

Dissertation ETH Nr. 15983

Measurement of the W Boson Polarisation using the L3 Detector at LEP II

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZÜRICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by

Radoslaw Adrian Ofierzynski

Dipl.-Phys. ETH-Zürich

born November 29th, 1973

citizen of Poland

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. F. Pauss	examiner
Prof. Dr. A. Rubbia	co-examiner
Dr. M. Dittmar	co-examiner

Abstract

The three different helicity states of W bosons produced in the reaction $e^+e^- \rightarrow W^+W^- \rightarrow \ell\nu q_1\bar{q}_2$ at LEP are studied in a model independent way using leptonic and hadronic W decays. Data at centre-of-mass energies $\sqrt{s} = 183 - 209$ GeV, corresponding to a luminosity of 630 pb^{-1} , are used to measure the polarisation of W bosons. The fraction of longitudinally polarised W bosons is measured to be $(21.8 \pm 2.7 \pm 1.6)\%$ where the first uncertainty is statistical and the second systematic, in agreement with the Standard Model expectation of $(24.1 \pm 0.3)\%$.

Separate measurements in $e\nu q_1\bar{q}_2$ and $\mu\nu q_1\bar{q}_2$ samples are found to be in agreement with each other. Separate measurements of W^- and W^+ samples are performed, their results are in agreement with CP invariance. The helicity fractions are shown to vary strongly over the W^- boson scattering angle with respect to the e^- beam direction, in agreement with the Standard Model.

The model independent method is also used to study correlations of the spin of W bosons. The variations of the W helicity states measured with leptonic W decays are investigated by enhancing or reducing the fraction of transversely polarised W bosons which decay into hadrons. Indications of spin correlations, never observed before, are found.

In addition, the correlations between the W decay planes are studied in $e^+e^- \rightarrow W^+W^- \rightarrow \ell\nu q_1\bar{q}_2$ and $e^+e^- \rightarrow W^+W^- \rightarrow q_1\bar{q}_2 q_3\bar{q}_4$ events. These are found to be consistent with expectations.

Zusammenfassung

Die drei verschiedenen Helizitätszustände von W Bosonen, erzeugt in der Reaktion $e^+e^- \rightarrow W^+W^- \rightarrow \ell\nu q_1\bar{q}_2$ am LEP Beschleuniger, werden mit Hilfe einer modellunabhängigen Methode in leptonischen und hadronischen W Zerfällen untersucht. Die Messungen werden durchgeführt unter Verwendung von Daten, die bei Schwerpunktsenergien von $\sqrt{s} = 183 - 209$ GeV genommen wurden, was einer Luminosität von 630 pb^{-1} entspricht. Der Anteil von longitudinal polarisierten W Bosonen wurde gemessen als $(21.8 \pm 2.7 \pm 1.6)\%$, wobei die erste Unsicherheit statistisch, die zweite systematisch ist, in Übereinstimmung mit der Vorhersage des Standardmodells von $(24.1 \pm 0.3)\%$.

Getrennte Messungen werden mit $e\nu q_1\bar{q}_2$ und $\mu\nu q_1\bar{q}_2$ Endzuständen gemacht, und deren Ergebnisse stimmen überein. Getrennte Messungen der Helizität von W^- und W^+ Bosonen werden vorgestellt, deren Ergebnisse in Übereinstimmung mit CP Invarianz sind. Es wird gezeigt, dass die Anteile der verschiedenen Helizitätszustände stark mit dem Streuwinkel des W^- Bosons variieren, in Übereinstimmung mit dem Standardmodell.

Die modellunabhängige Messmethode wird auch für Messungen von Spinkorrelationen von W Bosonen verwendet. Die Variation der Helizitätszustände von W Bosonen, gemessen in leptonischen W Zerfällen, wird untersucht indem der Anteil der transversal polarisierten hadronisch zerfallenden W Bosonen erhöht oder reduziert wird. Anzeichen für Spinkorrelationen werden zum ersten Mal beobachtet.

Ausserdem werden Korrelationen zwischen den Zerfallsebenen der W Bosonen in den Reaktionen $e^+e^- \rightarrow W^+W^- \rightarrow \ell\nu q_1\bar{q}_2$ und $e^+e^- \rightarrow W^+W^- \rightarrow q_1\bar{q}_2q_3\bar{q}_4$ untersucht. Die gemessenen Korrelationen zwischen den Zerfallsebenen stimmen mit der Erwartung überein.