

ATLAS Event Displays

Michael Bender

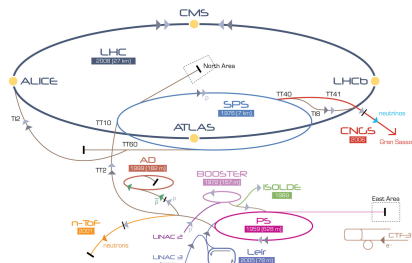
ETP Bachelor Vorbereitungskurs SS 17
LS Schaile

25. April 2017



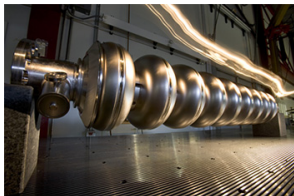
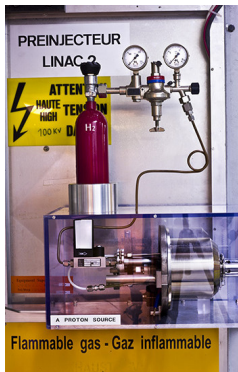
Der Large Hadron Collider - LHC

- beschleunigt Protonen auf (bis zu) 7 TeV
- 27 km langer Tunnel 100 m unter der Erde
- einer der kältesten Orte des Universums
- Kostenpunkt: ca. 5 Milliarden Euro

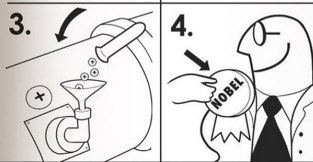
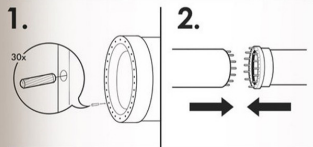
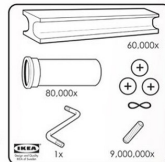
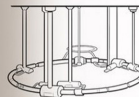


Benötigte Bauteile:

- 10¹²x Protonen
- 2x Beschleuniger
- 1232x Ablenkmagnete
- 4x Vorbeschleuniger

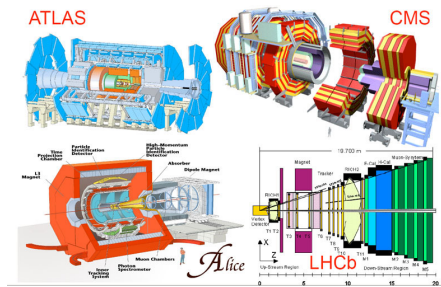
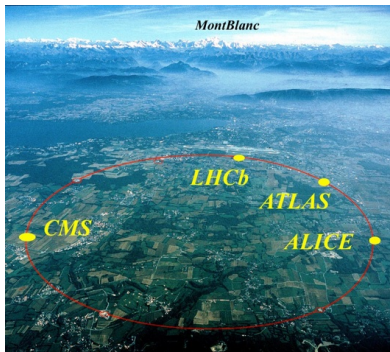


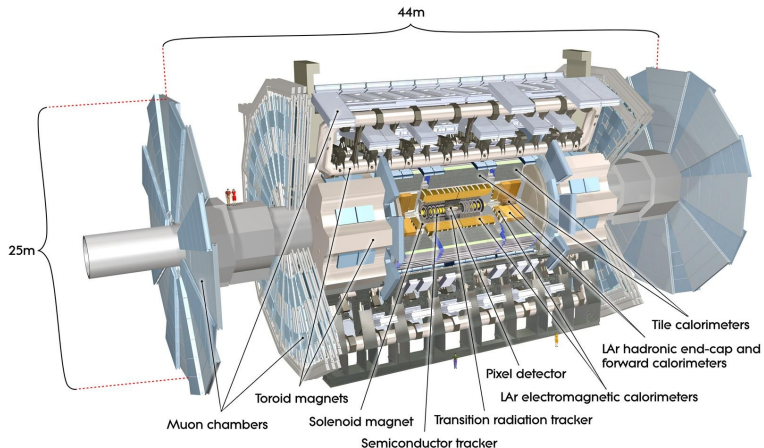
HÄDRÖNN CJÖLIDDER



Die vier (großen) Experimente am LHC

- ALICE: spezialisiert auf Blei-Blei Kollisionen
- ATLAS: Standardmodell und neue Entdeckungen
- CMS: Standardmodell und neue Entdeckungen
- LHCb: interessiert an bottom-Quarks



