

Suche nach dem Higgsboson im Kanal

$$pp \rightarrow qqH, H \rightarrow \tau\tau$$

mit dem ATLAS-Detektor

Manfred Groh, Steffen Kaiser, N. Benekos, S. Bethke,
S. Horvat, O. Kortner, S. Kotov, H. Kroha,
S. Mordieck-Möck, R. Richter, C. Valderanis, J. Yuan

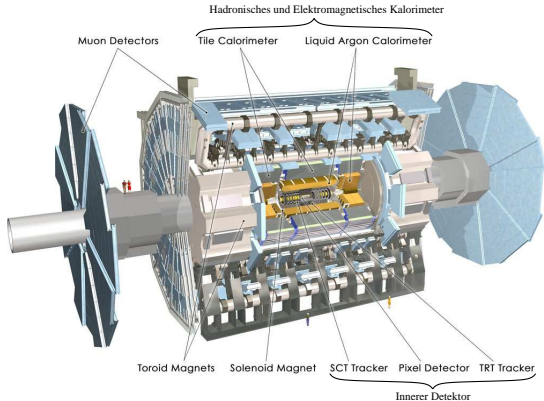
Max-Planck-Institut für Physik

DPG 2007, Heidelberg



Der Atlas Detektor am LHC (CERN)

Large Hadron Collider (LHC): p-p Kollisionen bei 14 TeV Schwerpunktsenergie
Angestrebte integrierte Luminosität: $30 fb^{-1}$ in den ersten drei Jahren (2007-2010),
danach $100 fb^{-1}$ pro Jahr

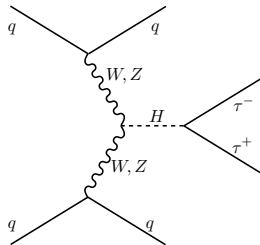
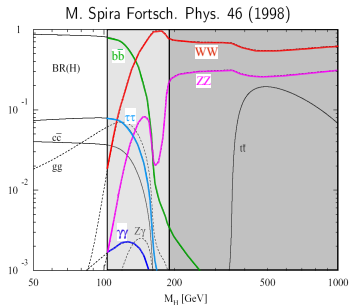


- Innerer Detektor:
 - Impulsmessung geladener Teilchen für $|\eta| \leq 2,5$
 - Messung der Vertexposition
- Kalorimeter:
 - Hermetische Energiemessung bis $|\eta| \leq 5$ bei guter Winkelauflösung von Jets
- Myonspektrometer:
 - präzise Myonimpulsmessung bis $|\eta| \leq 2,5$ und 1 TeV

Eines der wichtigsten Ziele:
Suche nach dem Higgsboson im Massenbereich $m_H = (115 - 800) GeV$
(Andere Massen durch Standardmodell bzw. LEP-Suchen ausgeschlossen.)

Higgs Zerfälle am LHC

Verzweigungsverhältnis:



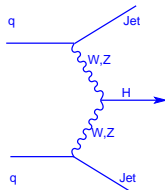
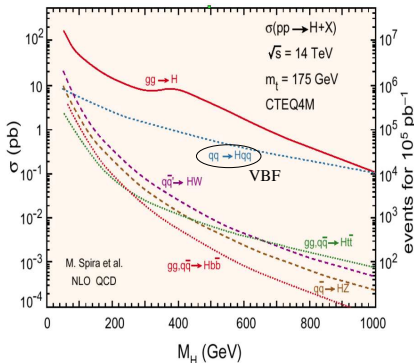
→ Für $m_H = 115 - 140$ GeV: $H \rightarrow \tau\tau$ vielversprechender Entdeckungskanal!

τ -Zerfälle:

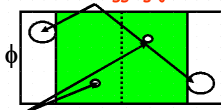
- $\tau \rightarrow \nu_\tau + \nu_e + e$ (17.4%)
- $\tau \rightarrow \nu_\tau + \nu_\mu + \mu$ (17.8%)
- 1 prong: $\tau \rightarrow \nu_\tau + \pi^\pm + n\pi^0$ (50.2%)
- 3 prong: $\tau \rightarrow \nu_\tau + 3\pi^\pm + n\pi^0$ (16.3%)

Hadronische τ -Zerfälle werden als τ -Jets im Detektor nachgewiesen. Identifikation u.a. durch die Anzahl der Spuren im Inneren Detektor und Form des Jets.

