

## Abstract

Elastic and proton-dissociative photoproduction of  $\rho^0$  mesons has been studied in the reactions  $\gamma p \rightarrow \rho^0 p$  and  $\gamma p \rightarrow \rho^0 N$ , where  $N$  is a proton-dissociative state. The average center of mass energy was 90 GeV. A set of scintillation counters was designed and installed close to the HERA beam pipe to detect the proton-dissociative state  $N$  in an angular range between 6 and 26 mrad in the outgoing proton direction. These counters allowed identification of proton-dissociative states  $N$  down to masses of about 1.5 GeV and the total measured mass range was  $1.5 < M_N < 27$  GeV. The counters were also used to improve subtraction of proton-dissociative background from elastic  $\rho^0$  photoproduction. The results are the following:

The differential cross section of elastic  $\rho^0$  photoproduction, if fitted to an exponential function of the form  $A \exp(-b_e |t| + c_e t^2)$ , where  $t$  is the square of the four-momentum transfer at the proton vertex, yields the parameters  $b_e = 11.7 \pm 0.3$  (stat.)  $^{+1.8}_{-0.9}$  (syst.)  $\text{GeV}^{-2}$  and  $c_e = 3.7 \pm 0.7$  (stat.)  $^{+2.1}_{-0.2}$  (syst.)  $\text{GeV}^{-4}$ , in the fit range  $0 < |t| < 0.5 \text{ GeV}^2$ . A fit to the proton-dissociative cross section in the same  $t$ -range to the form  $A \exp(-b_i |t|)$  yields the slope  $b_i = 4.3 \pm 0.2$  (stat.)  $^{+0.7}_{-0.6}$  (syst.)  $\text{GeV}^{-2}$ . The proton-dissociative cross section has been measured in the interval  $0 < |t| < 2 \text{ GeV}^2$  and fitted to an exponential function of the form  $A \exp(-b_i |t| + c_i t^2)$ . The result is  $b_i = 4.7 \pm 0.2$  (stat.)  $\text{GeV}^{-2}$  and  $c_i = 1.0 \pm 0.1$  (stat.)  $\text{GeV}^{-4}$ . The ratio of the elastic to the proton-dissociative cross section in the range  $0 < |t| < 0.5 \text{ GeV}^2$  is  $2.2 \pm 0.1$  (stat.)  $^{+0.4}_{-0.1}$  (syst.), and in the whole  $t$ -range this ratio is  $2.0 \pm 0.1$  (stat.)  $^{+0.4}_{-0.1}$  (syst.). Using the published elastic  $\rho^0$  cross section of  $11.2 \mu\text{b}$  at a center of mass energy of 71.7 GeV, this leads to a total cross section of the proton-dissociative reaction at 90 GeV center of mass energy of  $\sigma_{\text{pdiss}} = 6.0 \pm 0.4$  (stat.)  $^{+0.7}_{-1.3}$  (syst.)  $\mu\text{b}$ .

The data have been compared with elastic and proton-dissociative reactions of protons and antiprotons at high energies at the ISR and the proton-antiproton storage ring at CERN and at the TEVATRON at Fermilab. Factorization of diffractive reactions has been tested and a fair agreement was found.

## Zusammenfassung

Es wurde die elastische und Proton-dissoziative Photoproduktion von  $\rho^0$ -Mesonen in den Reaktionen  $\gamma p \rightarrow \rho^0 p$  und  $\gamma p \rightarrow \rho^0 N$  untersucht, wobei  $N$  einen Proton-dissoziativen Zustand bezeichnet. Die mittlere Schwerpunktsenergie war 90 GeV. Szintillationszähler wurden konstruiert und in der Nähe des Strahlrohrs aufgestellt, um den Proton-dissoziativen Zustand  $N$  in einem Winkelbereich von 6 bis 26 mrad in Richtung des auslaufenden Protons nachzuweisen. Diese Zähler ermöglichen den Nachweis des Proton-dissoziativen Zustands  $N$  hinab zu Massen von etwa 1.5 GeV und in dem Massenbereich  $1.5 < M_N < 27$  GeV. Außerdem dienten die Zähler dazu, die Messung der elastischen  $\rho^0$ -Photoproduktion zu verbessern. Die Ergebnisse sind die folgenden:

Der differentielle Wirkungsquerschnitt der elastischen  $\rho^0$ -Photoproduktion, angepaßt durch eine Funktion der Form  $A \exp(-b_e |t| + c_e t^2)$ , wobei  $t$  das Quadrat des Viererimpulsübertrags am Protonvertex ist, ergibt im Bereich  $0 < |t| < 0.5$  GeV<sup>2</sup> die Fitparameter  $b_e = 11.7 \pm 0.3$  (stat.)  $_{-0.9}^{+1.8}$  (syst.) GeV<sup>-2</sup> und  $c_e = 3.7 \pm 0.7$  (stat.)  $_{-0.2}^{+2.1}$  (syst.) GeV<sup>-4</sup>. Die Anpassung einer Funktion  $A \exp(-b_i |t|)$  an den differentiellen Proton-dissoziativen Wirkungsquerschnitt im gleichen  $t$ -Intervall ergibt die Steigung  $b_i = 4.3 \pm 0.2$  (stat.)  $_{-0.6}^{+0.7}$  (syst.) GeV<sup>-2</sup>. Der Proton-dissoziative Wirkungsquerschnitt wurde außerdem im Bereich  $0 < |t| < 2$  GeV<sup>2</sup> gemessen und durch eine Exponentialfunktion der Form  $A \exp(-b_i |t| + c_i t^2)$  angepaßt. Das Ergebnis ist  $b_i = 4.7 \pm 0.2$  (stat.) GeV<sup>-2</sup> und  $c_i = 1.0 \pm 0.1$  (stat.) GeV<sup>-4</sup>. Das Verhältnis zwischen elastischem und Proton-dissoziativem Wirkungsquerschnitt im Bereich  $0 < |t| < 0.5$  GeV<sup>2</sup> ist  $2.2 \pm 0.1$  (stat.)  $_{-0.1}^{+0.4}$  (syst.), und im gesamten  $t$ -Bereich ist das Verhältnis  $2.0 \pm 0.1$  (stat.)  $_{-0.1}^{+0.4}$  (syst.). Dieses Ergebnis führt, unter Verwendung des veröffentlichten elastischen Wirkungsquerschnittes von  $11.2 \mu\text{b}$  bei 71.7 GeV, zum totalen Wirkungsquerschnitt der Proton-dissoziativen Reaktion bei 90 GeV von  $\sigma_{\text{pdiss}} = 6.0 \pm 0.4$  (stat.)  $_{-1.3}^{+0.7}$  (syst.)  $\mu\text{b}$ .

Die Ergebnisse wurden mit elastischen und Proton-dissoziativen Reaktionen mit Protonen und Antiprotonen verglichen, die mit dem ISR und dem Proton-Antiproton Speicherring am CERN und dem TEVATRON am Fermilab gewonnen wurden. Es wurde die Faktorisierung diffraktiver Reaktionen untersucht und eine zufriedenstellende Übereinstimmung gefunden.