

# Diskussion der Ergebnisse

## Auswertung der Eventanalyse

**Daniel Meister**, Marc Dünser

03/22/2013

- 1 Quiz
- 2 Statistik-Grundlagen
- 3 Physik-Refresher
- 4 Erfahrungsaustausch
- 5 **Resultate**
  - $e / \mu$  Verhältnis
  - $W^+ / W^-$  Verhältnis
  - $W / Z$  Verhältnis
  - Die transversale  $W$ -Masse  $m_W^T$
  - Die  $Z$ -Masse  $m_Z$
- 6 **Diskussion**

# Quiz

# Statistik-Grundlagen

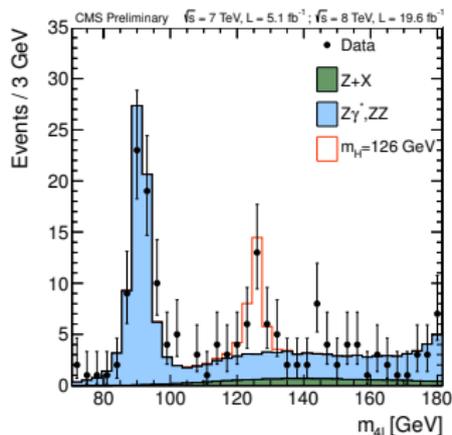
- Messwerte sind “zu genau”

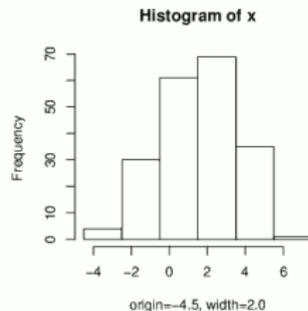
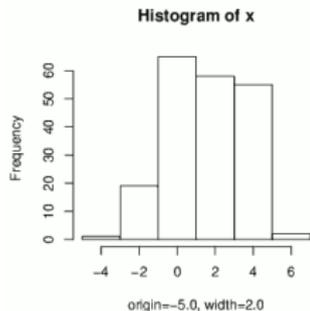
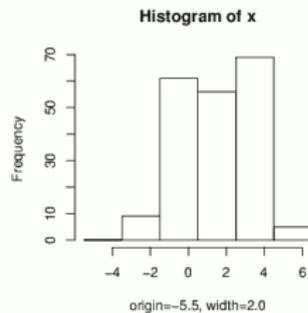
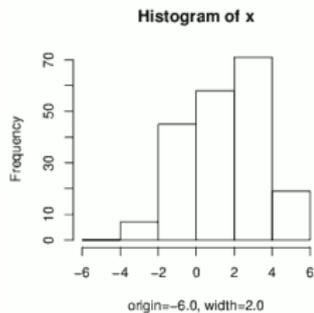
→ nie zweimal genau das gleiche Resultat

- Wir müssen Bereiche definieren

→ sollten in etwa der Auflösung des Detektors entsprechen

→ falsche Wahl der Breite/Grenzen kann Resultate “verfälschen”



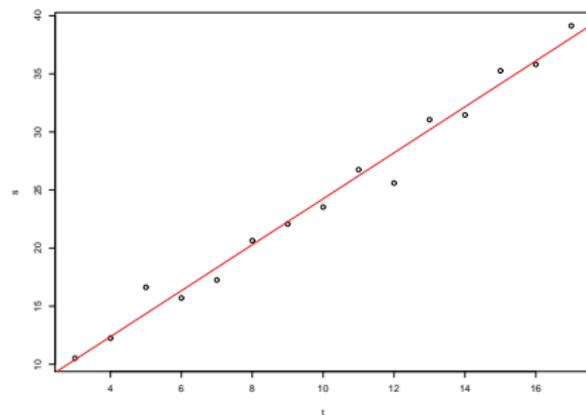
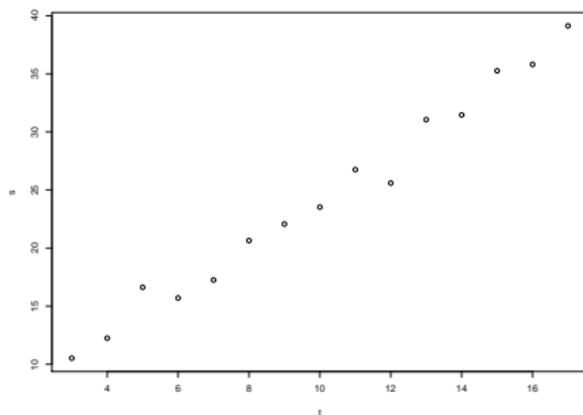


Quelle: wikipedia.org

- Vorhanden sind
  - einige Messpunkte
  - eine Theorie über den Zusammenhang
- Gesucht sind
  - Parameter für den theoretischen Zusammenhang
    - so dass es am besten zu den Daten passt