VBF Higgs-Produktion



Forward tagging jets



Higgs Decay η

Signatur:

- Zwei Vorwärtsjets aus dem VBF-Prozess mit großer Rapiditätslücke
 - Unterdrückte Jetaktivität im Zentralbereich
- Nur Higgszerfallsprodukte im Zentralbereich

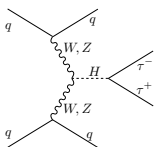
Signal- und Untergrundprozesse

Prozess	$\sigma(pb)$	$L (fb^{-1})$
Signal, Volle Simulation, Herwig, VBF-Filter		
$H(120GeV) \rightarrow \tau\tau \rightarrow ll$	0,0148	3070
$H(120GeV) \rightarrow \tau\tau \rightarrow ll, lh$	0,1	211
Untergrund, Volle Simulation, Alpgen, VBF-Filter		
$Z \rightarrow \tau\tau + 2Jets$	2,5	33,6
$Z \rightarrow \tau\tau + 3, 4, > 5Jets$	0,6 - 2	42 - 94
$Z \rightarrow ee/\mu\mu + 2, 3, 4, > 5Jets$	1,2 - 6	11 - 31
$tt, MC@NLO$	461000	0,1
Zusätzlich: Schnelle Simulation		
$H(120GeV) \rightarrow \tau\tau \rightarrow ll$	0,0148	4600
$H(120GeV) \rightarrow \tau\tau \rightarrow ll, lh$	0,1	522
$Z \rightarrow \tau\tau + 0, 1Jets$	1,96 - 2,2	12,3 - 13,6
$Z \rightarrow \tau\tau + 2Jets$	153	24,4

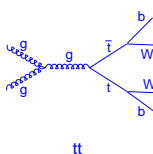
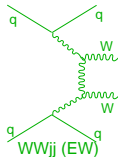
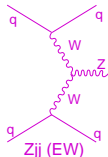
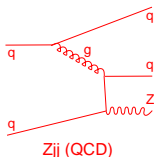
Volle Simulation:
 Detaillierte Beschreibung von Detektorgeometrie und -eigenschaften. Realistischer, aber langsam.

Schnelle Simulation:
 Parameterisierte Beschreibung der Detektoreigenschaften. Sehr schnell.

Signalprozess:

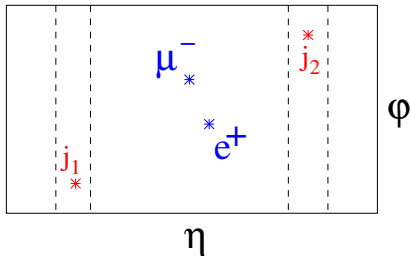


Untergrundprozesse:

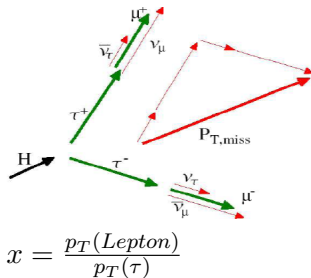


Auswahlkriterien der Ereignisse

Typische Signatur:



Kollineare Approximation:

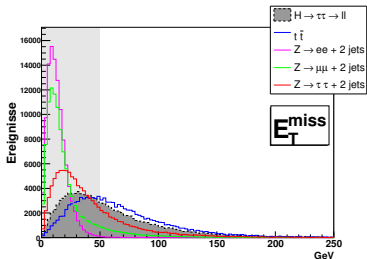


Wichtigste Schritte:

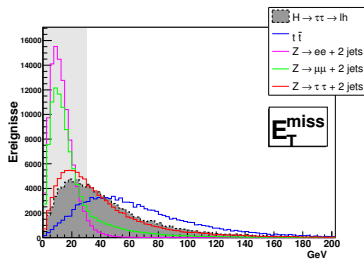
- Fehlende Transversale Energie: $E_T^{miss} > 50 GeV$ (lh: $E_T^{miss} > 30 GeV$)
- Kollineare Approximation sinnvoll $0 < x < 1$ (lh: $0 < x_{\tau-jet} < 0.75$)
- Öffnungswinkel zwischen den Leptonen
- $\Delta\eta$ der Vorwärtsjets
- Keine weiteren zentralen Jets

Effizienz der Ereignisauswahl ($M_H = 120$ GeV)

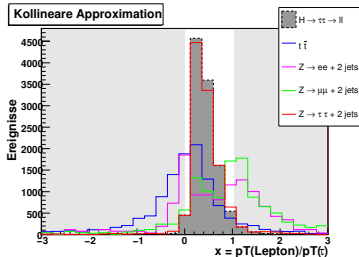
Leptonisch:



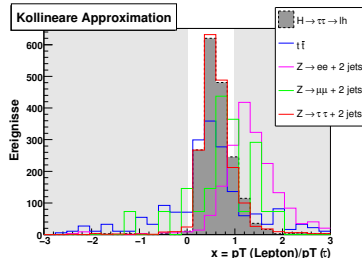
Semileptonisch:



Kollineare Approximation

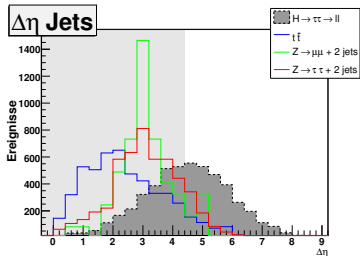


Kollineare Approximation

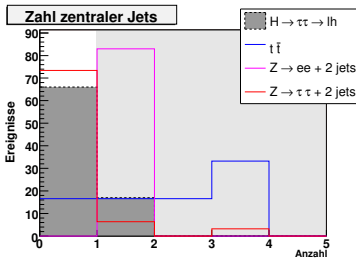
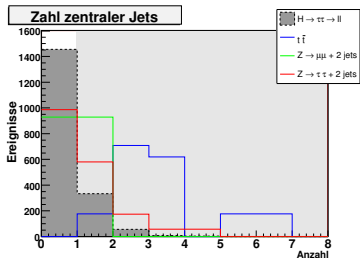
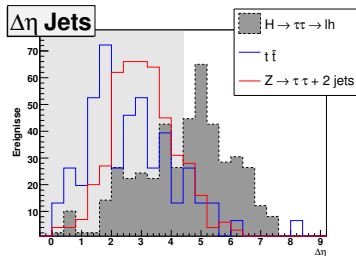


Effizienz der Ereignisauswahl ($M_H = 120$ GeV)

Leptonisch:

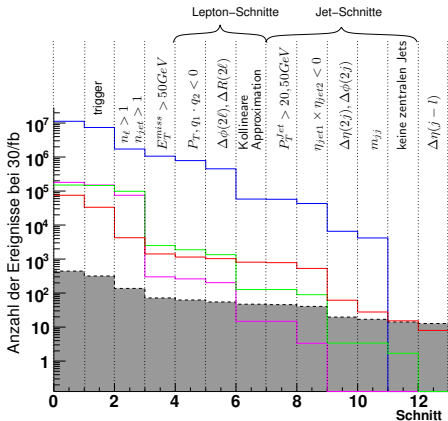


Semileptonisch:

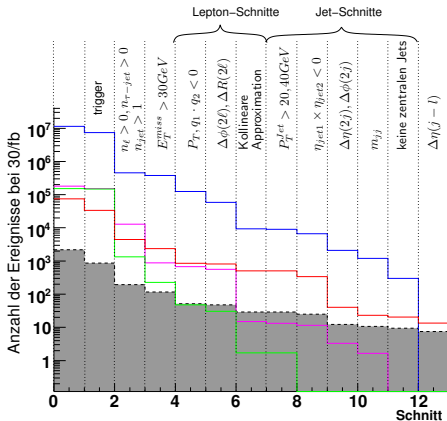


Effizienz der Ereignisauswahl ($M_H = 120 \text{ GeV}$)

