



EINFÜHRUNG IN DIE MESSUNG



HAUPTDARSTELLER UNSERER MESSUNG



Das **W-Boson**



Das **Higgs-Boson**

DAS W-TEILCHEN



Das **W-Boson**



Das **Higgs-Boson**

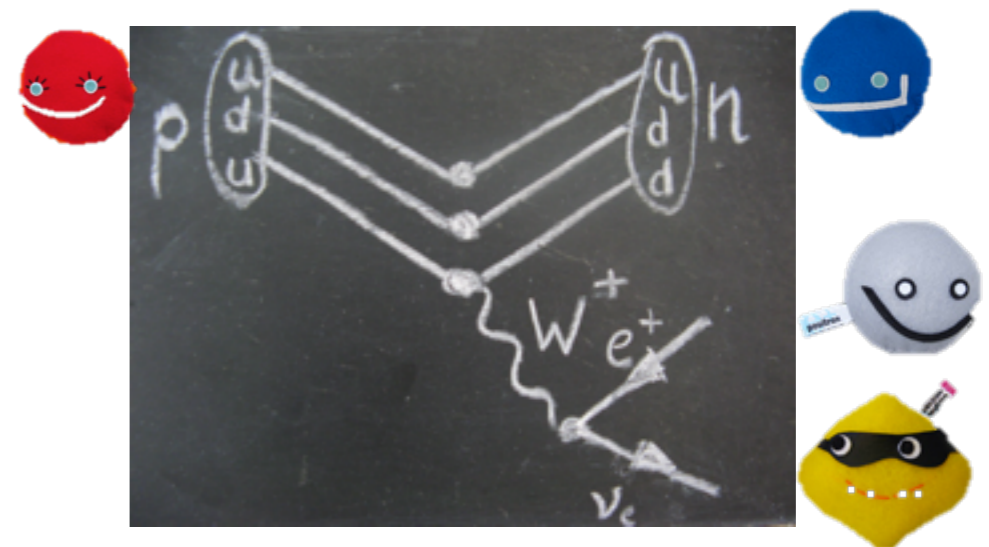
W-BOSON-ZERFALL AM BEISPIEL VON β -STRAHLUNG

Beta-Minuszerfall (W^-)



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

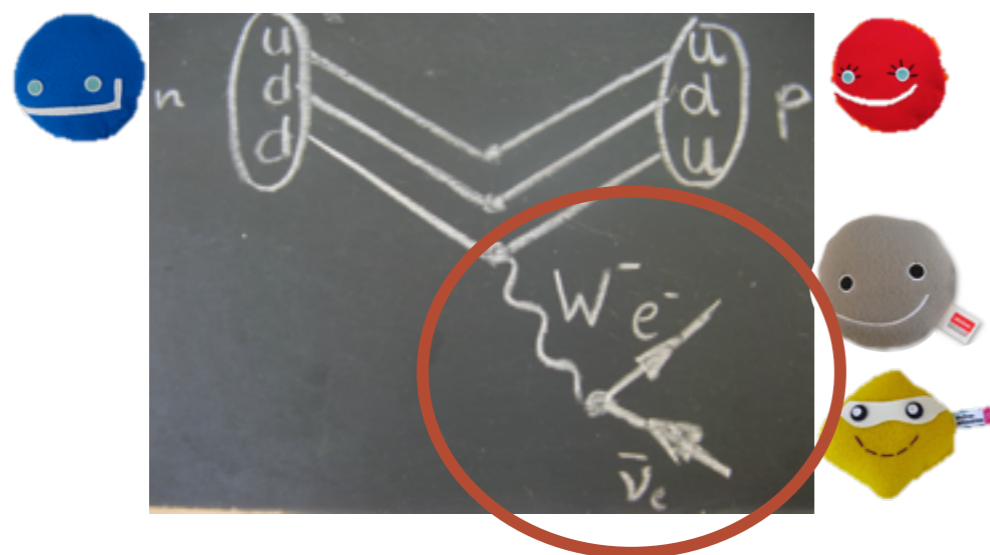
Beta-Pluszerfall (W^+)



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

W-BOSON-ZERFALL AM BEISPIEL VON β -STRAHLUNG

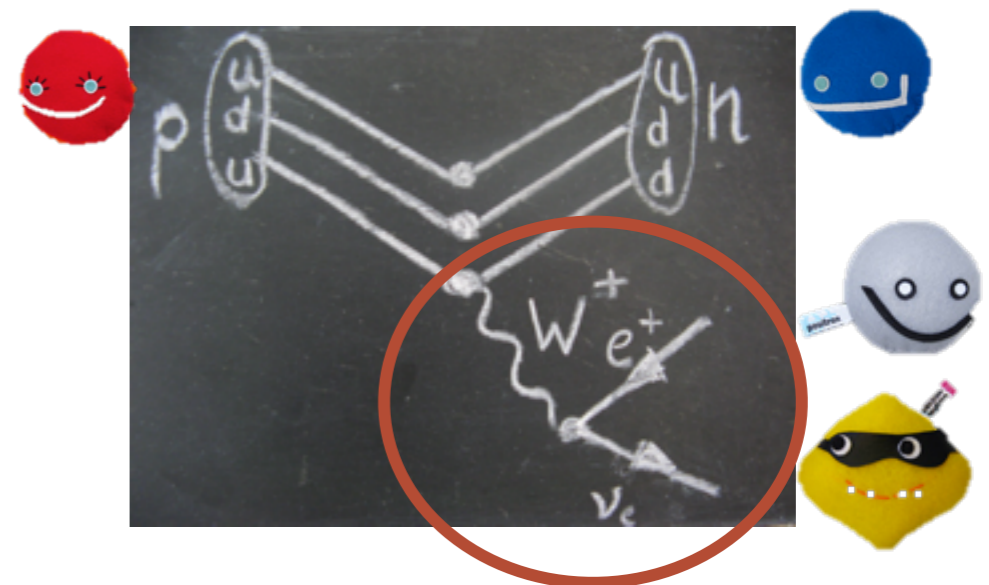
Beta-Minuszerfall (W^-)



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

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

Beta-Pluszerfall (W^+)

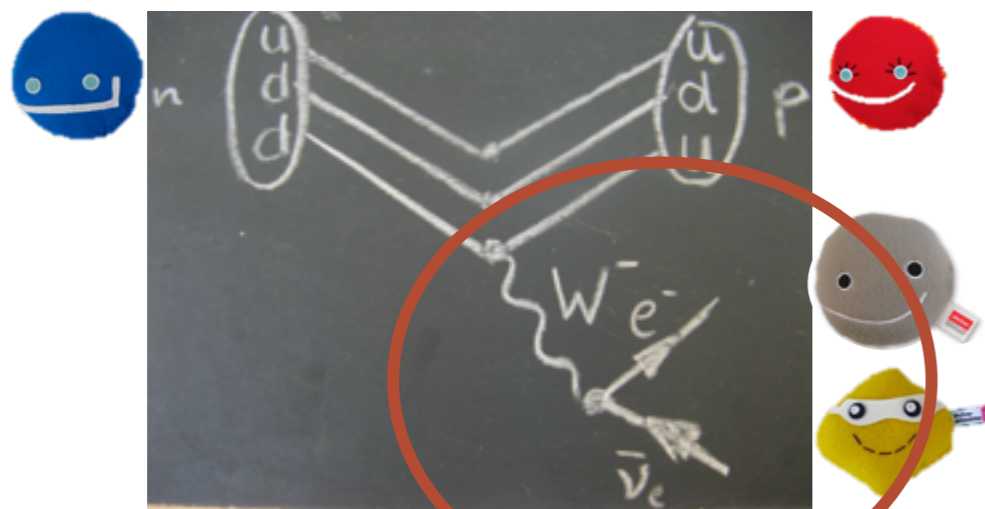


$$p \rightarrow n e^+ \nu$$

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

W-BOSON-ZERFALL AM BEISPIEL VON β -STRAHLUNG

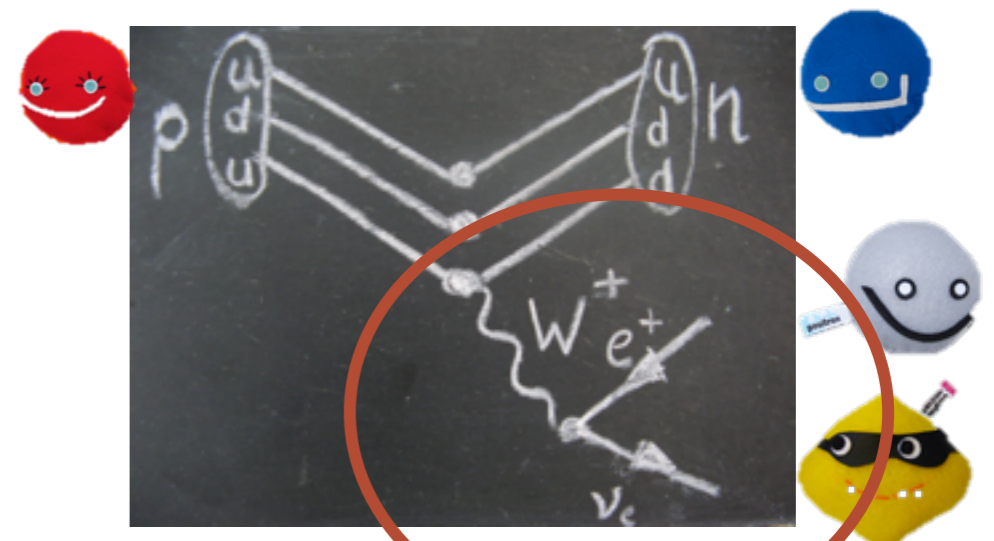
Beta-Minuszerfall (W^-)



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

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

Beta-Pluszerfall (W^+)

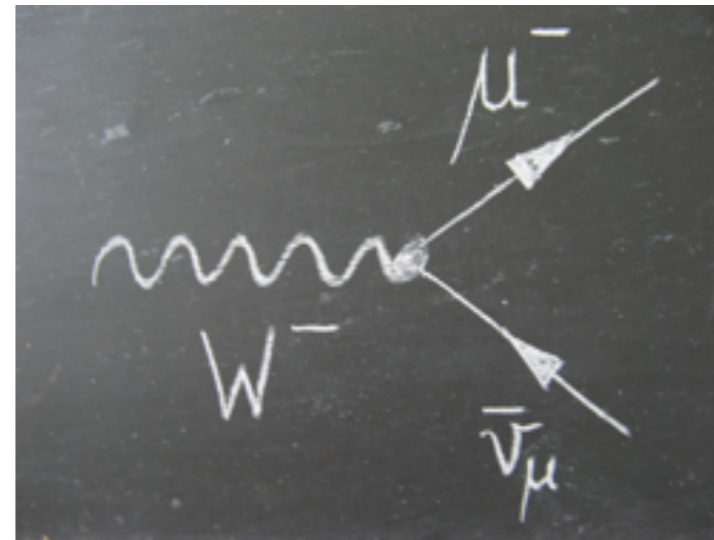
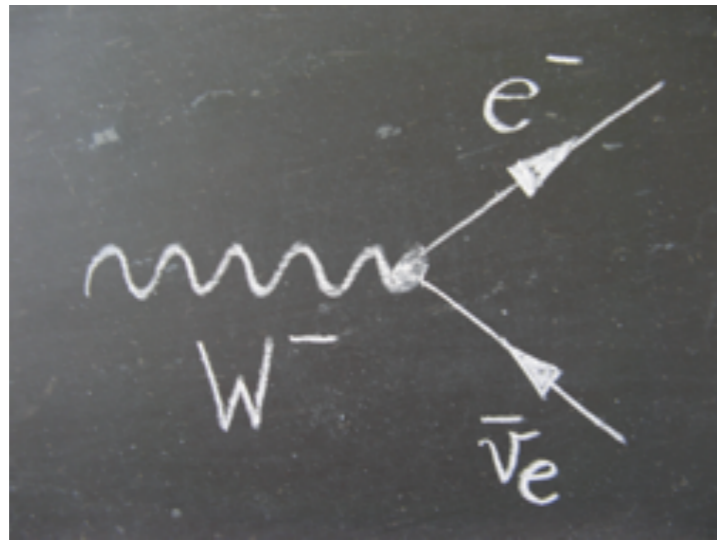


$$p \rightarrow n e^+ \nu$$

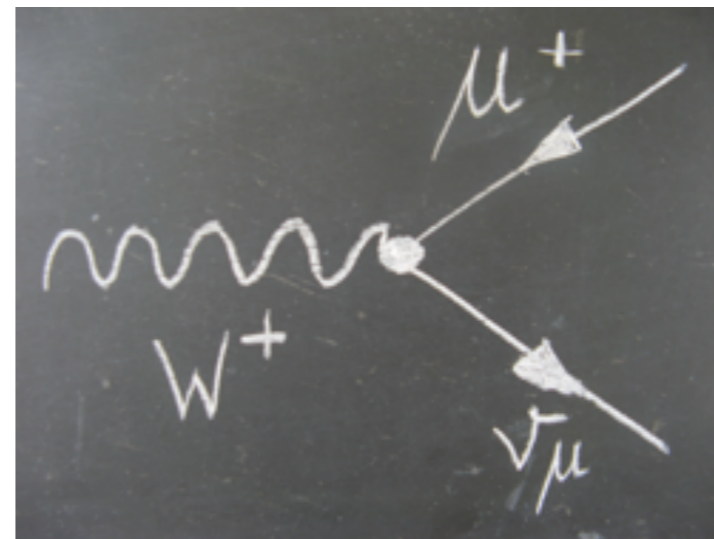
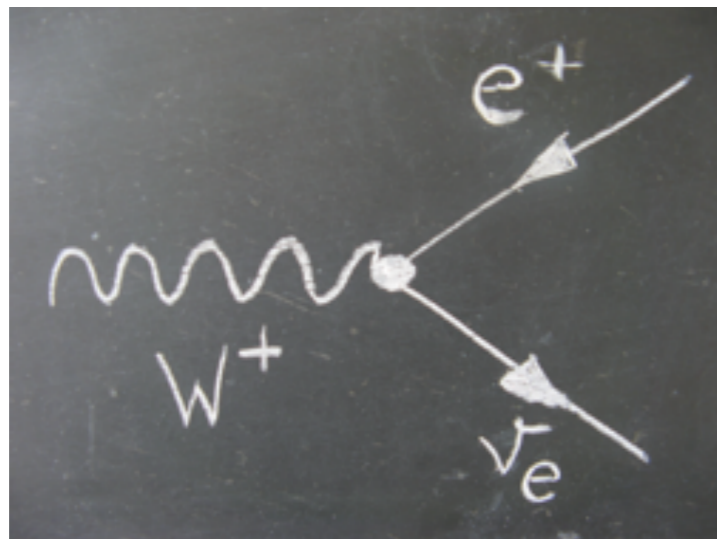
$$W^+ \rightarrow e^+ \nu$$

1. KATEGORIE: $W^{+/-} \rightarrow e^{+/-} / \mu^{+/-} + \text{Neutrino}$

W^-



W^+



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

- $W^+ \rightarrow e^+$
- $W^- \rightarrow e^-$
- $W^+ \rightarrow \mu^+$
- $W^- \rightarrow \mu^-$

