

Streuung punktförmiger spinloser Teilchen:

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Ruth} = \frac{z^2 Z^2 \alpha^2}{16E_{kin}^2} \frac{1}{\sin^4 \theta/2} (\hbar c)^2$$

$$|q| = |\vec{q}| = 2|\vec{p}| \sin \theta/2$$

Streuung von spin=1/2 Teilchen an spinlosem Target:

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Mott} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Ruth} (1 - \beta^2 \sin^2 \theta/2)$$

Rosenbluth Formel beschreibt hochenergetische Strossprozesse von Elektronen (S=1/2) mit Protonen (S=1/2).

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Rosenbluth} =$$

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Mott} \left(\frac{E'}{E}\right) \left[\frac{G_E^2(Q^2) + \tau G_M^2(Q^2)}{1 + \tau} + 2\tau G_M^2(Q^2) \tan^2 \theta/2 \right]$$

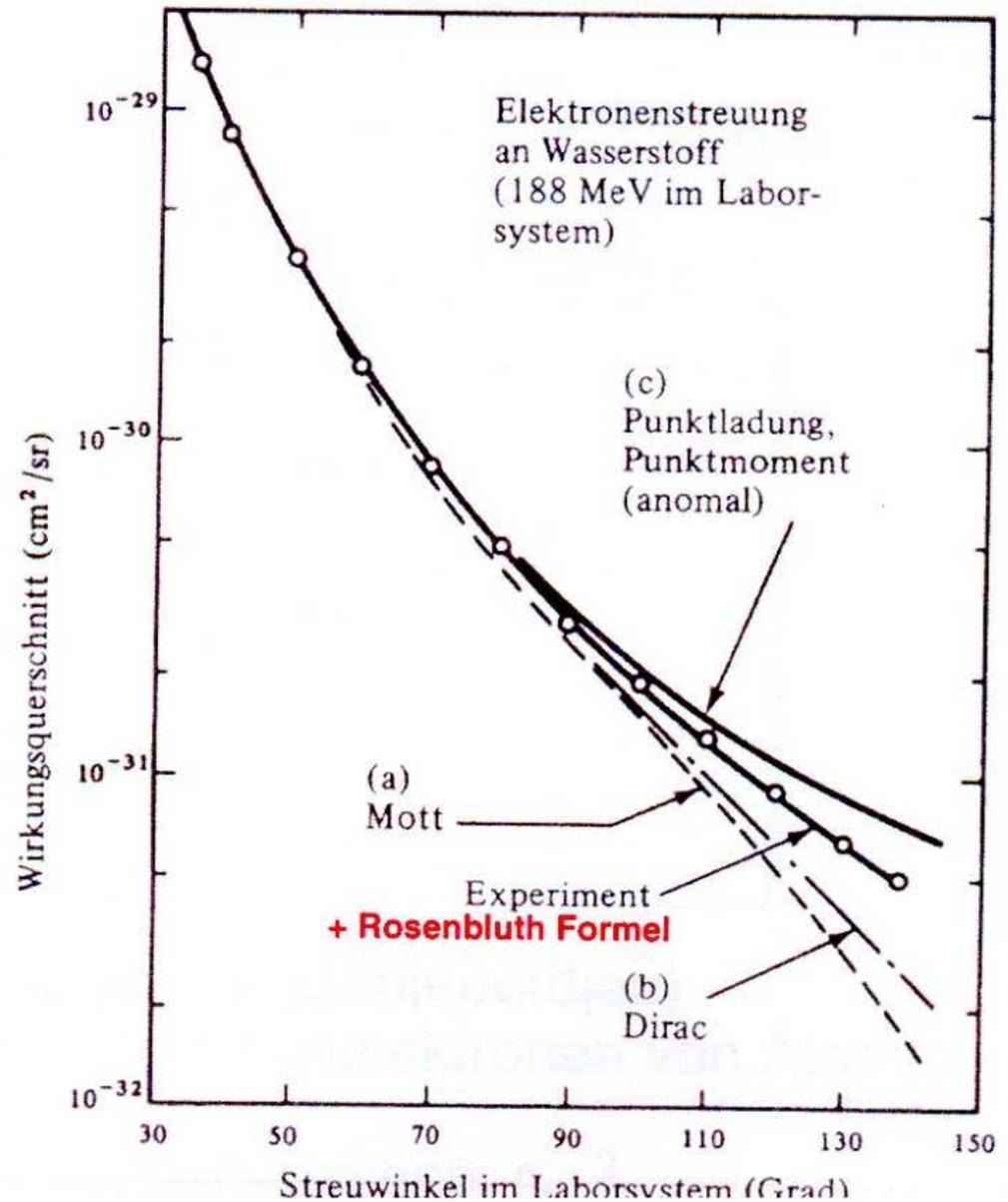
$$Q^2 = -q^2: \text{4-er Impulsübertrag; } \tau = \frac{Q^2}{4M_p^2 c^2}$$