## Beispiel

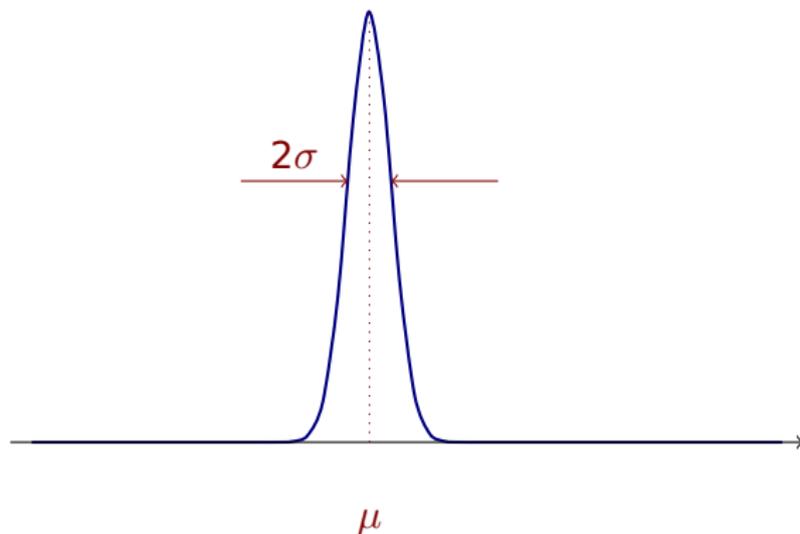
- Messpunkte der Position eines Velofahrers



$$s(t) = (1.97 \pm 0.07) \cdot t + (4.5 \pm 0.8)$$

- Für die Masse fitten wir eine Gauss Funktion

→ gute Beschreibung der Energie-Unschärfe (Heisenberg)



- Beschrieben durch Mittelwert  $\mu$  und Breite  $\sigma$

- Statistische Fehler

→ wenn 9 von 100 ausgewerteten Events  $Z \rightarrow e^+e^-$  sind, ist der Durchschnitt nicht sicher 9%

→ je mehr Events wir auswerten desto kleiner wird der Fehler

- Systematische Fehler

→ wenn man z.B. mit einem falschen Massstab misst, bleibt der Fehler immer gleich

→ oder wenn der Computerbildschirm nicht ganz flach ist und man die falsche Ladung "abliest"

→ schwieriger zu reduzieren als der statistische Fehler

# Physik-Refresher

Drei Generationen der Materie (Fermionen)

	I	II	III		
Masse	2,4 MeV	1,27 GeV	171,2 GeV	0	? GeV
Ladung	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
Spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
Name	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	$\gamma$ Photon	<b>H</b> Higgs Boson
Quarks	4,8 MeV	104 MeV	4,2 GeV	0	
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b>g</b> Gluon	
Leptonen	<2,2 eV	<0,17 MeV	<15,5 MeV	91,2 GeV	
	0	0	0	0	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
	$\nu_e$ Elektron-Neutrino	$\nu_\mu$ Myon-Neutrino	$\nu_\tau$ Tau-Neutrino	$Z^0$ Z Boson	
	0,511 MeV	105,7 MeV	1,777 GeV	80,4 GeV	
	-1	-1	-1	$\pm 1$	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
	<b>e</b> Elektron	<b><math>\mu</math></b> Myon	<b><math>\tau</math></b> Tau	<b><math>W^+</math></b> W Boson	

Eichbosonen

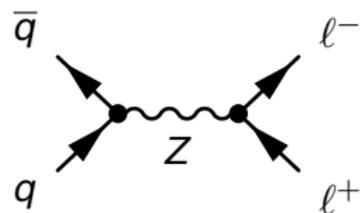
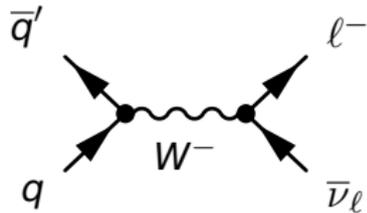
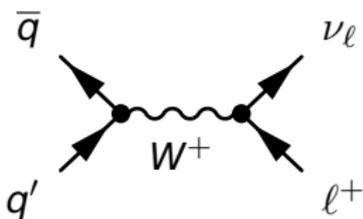
- Massen von  $W$  und  $Z$  werden vom SM nicht vorausgesagt (freie Parameter)

- Eichbosonen der schwachen Wechselwirkung

→ das sind schwere Teilchen, d.h. sie zerfallen

→ im Detektor haben wir also nur Zerfallsprodukte sehen

- Wir haben folgende Events "gesucht"  $W \rightarrow l\nu$  und  $Z \rightarrow ll$



# Erfahrungsaustausch

# Resultate

## $e / \mu$ Verhältnis

- Lepton-Universalität  
→ keine Unterschiede zwischen (gleich geladenen) Leptonen ausser der Masse
- Erwarteter Wert (für  $W$ - und  $Z$ -Zerfälle kombiniert)

