



# Diskussion der Ergebnisse

Maren Meinhard

# Statistik-Grundlagen

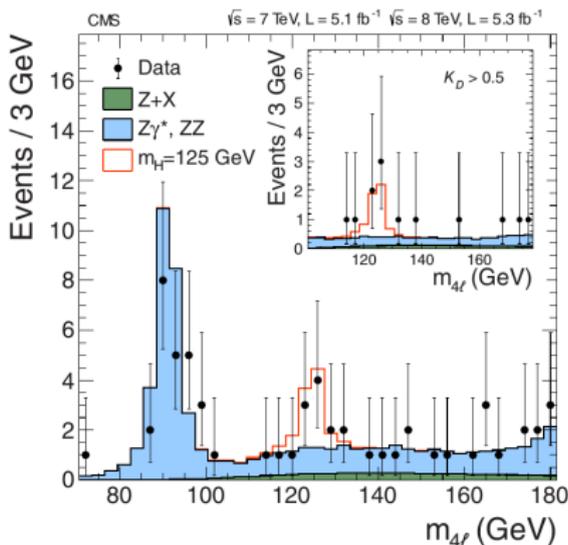
# Fehler

Es gibt zwei Arten von Fehlern:

- Statistische Fehler:
  - Wenn von 100 ausgewerteten Ereignissen 9  $Z \rightarrow e^+e^-$  sind, ist der Durchschnitt sicher nicht genau 9%, es gibt statistische Fluktuationen
  - Je mehr Ereignisse untersucht werden, desto genauer wird der Durchschnitt und der Fehler wird kleiner.
- Systematische Fehler
  - Wenn ein falscher Massstab benutzt wird, hat jede Messung einen Fehler z.B. Lineal mit zu grossen Abständen zwischen den Markierungen
  - Diese Fehler können nur schwer reduziert werden

# Histogramm

- Messwerte in der Teilchenphysik (z.B. einer Masse) sind so genau, dass niemals zweimal das gleiche Ergebnis gefunden wird.
- Ergebnisse werden daher in Klassen aufgeteilt.
- Eine Häufung an Ereignissen in einer Klasse kann so leichter festgestellt werden

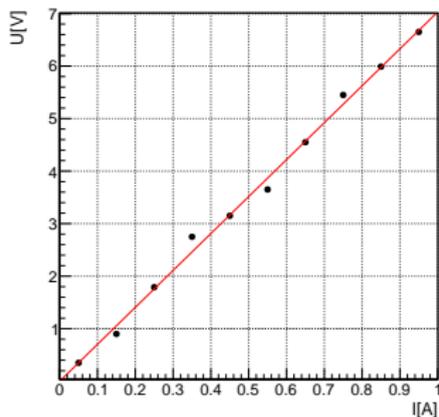


# Fitting

- Nehmen wir an, es sind Messungen zu einer Theorie vorhanden. Es ist aber unbekannt, welche Werte die Parameter der Theorie annehmen
- Durch ein "Fitting" findet man die Parameter der Theorie, die die Daten am Besten beschreiben

# Fitting Beispiel: Messung der Grösse eines elektrischen Widerstandes

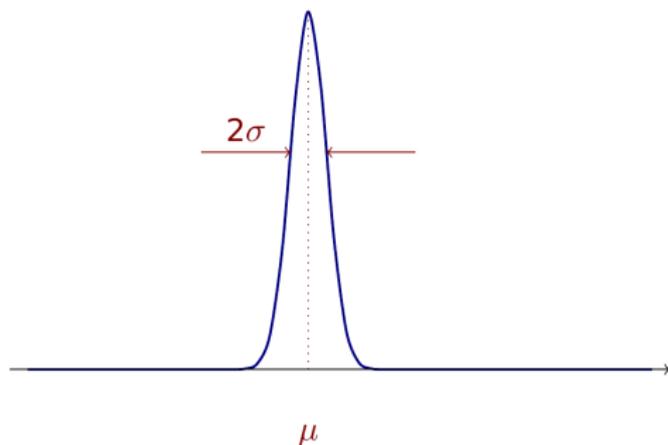
- Wir messen die Spannung an einem Widerstand sowie den hindurchfliessenden Strom. Mit dem Ohmschen Gesetz können wir die Grösse des Widerstandes herausfinden.
- Wir suchen  $R$  sodass  $U(I)=R \cdot I$ . Der Fit optimiert  $R$ , sodass die Funktion so gut wie möglich zu den Daten passt.