DAS HIGGS-TEILCHEN



Das **W-Boson**

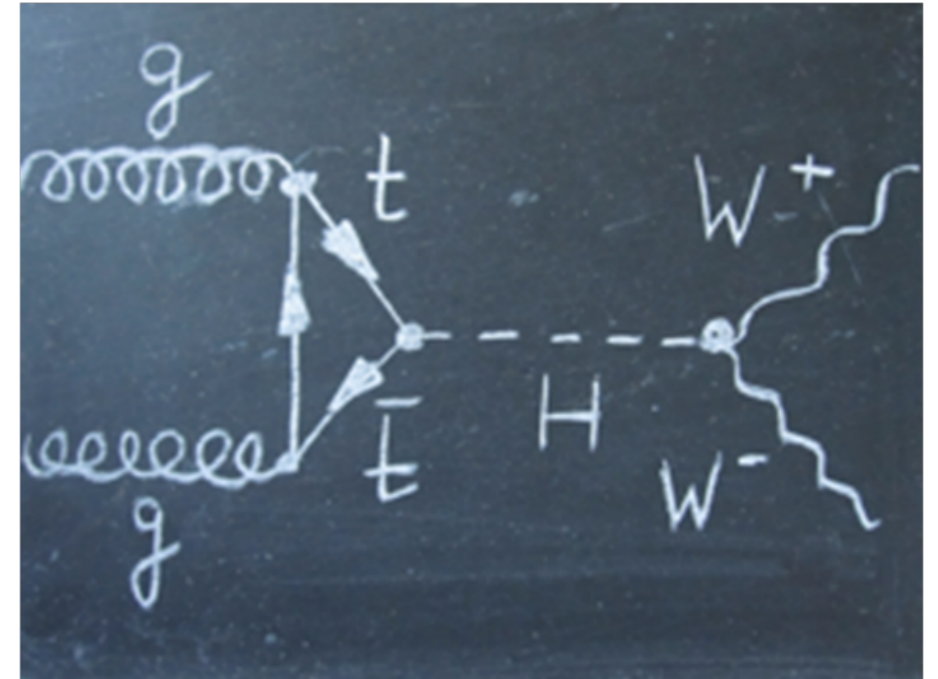


Das **Higgs-Boson**

ZERFALL VON HIGGS-BOSONEN AM LHC



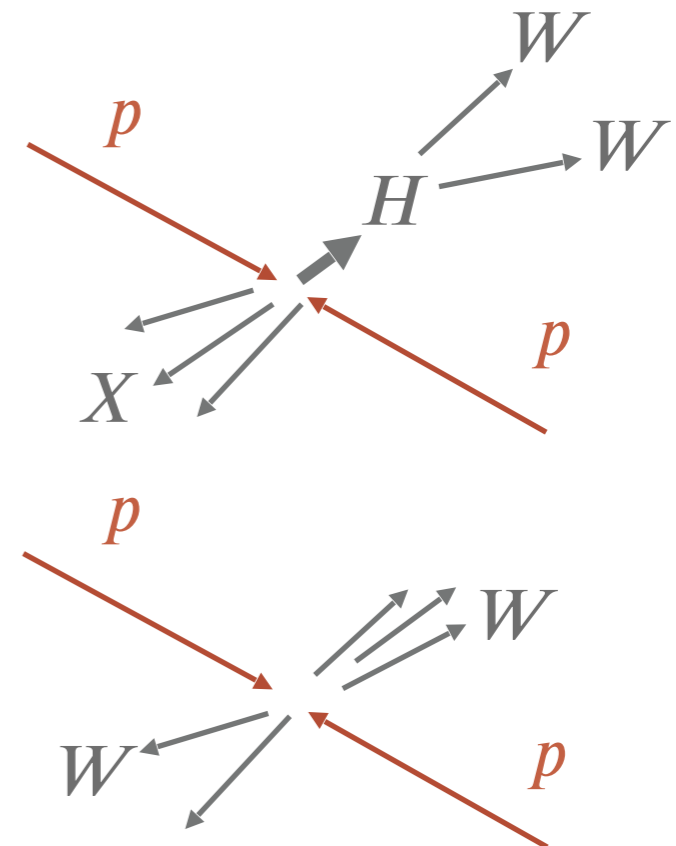
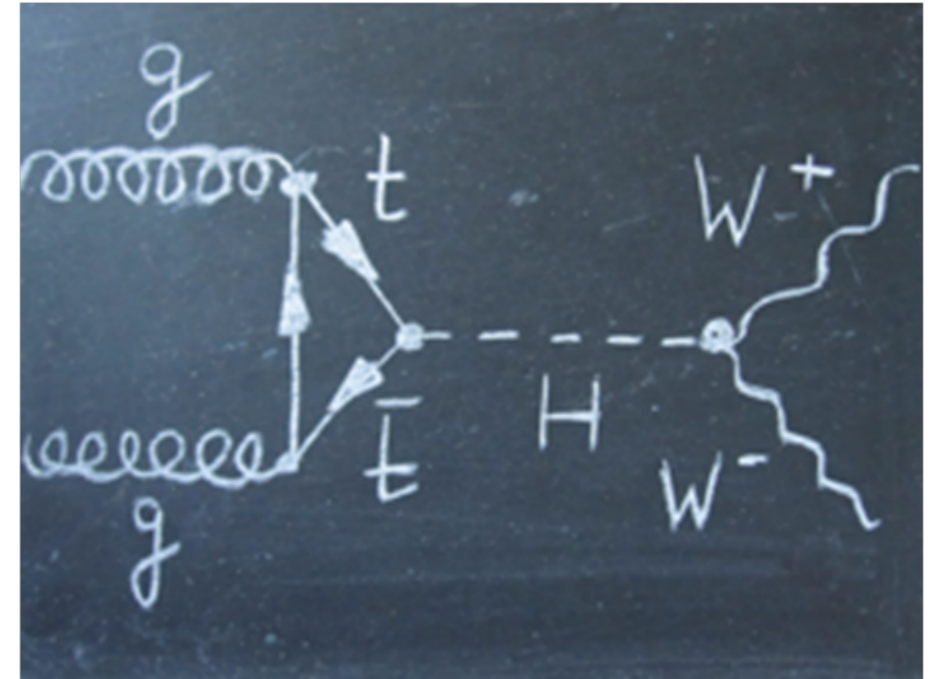
- Wir messen den Zerfall in 2 W-Bosonen



ZERFALL VON HIGGS-BOSONEN AM LHC



- Wir messen den Zerfall in 2 W-Bosonen

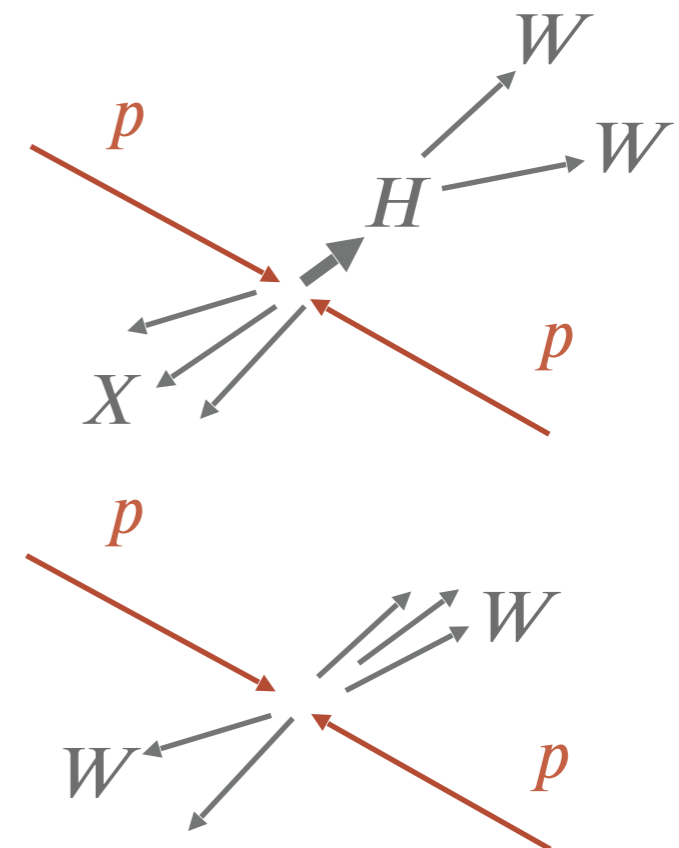
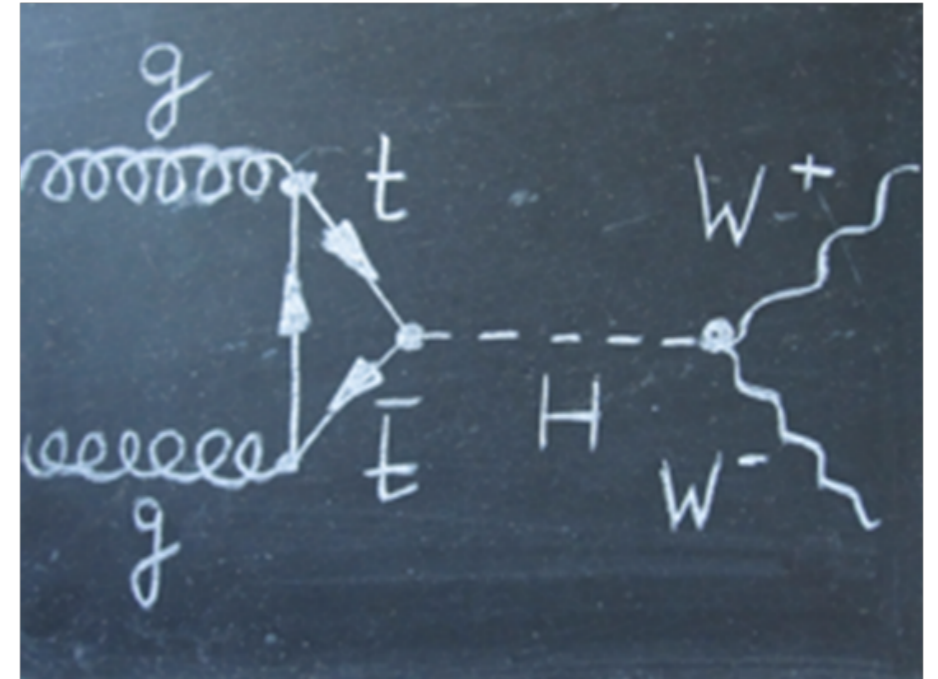


ZERFALL VON HIGGS-BOSONEN AM LHC



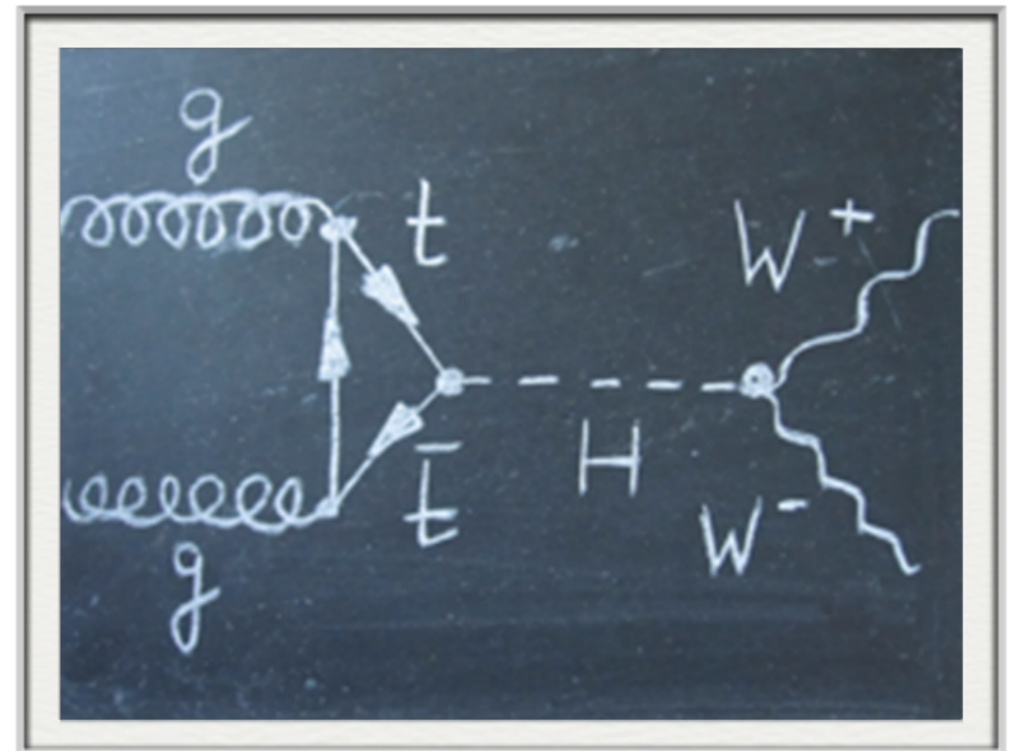
► Wir messen den Zerfall **in 2 W-Bosonen**

1. Für alle WW-Ereignisse den Winkelabstand $\Delta\phi$ zwischen den beiden geladenen Leptonen messen!
2. Am Ende werden alle $\Delta\phi$ der WW-Ereignisse verglichen
3. 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: $W^- + W^+ \rightarrow e^-/\mu^- + e^+/\mu^+ + 2 \text{ Neutrinos}$

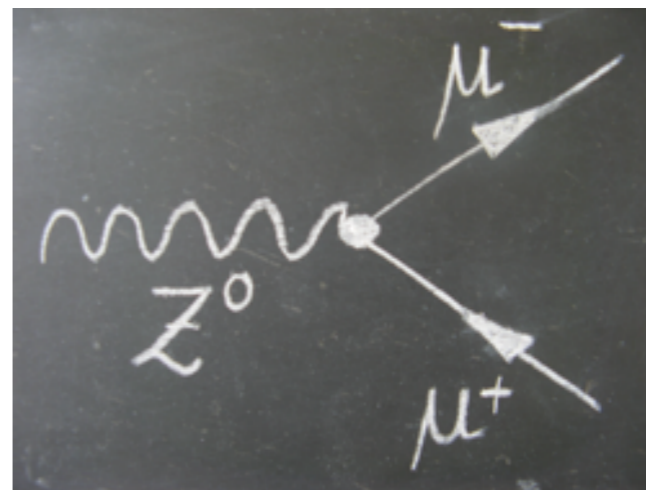
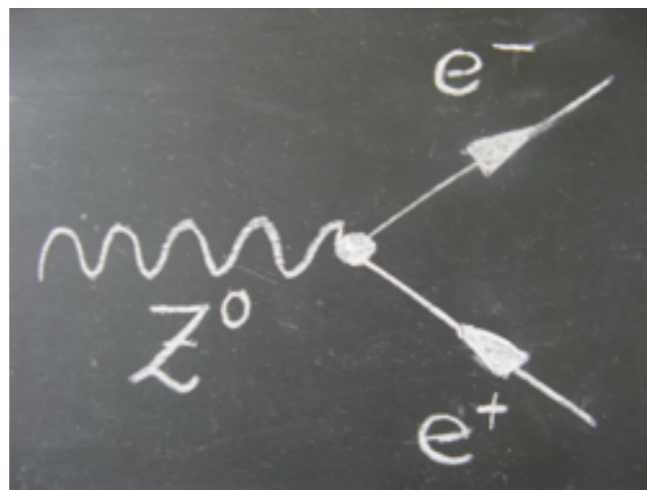
- Entweder Higgs \rightarrow WW-Ereignis oder WW-Ereignis ohne Higgs
- Messt den Winkel zwischen den geladenen Zerfallsprodukten der W-Bosonen