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

- Lepton-Universalität  
→ keine Unterschiede zwischen (gleich geladenen) Leptonen ausser der Masse
- Erwarteter Wert (für  $W$ - und  $Z$ -Zerfälle kombiniert)

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

## Unsere Messung

$$\frac{e}{\mu} = \mathbf{0.94 \pm 0.04}$$

## $W^+$ / $W^-$ Verhältnis

- Wir kollidieren Protonen  
→ mehr  $u$  quarks, d.h. wir produzieren mehr  $W^+$
- Erwarteter Wert ( $W$  Charge Assymetry)

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

- Wir kollidieren Protonen  
→ mehr  $u$  quarks, d.h. wir produzieren mehr  $W^+$
- Erwarteter Wert ( $W$  Charge Assymetry)

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

## Unsere Messung

$$R_{+/-} = \frac{W^+}{W^-} = \mathbf{1.41 \pm 0.08}$$

## **W / Z Verhältnis**

- Produktions- und Zerfallsrate werden berücksichtigt
- Erwarteter Wert

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

- Produktions- und Zerfallsrate werden berücksichtigt
- Erwarteter Wert

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

## Unsere Messung

$$R_{W/Z} = \frac{W}{Z} = \mathbf{7.14 \pm 0.52}$$

# Die transversale $W$ -Masse $m_W^T$

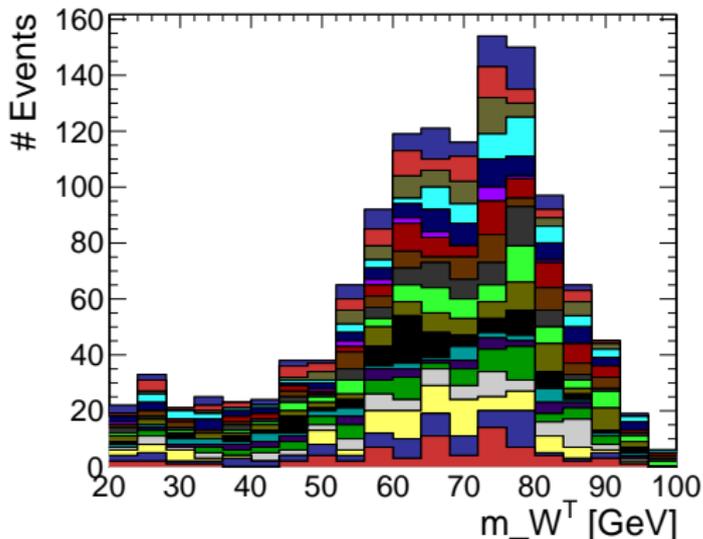
- Neutrinos verlassen den Detektor ohne zu interagieren  
→ wir können nur noch in der Transversalebene rechnen

- Neutrinos verlassen den Detektor ohne zu interagieren

→ wir können nur noch in der Transversalebene rechnen

## Unsere Messung

W Boson "Masses"



## Die Z-Masse $m_Z$

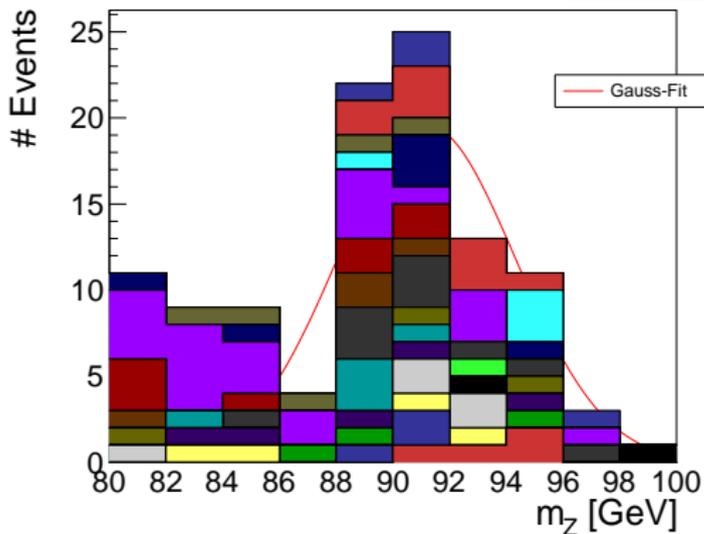
- Freier Parameter des Standard Modells
  - wurde von verschiedenen Experimenten sehr genau gemessen
- Erwarteter Wert (PDG)

$$m_Z = 91.1876 \pm 0.0021$$

## Unsere Messung

Z Boson Masses

$\chi^2 / \text{ndf}$	31.41 / 7
Constant	$19.58 \pm 3.66$
Mean	$91.18 \pm 0.38$
Sigma	$3.127 \pm 0.472$



$$m_Z = 91.18 \pm 0.38 \text{ GeV}$$

## Diskussion