

Top-Quark Massenbestimmung am Compact Linear Collider bei 500 GeV

A. Espargiliere¹, M. Killenberg², S. Poss², K. Seidel^{3,4}, F. Simon^{3,4}

¹LAPP, ²CERN, ³Max-Planck-Institut für Physik, ⁴Excellence 'Cluster Universe'

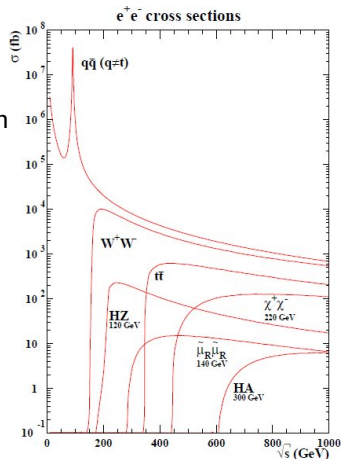
DPG Frühjahrstagung 2011
31.03.2011



- 1 e^+e^- - Linearbeschleuniger
- 2 Top-Massenbestimmung
- 3 CLIC: Beschleuniger- und Detektorkonzept
- 4 Analyse
- 5 Ergebnis / Ziel

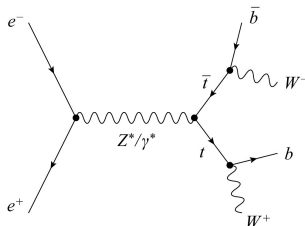
LHC erforscht den Energiebereich der TeV Skala.
Ist ein zusätzlicher e^+e^- Beschleuniger sinnvoll?
⇒ Präzisionsmessungen

- Elektronen/ Positronen sind Elementarteilchen
 - Klar definierter Anfangszustand
 - Energie- und Impulserhaltung
 - Energiescans ermöglichen eine genaue Bestimmung der Massen
- Alle Wirkungsquerschnitte haben ähnliche Größenordnung



Top-Messungen an CLIC

- Genauigkeit der Top-Masse-Bestimmung an Hadron-Beschleuniger $\sim 1 \text{ GeV}$
- International Linear Collider (ILC)/CLIC: Genauigkeit $\sim 0.1 \text{ GeV}$
- Elektroschwache Präzisionsmessungen
- Modelle mit Higgs-Masse aus anderen Modellparametern (z.B. SUSY)



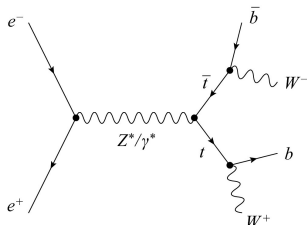
Top-Messungen an CLIC

- Genauigkeit der Top-Masse-Bestimmung an Hadron-Beschleuniger $\sim 1 \text{ GeV}$

- International Linear Collider (ILC)/CLIC: Genauigkeit $\sim 0.1 \text{ GeV}$

→ Elektroschwache Präzisionsmessungen

→ Modelle mit Higgs-Masse aus anderen Modellparametern (z.B. SUSY)



Messung der Top-Masse an e^+e^- Linearbeschleunigern

1 Energiescan

- Vorteil: Die Schwellenmasse ist theoretisch gut verstanden
- Nachteil: Hohe Statistik an allen Punkten notwendig

2 Invariante Masse

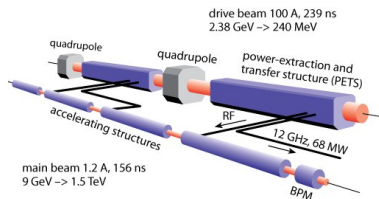
- Vorteil: Jede Schwerpunktsenergie oberhalb der Top-Paar-Produktionsschwelle möglich
- Nachteil: Hängt stark von der korrekten Kombination der Zerfallsprodukte ab

CLIC - Compact Linear Collider

■ Doppelstrahlsystem (Drive und Main Beam)

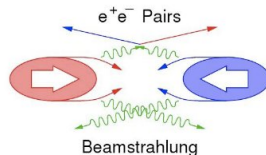
■ $\sqrt{s} = 3 \text{ TeV}$, zu Beginn 500 GeV