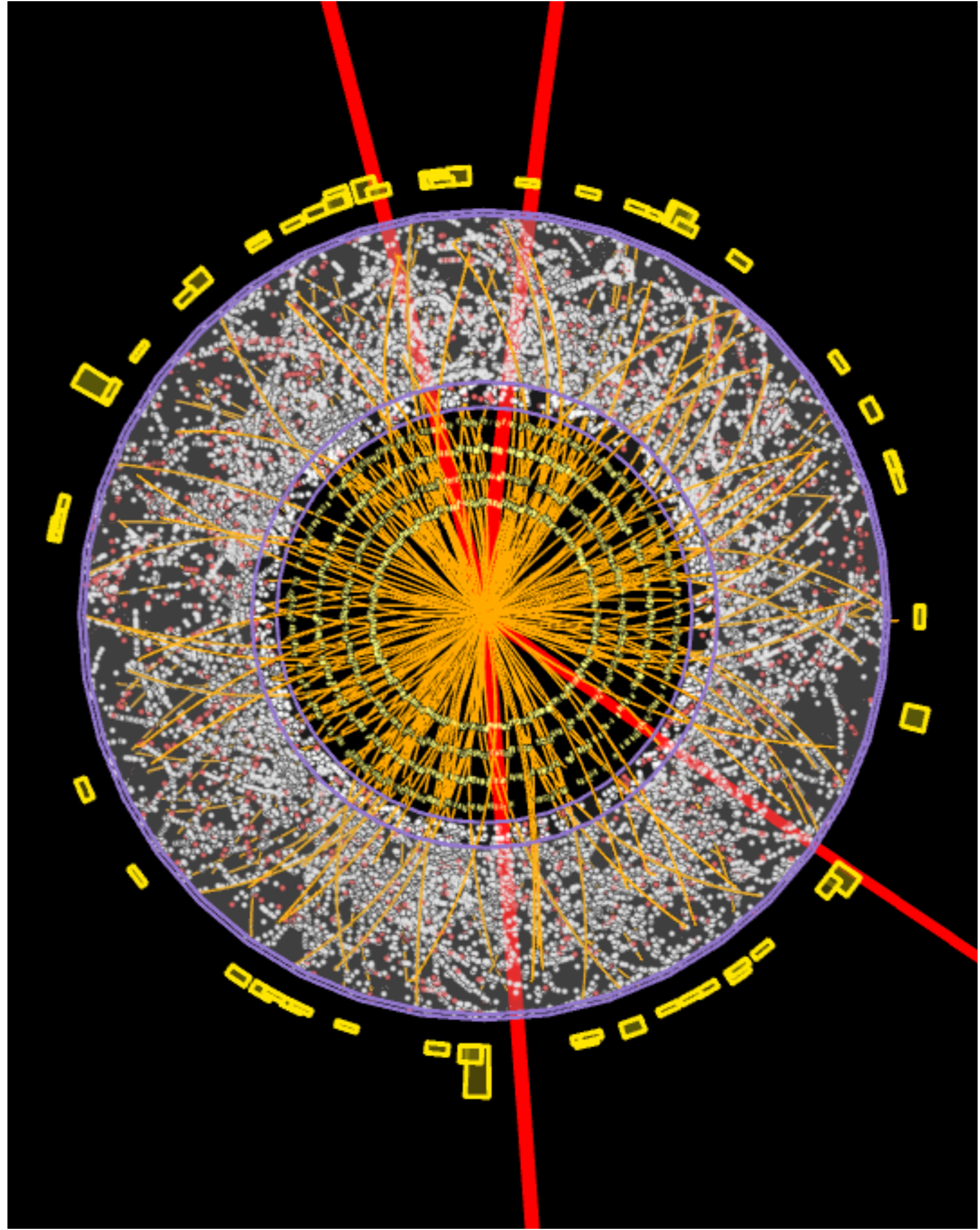
3. KATEGORIE: UNTERGRUND

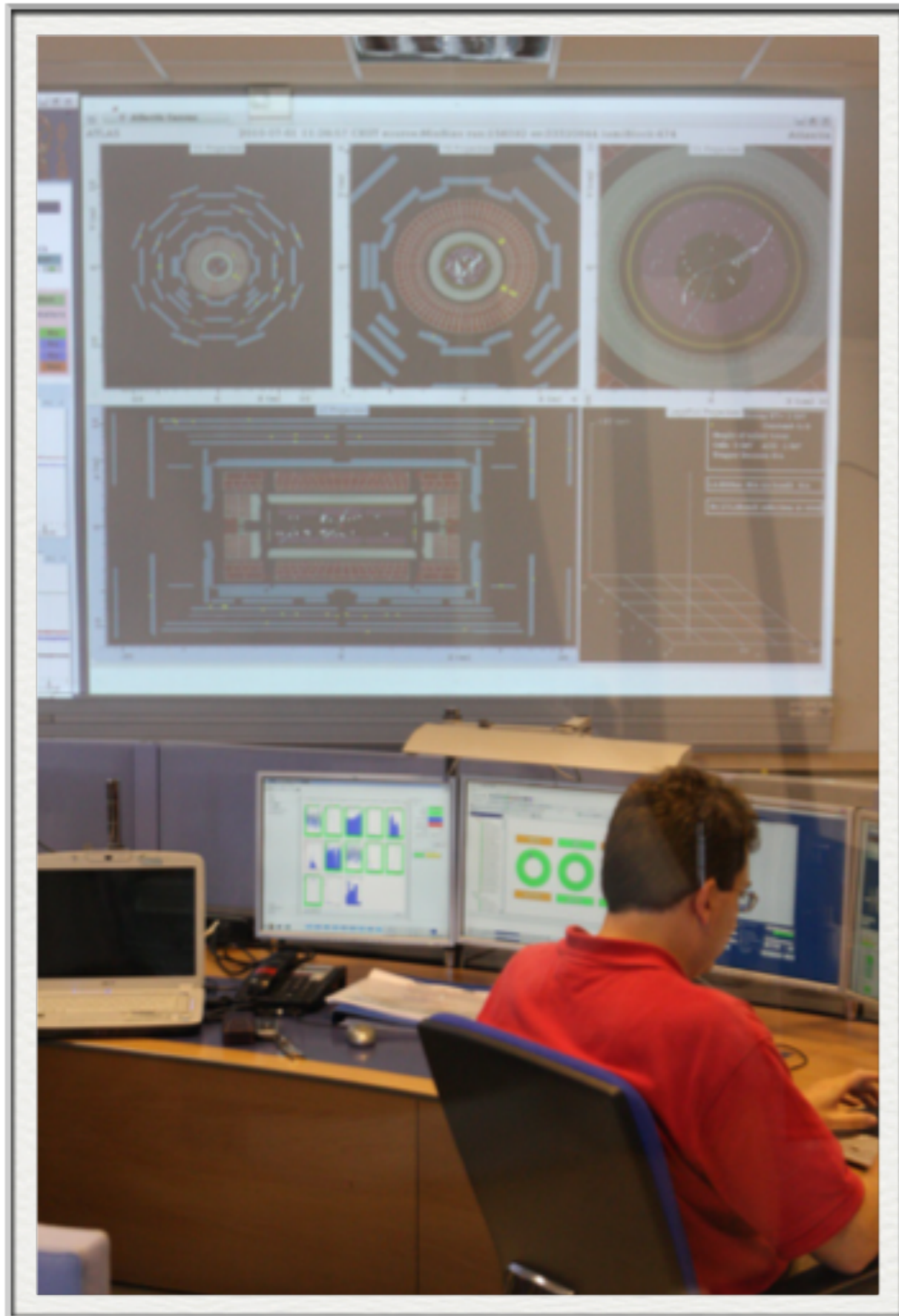
➤ Alles andere - zum Beispiel:

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



EREIGNIS- IDENTIFIKATION





MINERVA

Masterclass **IN**volving **E**vent
Recognition **V**isualised with **A**tlantis

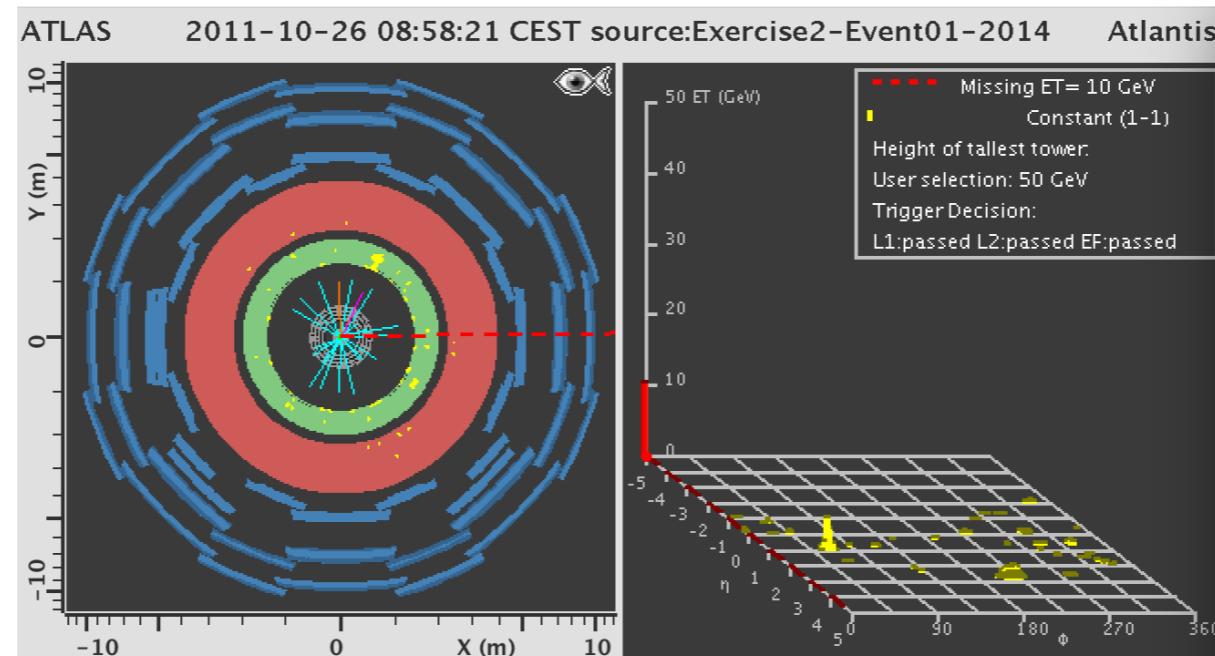
*Basiert auf den
offiziellen
ATLAS-Event-
Displays
(ATLANTIS)*

WIE WIRD DIE MESSUNG ABLAUFEN?

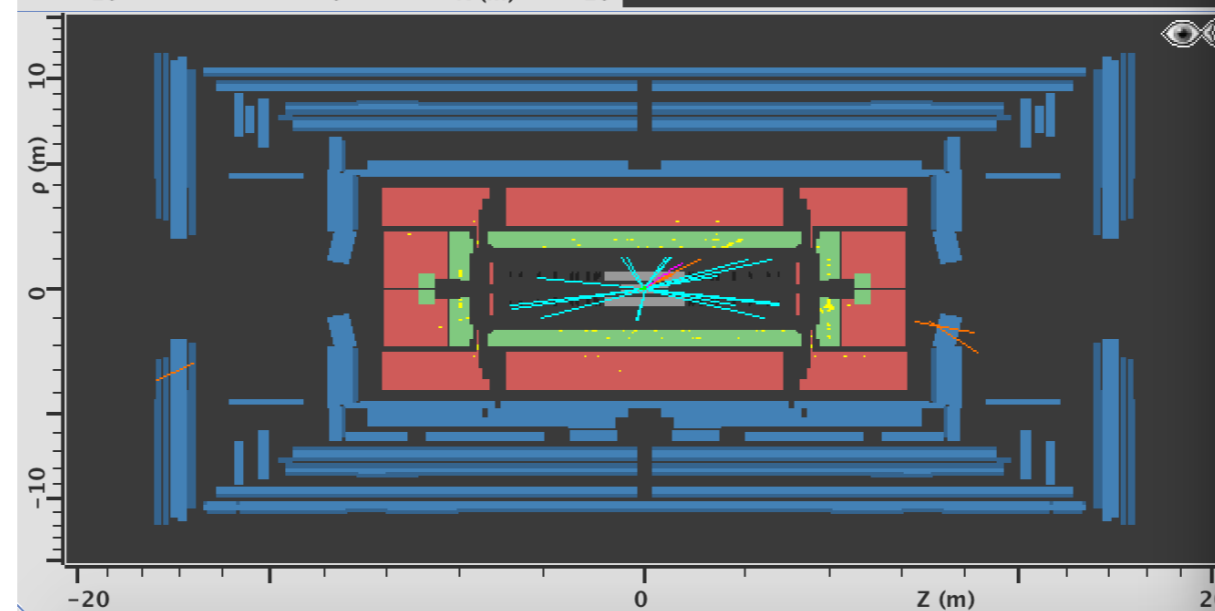
- Jede Gruppe bekommt Ereignisse
- Ihr könnt mit Minerva herausfinden, was in jedem Ereignis passiert ist
- Am Ende zählen wir die Ereignisse aller Gruppen zusammen und schauen was wir gemeinsam herausgefunden haben