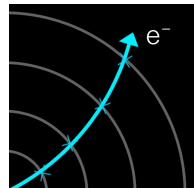
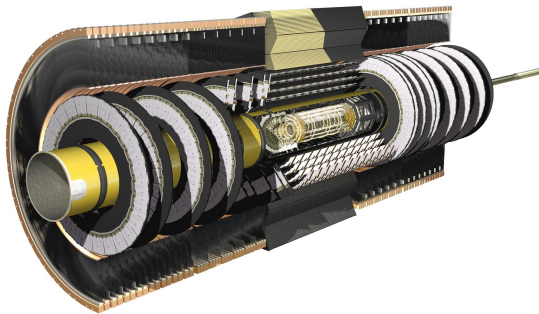


ATLAS besteht aus drei Teilen

- 1) der Spurkammer
- 2) dem Kalorimeter
- 3) den Muonkammern

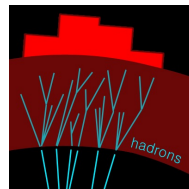
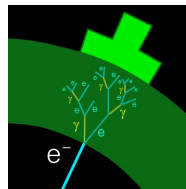
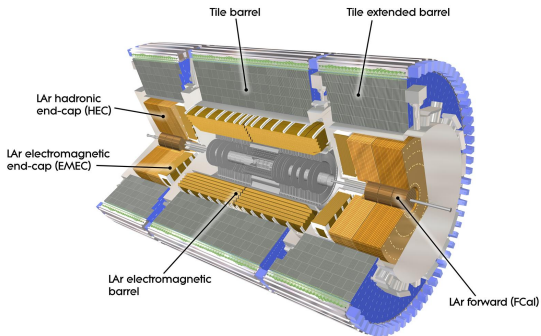
Der Innere Detektor (Spurkammer)

- mehrere Schichten von Siliziumdetektoren (+TRT)
- vermessen die Spuren von geladenen Teilchen
- in einem Magnetfeld
 - ⇒ Bestimmung der Teilchenimpulse (Lorentzkraft)



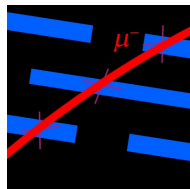
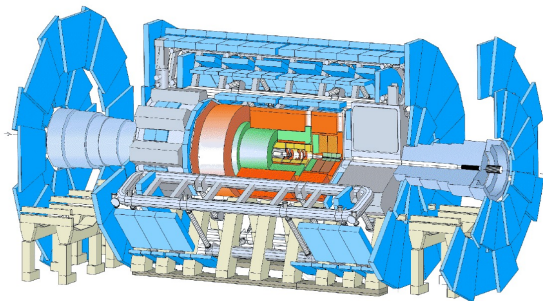
Das Kalorimeter

- misst die Energie von Teilchen an Hand des entstehenden Teilchenschauers
- besteht aus zwei Teilen:
 - 1) das elektromagnetische Kalorimeter
 - 2) das hadronische Kalorimeter