	CLIC [0.5 TeV]	CLIC [3 TeV]
L [$10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$]	2.3	5.9
Bunchabstand [ns]	0.5	0.5



■ Beamstrahlung

- Strahlgröße $< 1 \text{ nm}$
- $\gamma\gamma \rightarrow \text{Hadronen}$ am IP: 2.7(0.2) Ereignisse bei 3 TeV(500 GeV)



CLIC Detektorkonzepte

Geforderte Jet-Energieauflösung:

$$\frac{\sigma_{jet}}{E} \approx \frac{30\%}{\sqrt{E}}$$

Wir erreichen durch:

⇒ Particle-Flow

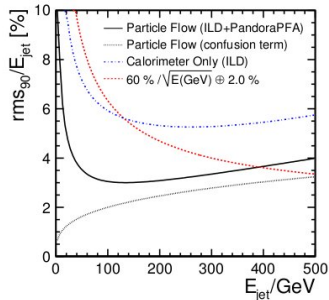
- geladenen Teilchen
→ Spurdetektoren
- Photonen und neutrale Hadronen
→ Kalorimeter
- Schwierigkeit: Trennung benachbarter Schauer

⇒ Detektordesign

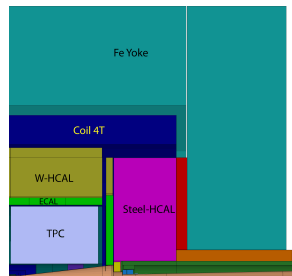
- CLIC_ILD und CLIC_SID

Conceptual Design Report

- U.a. Physikstudien mit realistischen Bedingungen

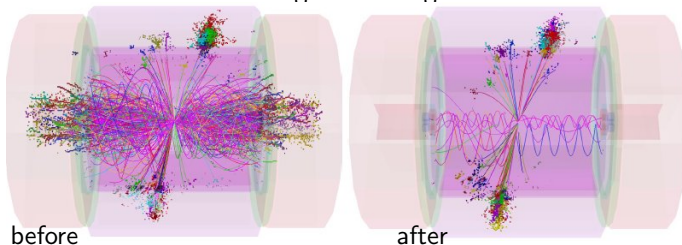
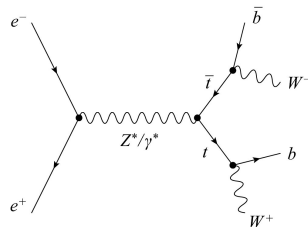


CLIC_ILD



Signal, Untergrund und Untergrundüberlagerung

- Schwerpunktsenergie 500 GeV
- Integrierte Luminosität 100 fb^{-1}
- Signal $e^+e^- \rightarrow Z/\gamma^* \rightarrow t\bar{t}$
 - $(bq\bar{q})(\bar{b}q\bar{q})$
 - $(bq\bar{q})(\bar{b}l\nu_l)$
- Physikalischer Untergrund
 - Zwei und vier Fermionenendzustände
- $\gamma\gamma \rightarrow$ Hadronen Untergrund
 - Überlagerung von 60 Bunch-Crossings
 - Zusätzliche Energie von $\approx 1.4 \text{ TeV}$ im Detektor bei $\sqrt{s} = 3 \text{ TeV}$
 - Techniken zur Reduzierung des Untergrundes



Event Generation, Simulation,
Digitization, Event Overlay
Particle Flow: PandoraPFA

Tau Rejection

Isolated Lepton Identification

Jet Clustering: $e^+e^- k_t$ algorithm

B-Tagging

Kinematic Fitting

Top Mass Fit

Event Generation, Simulation,
Digitization, Event Overlay
Particle Flow: PandoraPFA