EVENT-DISPLAYS MIT MINERVA

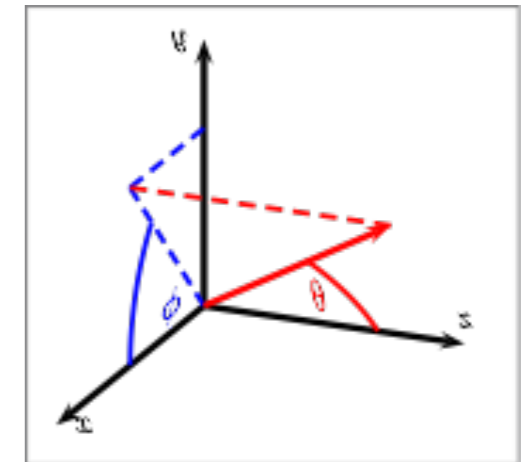
QUERSCHNITT



LÄNGSSCHNITT

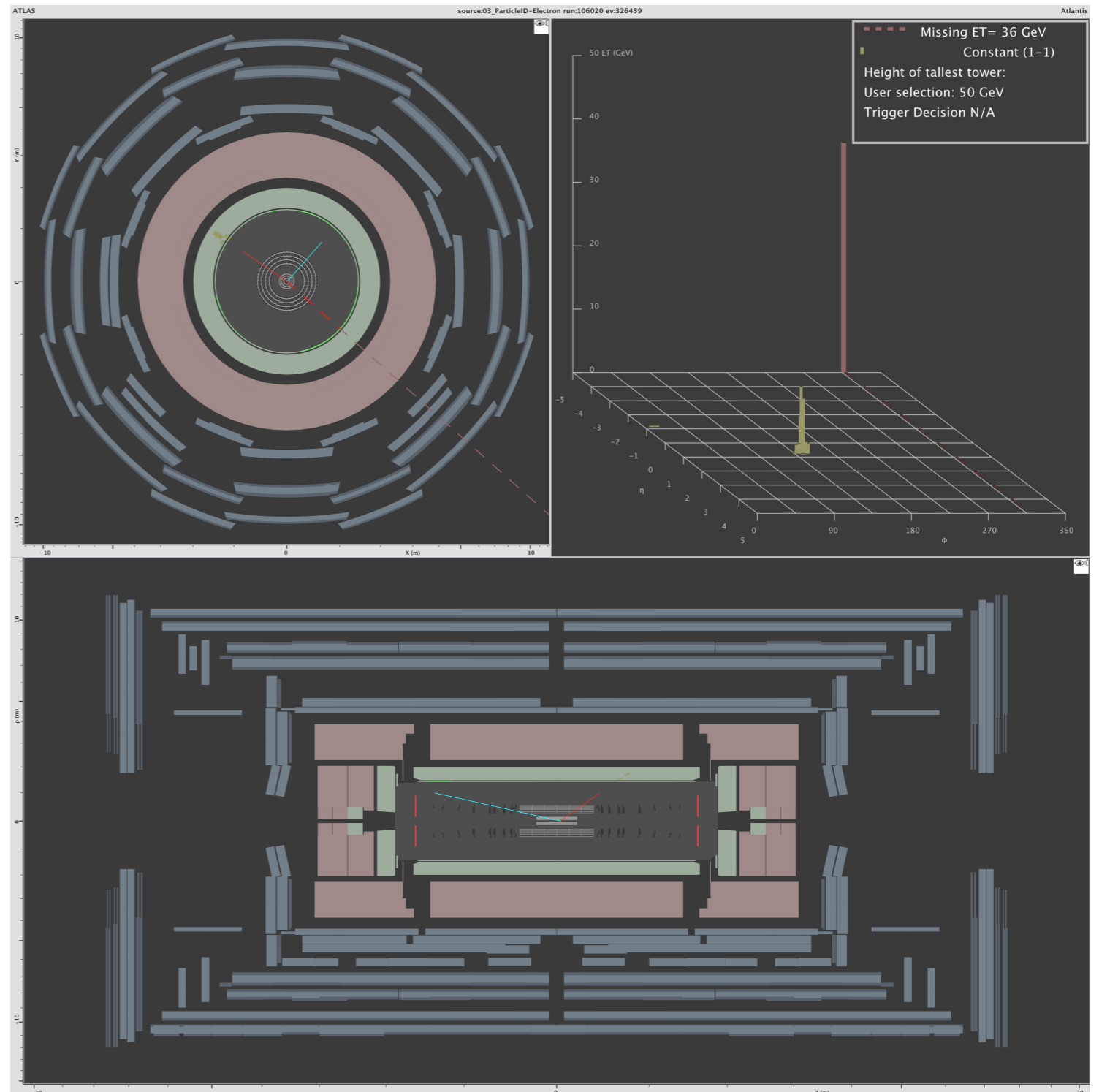


ENERGIEEINTRAG
IN DER
WINKELEBENE



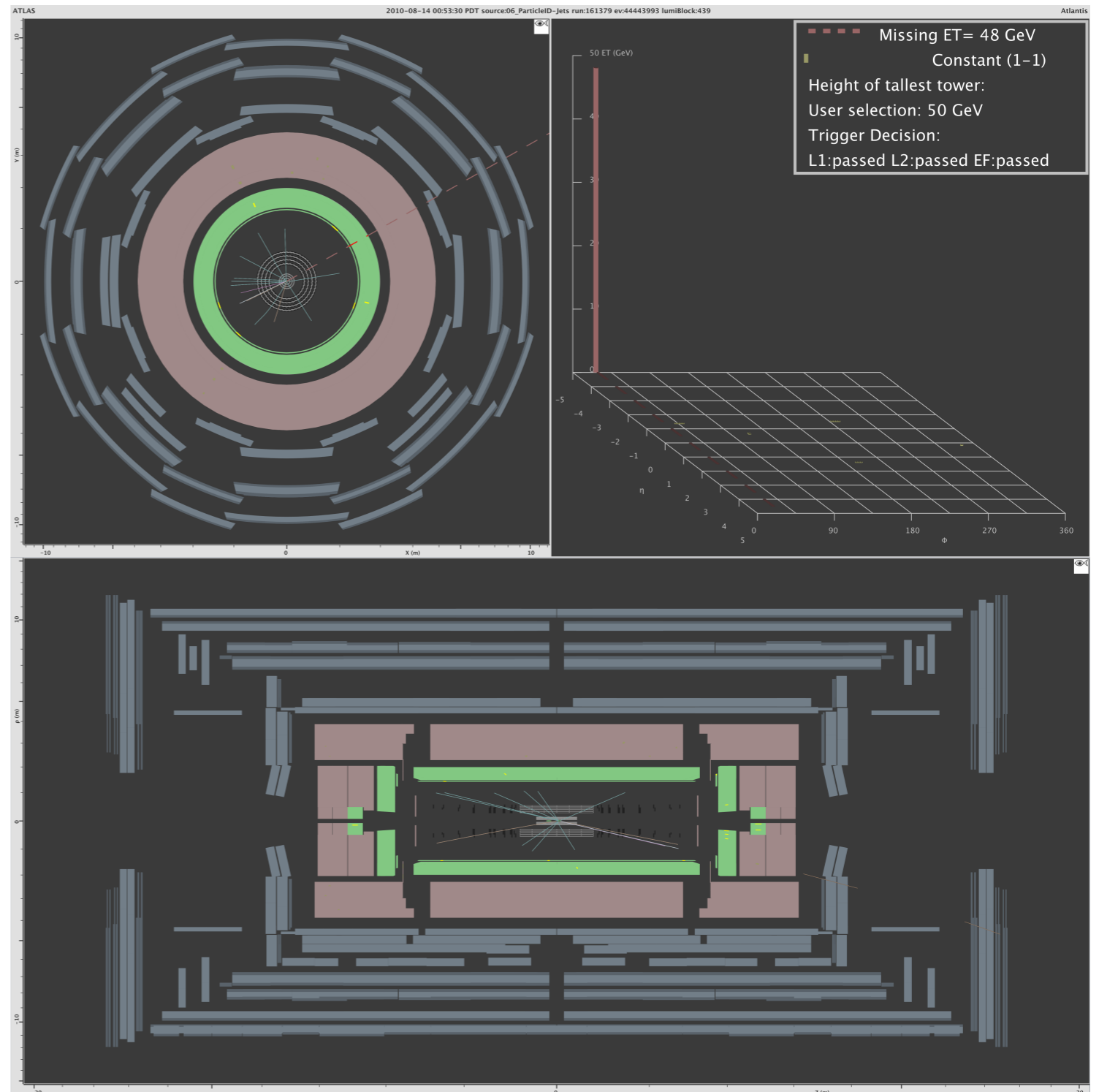
AUFBAU ATLAS-DETEKTOR

SPURDETEKTOR



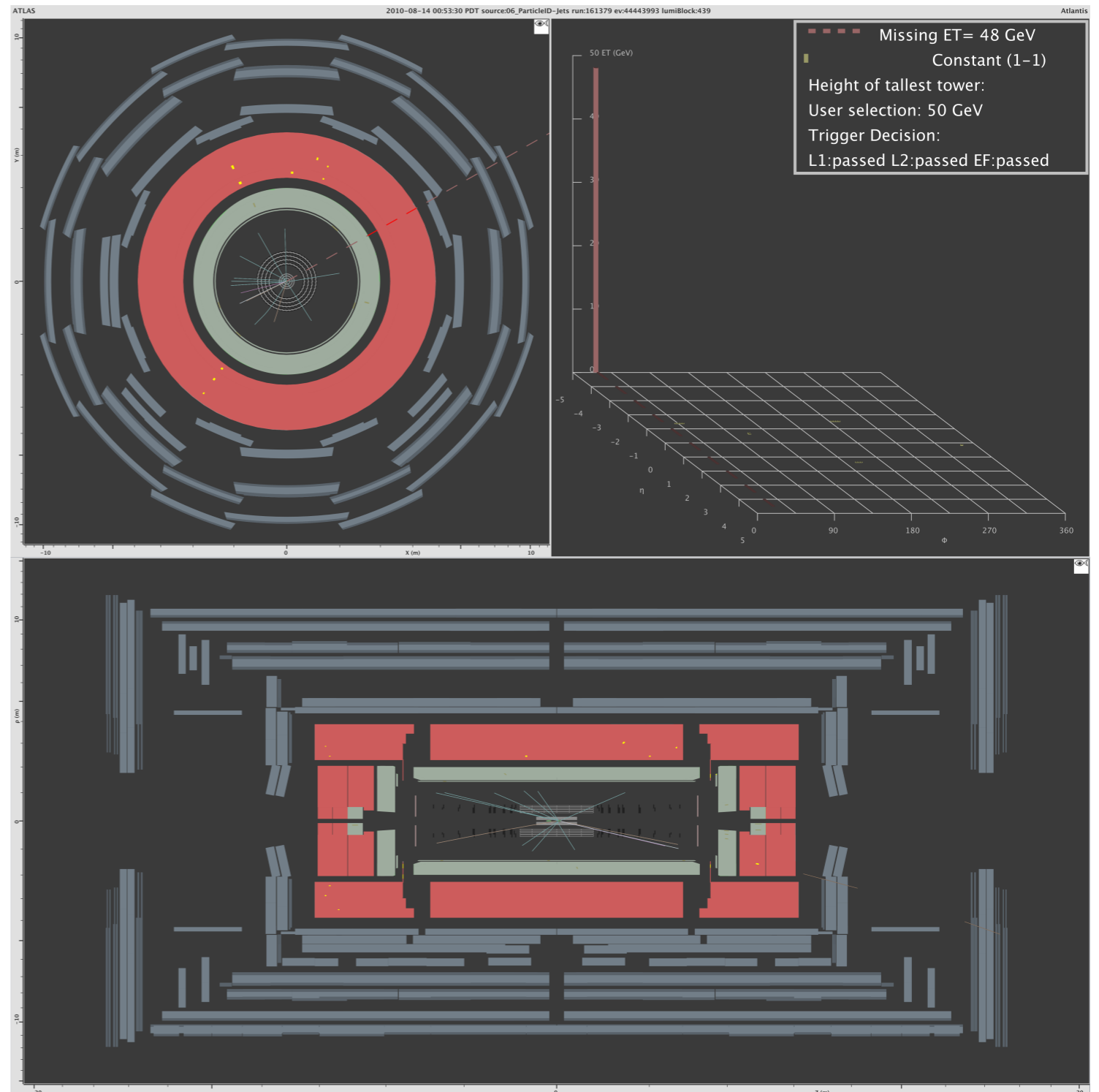
AUFBAU ATLAS-DETEKTOR

ELEKTRO-
MAGNETISCHES
KALORIMETER
(E-CAL)



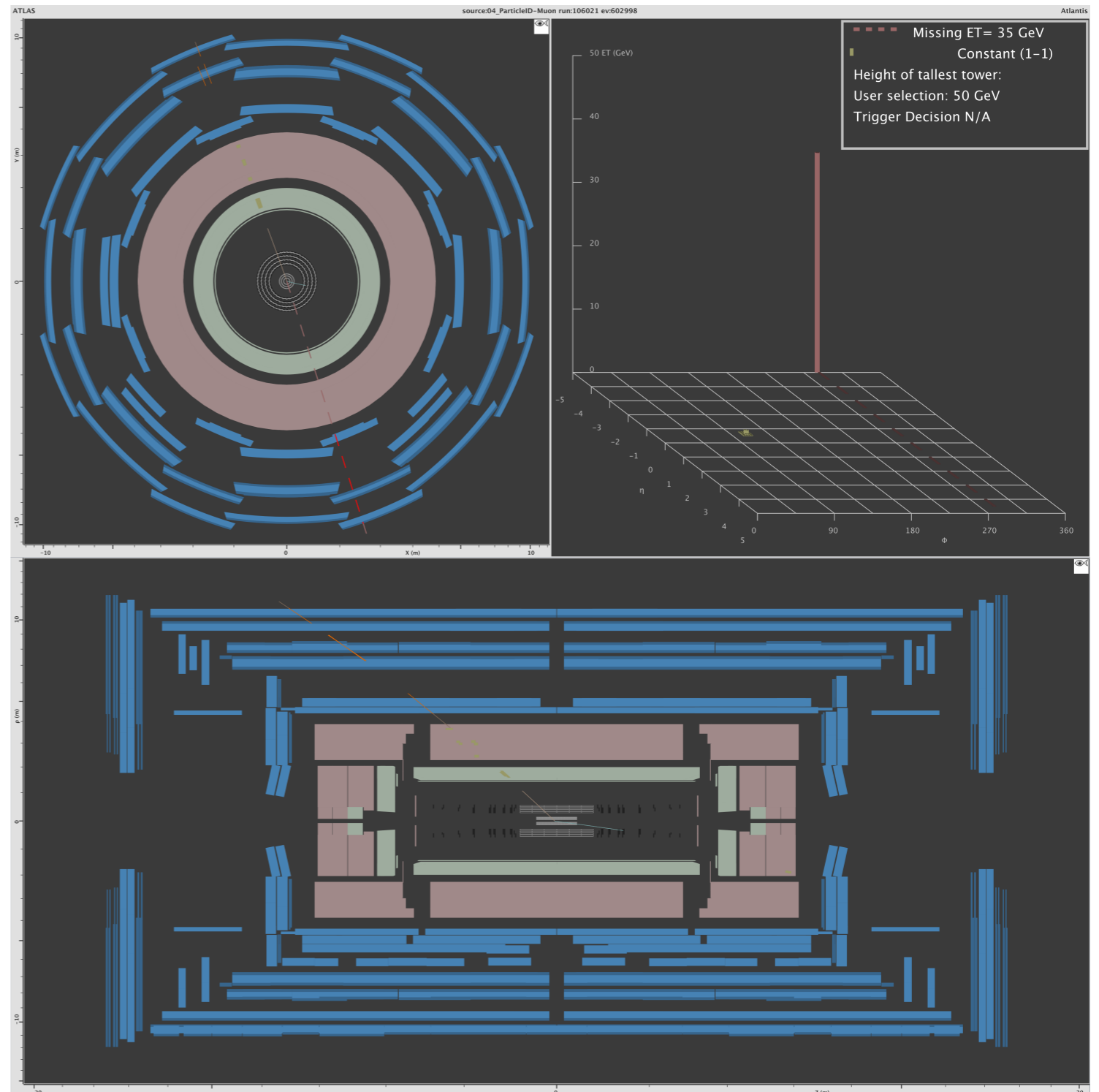
AUFBAU ATLAS-DETEKTOR

HADRONISCHE
KALORIMETER
(H-CAL)



AUFBAU ATLAS-DETEKTOR

MYONEN- KAMMERN



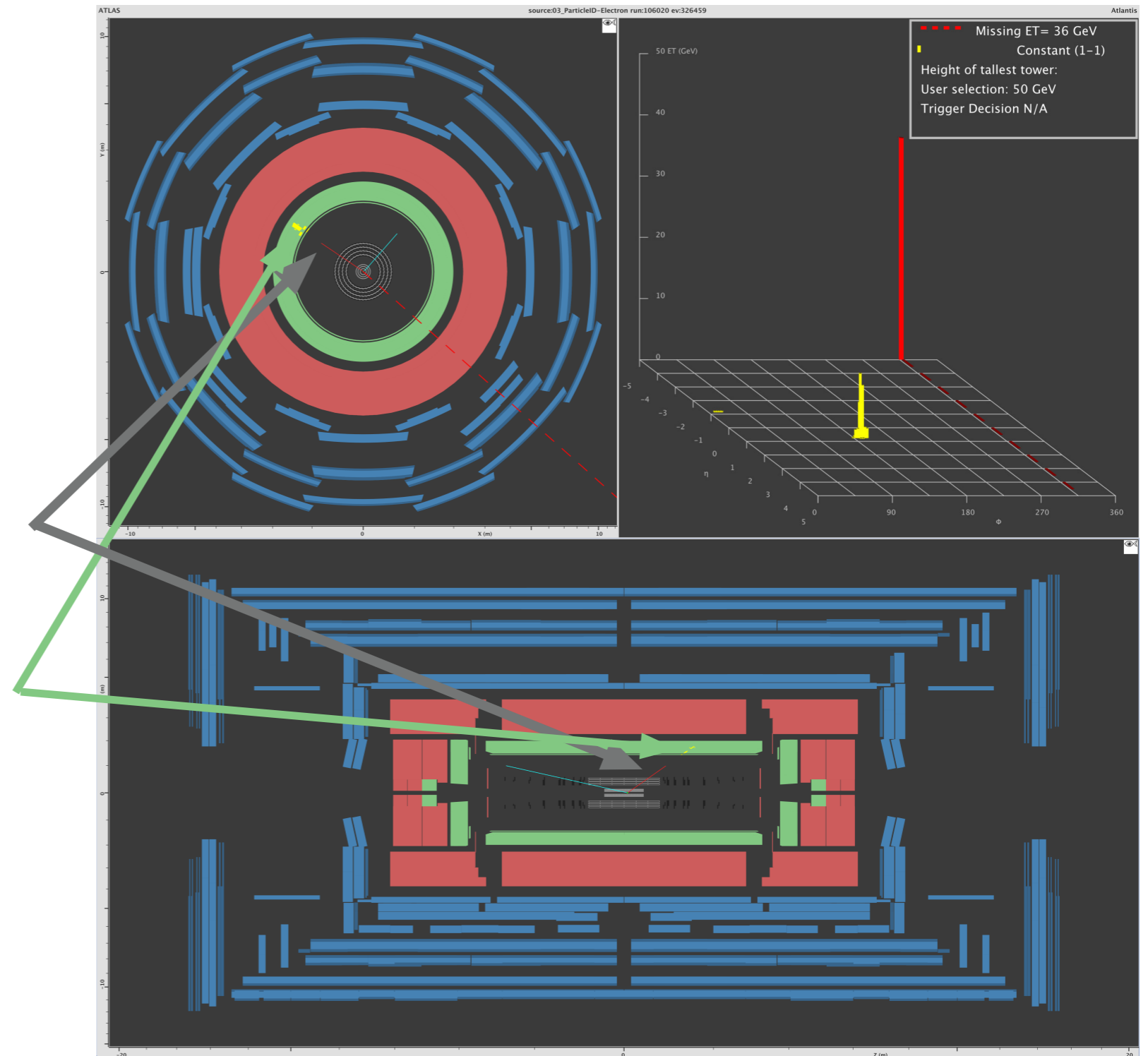
TEILCHENIDENTIFIKATION

?

