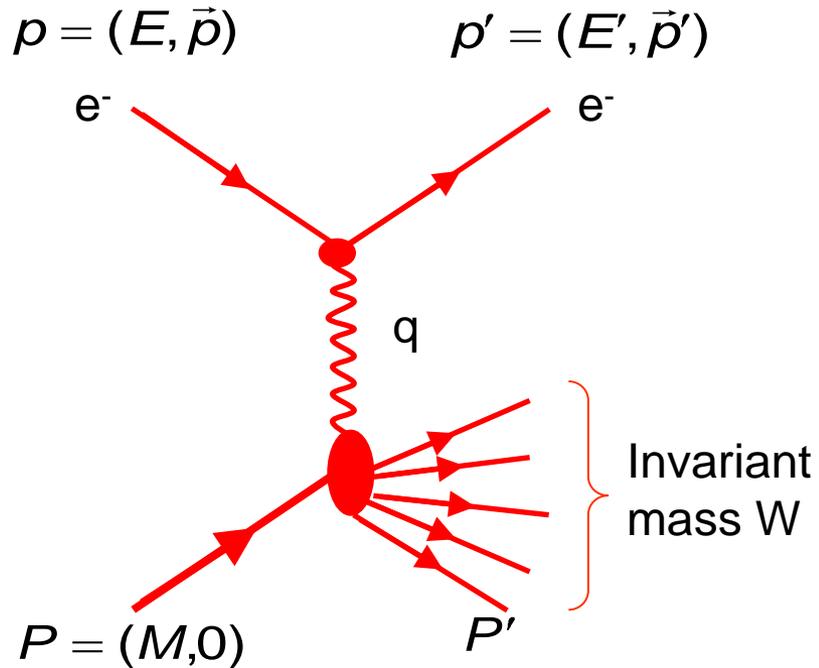


Tief-inelastische Elektron-Proton Streuung

(Wiederholung)



Kinematik erfordert 2 Variablen zur eindeutigen Festlegung des Prozesses:

$$(\theta, E'), (Q^2, \nu), \dots$$

Wirkungsquerschnittsformel mit Strukturfunktionen

$$\left(\frac{d^2\sigma}{dQ^2 dx} \right)_{ep} = \left(\frac{4\pi\alpha^2}{Q^4} \right) \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot \left(\frac{F_2(x)}{x} + 2F_1(x) \frac{Q^2}{2x^2 M^2 c^2} \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right)$$

Wirkungsquerschnitt im Parton-Modell

$$\left(\frac{d^2\sigma}{dQ^2 dx} \right)_{ep} = \left(\frac{d\sigma}{dQ^2} \right)_{Mott} \cdot \sum_i z_i^2 \cdot f_i(x) \left(1 + \frac{Q^2}{2x^2 M^2 c^2} \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right)$$

$f_i(x)dx$ = Wahrscheinlichkeit dass Parton Impulsanteil $[x, x+dx]$ hat.

Durch Vergleich ergibt sich für die Strukturfunktionen im Parton-Modell:

$$F_2(x) = x \cdot \sum_i z_i^2 \cdot f_i^q(x)$$
$$2x F_1(x) = x \cdot \sum_i z_i^2 \cdot f_i^q(x) = F_2(x)$$

Callan-Gross Relation: Spin-1/2 Partonen

Resultiert aus Spin $\frac{1}{2}$ Eigenschaft der Partonen: $\sim \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$