Tau Rejection

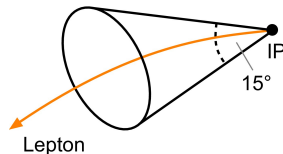
Isolated Lepton Identification

Jet Clustering: $e^+e^- k_t$ algorithm

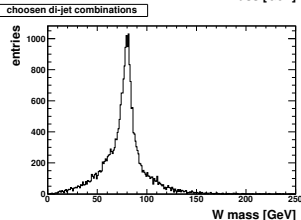
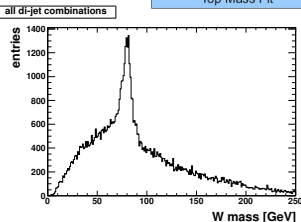
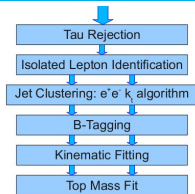
B-Tagging

Kinematic Fitting

Top Mass Fit



- Identifizierung der Ereignisse in den semileptonschen und hadronischen Kanal
 - Suche nach isolierten Lepton
- Durham $e^+e^- k_t$ Jet Clustering
 - Isoliertes Lepton: Rest wird in 4 Jets geclustert
 - Kein isoliertes Lepton: Ereignis wird in 6 Jets geclustert
- B-Tagging
 - Verwendung eines Neuronalen Netzes



- Semi-leptonisches Ereignis (4-Jets + l):
2 b-Jets, 2 Jets $\rightarrow W$
Neutrino (E_{miss}) + Lepton $\rightarrow W$
- Voll-hadronisches Ereignis (6-Jets):
2 b-Jets + 4 Jets
 - 3 Kombinationen von Jet-Paaren ij , kl
 - $\Delta_W = \frac{|m_{ij} - m_W| + |m_{kl} - m_W|}{2}$
 - $\min(\Delta_W)$ wird gewählt
- Kinematischer Fit
 - Impulserhaltung, Energieerhaltung
 - Kein Massenunterschied zwischen Di-Jets und nomineller W Masse
 - Gleiche Masse von t und $\bar{t}$

Was wir erreichen wollen

- Studie wird Inhalt des Conceptual Design Report von CLIC (Herbst 2011)
- Zentrale Ereignisgenerierung, Simulation, Rekonstruktion
- Es wurde noch ein Fehler in der Ereignisgenerierung gefunden
- Leider keine Ergebnisplots zu dieser Studie

Was wir erreichen wollen

Studie für den Letter of Intent von ILC bei 500 GeV

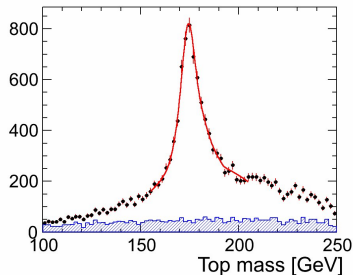
Input: $m_{top} = 174.0 \text{ GeV}$, $\Gamma_{top} = 1.523 \text{ GeV}$

Semileptonischer Kanal

$$m_{top} = 174.33 \pm 0.14(stat.) \text{ GeV}$$

$$\Gamma_{top} = 1.58 \pm 0.09 \text{ GeV}$$

Top quark invariant mass (with KinFit)



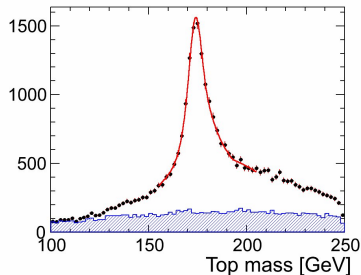
● Signal
● Physikalischer Untergrund

Vollhadronischer Kanal

$$m_{top} = 173.96 \pm 0.11(stat.) \text{ GeV}$$

$$\Gamma_{top} = 1.59 \pm 0.07 \text{ GeV}$$

Top quark invariant mass (with KinFit)



Lol Studie von Andreas Moll

- e^+e^- - Linearbeschleuniger wichtig für Präzisionsmessungen wie z.B. Top-Quark Eigenschaften
- CLIC: $\sqrt{s} = 3 \text{ TeV}$ (zu Beginn 500 GeV)
- Top-Massen Bestimmung durch Messung der invariante Masse bei 500 GeV
- Analyse noch nicht abgeschlossen $\rightarrow$ keine Ergebnisse zur Zeit
- Ziel ist definiert durch den Letter of Intent von ILC