Spur im Spurdetektor

+

Energie im E-Cal



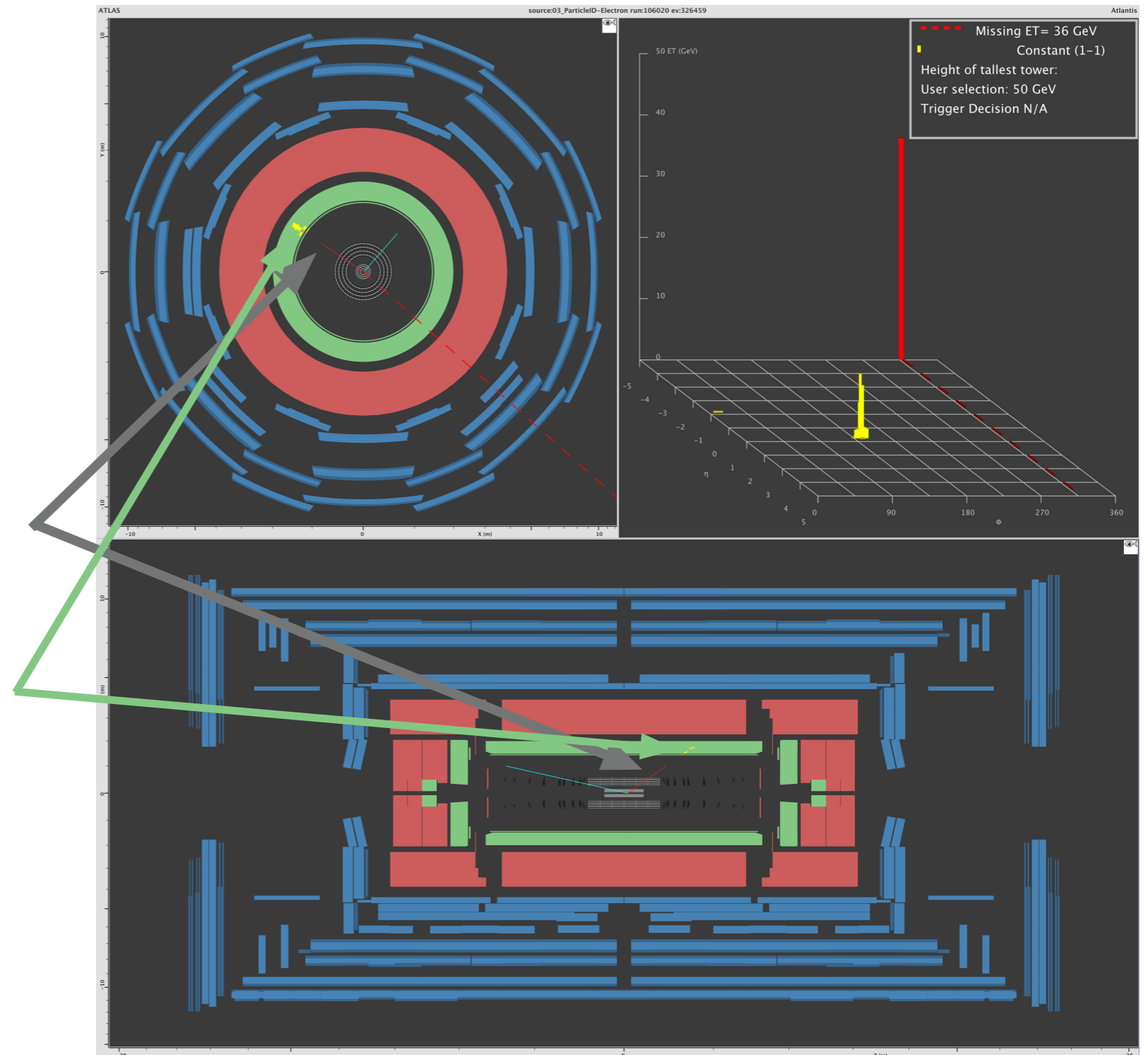
TEILCHENIDENTIFIKATION

*Elektron/
Positron*

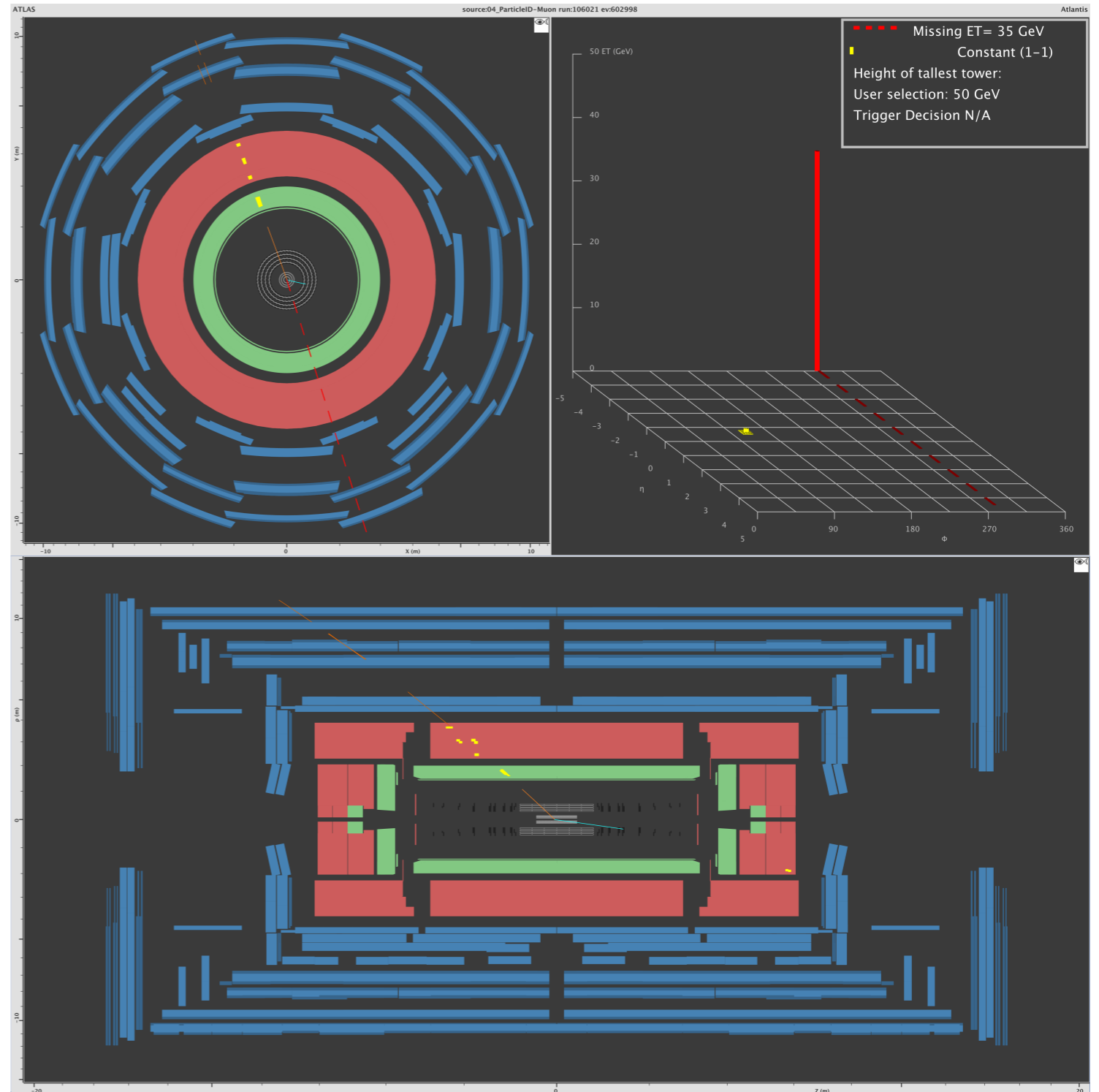
Spur im Spurdetektor

+

Energie im E-Cal



TEILCHENIDENTIFIKATION



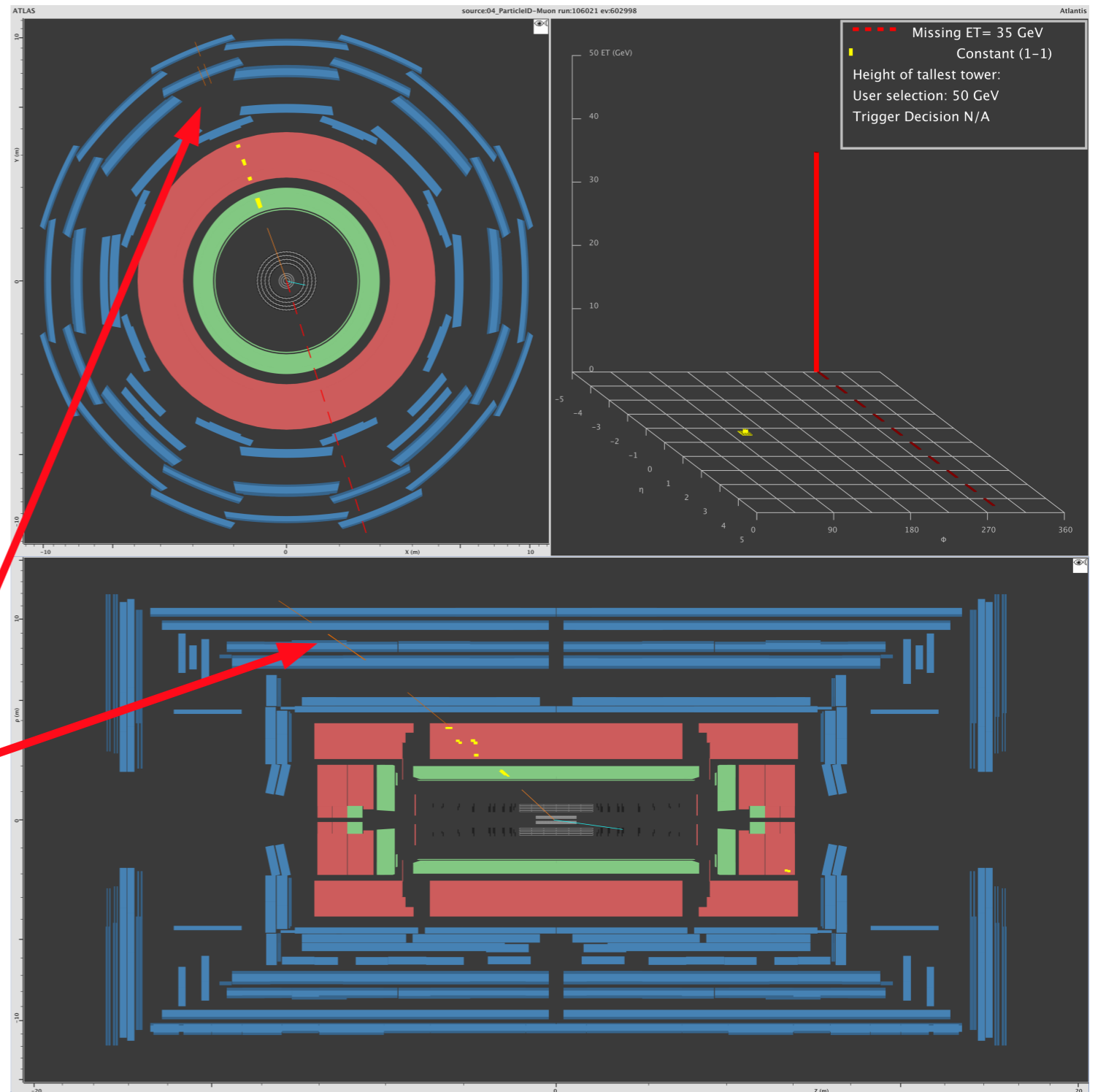
TEILCHENIDENTIFIKATION

Myon/
Antimyon

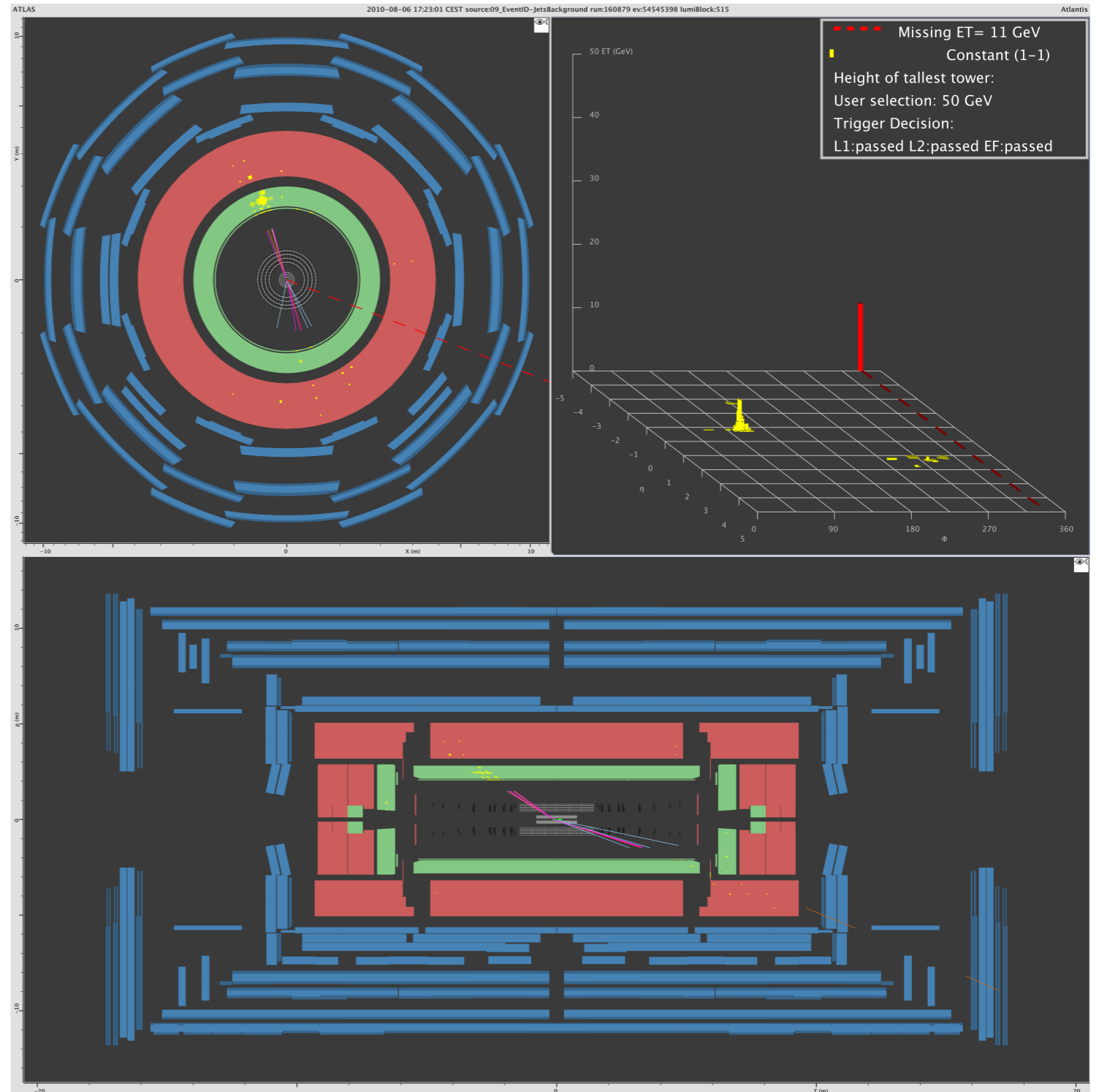
schwaches Signal überall

+

Myonenkammer



TEILCHENIDENTIFIKATION



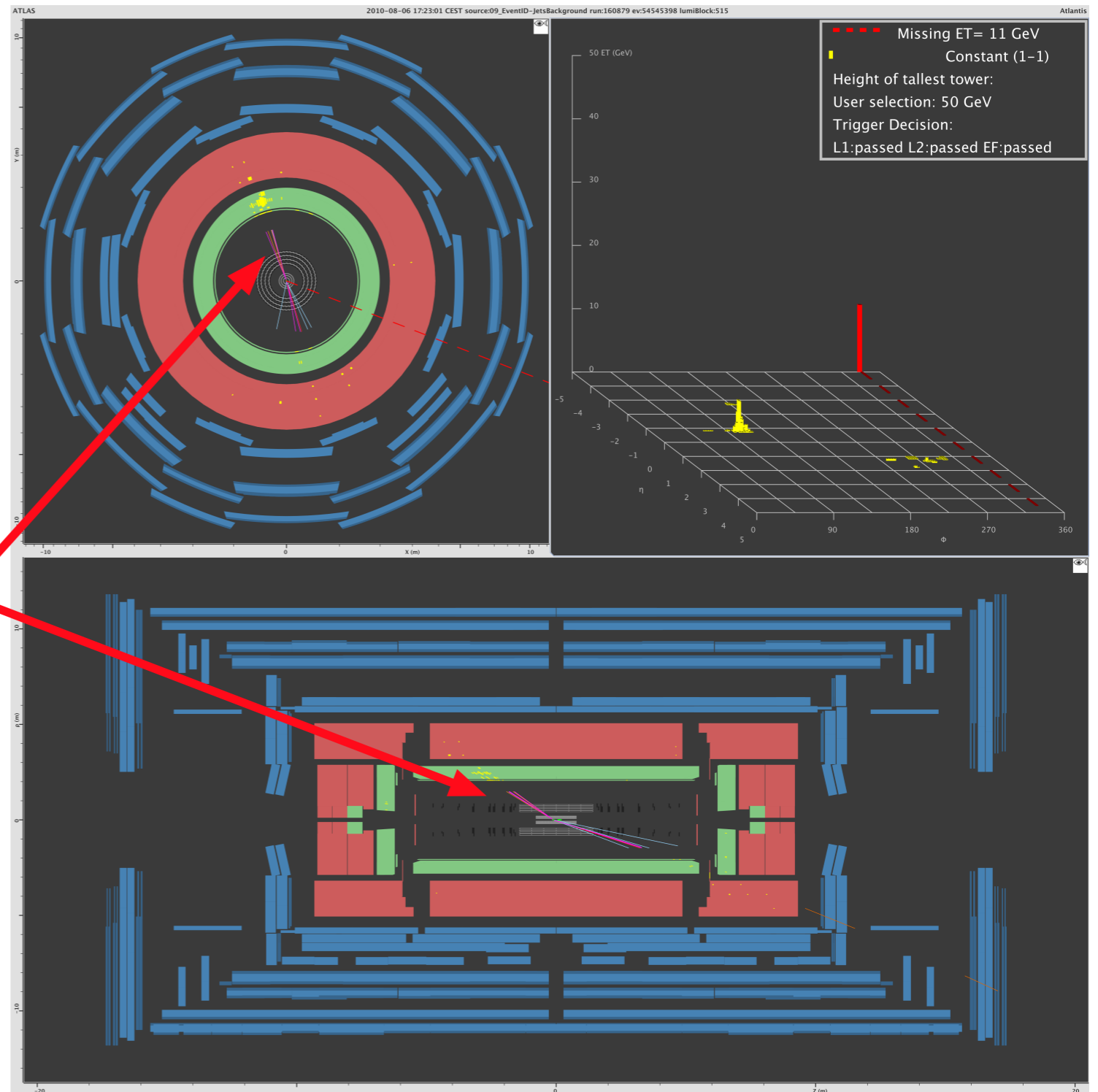
TEILCHENIDENTIFIKATION

Jets

Bündel von Teilchen

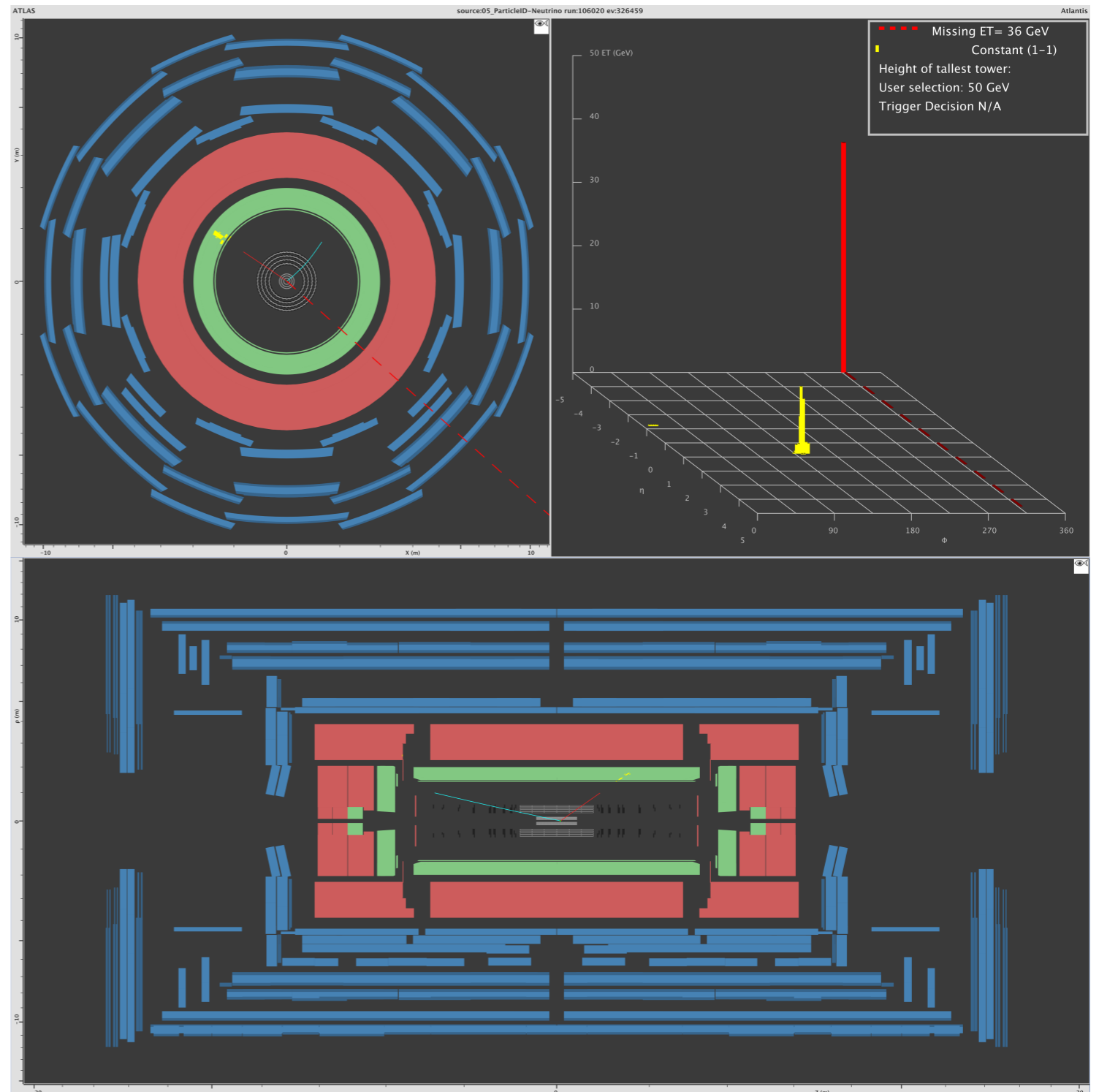
+

Hohe Isolation



