

### 3. Wirkungsquerschnitt (WQ)

Wichtigste Größe zur Beschreibung / Interpretation von Streuprozessen ist der Wirkungsquerschnitt = Maß für die Wahrscheinlichkeit einer Streureaktion zwischen 2 Streupartnern.

#### 3.1 Differentieller und totaler Wirkungsquerschnitt

Target:  
 $N_t$  Streuzentren

Einlaufender Teilchenfluss:

$$\Phi = \frac{\dot{N}_i}{A} = n_i v_i \quad \left\{ \begin{array}{l} \dot{N}_i = \text{Rate auf A einfallender Teilchen} \\ n_i = \text{Teilchendichte im Strahl} \\ v_i = \text{Geschwindigkeit der Teilchen} \end{array} \right.$$

Rate der in Raumelement  $d\Omega$  gestreuter Teilchen:

$$d\dot{N}_s(\varphi, \theta) \propto \Phi \cdot N_t \cdot d\Omega(\varphi, \theta) \quad \text{Proportionalitätskonstante ist der WQ}$$

**Differentieller WQ:**  $d\sigma(\varphi, \theta) = \frac{d\dot{N}_s(\varphi, \theta)}{\Phi \cdot N_t \cdot d\Omega} \cdot d\Omega$

bzw.  $\frac{d\sigma(\varphi, \theta)}{d\Omega} = \frac{d\dot{N}_s(\varphi, \theta)}{\Phi \cdot N_t \cdot d\Omega}$

**Totaler WQ:** Den totalen WQ für Streuung an einem Streuzentrum erhält man aus Gesamtrate  $\dot{N}_s$  der gestreuten Teilchen.

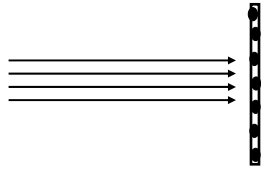
$$\sigma_{tot} = \frac{\dot{N}_s}{\Phi \cdot N_t} \quad \text{bzw.} \quad \sigma_{tot} = \int d\sigma = \frac{1}{\Phi \cdot N_t} \int \left( \frac{d\dot{N}_s}{d\Omega} \right) d\Omega$$

$$\text{Dimension WQ} = \frac{\text{Zeit}^{-1}}{(\text{Zeit}^{-1} \times \text{Fläche}^{-1})} = \text{Fläche}^{-1}$$

Einheiten:  $[\sigma] = 1 \text{ b} = 10^{-28} \text{ m}^2$

1 b = 1 barn

### 3.2 Veranschaulichung: Geometrischer Reaktionsquerschnitt



- Dünnes Target: - keine Mehrfachwechselwirkung  
- kein Overlapp der Streuer
- Ausdehnung der Strahlteilchen  $\ll$  Targetteilchen
- Kontaktwechselwirkung

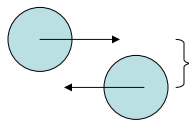
→ Gesamtrate gestreuter Teilchen:

$$\dot{N}_s = \Phi \cdot N_t \cdot A_t \quad A_t = \text{Querschnitt Streuer} = \pi R_t^2$$

$$\sigma_{tot} = \frac{\dot{N}_s}{\Phi \cdot N_t} = \pi R_t^2$$

d.h. der totale Wirkungsquerschnitt entspricht der Querschnittsfläche eines Streuzentrums

Bsp.: Geometrischer Reaktionsquerschnitt für pp Streuung



$b = \text{Stoßparameter}$

$$b_{\max} = 2R_p = 2 \times 0.8 \text{ fm}$$

$$\sigma_{tot} = \pi(2 \cdot R_p)^2 \approx 80 \text{ mb}$$

Messung  $\sigma_{tot} \approx 40 \text{ mb}$

Für pp Streuung ist die anschauliche Beschreibung durch die geometrische Querschnittsfläche eine gute Abschätzung: die geometrische Ausdehnung des Protons ist vergleichbar mit der Reichweite der starken WW.

Im allgemeinen erhält man für Streuprozesse aber WQ die sehr verschieden von der geometrischen Ausdehnung der Stosspartner sind!

Bsp.:  $\sigma_{pp}(10 \text{ GeV}) \approx 40 \text{ mb}$

$\sigma_{vp}(10 \text{ GeV}) \approx 70 \text{ fb}$



Naiver Weise würde man einen um  $\frac{1}{4}$  kleinen WQ als bei pp erwarten

Wirkungsquerschnitt für pp Streuung