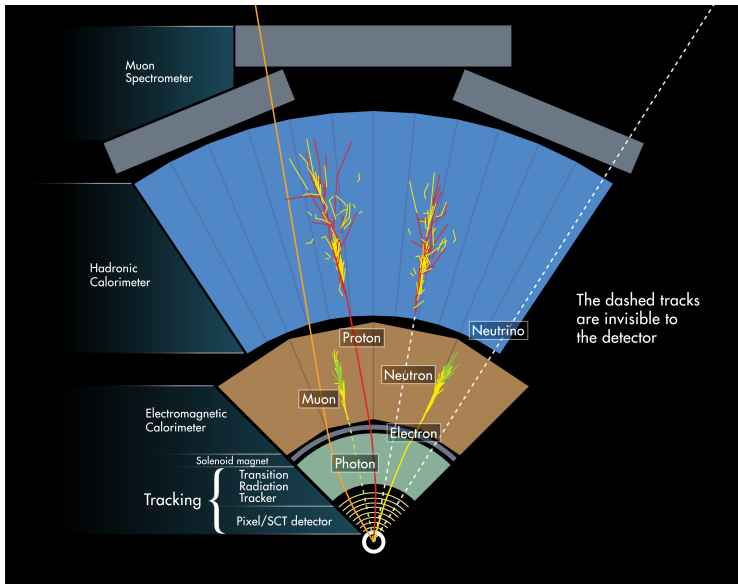


Die Muonkammern

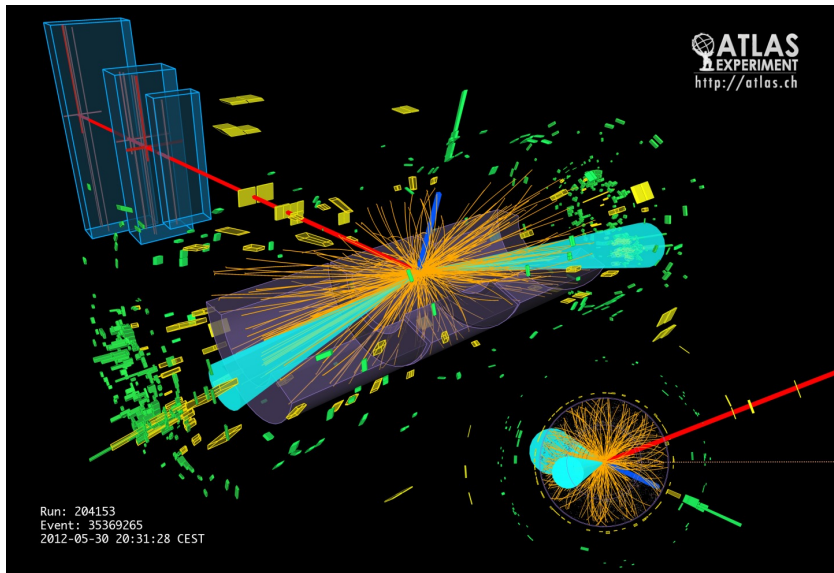
- Muonen sind schwer im Kalorimeter zu messen
- misst Impulse und Energien
- (auch) innerhalb eines Magnetfelds

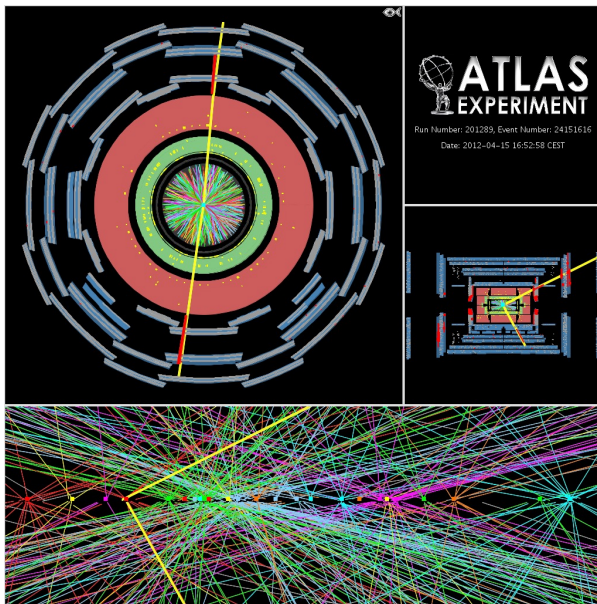


Wie sehen also verschiedene Teilchen im Detektor aus?



OK, wie sieht dann eine Proton-Proton Kollision aus?



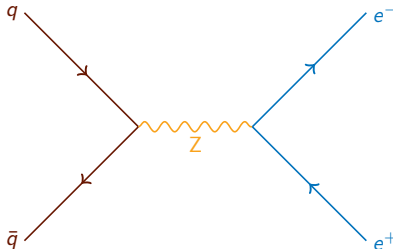
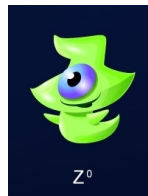


Ach ja, es passieren mehrere Kollisionen gleichzeitig :P

Jetzt beschäftigen wir uns mit dem Z-Boson

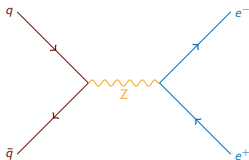
Das Z-Boson

- Austauschteilchen der schwachen Wechselwirkung
- Nachweis: CERN 1983
- Elektrische Ladung: 0
- Masse: $91.2 \text{ GeV}/c^2$
- Mittlere Lebensdauer: $\approx 3 \cdot 10^{-25} \text{ s}$
- zerfällt sowohl in Quarks als auch Leptonen