Zusammenfassung elastische Streuung

Experiment

SLAC 1956: R. Hofstadter, R.W. Allis

- Mott: Spin $\frac{1}{2}$ Elektron an Spin 0 (Punktförmig):
 $G_E = 1, G_M = 0$
- Dirac: Spin $\frac{1}{2}$ Elektronen an Spin $\frac{1}{2}$ Proton (punktf):
 $G_E = 1, G_M = 1$
- Wie Dirac aber anomales magn. Moment: $G_E = 1,$
 $G_M = 2.79$
- Rosenbluth: Punktf Spin $\frac{1}{2}$ Elektronen an ausgedehntem Spin $\frac{1}{2}$ Proton



Elastische vs. inelastische Streuung

Elastische Streuprozesse mit vorgegebener Energie der Elektronen (E) ist mit **einem** Parameter beschrieben, z.B. Streuwinkel θ , $-q^2 = Q^2$, E' , ...

$$\nu = E - E'$$

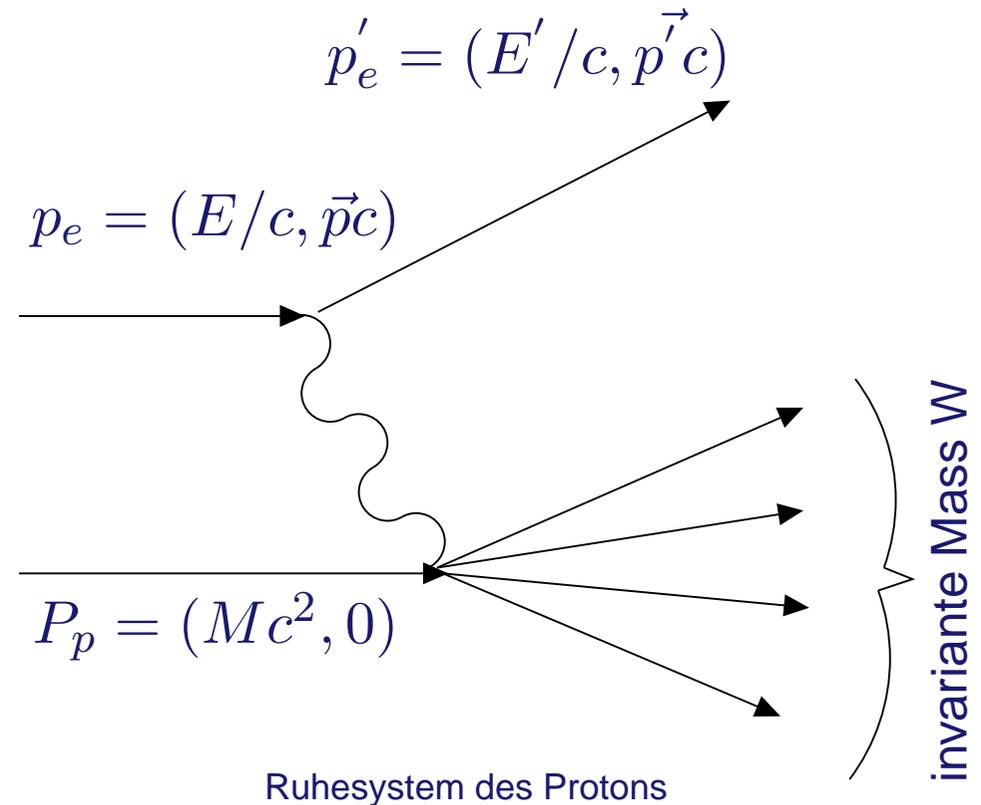
$$\text{invariante Masse } W = (P_p + q)^2$$

