

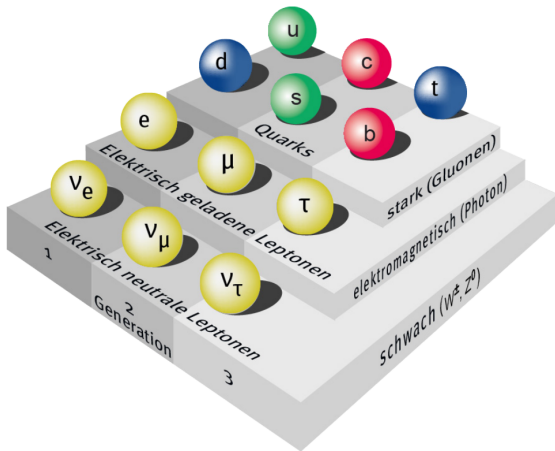
# Event Display und Suche nach Z-Boson mit Hypatia

Clara Leitgeb

Bacheloreinführung

21.04.2020

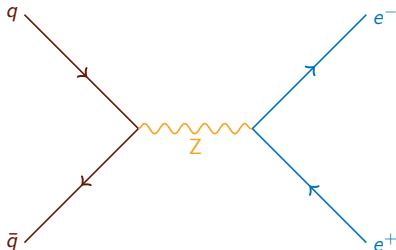




## Suche nach dem Z-Boson

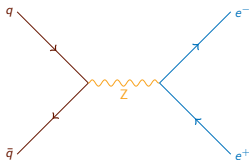
## Das Z-Boson

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

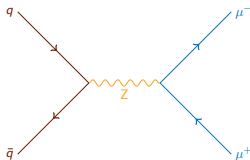


## Das Z-Boson zerfällt in:

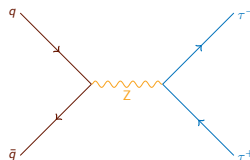
Elektron und Positron



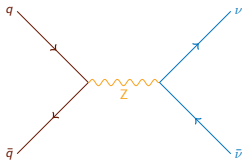
Muon und Anti-Muon



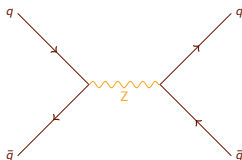
Tau und Anti-Tau



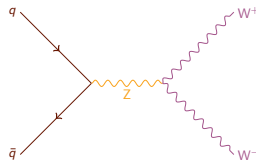
Neutrino und Anti-Neutrino



Quark und Anti-Quark



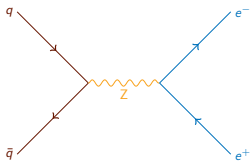
W+ und W-



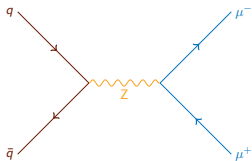
Welche dieser Zerfälle sind mit ATLAS am 'einfachsten' zu messen?