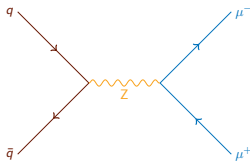


Das Z-Boson zerfällt in:

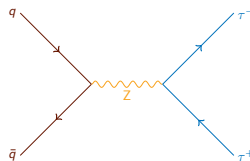
Elektron und Positron



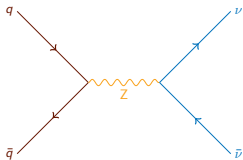
Muon und Anti-Muon



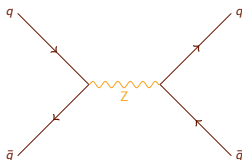
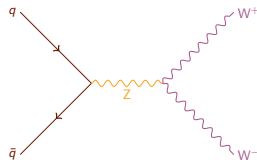
Tau und Anti-Tau



Neutrino und Anti-Neutrino



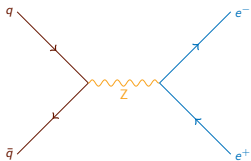
Quark und Anti-Quark

 W^+ und W^- 

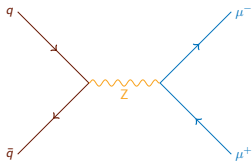
Welche dieser Zerfälle sind mit ATLAS am 'einfachsten' zu messen?

Das Z-Boson zerfällt in:

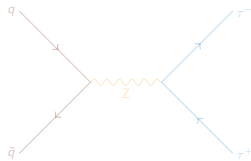
Elektron und Positron



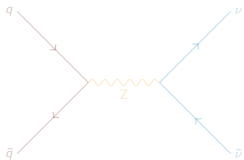
Muon und Anti-Muon



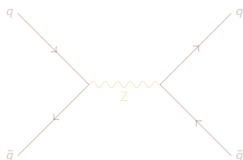
Tau und Anti-Tau



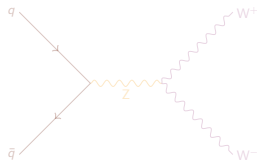
Neutrino und Anti-Neutrino



Quark und Anti-Quark



W+ und W-



Das Hypatia Event-Display

Hybrid Particle Analysis Tool for interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File View Histograms Preferences Help

File Name	ETMs [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	PT [GeV]	ϕ	η	M(Z) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eerm) [GeV]	M(mmm) [GeV]	emig
event010.wmf	7.954	Tracks 277 Tracks 209	43.0 53.0	+	42.4 40.6	2.123 -1.041	0.168 0.795	92.087				m

Canvas Window - File: event010.wmf Run: 206407 Event: 1327835

HYPATIA - Track Moments Window

File Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

HTM: 7.954 GeV ϕ : 2.161 rad Collection: HYP_ReFinal

/project/etpim/bender/Masterclass/hypatia/group/ever010.wmf

Track	+/-	P [GeV]	PT [GeV]	ϕ	B
Tracks 142	+	1.19	1.18	1.562	1.699
Tracks 144	+	1.84	1.20	1.995	2.436
Tracks 151	+	1.27	1.16	1.237	1.144
Tracks 152	+	1.22	1.10	-1.333	2.011
Tracks 157	+	1.33	1.12	-1.093	2.150
Tracks 158	+	3.19	1.11	-0.804	2.766
Tracks 161	+	3.79	1.07	0.454	2.855
Tracks 162	+	1.26	1.02	-2.381	2.204
Tracks 177	+	3.42	1.12	1.028	2.807
Tracks 208	+	2.54	2.49	-1.289	1.381
Tracks 209	-	53.02	48.56	-1.041	0.871
Tracks 210	+	2.29	1.87	0.957	2.178
Tracks 225	+	3.24	1.05	2.088	0.330
Tracks 228	+	4.66	1.46	-2.911	2.622
Tracks 230	+	3.08	1.97	1.105	2.447
Tracks 232	-	5.39	1.80	-1.201	2.800
Tracks 233	+	2.93	1.47	-1.364	0.385
Tracks 245	-	1.41	1.27	2.169	2.023
Tracks 252	+	2.68	2.63	1.231	1.773
Tracks 253	+	6.88	3.17	1.549	0.334
Tracks 254	+	1.58	1.33	1.076	1.002
Tracks 255	+	4.45	1.59	1.956	0.366
Tracks 256	+	3.12	1.08	-1.179	2.789
Tracks 260	+	1.28	1.28	2.824	1.544
Tracks 265	+	1.56	1.47	-2.880	1.236
Tracks 272	+	6.30	3.07	-0.183	2.523
Tracks 277	+	42.96	42.37	2.123	1.788
Tracks 280	+	3.39	3.01	-2.295	2.052
Tracks 283	+	4.39	1.15	2.286	2.877
Tracks 288	+	1.85	1.79	-1.226	0.484
Tracks 291	+	3.05	2.95	2.643	1.829
Tracks 297	+	3.98	2.04	2.015	0.539