Bjorken Skalierungsvariable $x_B = \frac{Q^2}{2M\nu}$ ist

Mass für Inelastizität der Streuung

$x_B = 1$ für elastische Streuung;

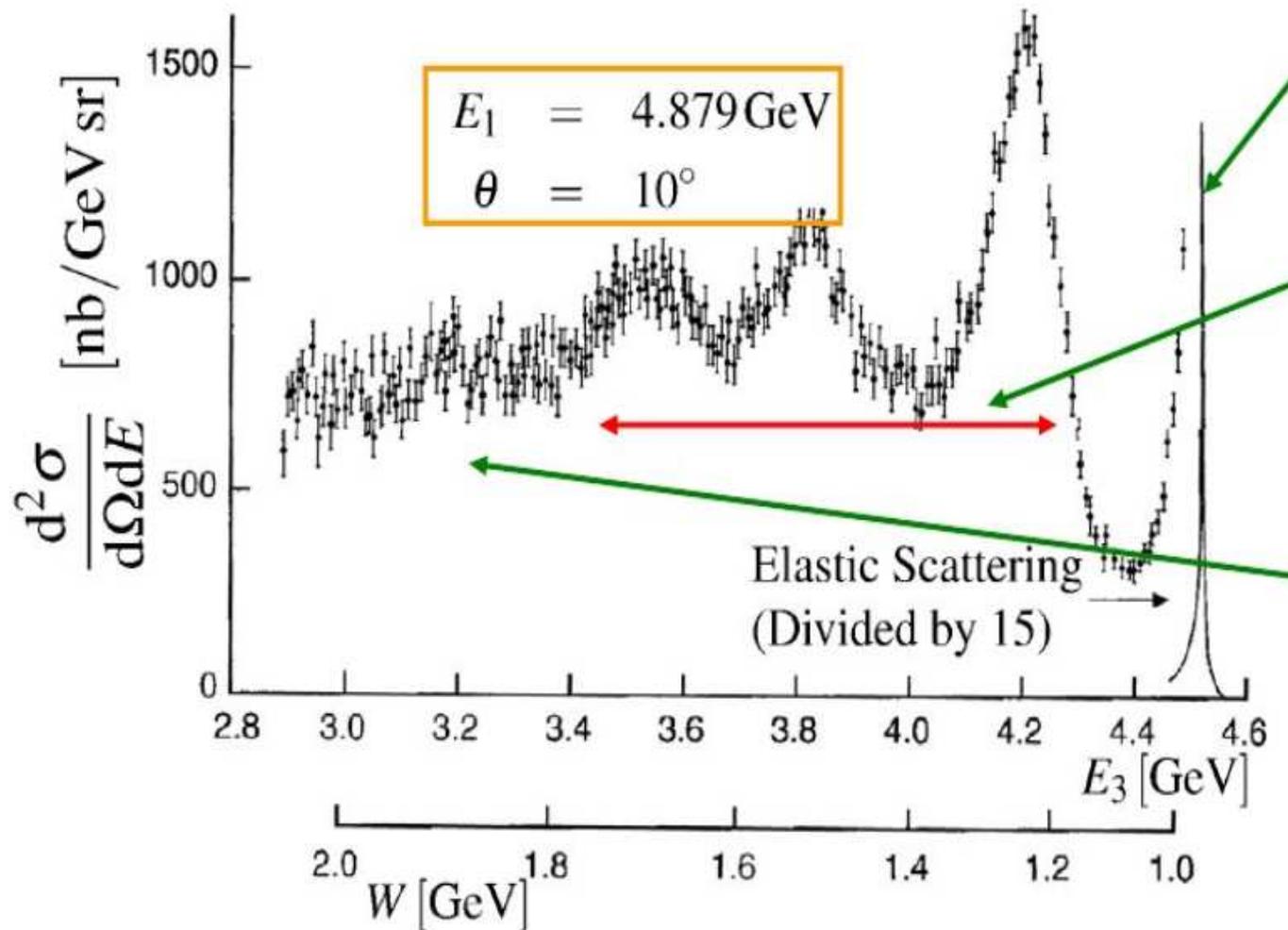
$0 < x_B < 1$ für inelastische Streuung;