- In diesem Fall ergibt der Fit  $R = 7.03 \pm 1.19\Omega$

# Gauss-Funktion

- Energieresolution des Detektors ist begrenzt  $\Rightarrow$  Wir erhalten eine breite Verteilung für die Masse
- Diese Verteilung fitten wir mit einer Gaussfunktion.



- Uns interessiert der Mittelwert  $\mu$  und die Breite  $\sigma$

## **Ergebnisse aus dem "Event-Scanning"**

# $e/\mu$ Verhältnis

- Lepton-Universalität besagt, dass es ausser der Masse und der Ladung keinen Unterschied zwischen den Leptonen gibt
- Erwarteter Wert (für W- und Z- Zerfälle kombiniert):

$$\frac{e}{\mu} = 1$$

- Unser Ergebnis:

$$\frac{e}{\mu} = 1.017 \pm 0.044$$

## $W^+ / W^-$ Verhältnis

- Da im CMS Protonen (positiv geladene Teilchen) kollidieren, erwarten wir mehr  $W^+$  als  $W^-$  Bosonen
- Erwarteter Wert:

$$R_{+/-} = \frac{W^+}{W^-} = 1.43 \pm 0.04$$

- Unser Ergebnis:

$$R_{+/-} = \frac{W^+}{W^-} = 1.286 \pm 0.070$$

# W/Z Verhältnis

- Die Produktions- und Zerfallraten für Z und W Bosonen sind unterschiedlich
- Erwarteter Wert:

$$R_{W/Z} = \frac{W}{Z} = 10.74 \pm 0.04$$

- Unser Ergebnis:

$$R_{W/Z} = \frac{W}{Z} = 38.046 \pm 5.877$$

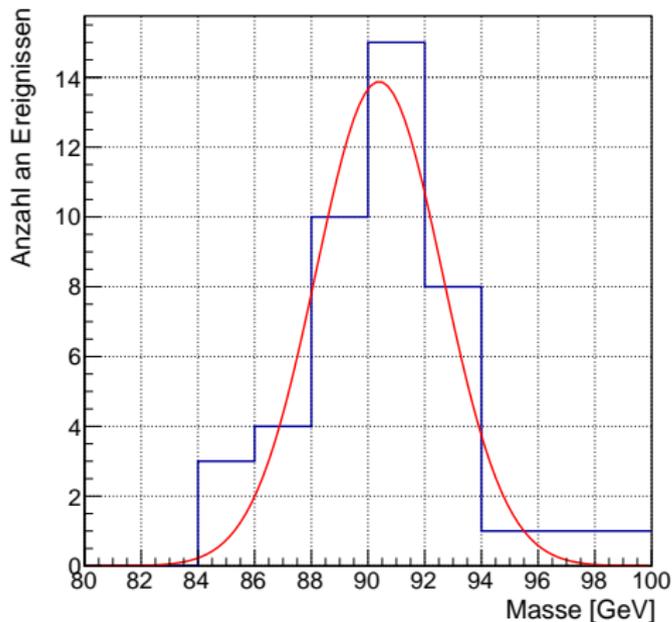
# Messung der Z-Masse I

- Die Z-Masse kann nicht theoretisch berechnet werden - freier Parameter im Standard Modell
- Sie wurde aber von mehreren Experimenten sehr genau gemessen
- Erwarteter Wert:

$$m_Z = 91.1876 \pm 0.0021 \text{ GeV}$$

# Messung der Z-Masse II

- Unser Ergebnis:



$$m_Z = 90.4 \pm 0.42 \text{ GeV}$$

# Higgs Boson

Ausserdem haben wir eine Messung der Masse des Higgs Bosons!