HYPATIA - Control Window

Parameter Control | Interaction and Window Control | Output Display

Event Data

W S X L M R 1 2 3 U 3
B B B 7 8 9 C 6 D 9

Normal Mode

Hands-On-Session

- kopieren von Hypatia

```
cp -r /project/etp/mbender/hypatia ~/Desktop/
```

- Hypatia starten

```
module load oracle-java
```

```
cd ~/Desktop/hypatia
```

```
./HYPATIA_for_Linux.sh
```

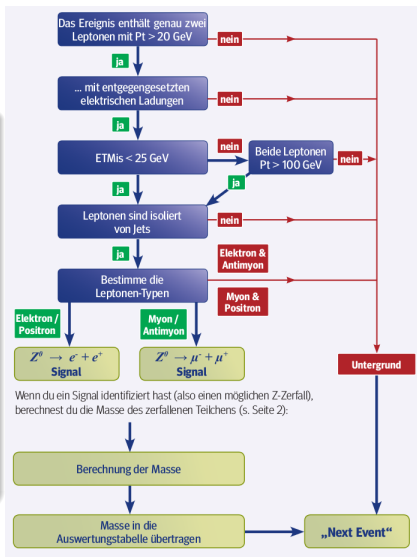
- in hypatia Datensatz (XY) öffnen:

⇒ File → ReadEventLocally

```
/project/etp/mbender/datenpakete/groupXY.zip
```

- Ereignisse auswerten

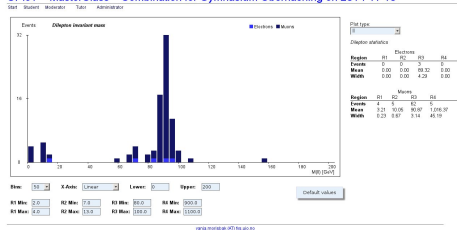
⇒ Cutflow anwenden



1) Exportieren der Massen

- Im Menü auf „File“ klicken
- auf „Export Invariant Masses“ klicken
- Dateinamen auswählen und speichern

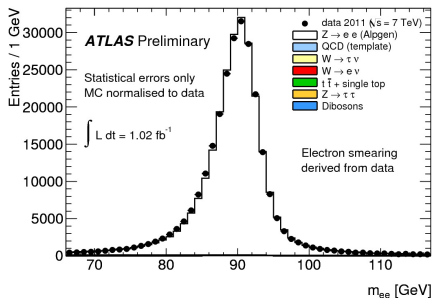
OPlot – MasterClass – Combination for Gymnasium Oberhaching on 2014-11-13



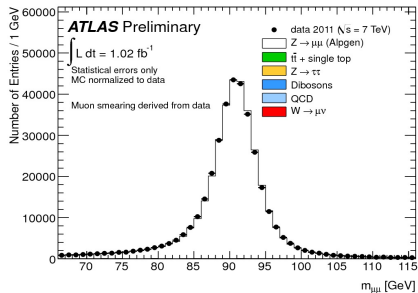
2) Datei hochladen

- auf <http://cernmasterclass.uio.no> gehen
- „OPlot“ auswählen
- auf „Student“ klicken
- Username: „ippog“ / Password: „imc“
- LMU-SS16, Gruppe 1 und Buchstaben auswählen
- mit „Browse“ und „Submit“ eure Datei hochladen

Und wie sieht das bei ATLAS aus?



$$Z \rightarrow e^+ e^-$$



$$Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$$

Der aktuell gemessene Wert ist

$$m_Z = 91.1876 \pm 0.0021 \text{ GeV}/c^2$$