Zur Beschreibung inelastischer Streuprozesse werden **zwei** Parameter benötigt

z.B. (θ, E') , (Q^2, ν) , (Q^2, x_B) , ...

Inelastische Streuung



(hier: $E_3 = E'$)

Elastische Streuung:

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{Rosenbluth}} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{Mott}} \left(\frac{E'}{E}\right) \left[\frac{G_E^2(Q^2) + \tau G_M^2(Q^2)}{1 + \tau} + 2\tau G_M^2(Q^2) \tan^2 \theta/2 \right]$$

Inelastische Streuung:

$$\left(\frac{d^2\sigma}{d\Omega dE'}\right) = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{Mott}} \left(\frac{E'}{E}\right) [W_2(Q^2, \nu) + 2W_1(Q^2, \nu) \tan^2 \theta/2]$$

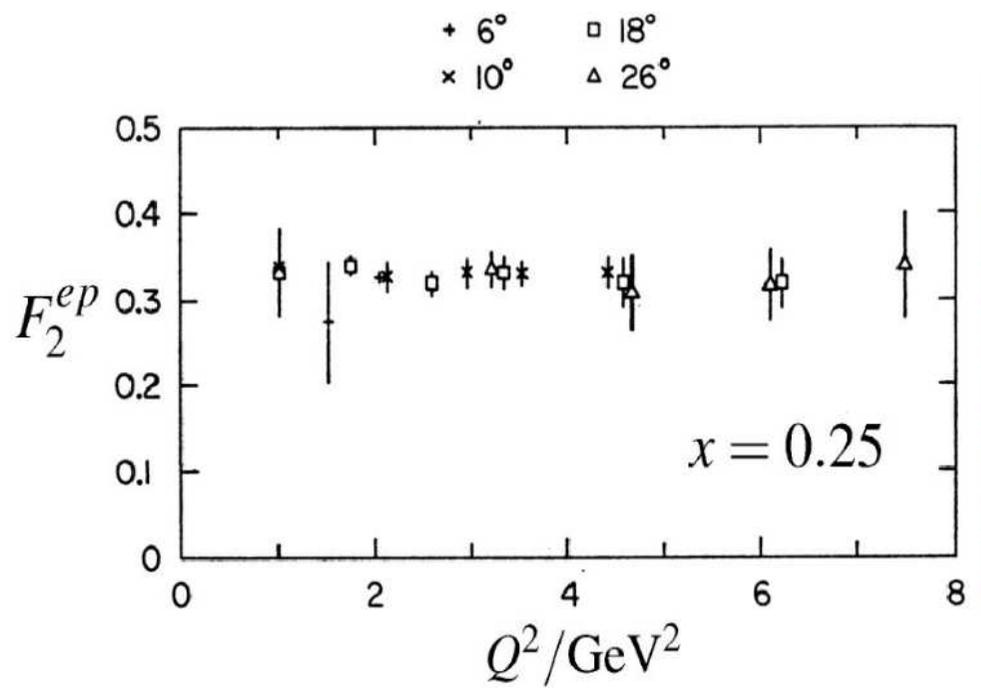
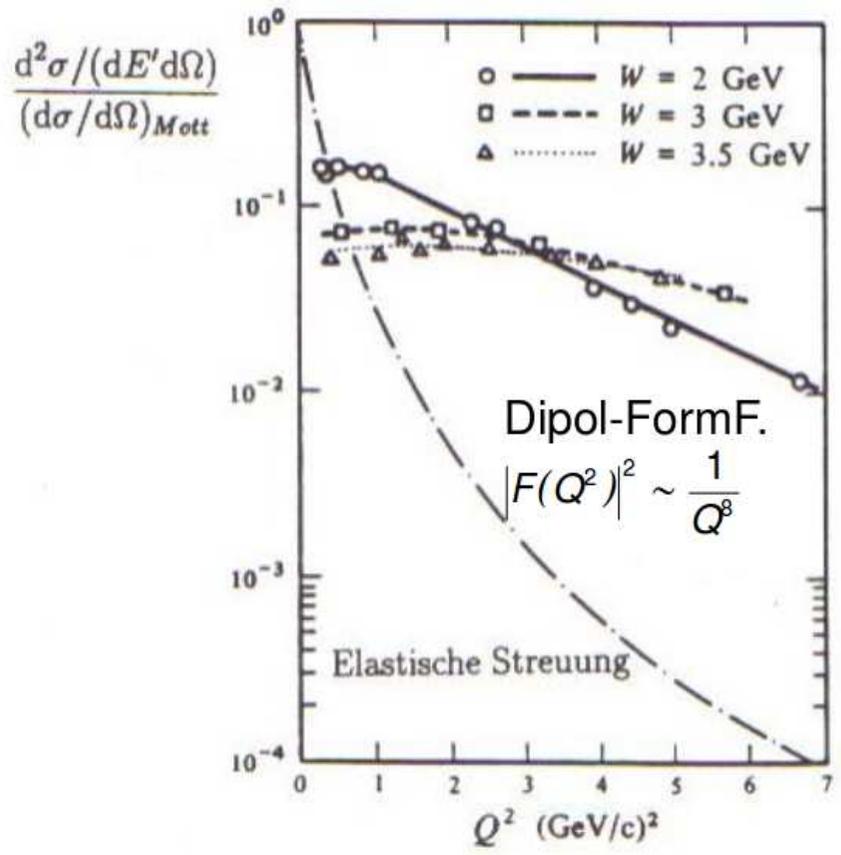
Doppelt differentieller WQ, da WQ von zwei Parametern abhängt

Strukturfunktionen W_1 und W_2 hängen ebenfalls von zwei Parametern ab

Heutzutage werden dimensionslose Strukturfunktionen benutzt:

$$F_1(x_B, Q^2) = Mc^2 W_1(Q^2, \nu) \quad F_2(x_B, Q^2) = \nu W_2(Q^2, \nu)$$

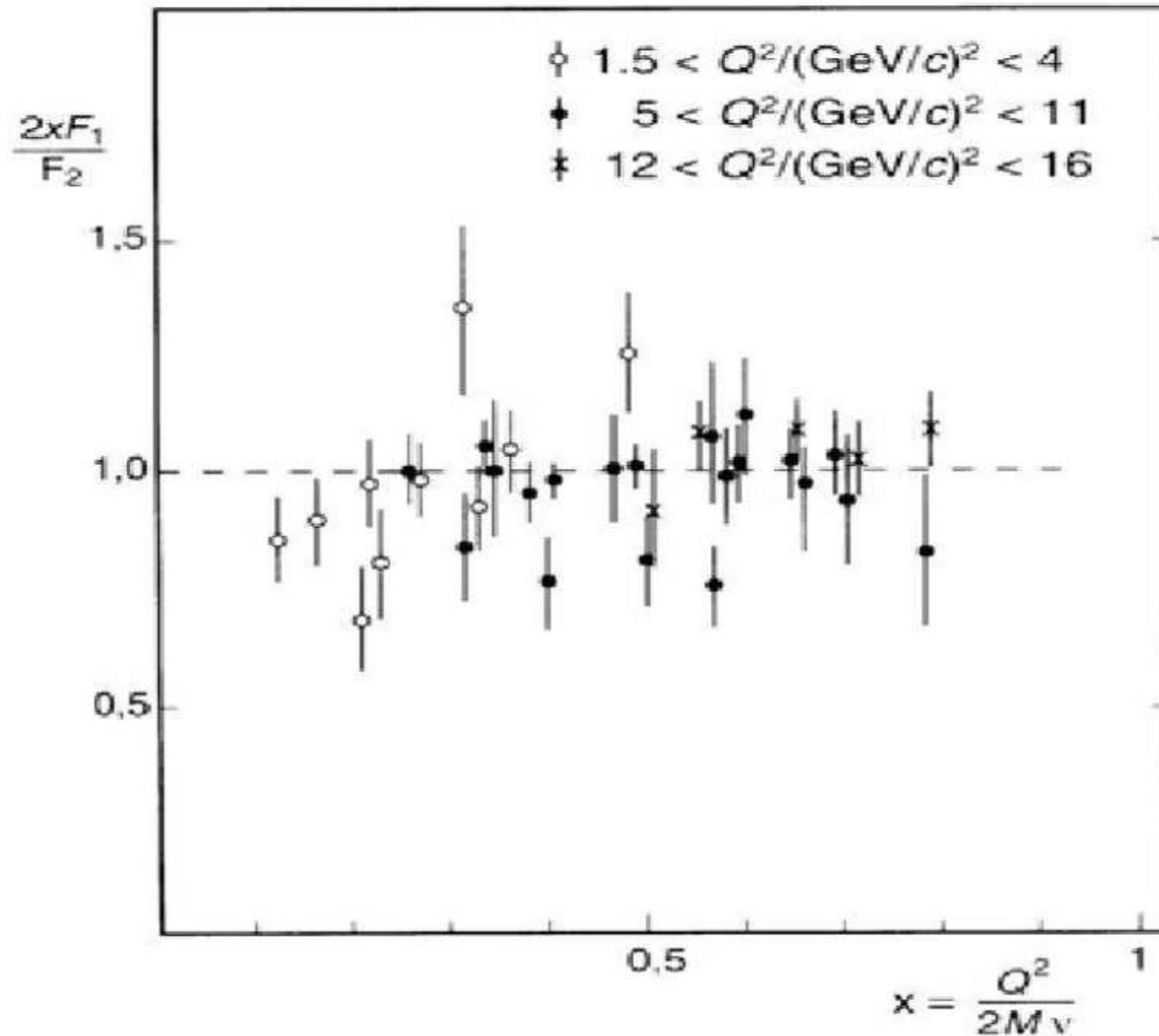
Inelastische Streuung



J.T.Friedman + H.W.Kendall,
 Ann. Rev. Nucl. Sci. 22 (1972) 203

Beobachtung von Friedmann, Kendall, Taylor (Nobelpreis 1996)1:
 Die Formfaktoren haben nur eine sehr schwache Abhängigkeit von Q^2 (oder dem Winkel) für festes W bzw. festes x !