## Das Z-Boson zerfällt in:

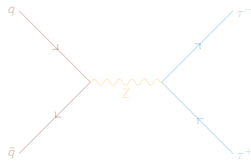
Elektron und Positron



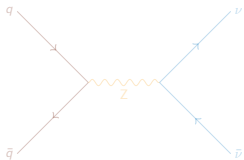
Muon und Anti-Muon



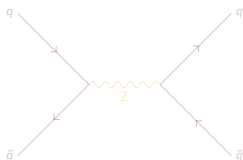
Tau und Anti-Tau



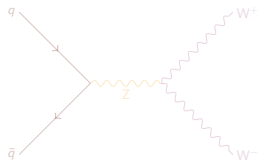
Neutrino und Anti-Neutrino

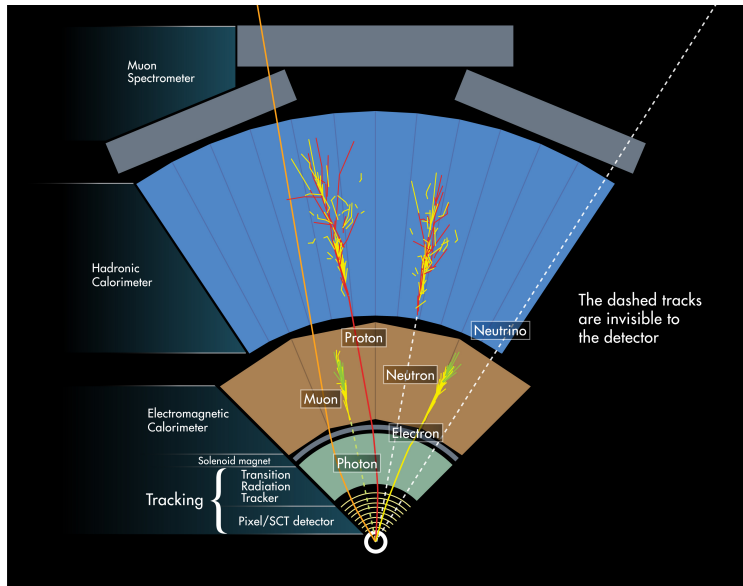


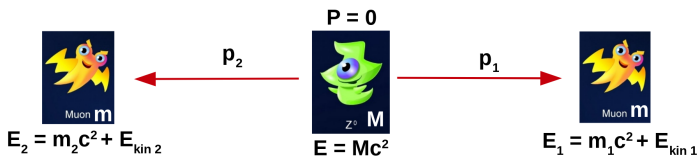
Quark und Anti-Quark



W+ und W-







Aber wie bestimmt man die Masse eines Z-Bosons?

- Man kann die Masse des Z-Bosons aus den gemessenen Energien und Impulsen seiner Zerfallsprodukte berechnen
- In diesem Fall aus  $E$  und  $p$  von  $\mu^+$  und  $\mu^-$
- Entweder mit Zettel und Stift, oder...

# 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: event010.wmf ETMs [GeV]: 7.954 Tracks 277 Track: 43.0 P [GeV]: 42.4  $\eta$ : 1.23  $\phi$ : -0.168  $\eta$ : 0.765 MC2 [GeV]: 92.087 M[GeV]: M[GeV]: M[GeV]: M[GeV]: m: cmig

Canvas Window - File: event010.wmf Run: 206407 Event: 1327535

Normal Mode

HYPATIA - Track Moments Window

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

HTM: 7.954 GeV  $\eta$ : 1.23  $\phi$ : -0.168 Collection: HYP\_ReFinal

/project/etpimbender/Masterclass/hypatia/group/ever010.wmf

Track	+	-	P [GeV]	$\eta$	$\phi$	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	-	+	23.02	48.56	-1.041	0.871
Tracks 210	-	+	2.23	1.87	0.957	1.978
Tracks 225	-	+	3.24	1.05	2.088	0.930
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	0.985
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	0.934
Tracks 254	+	-	1.58	1.33	1.076	1.002
Tracks 255	+	-	4.45	1.59	1.956	0.966
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	+	-	5.30	3.07	-0.183	2.523
Tracks 277	+	-	42.96	43.37	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

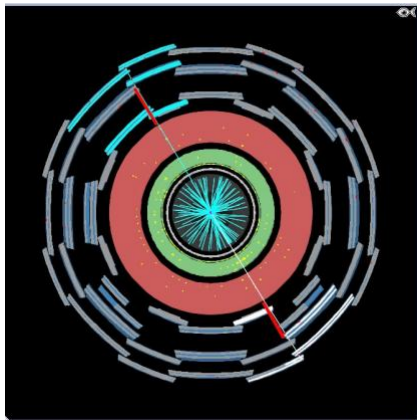
HYPATIA - Control Window

Parameter Control | Interaction and Window Control | Output Display

Event Data

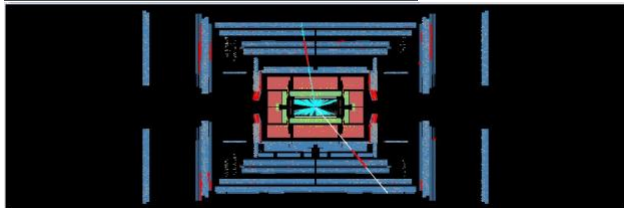
W S X L M R 1 2 3 U 3  
B B B 7 8 9 C 6 D 9





### Wie funktioniert das?

- Teilchenspuren durch anklicken markieren
- Überlegt euch anhand der Signatur im Detektor, um welches Teilchen es sich handeln könnte!