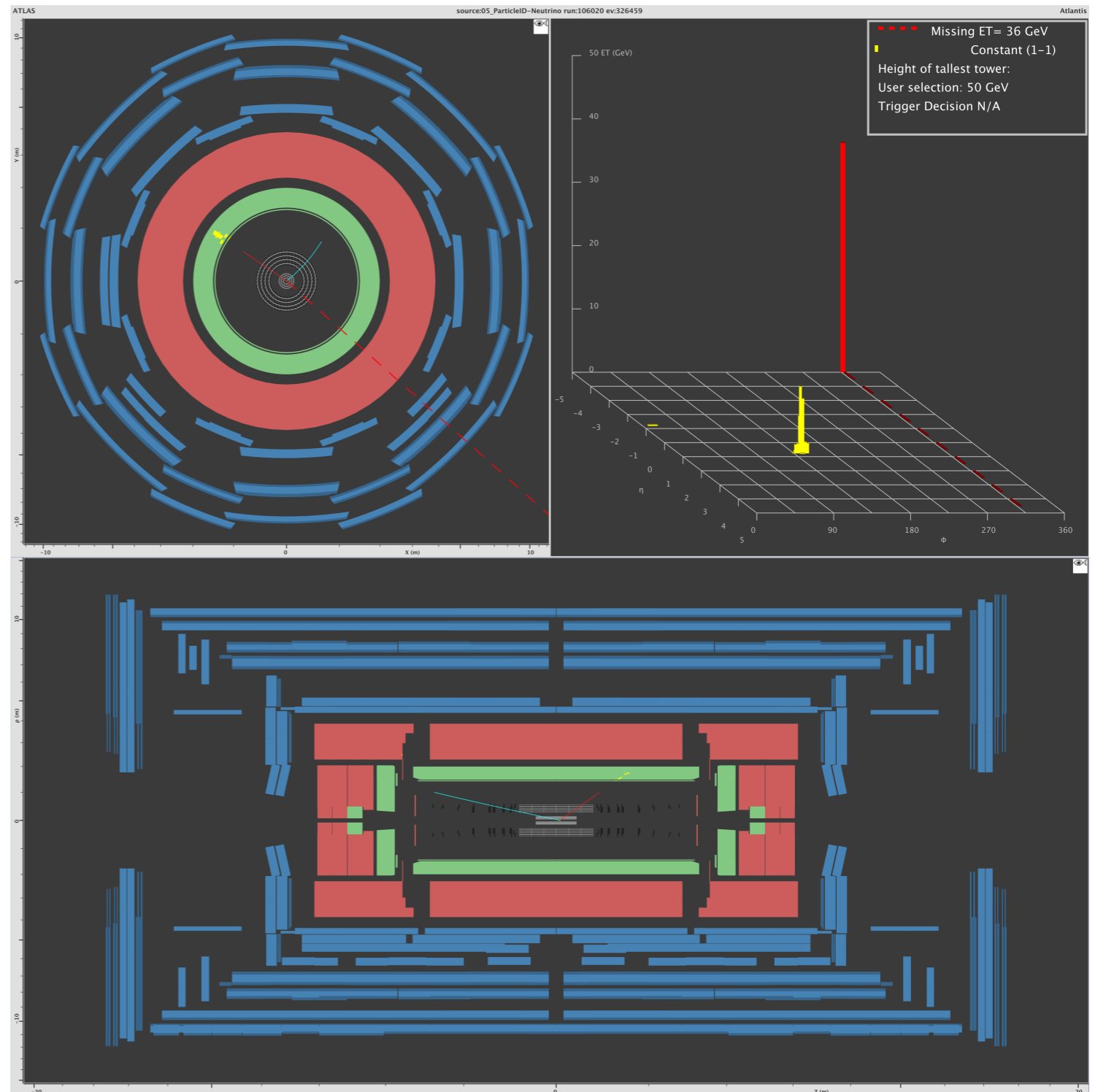
TEILCHENIDENTIFIKATION

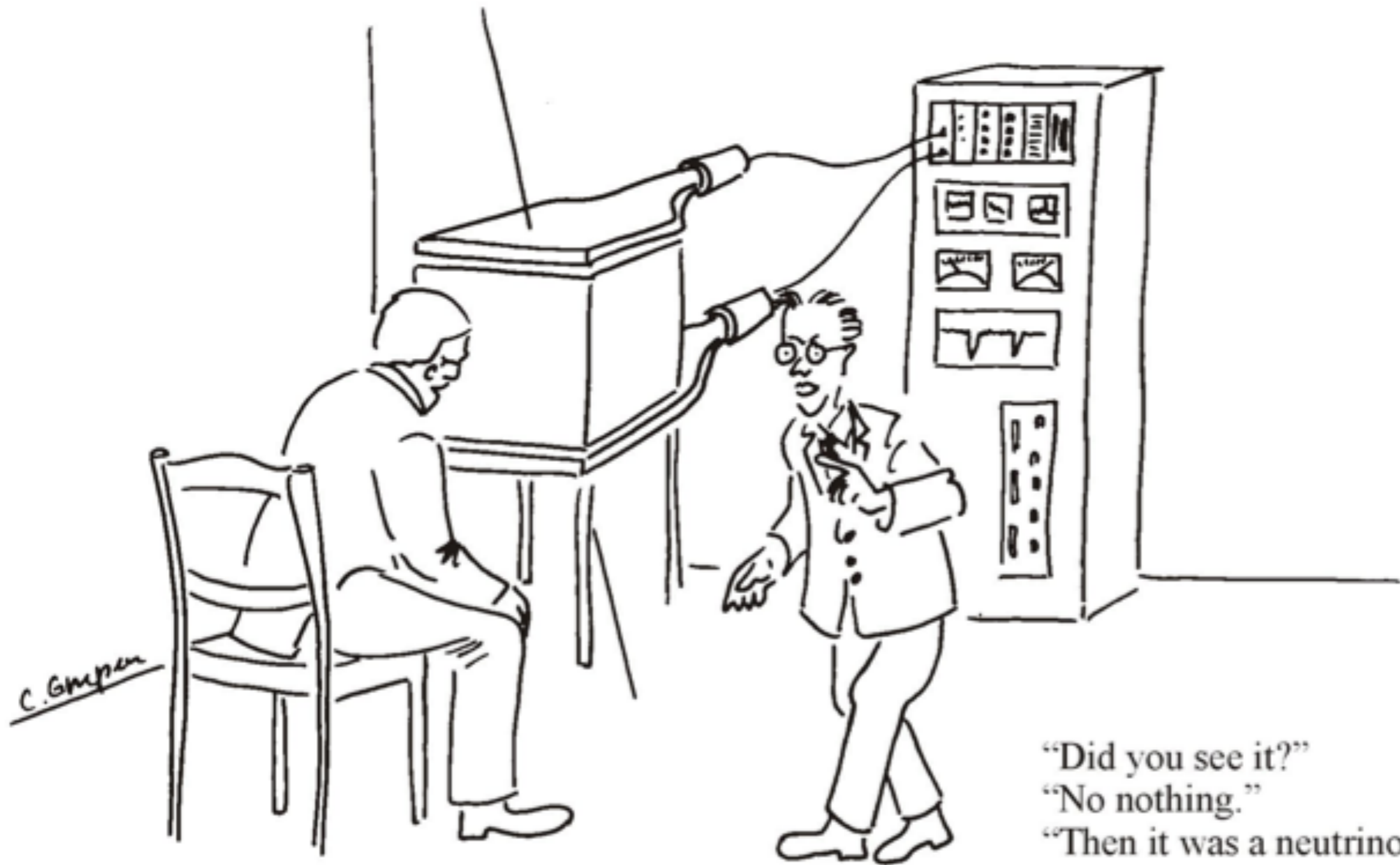
Was
fehlt?



TEILCHENIDENTIFIKATION

Neutrino





C. G. G. G.

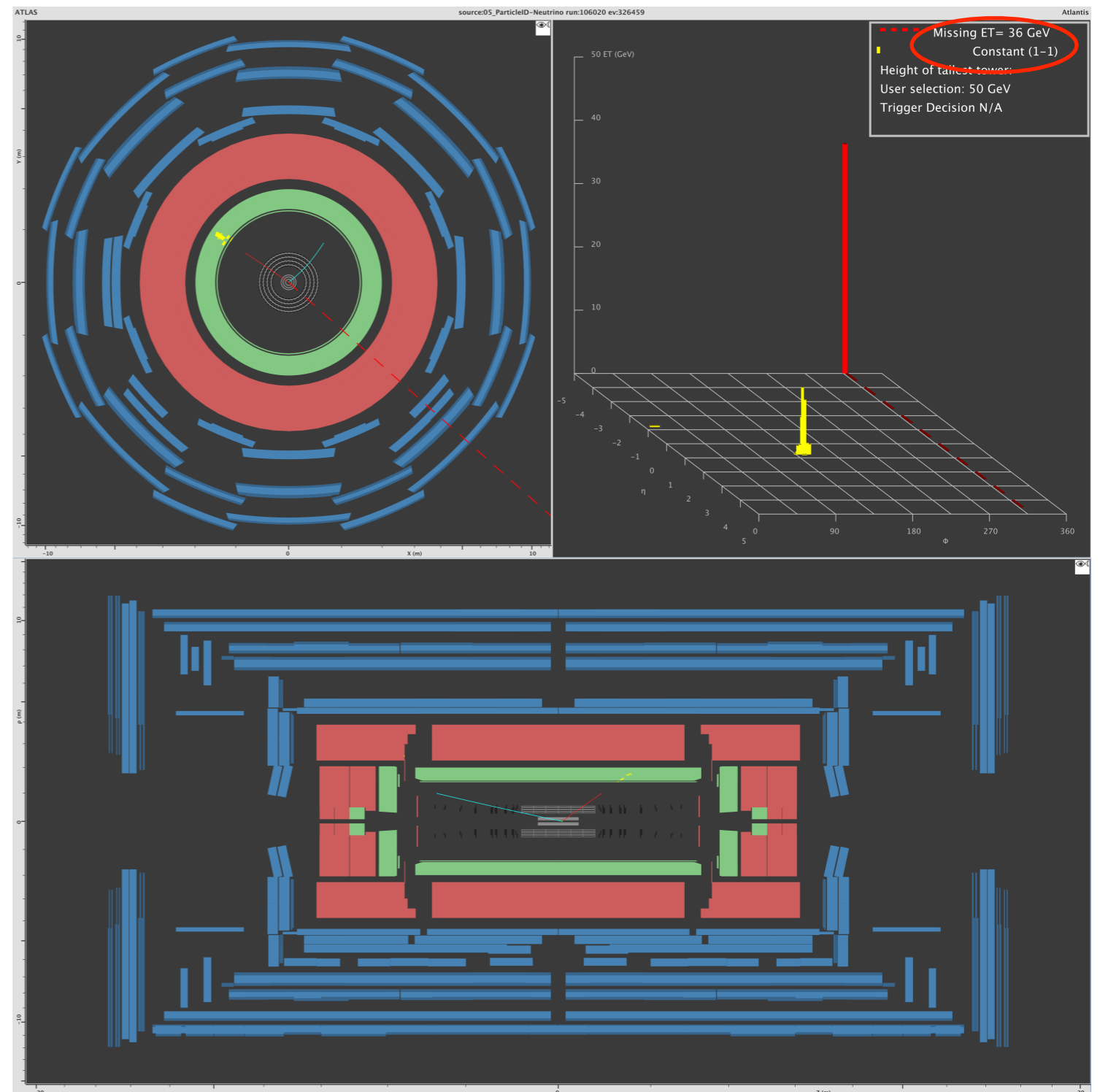
“Did you see it?”
“No nothing.”
“Then it was a neutrino!”

TEILCHENIDENTIFIKATION

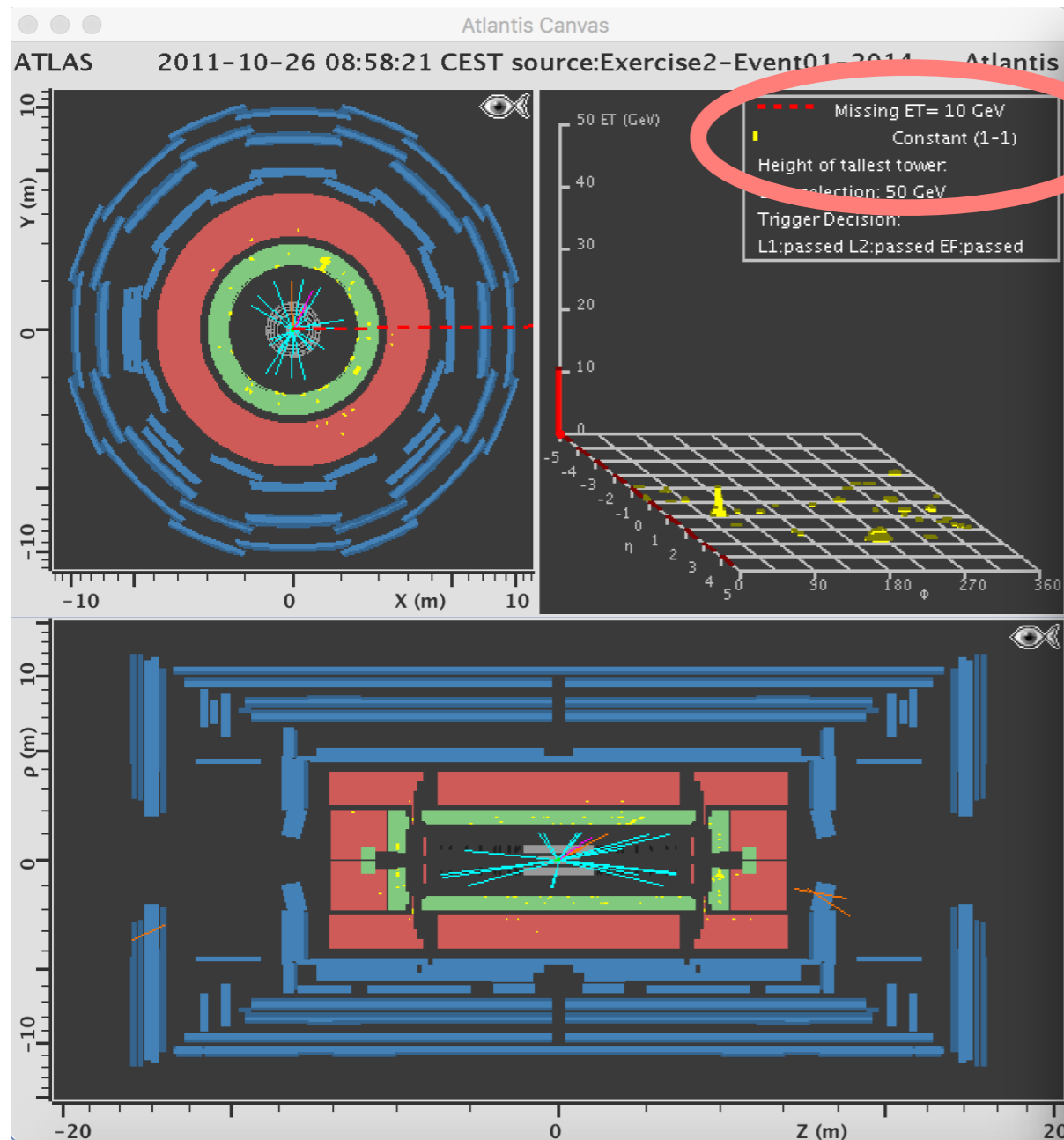
Neutrino

*Impulserhaltung verrät,
dass es da war!*

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



MINERVA: FEHLENDE TRANSVERSALE ENERGIE (MET)

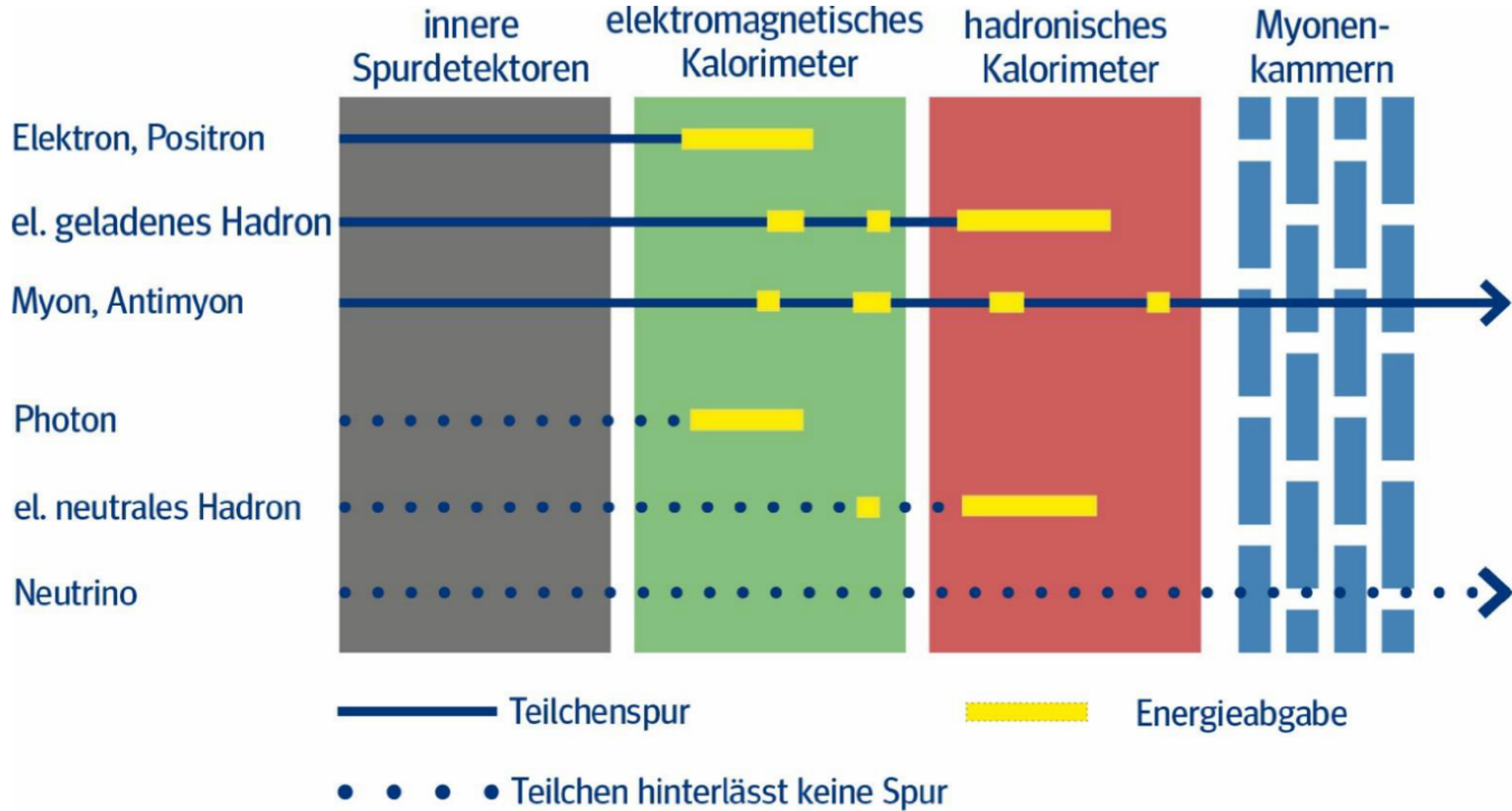


Fehlende Energie (MET) wird durch die rot-gestrichelte Linie angezeigt.