Gallen-Cross-Beziehung



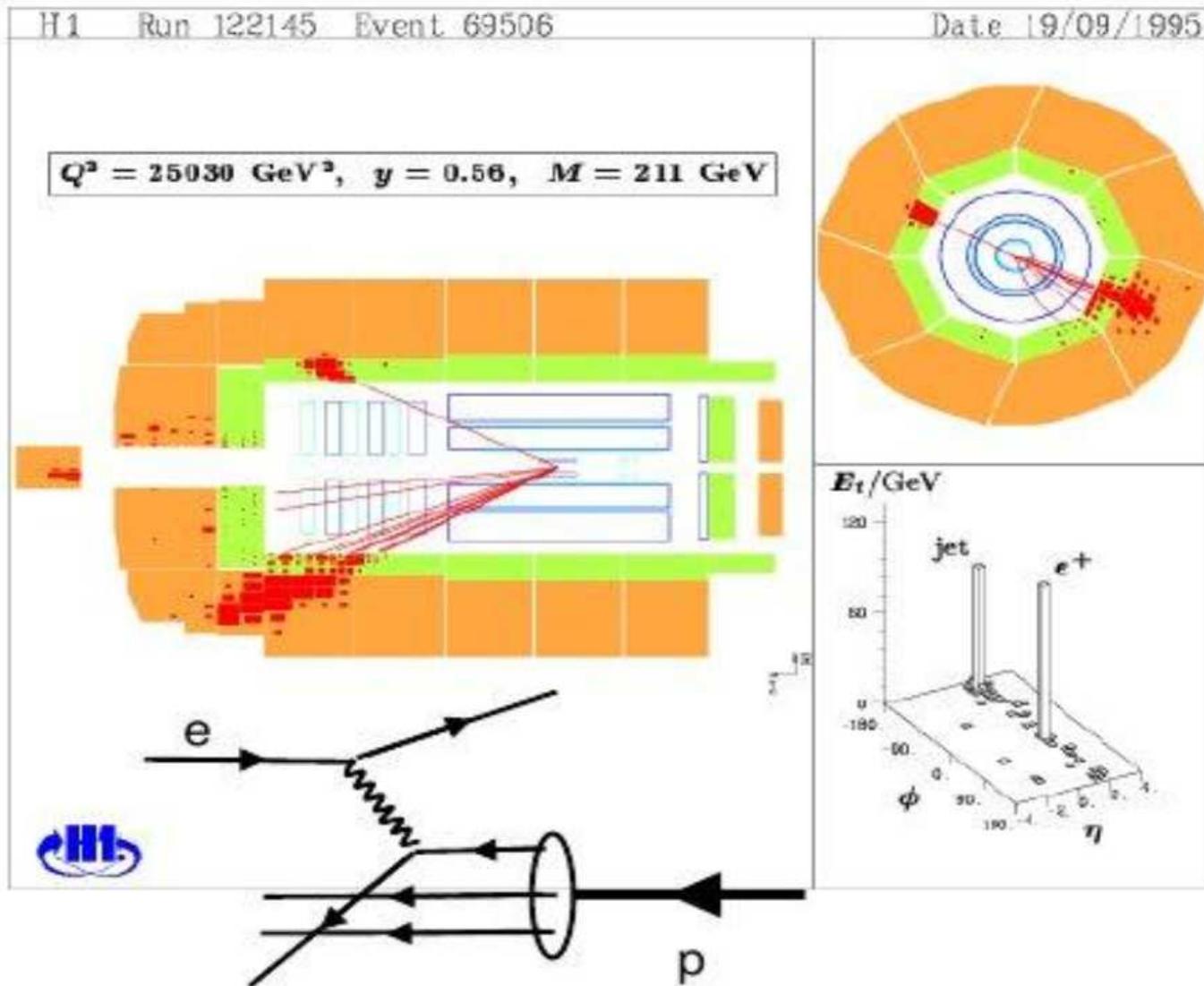
Partons have Spin=1/2!