	Previous Event	Next Event	Electron	Muon	Photon	Delete Track	Reset Canvas
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	2.786
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		-1.299	1.381
Tracks 209	-		53.02	43.36		-3.041	0.071
Tracks 210	-		2.28	1.87		0.857	2.178
Tracks 225	-		3.24	1.05		2.088	0.330
Tracks 228	+		4.66	1.46		-2.911	2.822
Tracks 230	-		3.08	1.97		1.105	2.447
Tracks 232	-		5.39	1.80		-1.201	2.800
Tracks 233	+		3.91	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	+		9.68	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	2.788
Tracks 260	-		1.29	1.29		2.826	1.544
Tracks 265	-		1.56	1.47		-2.880	1.236
Tracks 272	-		5.30	3.07		-0.183	2.523
Tracks 277	+		42.96	42.37		2.123	1.738
Tracks 280	-		3.39	3.01		-2.295	2.052
Tracks 283	-		4.39	1.15		2.266	2.877
Tracks 288	+		3.85	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

- Angeklickte Spur wird auch in der Liste markiert
- Informationen zu Ladung (+/-), Impulsen und Koordinaten im Detektor

## Eure Aufgabe:

Findet zwei Spuren, die ein Elektron- oder ein Myon-Paar sein könnten, und die entgegengesetzte Ladungen haben. Klassifiziert eine markierte Spur als Elektron oder Myon im Panel über der Liste.

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	PT [GeV]	$\phi$	$\eta$	M[Z] [GeV]
event010.xml	7.354	Tracks 277	43.0	+	42.4	2.123	-0.168	92.087
		Tracks 209	53.0	-	40.6	-1.041	0.765	

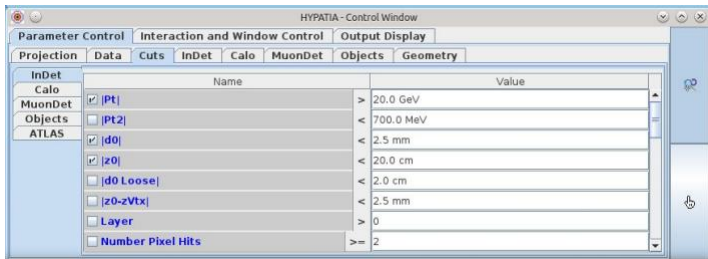
## Und dann?

Die klassifizierten Teilchenspuren werden automatisch in eine Liste eingetragen.

Habt ihr zwei Spuren in einem Ereignis klassifiziert, wird automatisch die Masse des ursprünglichen Teilchens (vielleicht ein Z-Boson) berechnet.

**Vorsicht!** Das funktioniert nur, wenn...

- es entweder zwei Elektronen oder zwei Myonen sind
- sie entgegengesetzte Ladungen haben



## Zu viele Spuren?

Im Kontrollfenster könnt ihr sog. Schnitte auf die Eigenschaften der Teilchenspuren setzen.

Z.B.: Wählt nur Spuren mit einem Impuls von mindestens 20 GeV!

## 1)Anfangen

● **Lokal:**

- zip File von <http://hypatia.phys.uoa.gr/Downloads/>; braucht  $\geq$  java6!;  
Hypatia\_7.4\_Masterclass.jar
- Dropbox Ordner öffnen: <https://cloud.physik.lmu.de/index.php/s/7SrPJsNobsMF2tj>
- Download groupX.zip (X ist Eurer Buchstabe)

● **ssh/x2go Verbindung zu etp-Rechner:**

- module load hypatia/7.4; HYPATIA\_for\_Linux.sh
- In eurem Lieblingsordner: cp  
/project/etp5/C.Leitgeb/Masterclasses/material/datenpakete/groupX.zip .

● **In Hypatia:** File → Read Event Locally

→ /Pfad/zur/Datei/groupX.zip

## 2) Exportieren der Massen

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

## 3) Datei hochladen

- <http://cernmasterclass.uio.no> → „OPlot“ → „Student“
- Username: „ippog“ / Password: „imc“
- Datum: Heute, Institute: LMU Bacheloreinführungskurs, Gruppe 1 und Euer Buchstabe
- mit „Browse“ und „Submit“ eure Datei hochladen