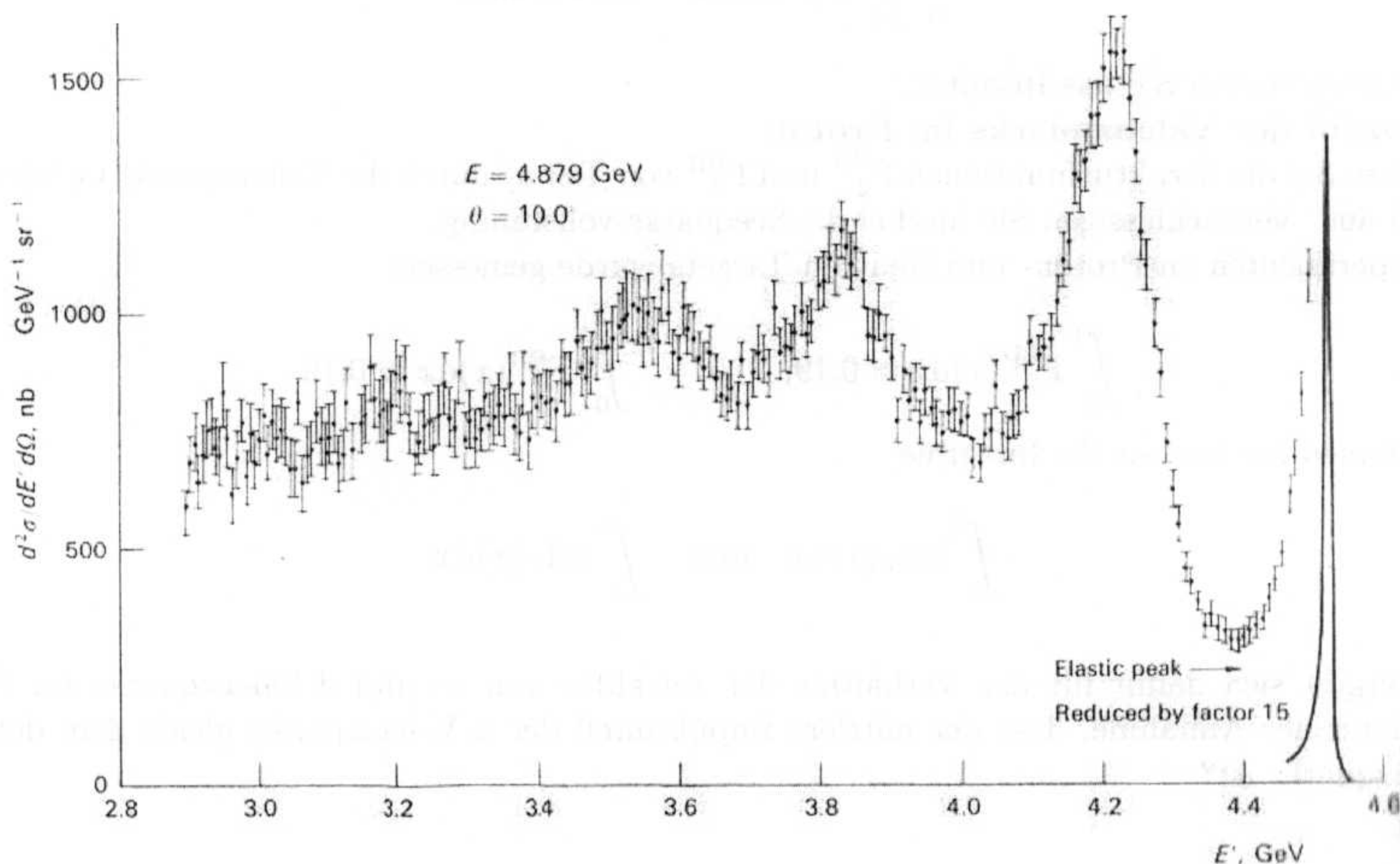


## Übungsblatt 8

### 8.1 Inelastische ep Streuung (25 Punkte)



In einem "fixed target" Experiment an einem Proton-Target mit einem Elektronenstrahl der Energie  $E = 4.879$  GeV wurden die gestreuten Elektronen der Energie  $E'$  bei einem Winkel von  $\theta = 10^\circ$  gemessen. Im Energiespektrum  $\frac{d\sigma}{dE'}$  der gestreuten Elektronen (siehe Abb.) werden mehrere Resonanzen beobachtet.