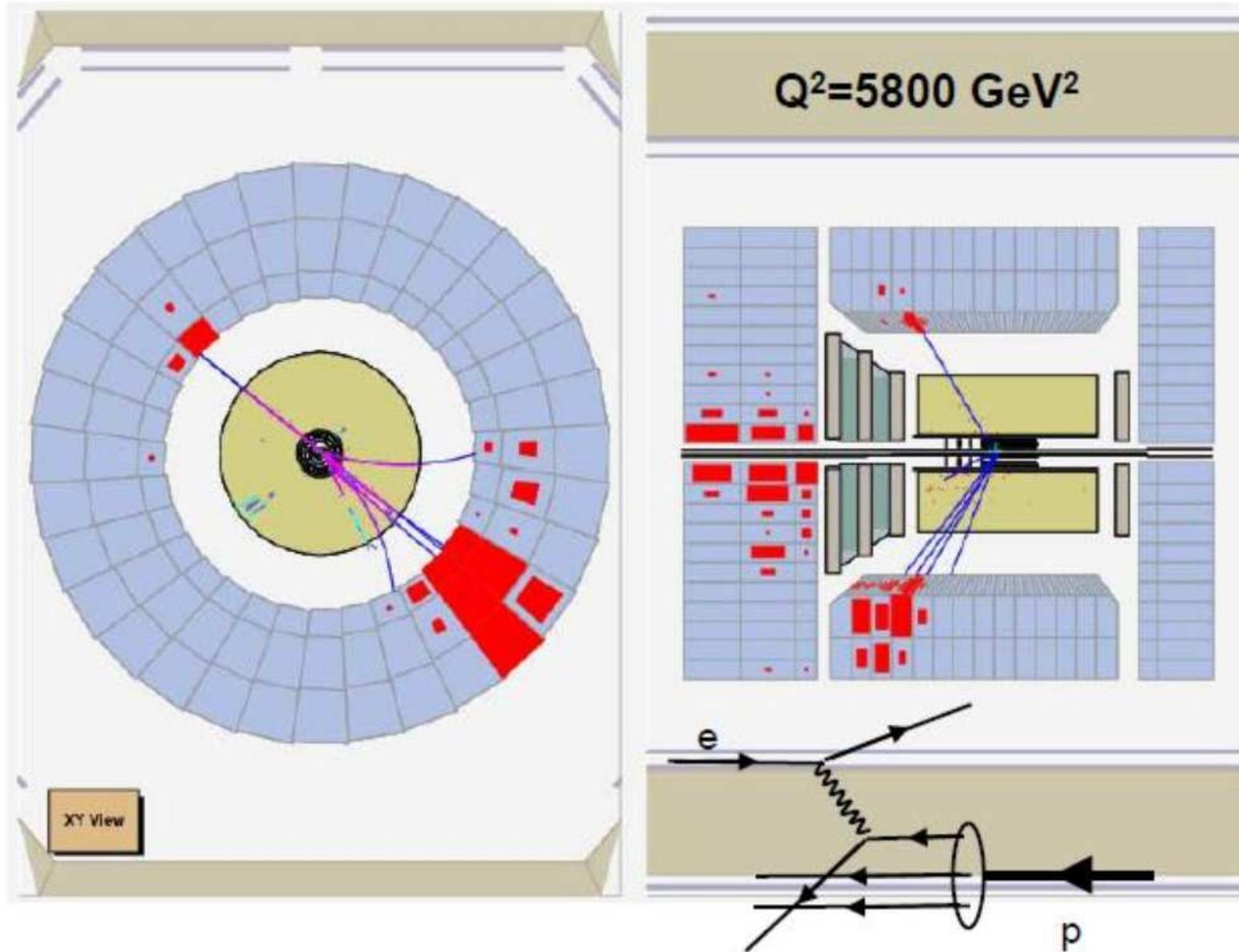
stopped data taking in 2006, experiments: ZEUS, H1

Elektron-Position Kollisionen: $E(\text{Elektron}) = 27.5 \text{ GeV}$ $E(\text{Protonen}) = 920 \text{ GeV}$

Ereignis im H1 Experiment



Ereignis im Zeus Experiment



Parton-Dichte-Verteilungen

