Kurzfassung

Das Vorwärts–Proton–Spektrometer von H1 mit zwei Stationen in 81 und 90 m Entfernung vom Wechselwirkungspunkt wurde 1995 erstmals mit seiner vollen Instrumentierung betrieben. Dabei wurde eine integrierte Luminosität von 2.4 pb^{-1} gesammelt.

Die Messung der Flugrichtung eines gestreuten Protons relativ zur Strahlachse ermöglicht aufgrund der bekannten Ablenkung durch die Magnete der HERA–Maschine die Rekonstruktion von Energie E_p' und Streuwinkel θ des Protons am Wechselwirkungspunkt. Dabei wurde eine Auflösung von $\Delta E_p' = 6\,\mathrm{GeV}$ bei $E_p' = 700\,\mathrm{GeV}$ und $\Delta\theta_x = 5\,\mu\mathrm{rad}$ in der horizontalen und $\Delta\theta_y < 100\,\mu\mathrm{rad}$ in der vertikalen Ebene erreicht. Die globale Unsicherheit der Energiemessung beträgt 8 GeV. Die Lage und Neigung des Strahls wird bei der Eichung aus den Daten ermittelt.

In dieser Arbeit wurde mit dem FPS zum ersten Mal bei H1 tiefunelastische ep–Streuung mit vorwärts gestreuten Protonen im Energiebereich von 580 bis 740 GeV mit einem Transversalimpuls $p_\perp < 200\,\mathrm{MeV}$ untersucht. Der dreifach differentielle Wirkungsquerschnitt wurde $\frac{\mathrm{d}^3\sigma\,(ep\rightarrow e'p'X)}{\mathrm{d}x\,\mathrm{d}Q^2\,\mathrm{d}x_{\mathbb{P}}}$ gemessen und mit der Strukturfunktion $F_2^{LP(3)}$ parametrisiert ($x_{\mathbb{P}} = 1 - E_p'/E_p$ ist der Impulsbruchteil des Protons, der in den ep–Streuprozeß eingeht).

Im betrachteten Bereich $0.1 < x_{\mathbb{P}} < 0.3$ kann man die untersuchten Ereignisse als Streuung des Elektrons an der Pionwolke des Protons interpretieren. Man erwartet eine Faktorisierung der Form $F_2^{LP(3)}(\beta,\,Q^2,\,x_{\mathbb{P}}) = f_{\pi^0/p}(x_{\mathbb{P}}) \cdot F_2^{\pi^0}(\beta,\,Q^2)$, wobei $f_{\pi^0/p}$ dem Fluß virtueller Pionen und $F_2^{\pi^0}$ deren Struktur beschreiben; $\beta = x/x_{\mathbb{P}}$ ist der Impulsbruchteil des wechselwirkenden Quarks aus dem Pion. Die Daten werden durch diesen Ansatz gut beschrieben und sind mit der Parametrisierung der Pionstrukturfunktion von Glück, Reya und Vogt verträglich. Sie zeigen im untersuchten Bereich $3.7 \cdot 10^{-4} < \beta < 2.7 \cdot 10^{-2}$ und $2.6\,\mathrm{GeV}^2 < Q^2 < 28.6\,\mathrm{GeV}^2$ einen Anstieg von $F_2^{LP(3)}$ mit $\log Q^2$ sowie einen Anstieg zu kleinem β. Im Monte–Carlo–Generator RAPGAP ist ein Modell mit π^0–Austausch implementiert; er beschreibt die $x, Q^2, x_{\mathbb{P}}$–Abhängigkeit der Daten gut, der vorhergesagte Wirkungsquerschnitt ist jedoch um einen Faktor 1.85 zu niedrig.

In Modellen, die nicht auf Mesonaustausch basieren, wie dem Modell der weichen Farbwechselwirkungen ist β nicht zwingend die angemessene Skalenvariable. Es zeigt sich, daß auch eine Faktorisierung der Form $F_2^{LP(3)}(x,\,Q^2,\,x_{\mathbb{P}}) = f(x_{\mathbb{P}}) \cdot F(x,\,Q^2)$ mit den Daten kompatibel ist (x ist der Impulsbruchteil des Quarks im Proton). Eine Proportionalität zwischen $F_2^{LP(3)}(x,\,Q^2,\,x_{\mathbb{P}})$ und der Protonstrukturfunktion $F_2(x,\,Q^2)$ ist jedoch mit 99 % Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen.

Das Modell der weichen Farbwechselwirkungen, wie es im Monte–Carlo–Generator LEPTO implementiert ist, sagt die Größe des Wirkungsquerschnittes bei kleinem Q^2 richtig voraus, der Anstieg von $F_2^{LP(3)}$ mit Q^2 wird dagegen unterschätzt.