

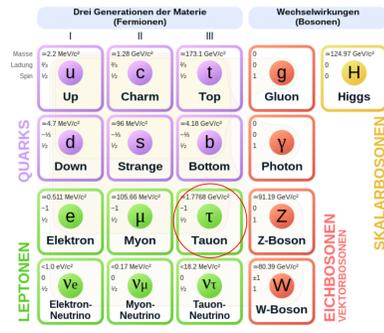
Messung von π^0 -Mesonen aus Tau-Lepton-Zerfällen am ATLAS-Experiment

von Steffen Lenkewitz, Gymnasium Zum Altenforst
Projektwochen 2022

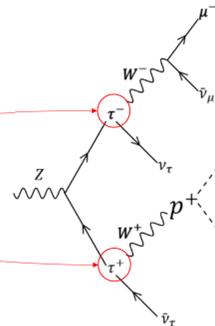
Am CERN entstehen bei den Kollisionen im LHC aufgrund der hohen Energiedichte eine hohe Menge von subatomaren Teilchen mit einer großen Vielfalt an Arten. Angesichts dessen kommt es insbesondere bei bestimmten Teilchen oft vor, dass diese falsch detektiert werden, wodurch Forschungsergebnisse aus diesen Datenmengen verfälscht werden. Um diese Verfälschung zu minimieren werden bestimmte Selektionsverfahren entwickelt, wobei es in diesem Plakat um die Detektion eines bestimmten Zerfalls geht.

Betrachteter Zerfall:

Standardmodell der Elementarteilchen



Das Tau-Lepton ist das masseschwerere Schwesterteilchen des Elektrons und des Myons. So hat es abgesehen von einer höheren Masse und einer sehr geringen Zerfallszeit die gleichen Eigenschaften wie dieses, kann aufgrund ersteres aber auch leptonisch zerfallen.

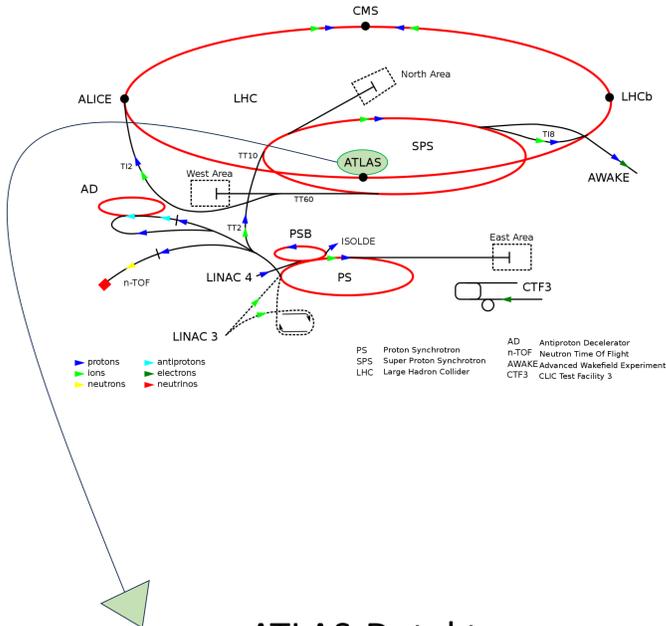


Das π^0 -Meson ist ein quantenmechanischer Überlagerungszustand, welcher wie folgt beschrieben wird:

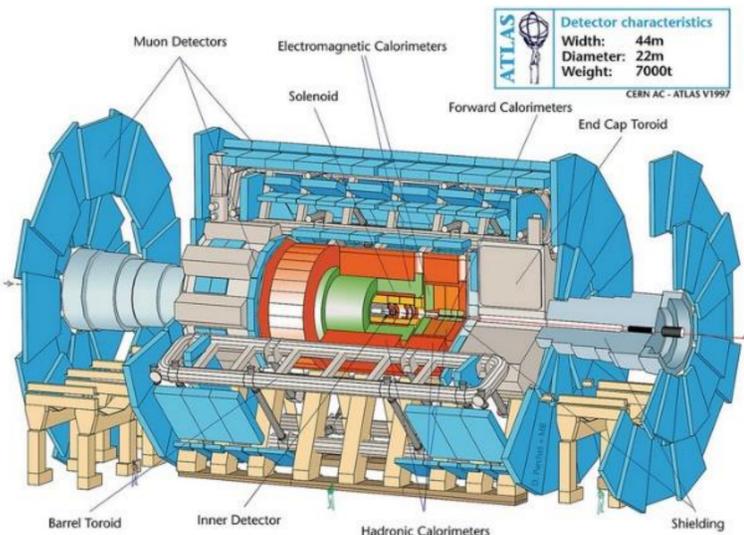
$$|\pi^0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} [|u\bar{u}\rangle - |d\bar{d}\rangle]$$

Neutral geladen
 Durch. Lebensdauer bevor es in zwei Photonen zerfällt: $8,52 \cdot 10^{-17}$ s

Beschleunigerkomplex am CERN:



ATLAS-Detektor:

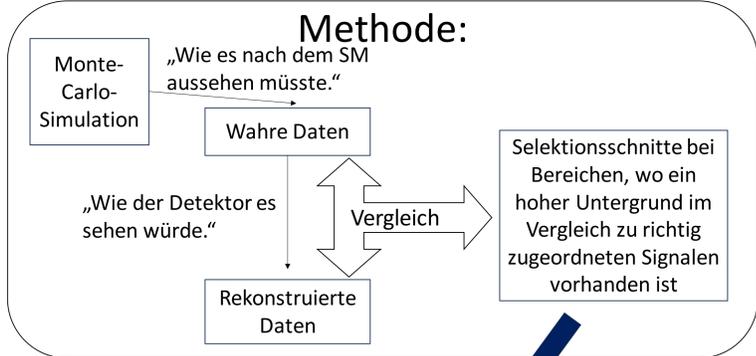


Notwendige Selektion über vorherige Zerfälle:
 $Z \rightarrow \tau\tau$
 $\rho \rightarrow \pi^\pm + \pi^0$

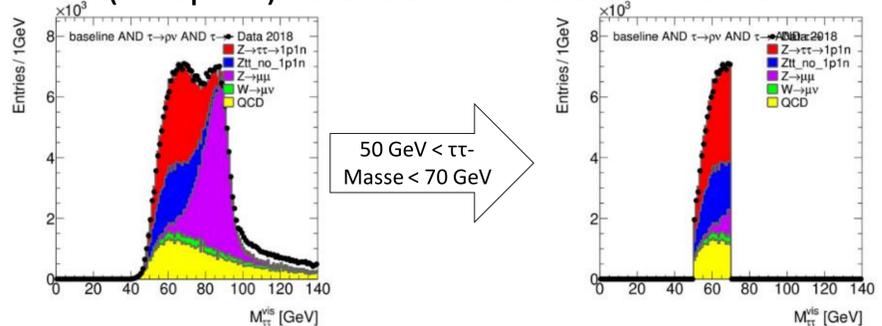
Detektor ordnet oft andere Zerfälle diesem Zerfall zu \rightarrow hoher Untergrund

π^0 schwer direkt messbar

Methode:

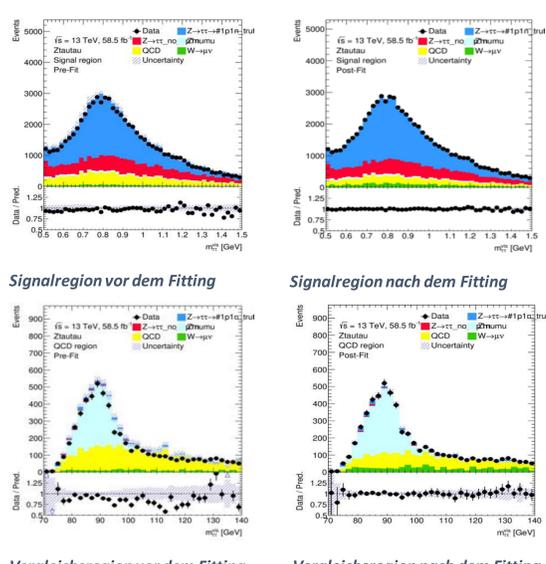


(Beispiel-) Selektion nach der $\tau\tau$ -Masse:



Fitting:

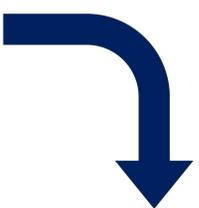
Ein Teil des Fitting ist es zu gucken, inwiefern die Signale, die von der entwickelten Selektion als den gewünschten Zerfall entsprechend zugeordnet werden, auch wirklich aus solch einem Zerfall stammen. Dadurch kann die Genauigkeit, d. h. die Effizienz, des Selektionsverfahrens geprüft werden. Zum Vergleich wird dies auch noch beim QCD-Hintergrund geprüft.



Ergebnis:

Schnitte bei (die vorherigen immer dazu)	$Z \rightarrow \tau\tau \rightarrow \pi^+\pi^0$	$Z \rightarrow \tau\tau \rightarrow$ kein $\pi^+\pi^0$	Anderer Untergrund
Kein	100%	100%	100%
Vorselektion	62,2%	55,5%	16,6%
Nur ein geladenes und ein ungeladenes Zerfallsprodukt bei dem hadronisch zerfallenden Tauon	51,0%	16,6%	8,3%
$2 < \Delta\Phi$	45,5%	15,0%	5,0%
$50 \text{ GeV} < \tau\tau \text{ Masse} < 70 \text{ GeV}$	26,9%	9,9%	1,3%
$\eta < -0,1$ oder $0,1 < \eta$	25,5%	9,4%	1,2%
$0,5 \text{ GeV} < \tau \text{ Masse}$	24,1%	6,0%	1,1%
Fehlende transversale Masse $< 60 \text{ GeV}$	22,41%	5,57%	0,53%
Invariante Masse des Myons $< 80 \text{ GeV}$	22,39%	5,56%	0,52%

\rightarrow Wie zu sehen ist, wurde bei weitem mehr ungewollter Untergrund rausselektiert als tatsächlich von π^0 -Mesonen stammende Signale.



Beim Fitting ist zu sehen, dass die Ungenauigkeiten bei der Vergleichsregion vor dem Fitting wesentlich höher sind als bei der Signalregion, was eine verbesserte Messung von π^0 -Mesonen im Vergleich zu anderen Zerfällen durch diese Selektion beweist.