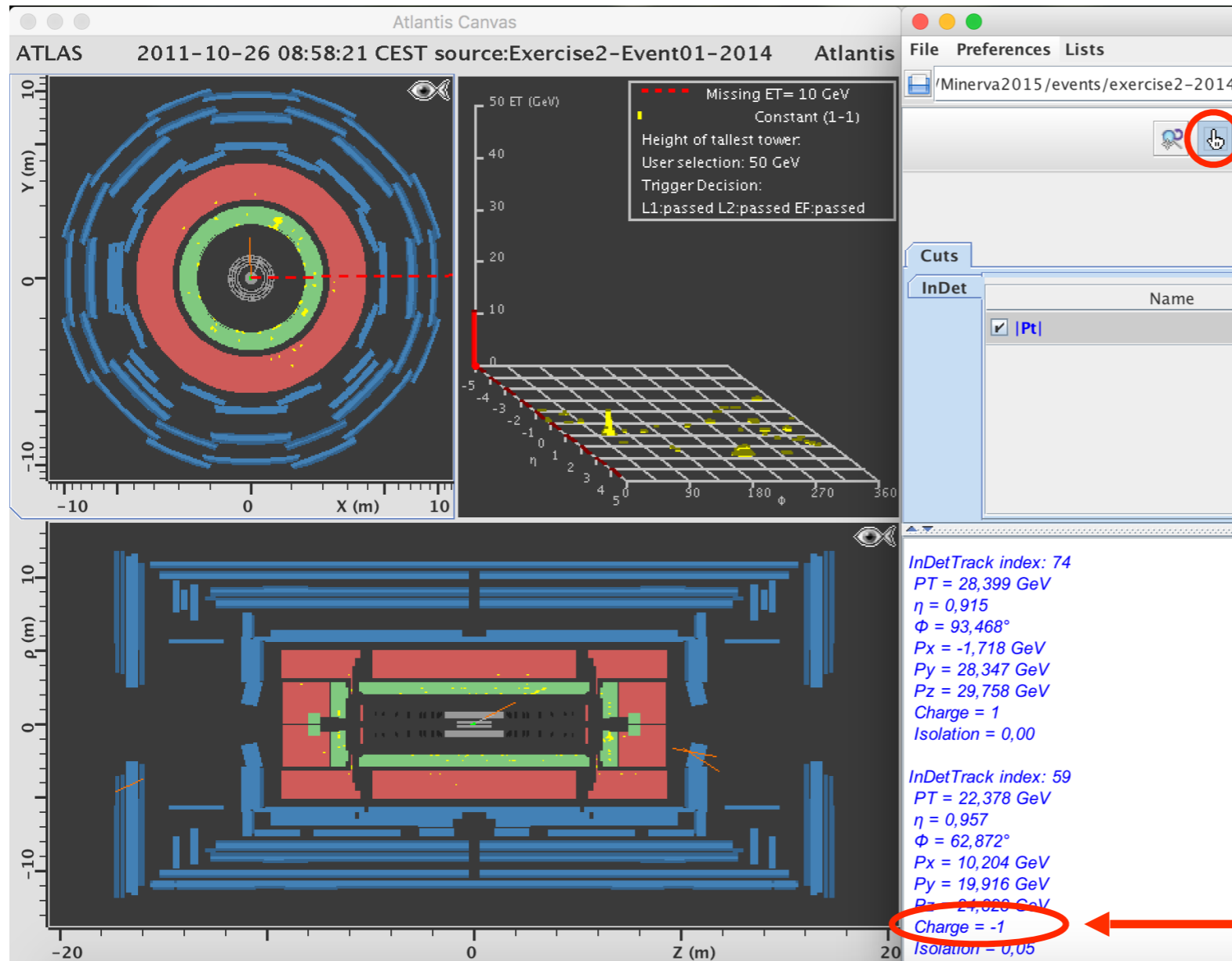
Hier fehlen 10 GeV

Damit ein Ereignis kein Untergrund ist verlangen wir $\text{Missing ET} > 20 \text{ GeV}$

SPIELREGELN:



ELEKTRON ODER POSITRON?



1. Hand auswählen
2. Spur anklicken
3. In der Infobox rechts unten werden alle Informationen angezeigt

+1 Positron
-1 Elektron

JETZT SEID IHR DRAN!

- <http://atlas.physicsmasterclasses.org/de/wpath.htm> öffnen
- Teilchenidentifikation anklicken und **Übung 1** durchführen
 - Dazu Teilchen nacheinander in allen Ansichten betrachten und identifizieren:

W-Pfad

Ziele/Aufgaben

Teilchenidentifikation

ATLAS-Detektor

Event Display MINERVA

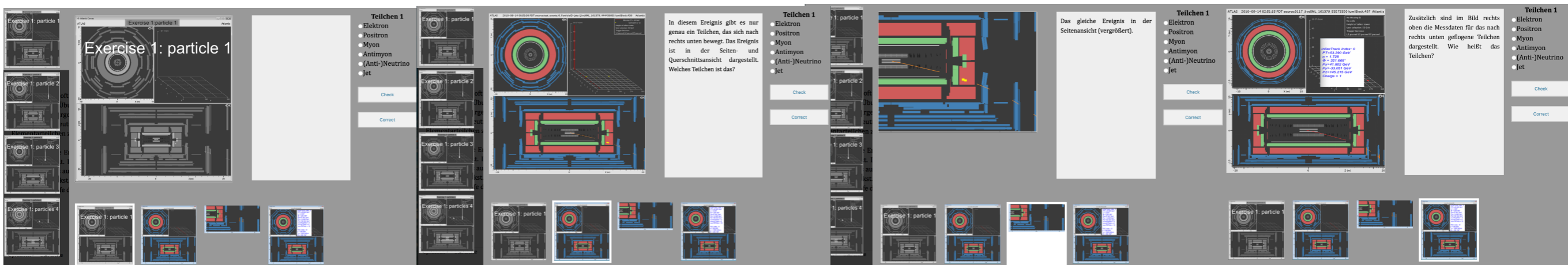
Teilchen identifizieren

Übung 1

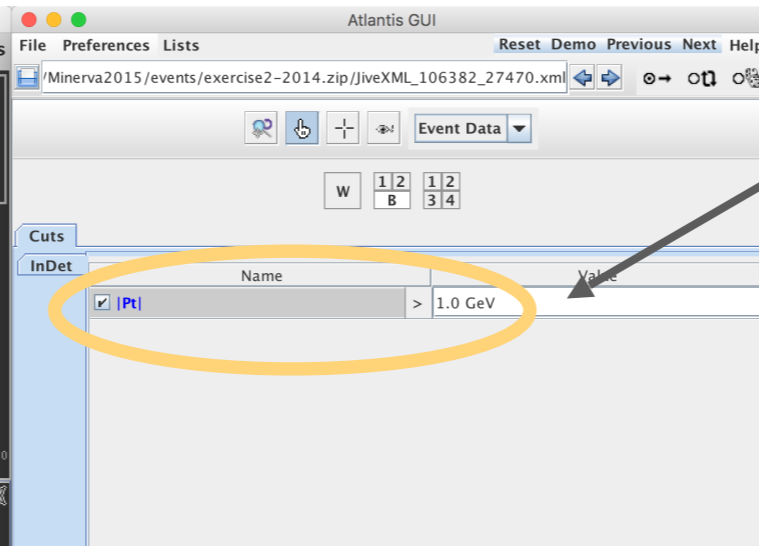
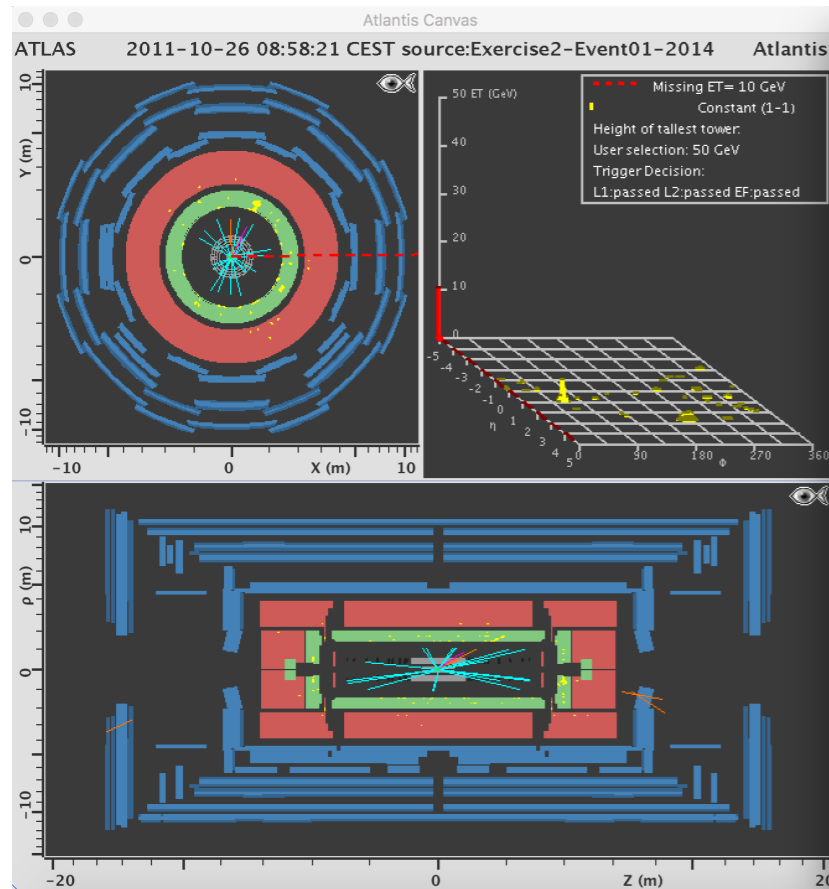
Ereignisidentifikation

Messung

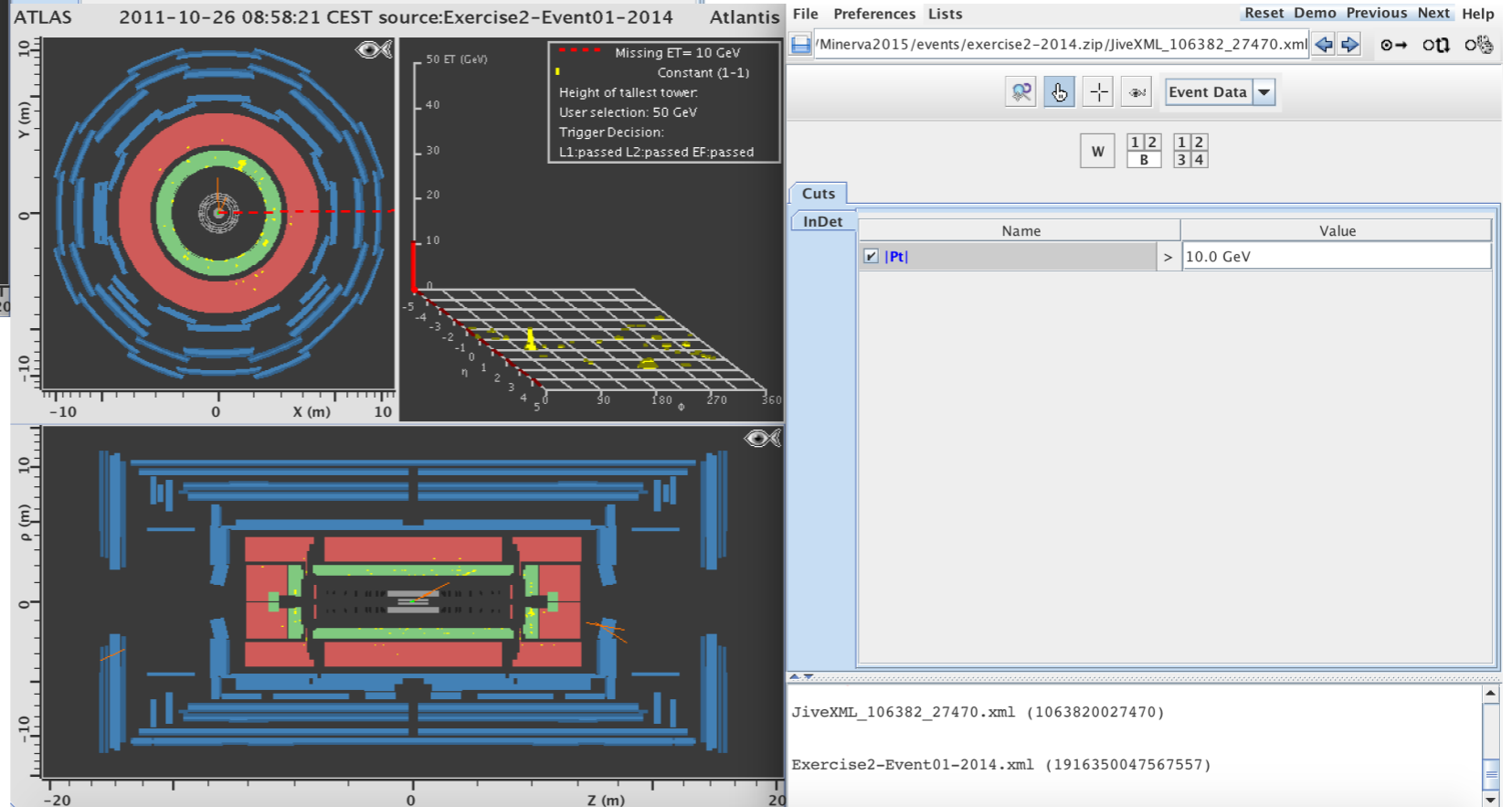
Auswertung



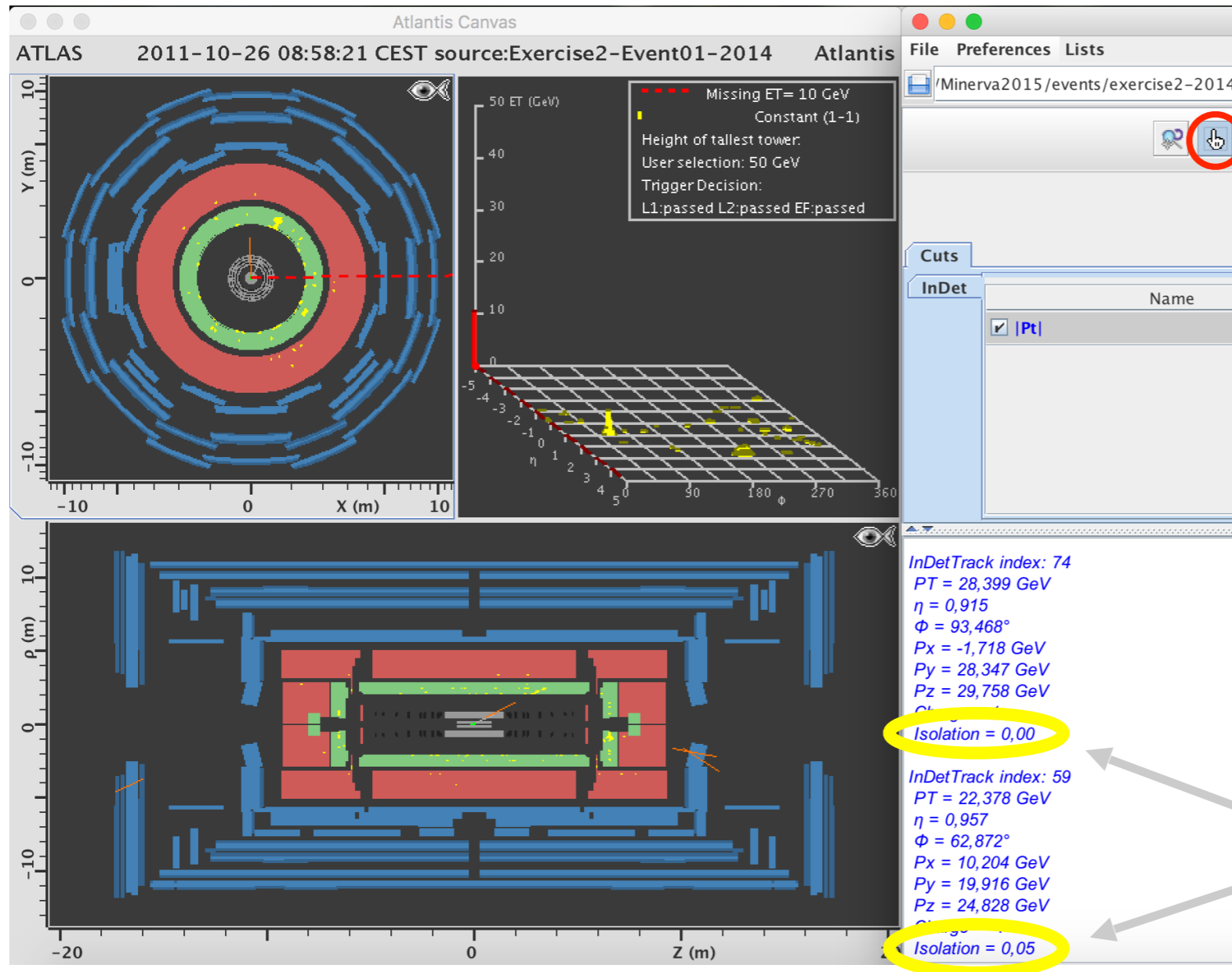
TOOLS: PT SCHNITTE



Die Spuren mit niedrigem p_T kann man durch einen Schnitt auf $p_T > 1/10/20$ GeV herausfiltern



