

Winkelkorrelationen in der Drell-Yan Leptonpaarerzeugung

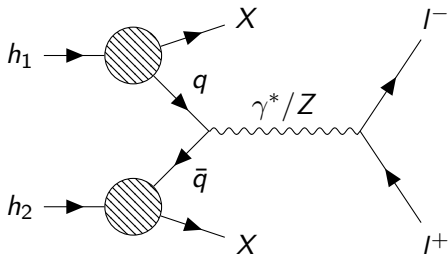
Nick Baberuxki

14. Juli 2017

Betreuer:

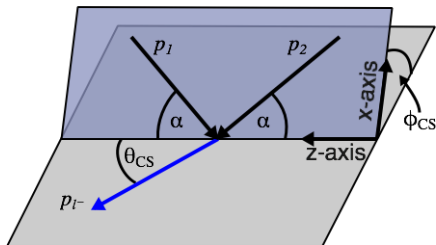
Prof. Dr. Steffen Schumann

Der Drell-Yan Prozess



- ▶ Produktion eines Leptonpaares in der inelastischen Hadron-Hadron Streuung über ein Photon oder Z-Boson
- ▶ Einer der am häufigsten beobachteten Prozesse am LHC
- ▶ Liefert viele Informationen über die QCD, QED und die elektroschwache Wechselwirkung

Collins-Soper System [Collins,Soper '77]



- ▶ Bezugssystem im Schwerpunktsystem des Z-Bosons
- ▶ Die Winkelverteilung des Leptonpaares im Collins-Soper System wird bestimmt durch die Polarisation des Z-Bosons und durch Schnitte an den Leptonen

Winkelverteilung ohne Lepton Schnitte

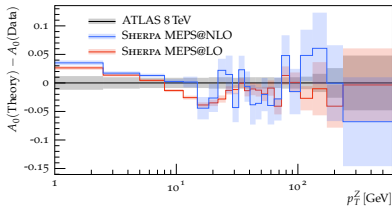
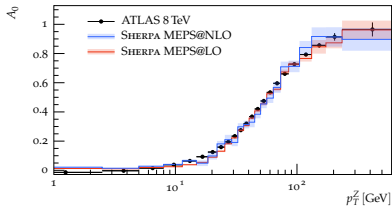
$$\frac{d\sigma}{dp_T^Z dy^Z dm^Z d\cos\theta d\phi} = \frac{3}{16\pi} \frac{d\sigma^{U+L}}{dp_T^Z dy^Z dm^Z} \cdot F(\cos\theta, \phi, A_i)$$
$$F(\cos\theta, \phi, A_i) = \left\{ (1 + \cos^2\theta) + A_0 \frac{1}{2} (1 - 3\cos^2\theta) + A_1 \sin 2\theta \cos\phi \right. \\ \left. + A_2 \frac{1}{2} \sin^2\theta \cos 2\phi + A_3 \sin\theta \cos\phi + A_4 \cos\theta \right. \\ \left. + A_5 \sin^2\theta \sin 2\phi + A_6 \sin 2\theta \sin\phi + A_7 \sin\theta \sin\phi \right\}$$

- ▶ Die Winkelabhängigkeit des differentiellen Wirkungsquerschnittes des Drell-Yan Prozesses lässt sich mit neun Polynomen P_i darstellen
- ▶ σ^{U+L} ist der unpolarisierte Wirkungsquerschnitt und ist nicht abhängig von θ und ϕ
- ▶ Die Koeffizienten A_i sind Funktionen von p_T^Z , y^Z und m^Z

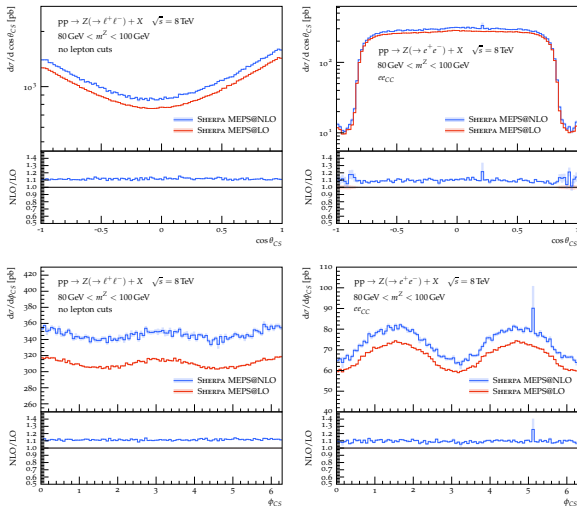
Diese Darstellung gilt nur wenn es keine Lepton Schnitte gibt!

Die Koeffizienten A_i

- ▶ Die Koeffizienten lassen sich aus der Winkelverteilung ohne Lepton Schnitte bestimmen
- ▶ Sie sind sensitiv auf QCD als auch die elektroschwache Wechselwirkung
- ▶ Elektroschwache Parameter wie der Weinbergwinkel $\sin \theta_W$ oder die W -Boson Masse lassen sich bestimmen



Winkelverteilung des Leptonpaares



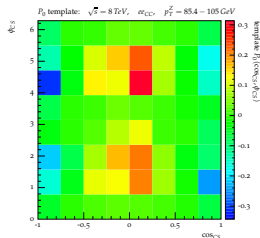
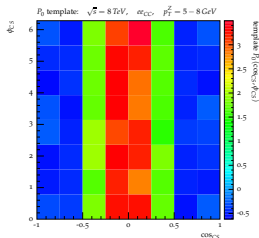
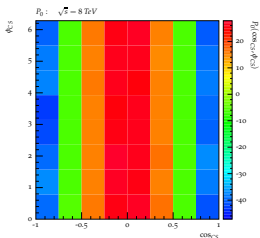
Experimentell kann die Winkelverteilung nur mit Lepton Schnitten bestimmt werden

Experimentelle Bestimmung der Koeffizienten

- ▶ Ohne Lepton Schnitte ist die Winkelverteilung bestimmt durch die Funktion $F(\cos \theta, \phi, A_i)$
- ▶ Wird die Gewichtung jedes Events durch $F(\cos \theta, \phi, A_i)$ geteilt so ist die Winkelverteilung flach
- ▶ Zusätzliches Gewichten mit einem der Polynome P_i liefert die Form des Polynoms
- ▶ Werden nun Lepton Schnitte angewendet so wird die Form des Polynoms deformiert
- ▶ Die Deformationen der Polynome sind unterschiedlich in verschiedenen Phasenraum Bereichen

Experimentelle Bestimmung der Koeffizienten

$$P_0 = \frac{1}{2}(1 - 3 \cos^2 \theta)$$



- ▶ Die verformten Polynome können mit Monte-Carlo Generatoren bestimmt werden
- ▶ Werden die verformten Polynome mit einem Faktor jedes Polynom nun an die experimentell gemessene Winkelverteilung gefittet, so wird der Beitrag der Z-Boson Polarisation rekonstruiert
- ▶ Die so bestimmten Faktoren sind die Koeffizienten A_i

[Collins,Soper '77]

ANGULAR DISTRIBUTION OF DILEPTONS IN HIGH-ENERGY HADRON
COLLISIONS

Phys. Rev. D **16** (1977) 2217

[ATLAS '16]

MEASUREMENT OF THE ANGULAR COEFFICIENTS IN Z-BOSON EVENTS USING
ELECTRON AND MUON PAIRS FROM DATA TAKEN AT $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ WITH THE
ATLAS DETECTOR

JHEP **08** (2016) 159