Leptonisch:



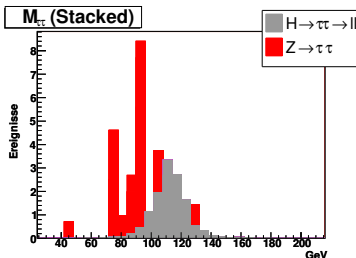
Semileptonisch:



Rekonstruierte Invariante $\tau\tau$ -Masse

Generierte Higgs Masse: 120 GeV
Skaliert auf 30 fb^{-1}

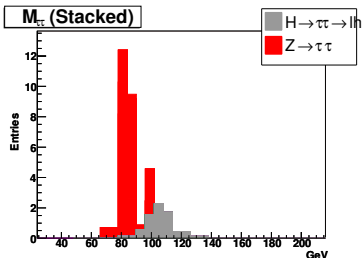
Leptonisch:



Signal: 12,7

Untergrund: 19,2

Semileptonisch:



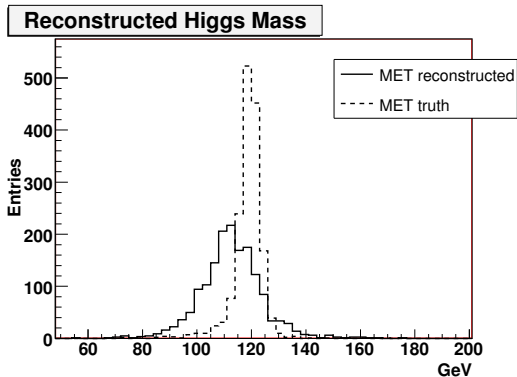
Signal: 7,5

Untergrund: 26,3

Rekonstruierte Higgs Masse weicht von generierter ab!

Vergleich E_T^{miss} Rekonstruiert - Wahrheit

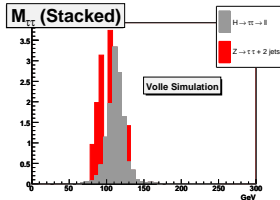
Signal, leptonic analysis (generated: $M_H = 120$ GeV)



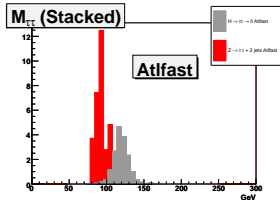
Bei Verwendung der wahren Fehlenden Energie (anstatt der rekonstruierten) wird die Higgs Masse richtig berechnet.

Vergleich Schnelle - Volle Simulation

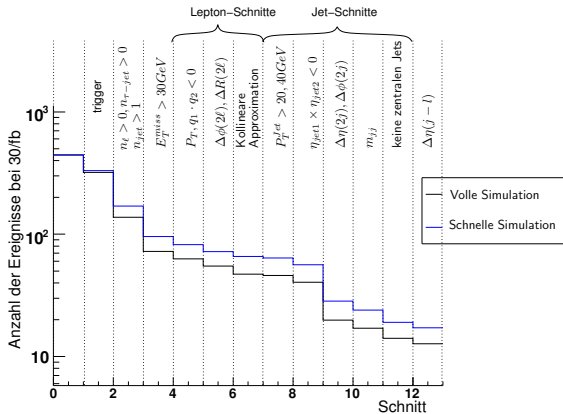
Volle Simulation
(S/B: 13/8)



Schnelle Simulation
(S/B: 17/30)