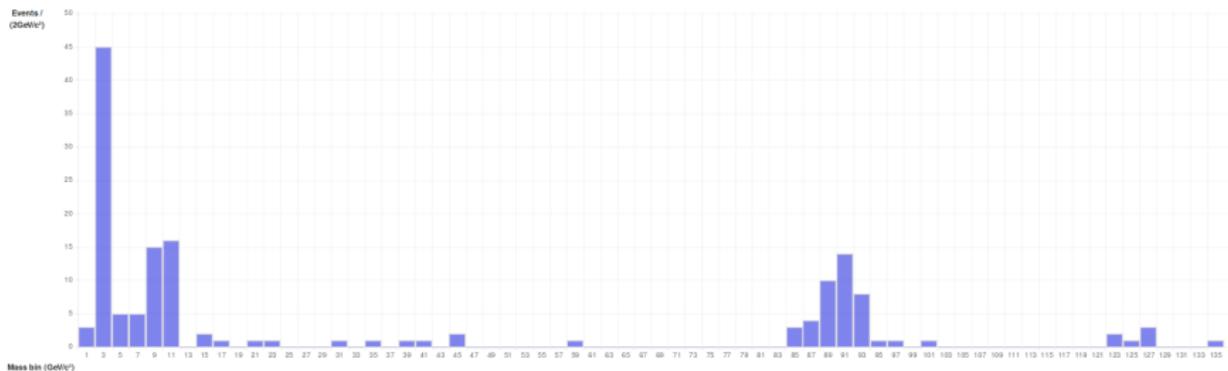
- Erwarteter Wert:

$$m_H = 125.09 \pm 0.21 \text{ GeV}$$

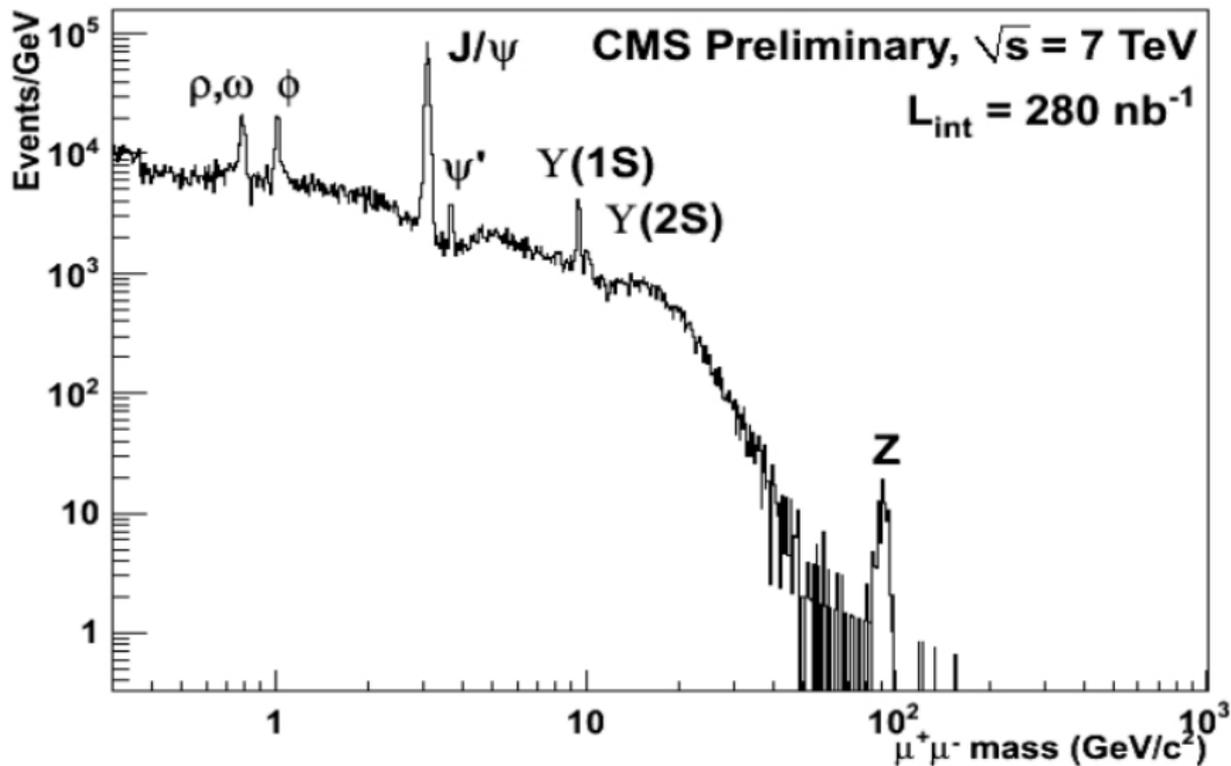
- Unser Ergebnis:

$$m_H \sim 125 \text{ GeV}$$

# Massenverteilung



# Massenverteilung vom CMS



# Videokonferenz

In Anschluss folgt eine Videokonferenz mit Gruppen aus:

- Istanbul
- Sao Paulo
- Vilnius
- Zürich

# Diverses

Vielen Dank an Daniel Meister für das Bereitstellen der Folien von der Masterclass 2015

**Fragen?**