- Berechnen Sie die Massen der beiden Resonanzen bei  $E' = 4.2$  GeV und  $E' = 3.82$  GeV.
- Schätzen Sie die Lebensdauern der Resonanzen ab.
- Berechnen Sie den 4-Impulsübertrag sowie die Bjorken Skalenvariable  $x$  bei den Resonanzen.

### 8.2 Parton Spin (25 Punkte)

Erläutern Sie, wie man die Callan-Gross-Beziehung zur Bestimmung des Partonspins erhält.

### 8.3 Strukturfunktionen und Quark-Impulsverteilungen (50 Punkte)

Die Proton-Strukturfunktion  $F_2^{\text{ep}}(x)$  kann durch die Quarkverteilungen ausgedrückt werden als

$$F_2^{\text{ep}}(x) = x \left( \frac{4}{9}(u(x) + \bar{u}(x)) + \frac{1}{9}(d(x) + \bar{d}(x)) + \frac{1}{9}(s(x) + \bar{s}(x)) \right),$$

wobei  $u(x)$  die u-Quarkverteilung und  $x$  der Impulsbruchteil des Protons ist, der von u-Quarks getragen wird. Entsprechend sind  $d(x)$ ,  $s(x)$  für d- und s-Quarks im Proton definiert sowie die Antiquarkverteilungen  $\bar{u}(x)$ ,  $\bar{d}(x)$  und  $\bar{s}(x)$ .

#### a) Neutron-Strukturfunktion

Drücken Sie die Neutron-Strukturfunktion  $F_2^{\text{en}}(x)$  durch die Quarkverteilungen im Proton aus. *Hinweis:* Da Neutron und Proton ein Isospin-Dublett bilden, stehen ihre Quarkverteilungen in Beziehung:  $u^{\text{n}}(x) = d^{\text{p}}(x) \equiv d(x)$  und  $d^{\text{n}}(x) = u^{\text{p}}(x) \equiv u(x)$ . Die Verteilungen  $u(x)$ ,  $d(x)$  etc. sind als die Verteilungen **im Proton** (!) definiert.

**b) Nukleon-Strukturfunktion und Impulssummenregel**

Berechnen Sie mit dem Resultat von a) die Strukturfunktion  $F_2^{eN}$  gemittelt über Proton und Neutron. Vernachlässigen Sie hierbei die  $s(\bar{s})$ -Quark-Anteile, die wegen der höheren  $s$ -Masse nur wenig beitragen.

Vergleichen Sie mit dem experimentell bestimmten Wert

$$\frac{18}{5} \int_0^1 F_2^{eN}(x) dx = 0.54 \pm 0.05$$

und interpretieren Sie das Resultat.

**c) Anzahl der Valenzquarks im Proton**

Drücken Sie die Strukturfunktionen  $F_2^{eP}$  und  $F_2^{eN}$  von Teil a) durch die Valenzquark-  $u_V(x)$  und  $d_V(x)$  aus. Vernachlässigen Sie hierbei die Seequarks vollständig.

In Experimenten an Proton- und Neutron-Targets wurde gemessen:

$$\int_0^1 F_2^{eP}(x) dx \approx 0.19; \quad \int_0^1 F_2^{eN}(x) dx \approx 0.12$$

Bestimmen Sie hieraus die Integrale

$$\int_0^1 x u_V(x) dx \quad \text{und} \quad \int_0^1 x d_V(x) dx.$$

Was ergibt sich damit für das Verhältnis der Anzahlen von  $u$ - und  $d$ -Valenzquarks im Proton unter der Annahme, dass der mittlere Impulsanteil der  $u$ -Valenzquarks gleich dem der  $d$ -Valenzquarks ist?