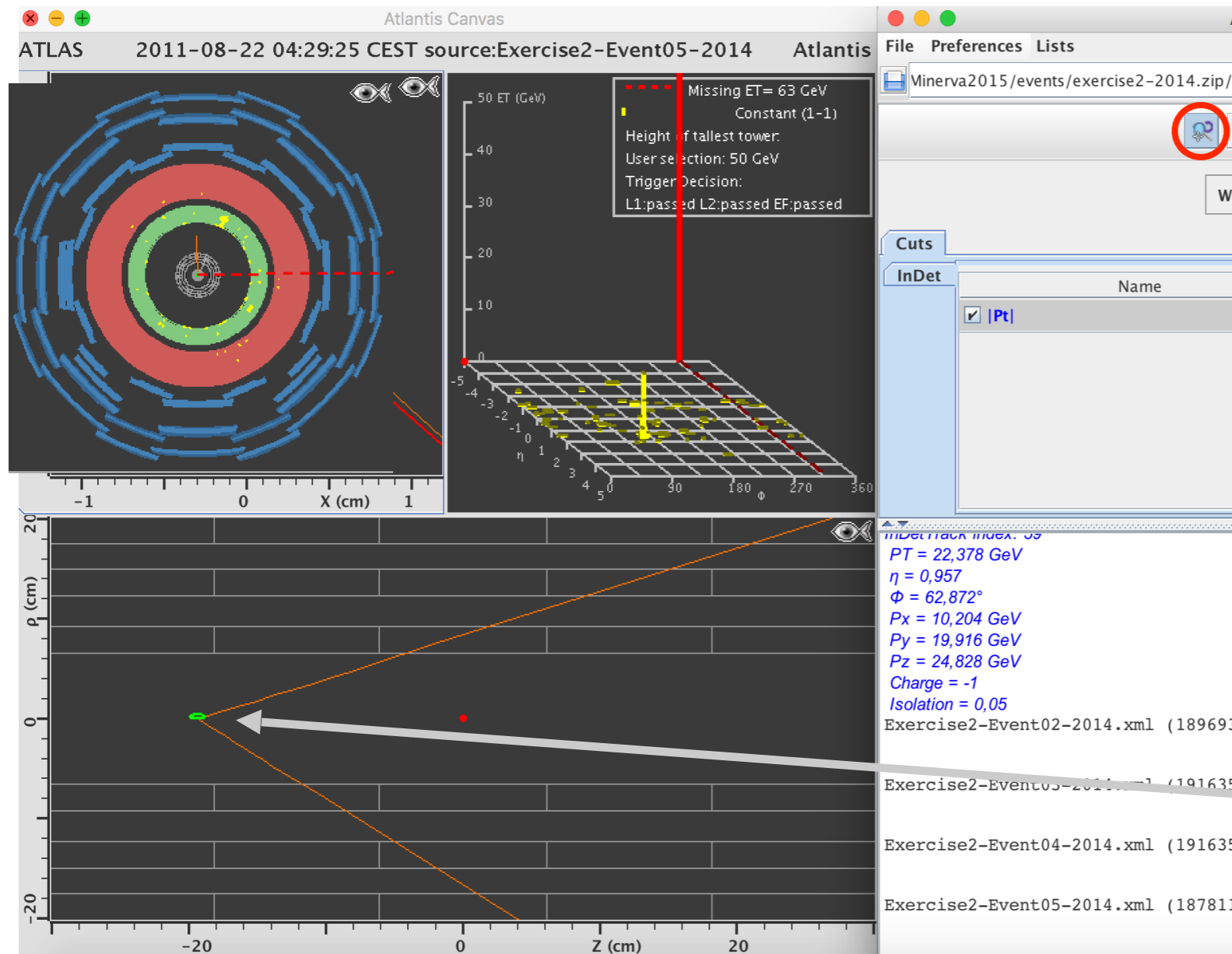
TOOLS: ISOLATION



1. Hand auswählen
2. Spur anklicken
3. In der Infobox rechts unten werden alle Informationen angezeigt

Spur isoliert
 \Leftrightarrow
Isolation < 0.2

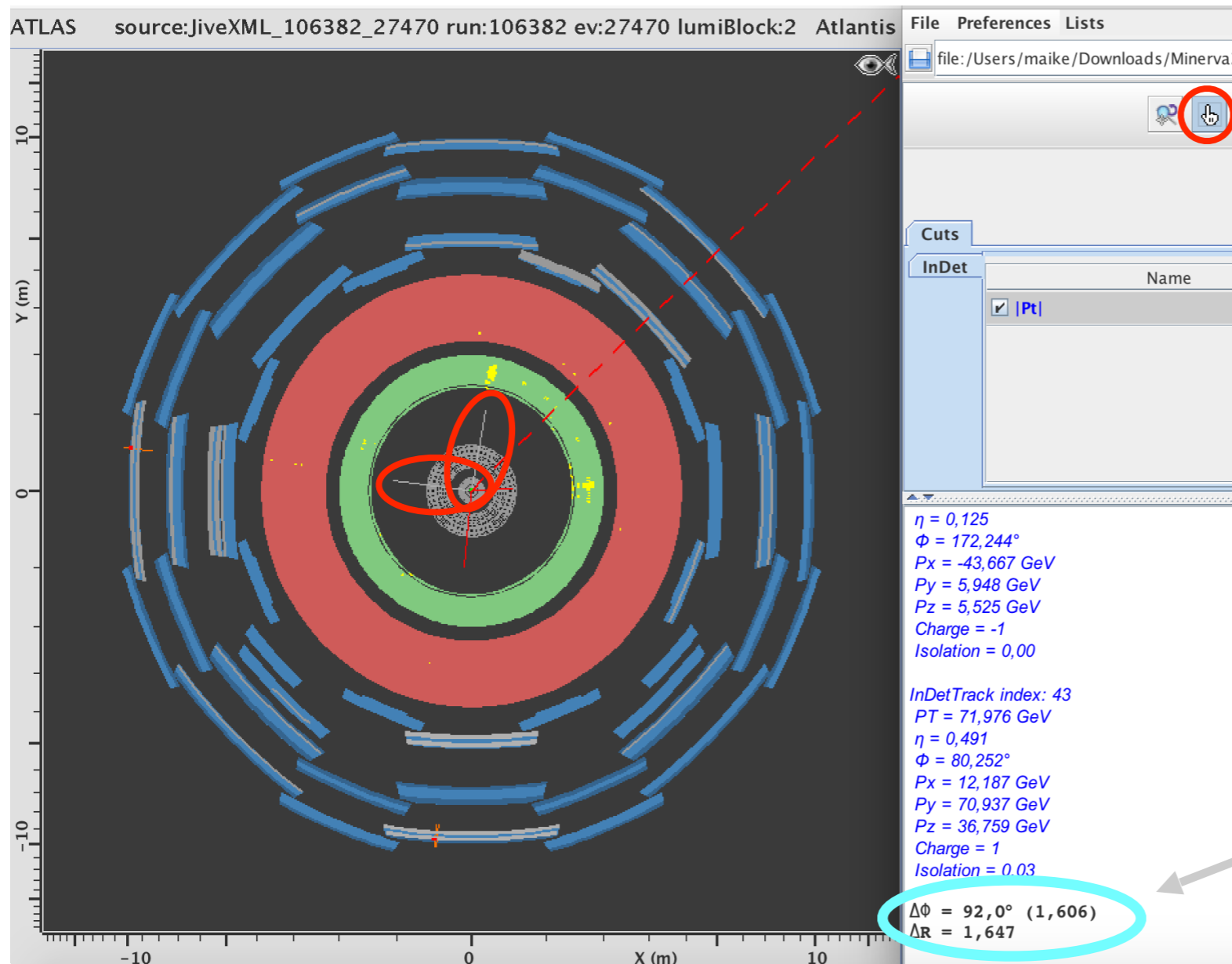
TOOLS: VERTEX



1. Lupe auswählen
2. Die Maus von der Mitte des Bildes nach aussen bewegen

Alles was im grünen Kreis liegt gehört zum Vertex & muss betrachtet werden

TOOLS: WINKEL



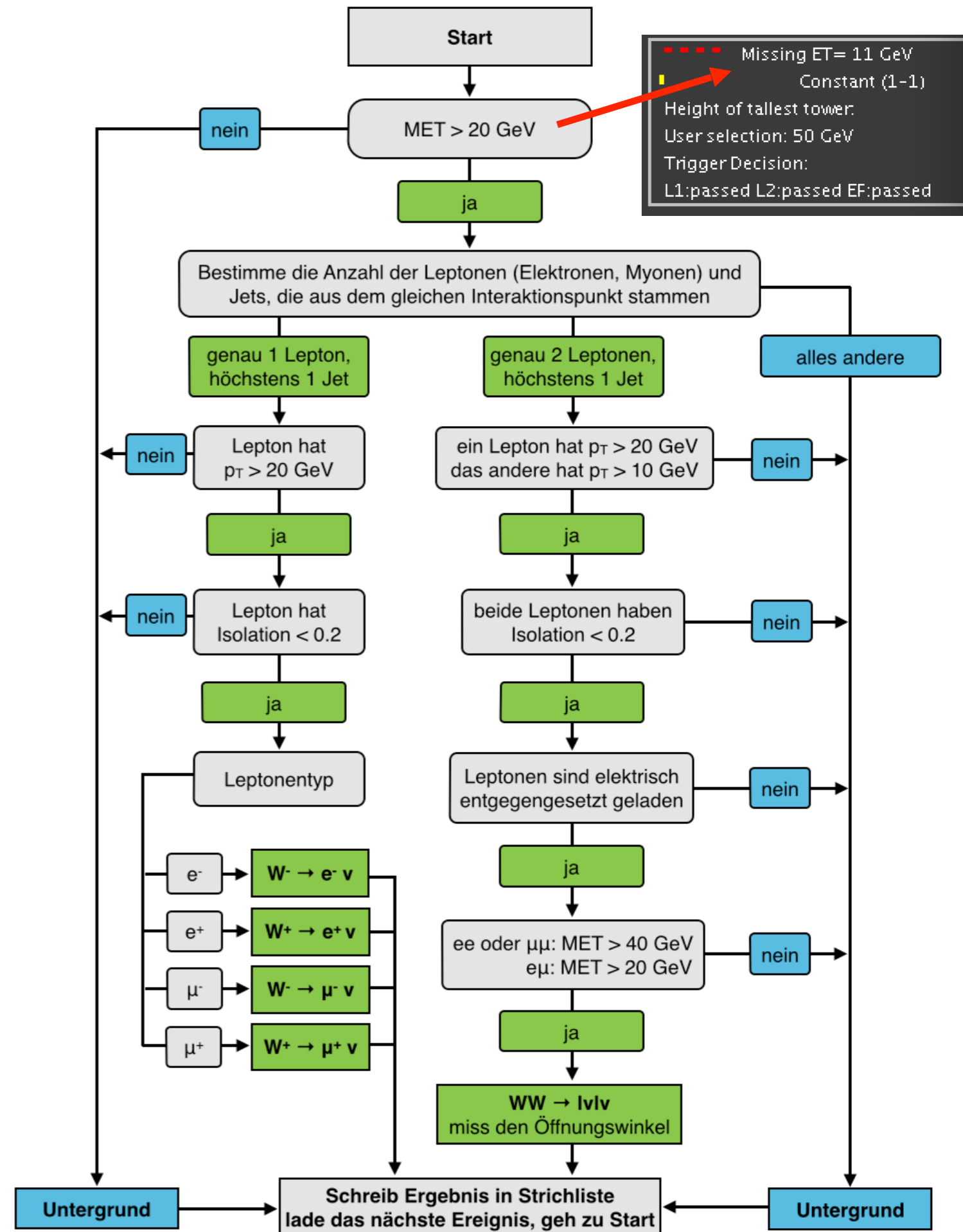
1. Hand auswählen
2. P-Taste gedrückt halten
3. Nacheinander beide Spuren anklicken

Der Winkel Abstand $\Delta\phi$ 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** = mehrere Spuren in die gleiche Richtung

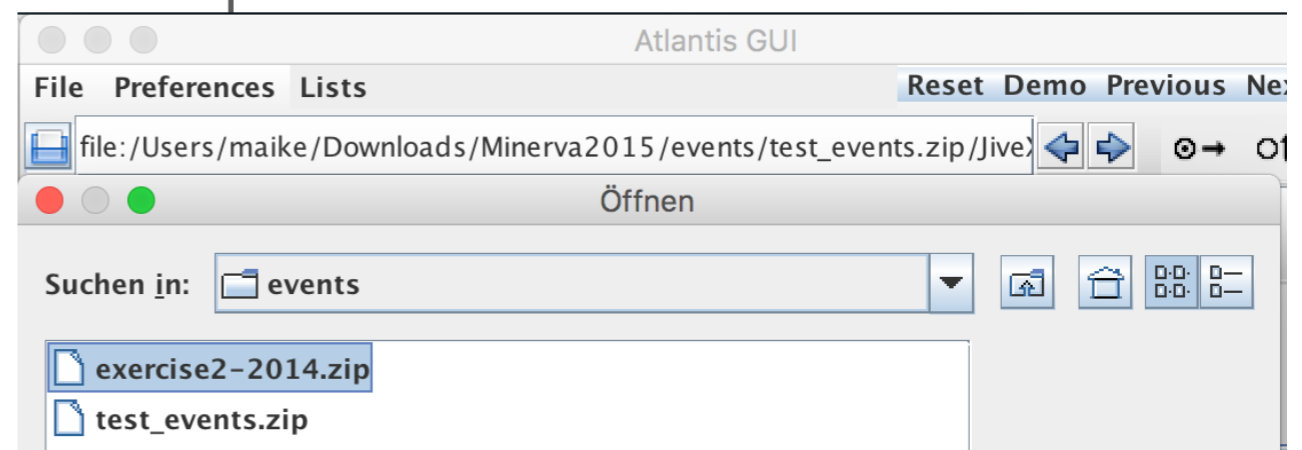


JETZT SEID IHR DRAN!

- <http://atlas.physicsmasterclasses.org/de/wpath.htm> öffnen
- Ereignisidentifikation anklicken und **Übung 2** durchführen:
 - Dazu **Minerva öffnen** und die **Ereignisse zu „exercise-2“ laden**
 - Ereignisse identifizieren
 - Ergebnisse in Tabelle auf der Website eintragen & überprüfen

W-Pfad

Ziele/Aufgaben
Teilchenidentifikation
Ereignisidentifikation
Forschung am LHC
Das W-Boson
Ereignisse identifizieren
Das Higgs-Teilchen
Übung 2
Messung
Auswertung



JETZT SEID IHR DRAN!

- <http://atlas.physicsmasterclasses.org/de/wpath.htm> öffnen
- Minerva öffnen und einen der **Datensätze auswerten:**
- Seinen eigenen **Datensatz** (A/B/...) **laden**
- **Für jedes Ereignis entsprechendes Feld in der Tabelle markieren!**
- Am Ende Ereignisse zusammenzählen und uns mitteilen
Wir tragen die Daten in eine Tabelle ein

W-Pfad

Ziele/Aufgaben
Teilchenidentifikation
Ereignisidentifikation
Forschung am LHC
Das W-Boson
Ereignisse identifizieren
Das Higgs-Teilchen
Übung 2
Messung
Auswertung