$$\frac{2xF_1}{F_2}$$

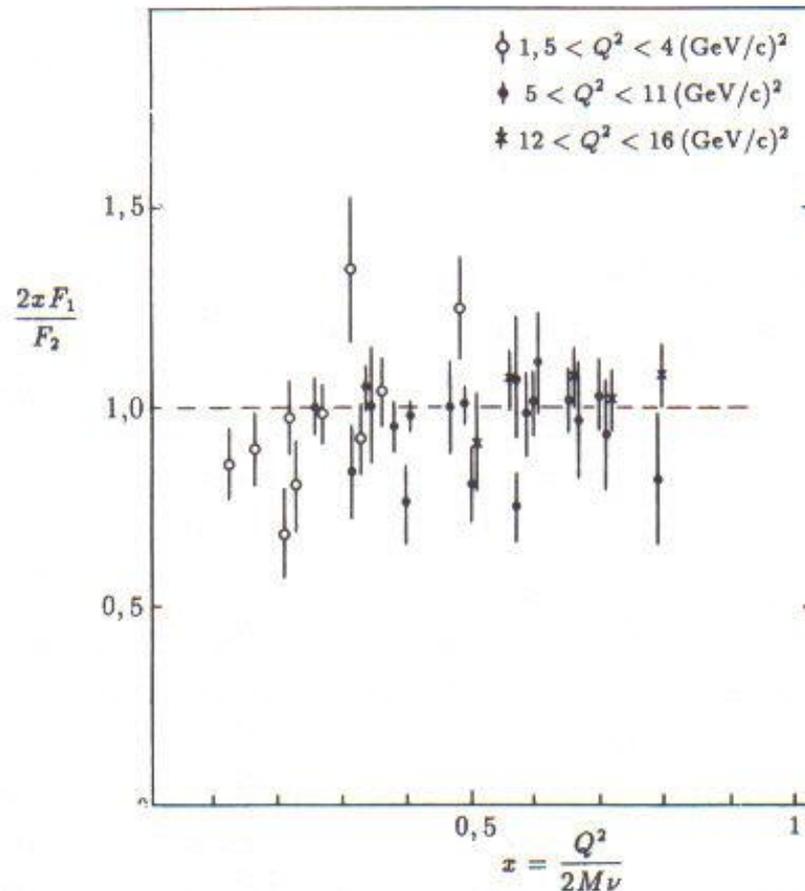
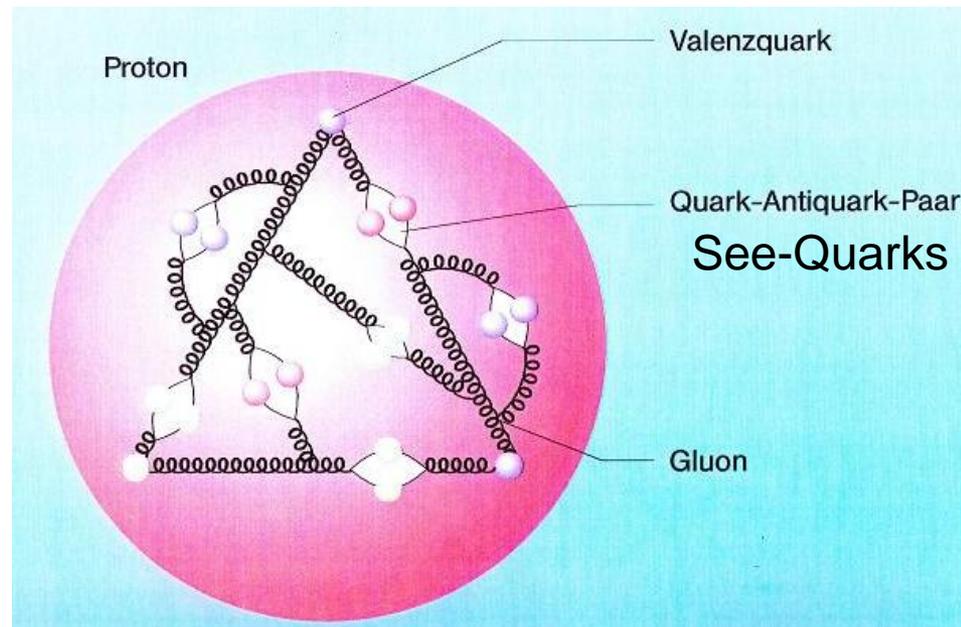


Fig-TP-4.14

See-Quarks

Bisher haben wir implizit angenommen, dass es sich bei den Spin $\frac{1}{2}$ Partonen um die 3 Valenzquarks des Protons handelt. Da zwischen den gebundenen Quarks Gluonen ausgetauscht werden, gibt es aber aufgrund von Vakuumschwankungen auch sogenannte See-Quarks:

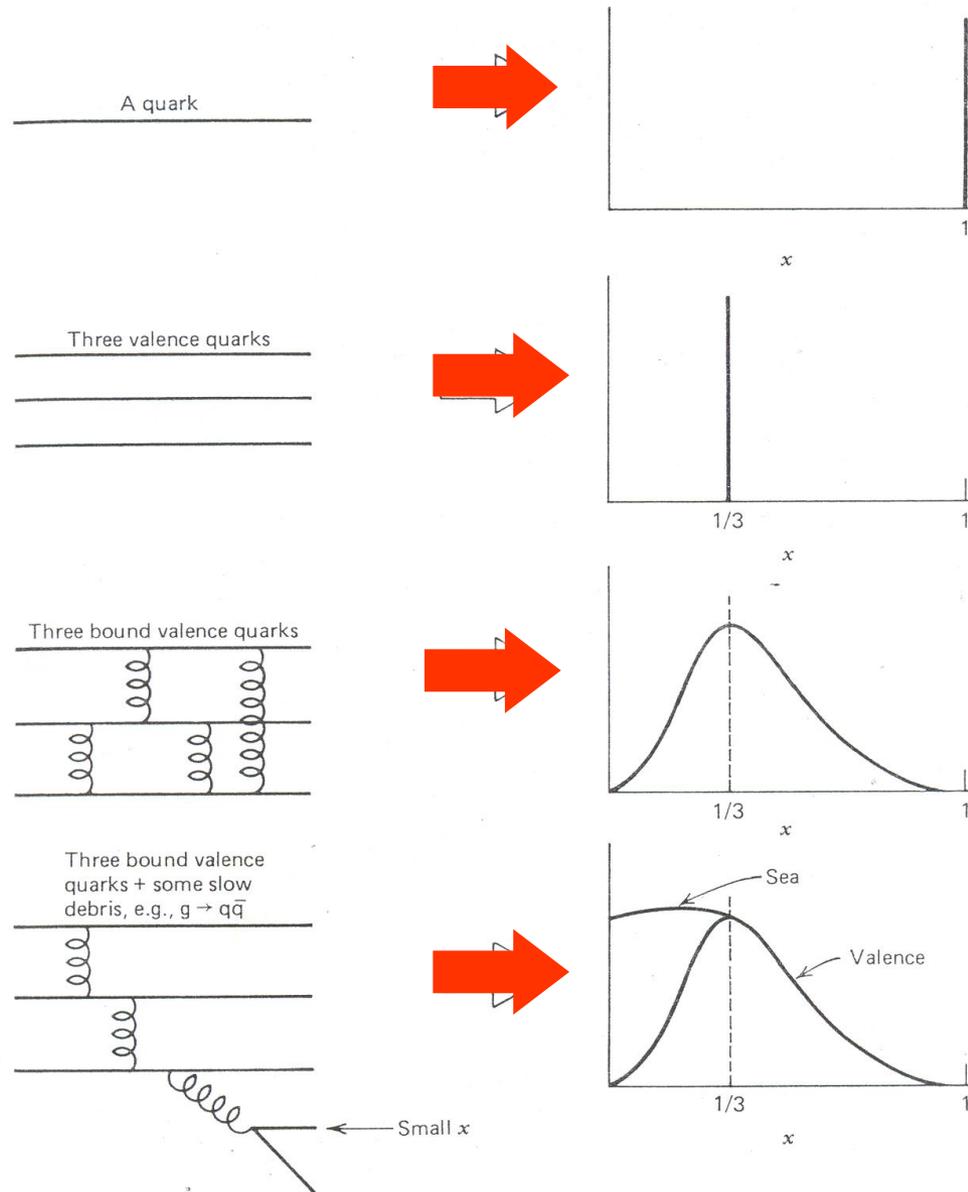


$$F_2(x) = x \cdot \sum_i z_i^2 \cdot [f_i^q(x) + f_i^{\bar{q}}(x)]$$

← Quark und Anti-Quark Verteilungen

Strukturfunktion $F_2(x)$ für verschiedene Proton-Modelle

Proton
Modell



Partonverteilung
 $F_2(x)$

Fig-TP-4.15

Partondichten im Proton

Strukturfunktion des Protons durch Vielzahl von Streuexperimenten bestimmt.

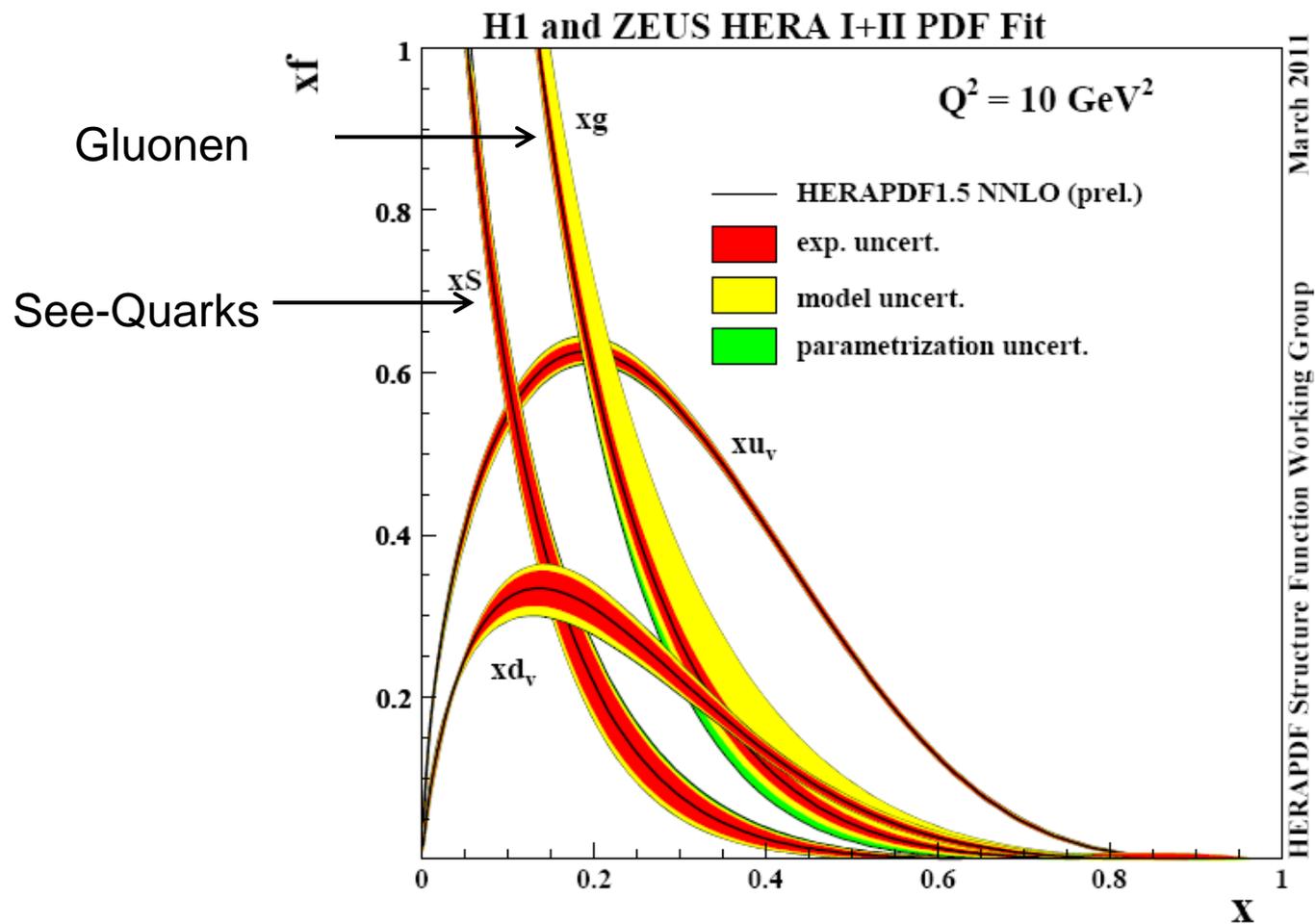


Fig-TP-4.16



$Q^2 = 25030 \text{ GeV}^2; \quad y = 0.56; \quad \mathbf{x} = 0.50$

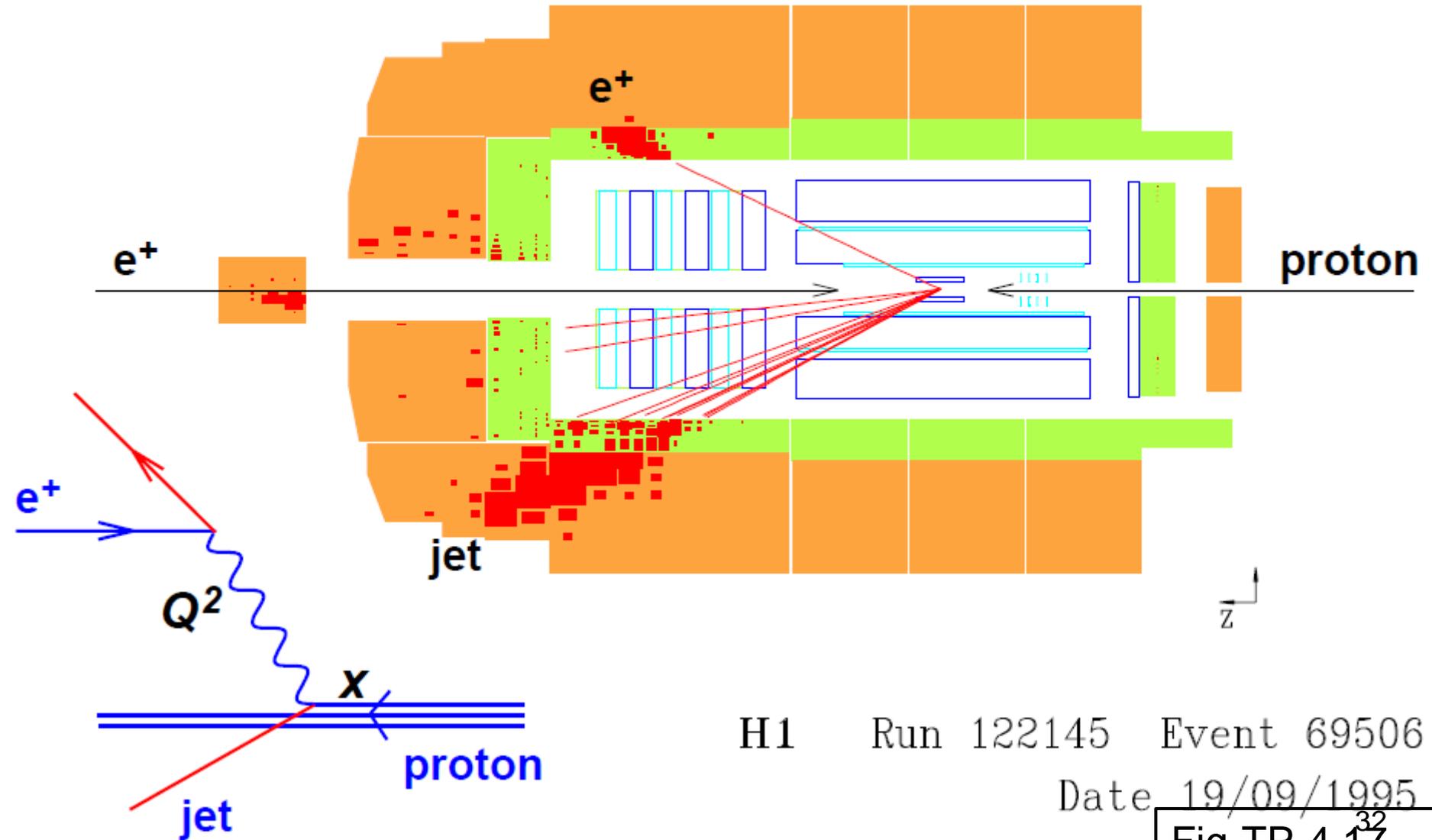


Fig-TP-4.17³²

Partondichten des Protons

- See-Quark tragen in der Regel sehr kleines x
- Valenzquarkverteilung hat Maximum bei $x= 0.15 \dots 0.2$
- $\int F_2(x) dx =$ Impulsanteil des Protons, der von geladenen Quarks getragen wird
= 50%

\Rightarrow Die verbleibenden 50% des Proton-Impulses werden von Gluonen getragen!