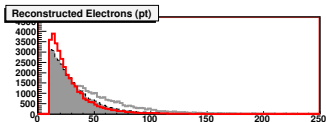
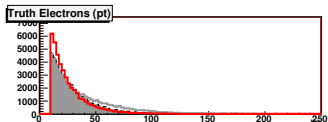
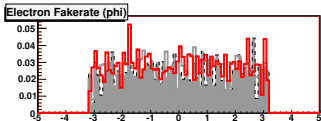
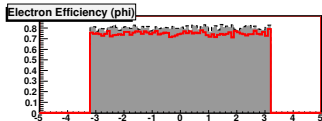
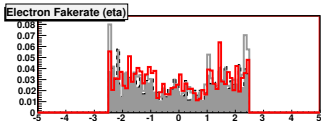
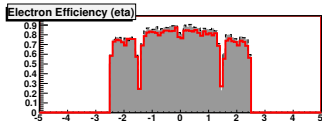
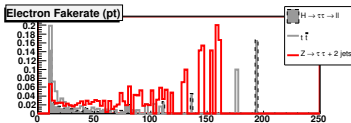
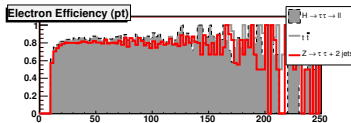
Skaliert auf 30 fb^{-1}



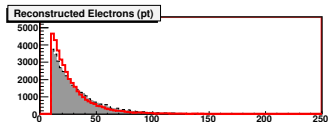
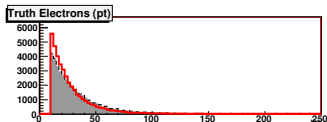
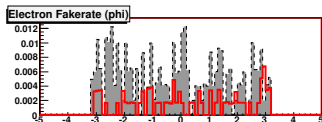
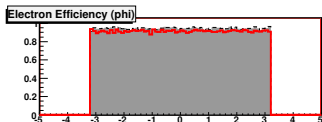
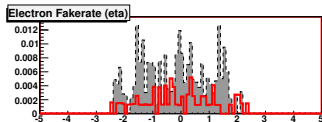
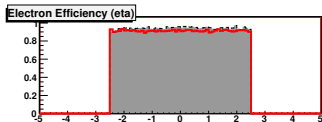
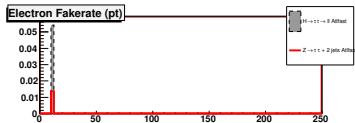
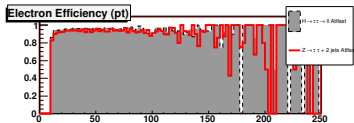
- Prozess der Vektorbosonfusion ermöglicht die Suche nach dem Higgsboson im anspruchsvollen Zerfallskanal $H \rightarrow \tau\tau$.
- Analyse mit voller Simulation des wichtigsten Untergrundes ($Z \rightarrow \tau\tau$)
→ Realistischere Vorhersagen als mit Schneller Simulation.
- Rekonstruktion der Fehlenden Energie noch problematisch.
- Schnitte müssen noch optimiert werden.
- Zum Einfluss verschiedener Jet-Algorithmen: Vortrag von Iris Rottlaender, T 416.9

Anhang

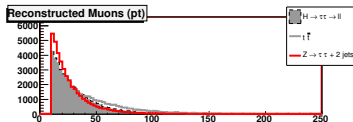
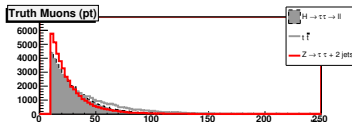
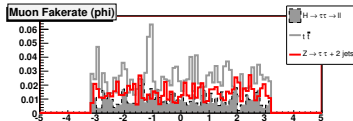
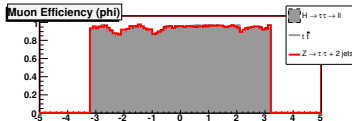
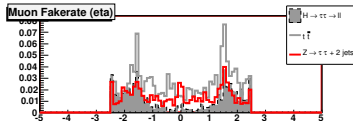
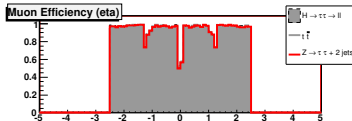
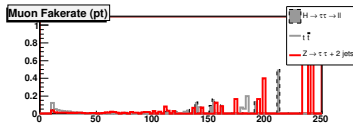
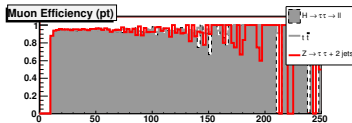
Elektron Rekonstruktion Volle Simulation



