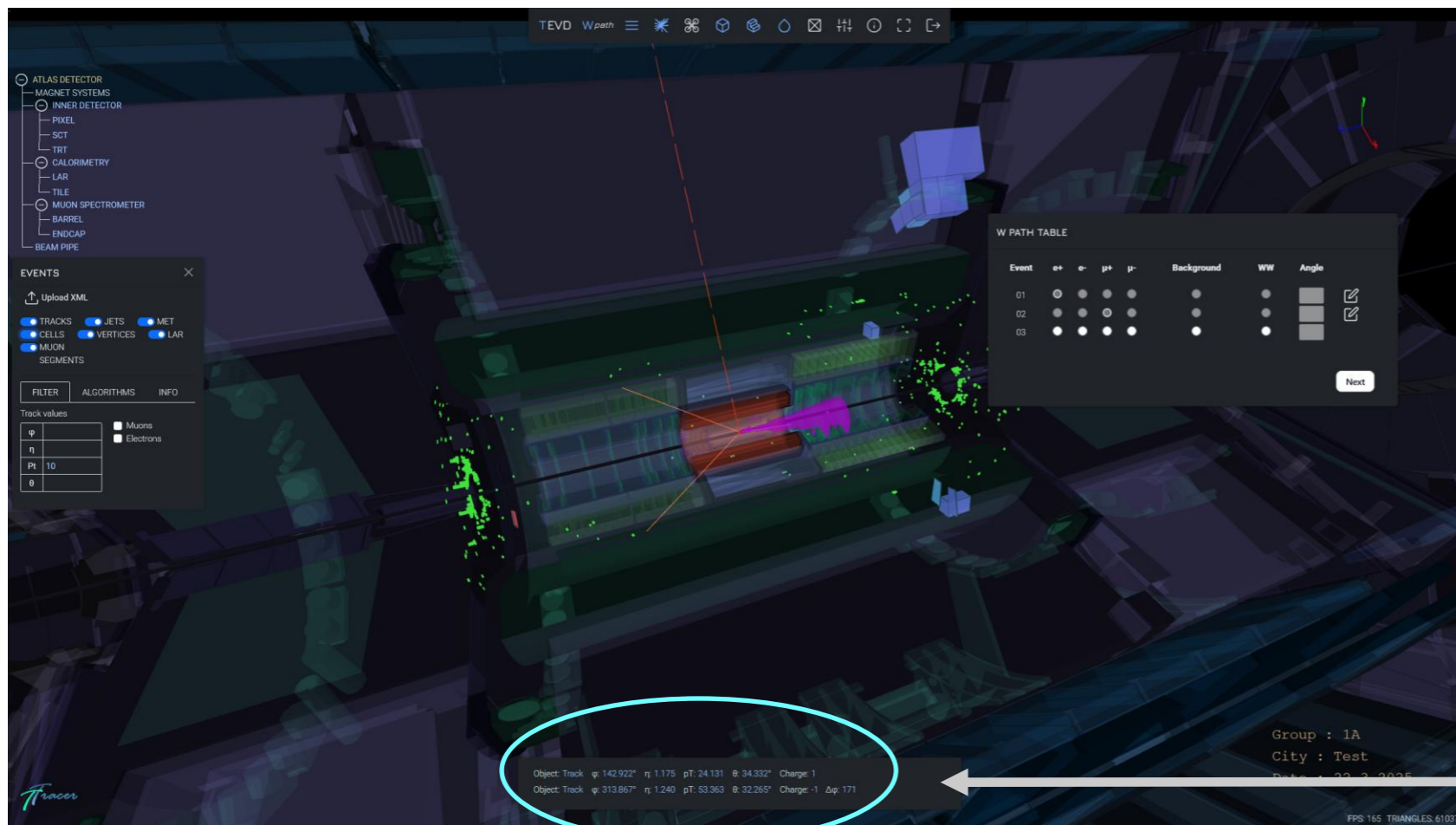
---



1. Spur anklicken
2. In der Infobox unten werden alle Informationen angezeigt

+1 Positron  
-1 Elektron

# TOOLS: WINKEL



1. Strg gedrückt halten
2. Nacheinander beide Spuren anklicken

Der Winkel Abstand wird dann unten rechts angezeigt

# EREIGNIS SELEKTION

1. Beginnt bei Start
2. Folgt dem Flussdiagramm
3. Ordnet das Ereignis ein

- **MET** = missing transverse energy
- **Lepton** = hier ein Elektron oder Muon
- **Jet** = pinker Kegel