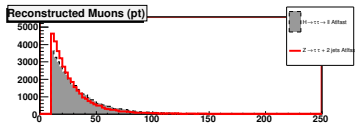
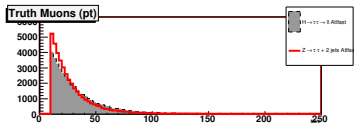
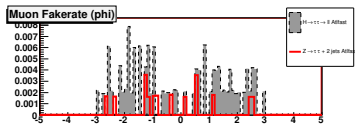
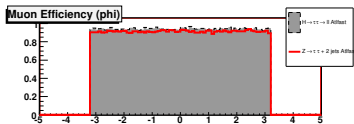
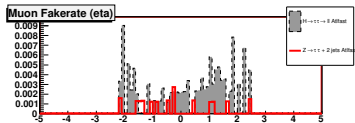
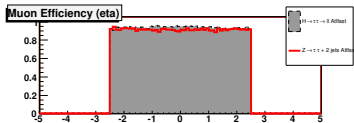
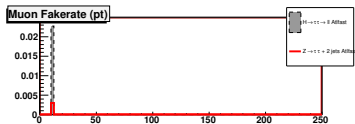
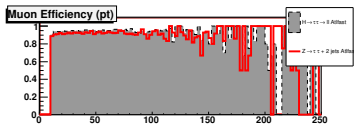
Elektron Rekonstruktion Schnelle Simulation

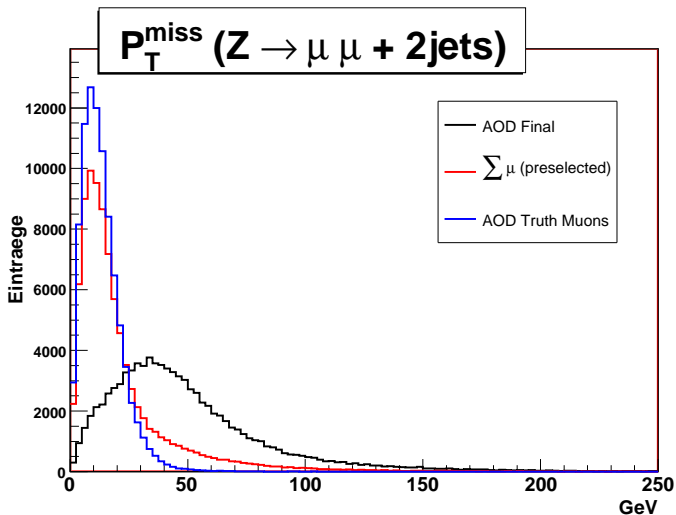


Myon Rekonstruktion Volle Simulation



Myon Rekonstruktion Schnelle Simulation





Backup: Jetalgorithmen

TowerJets	N_{Sig}	$N_{Z \rightarrow \tau\tau}$	$N_{Sig}/N_{Z \rightarrow \tau\tau}$
Cone (R=0.4)	12.5	7.9	1.58
Cone (R=0.7)	12.7	11.1	1.15
K_T (D=0.1)	0.3	0.0	-
K_T (D=0.3)	11.6	4.8	2.43
K_T (D=0.5)	13.4	11.1	1.20
K_T (D=0.7)	12.9	9.5	1.36
K_T (D=1.0)	9.7	3.2	3.05
TopoJets	N_{Sig}	$N_{Z \rightarrow \tau\tau}$	$N_{Sig}/N_{Z \rightarrow \tau\tau}$
Cone (R=0.4)	11.6	4.8	2.44
Cone (R=0.7)	13.0	9.5	1.37
K_T (D=0.1)	6.8	1.6	4.26
K_T (D=0.3)	10.2	3.2	3.19
K_T (D=0.5)	12.1	3.2	3.82
K_T (D=0.7)	12.6	12.7	1.00
K_T (D=1.0)	11.3	3.2	3.56

Topocluster-Algorithmus bei Tau-Rekonstruktion

Verbesserung der Tau-Rekonstruktionseffizienz bei niederenergetischen Tauzerfällen mit Hilfe des Topocluster-Algorithmus:

