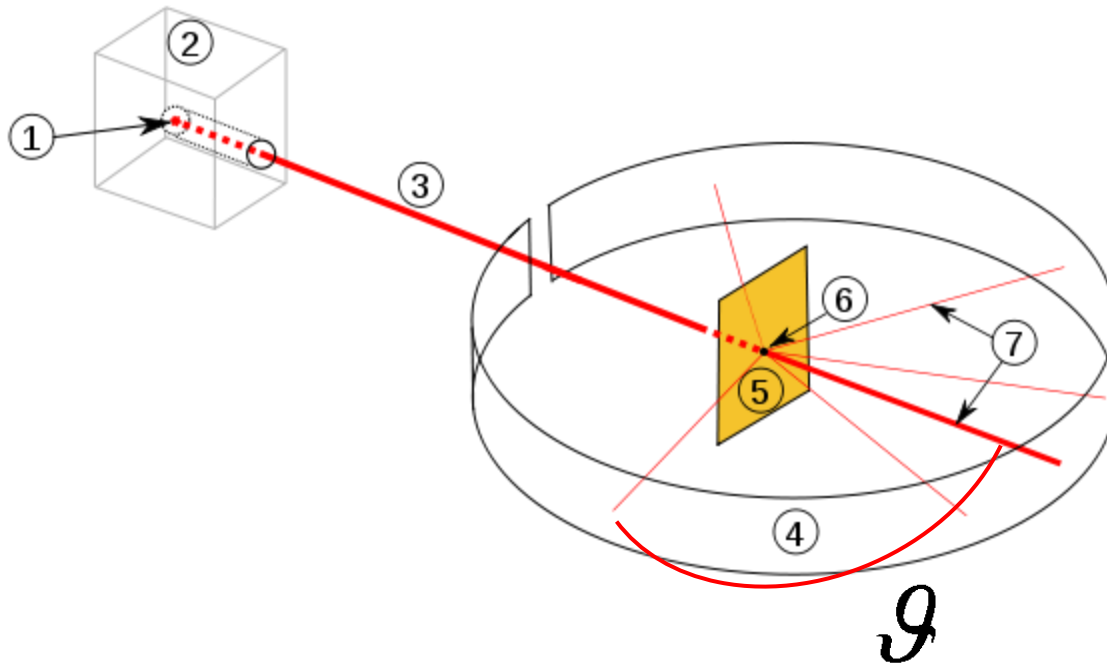


H. Geiger, E. Mardsen, E. Rutherford, Manchester, 1909 - 1913



$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{z^2 Z^2 \alpha^2}{16 E_{kin}^2 \sin^4 \frac{\vartheta}{2}} (\hbar c)^2$$



Große Streuwinkel
(180°) möglich!

- 1: Radioaktives Radium (α Strahler),
- 2: Bleimantel zur Abschirmung,
- 3: Alpha-Teilchenstrahl,
- 4: Leuchtschirm bzw. Fotografieschirm
- 5: Goldfolie
- 6: Punkt, an dem die Strahlen auf die Folie treffen

(Bildnachweis: Wikipedia)

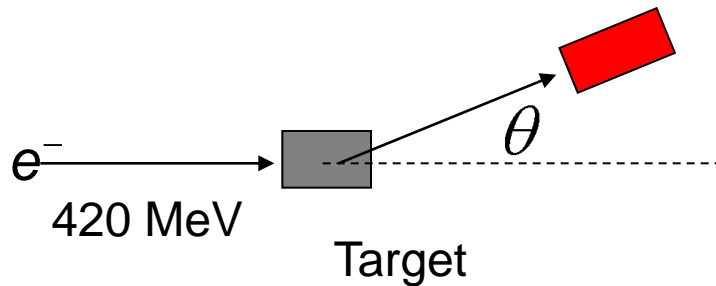
Fig-TP-4.1

Elektronen-Kern Streuung

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{exp}} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{Mott}} \cdot |F(\vec{q}^2)|^2$$

Bei fester Energie der einfallenden Elektronen misst man für verschiedene Streuwinkel des Elektrons den WQ. Verschiedene Streuwinkel θ entsprechen verschiedenen q^2 Werten.

Experimenteller Aufbau



“Rutherford II”

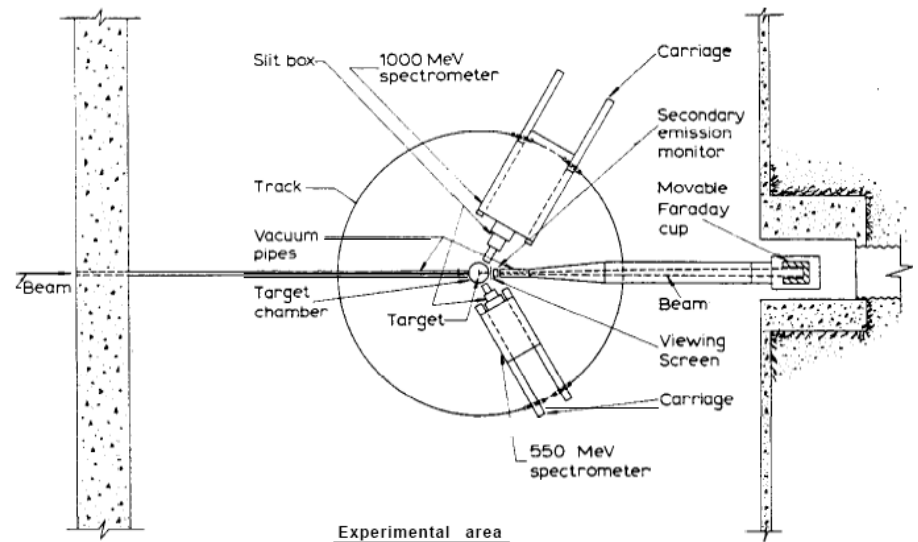


Fig-TP-4.2

R. Hofstadter, Stanford 1956/57
500 MeV Linearbeschleuniger
Nobelpreis 1961

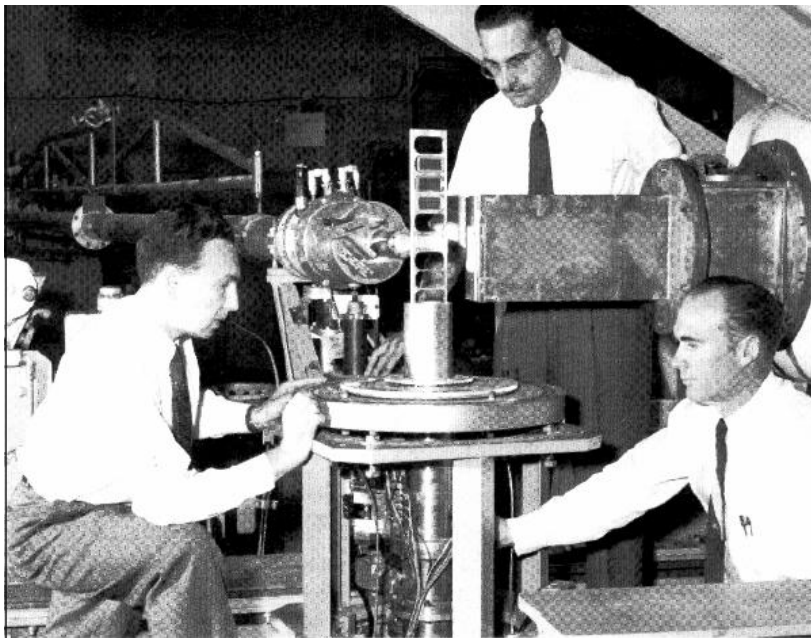


Abb. 3.5: Das Experiment von Robert Hofstadter (links) bei SLAC; neben ihm seine Kollegen Lance Rogers (oben) und Bud Bunkers (Foto SLAC).

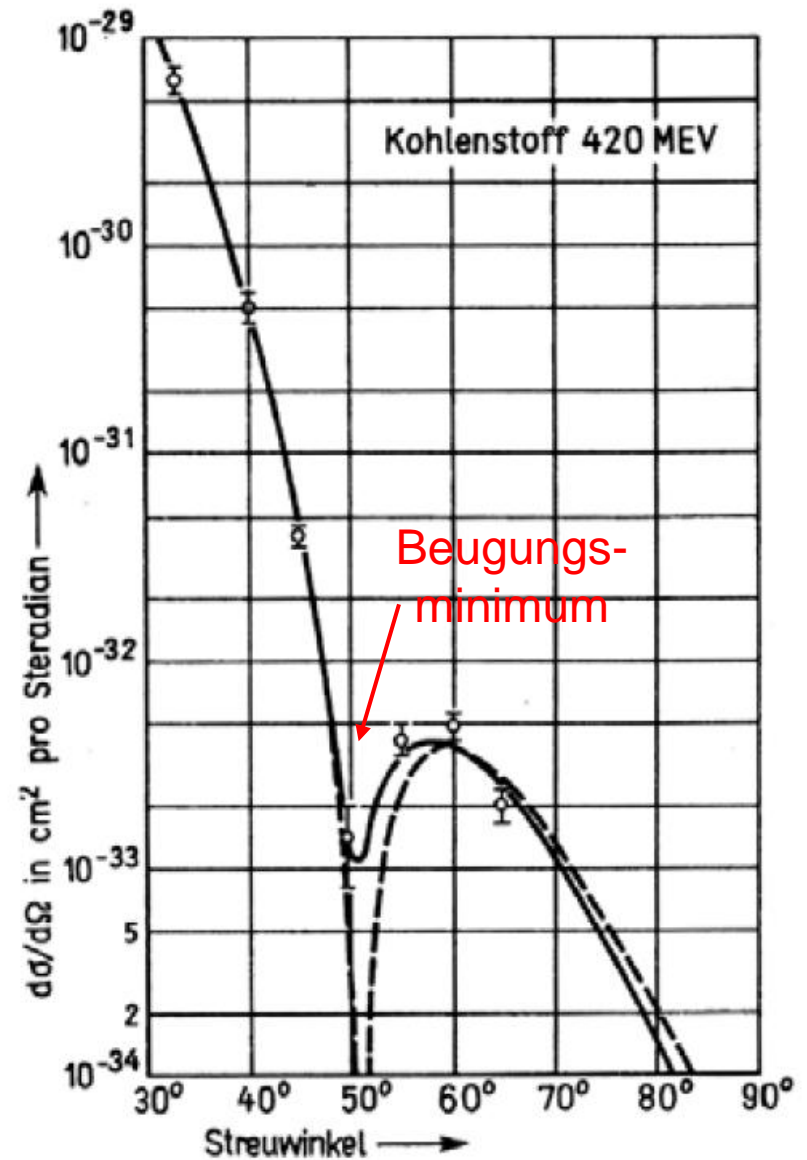


Fig-TP-4.3

Vom Formfaktor zur Kernstruktur

In Praxis kann Formfaktor nur in einem begrenzten q^2 Bereich gemessen werden, so dass eine Fourier-Rücktransformation nicht möglich ist.

Stattdessen wählt man verschiedene Modell Ansätze zur Beschreibung der Ladungsverteilung: Fourier-Transformierte des Modells wird an gemessenen Formfaktor angepasst und bestimmt so die freien Modellparameter.

Beispiele:

| Ladungsverteilung $f(r)$ | | Formfaktor $F(\mathbf{q}^2)$ | |
|--------------------------|--|--|--------------|
| Punkt | $\delta(r)/4\pi$ | 1 | konstant |
| exponentiell | $(a^3/8\pi) \cdot \exp(-ar)$ | $(1 + \mathbf{q}^2/a^2\hbar^2)^{-2}$ | Dipol |
| Gauß | $(a^2/2\pi)^{3/2} \cdot \exp(-a^2r^2/2)$ | $\exp(-\mathbf{q}^2/2a^2\hbar^2)$ | Gauß |
| homogene Kugel | $\begin{cases} 3/4\pi R^3 & \text{für } r \leq R \\ 0 & \text{für } r > R \end{cases}$ | $3\alpha^{-3} (\sin \alpha - \alpha \cos \alpha)$ mit $\alpha = \mathbf{q} R/\hbar$ | oszillierend |

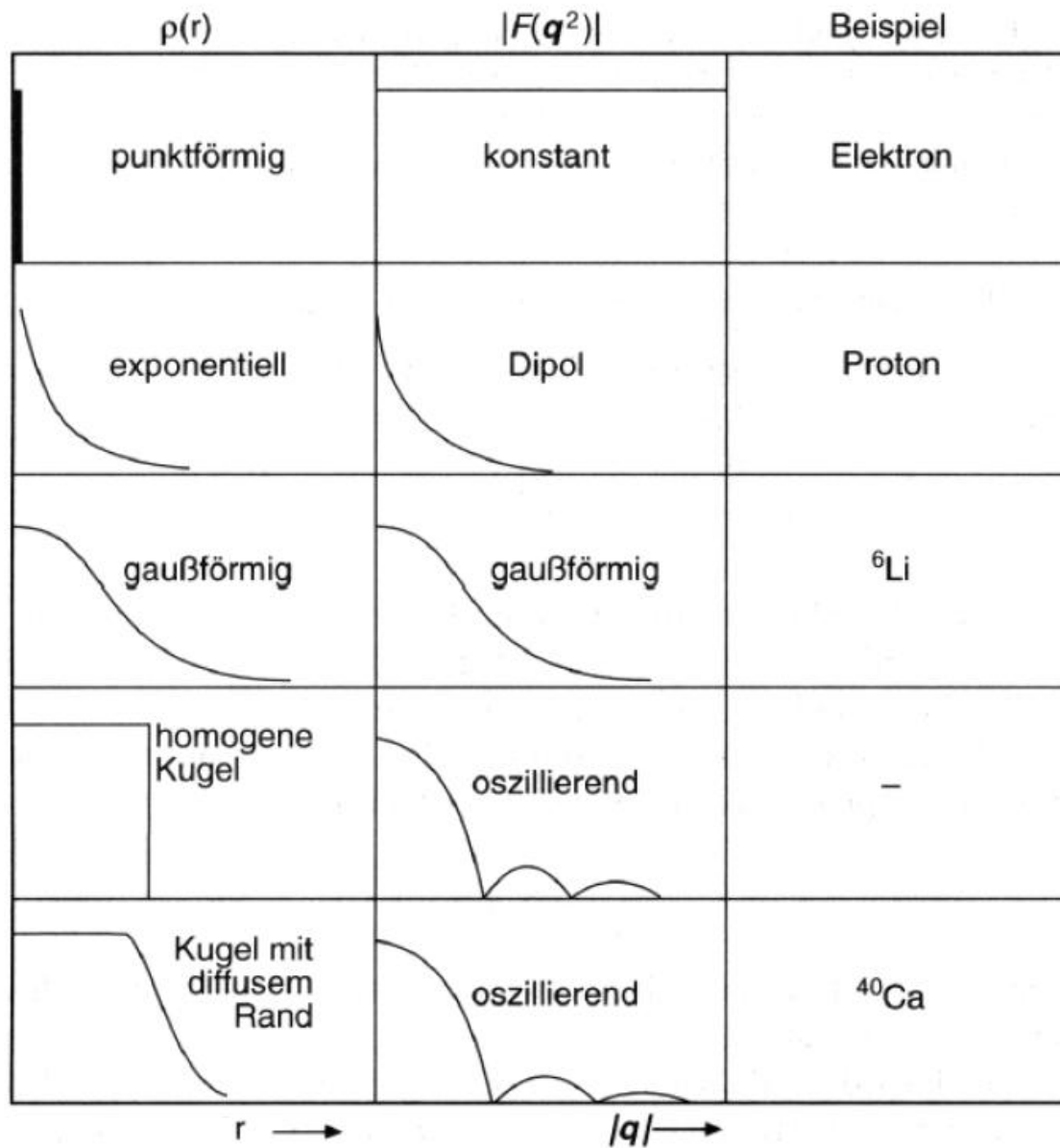


Fig-TP-4.5

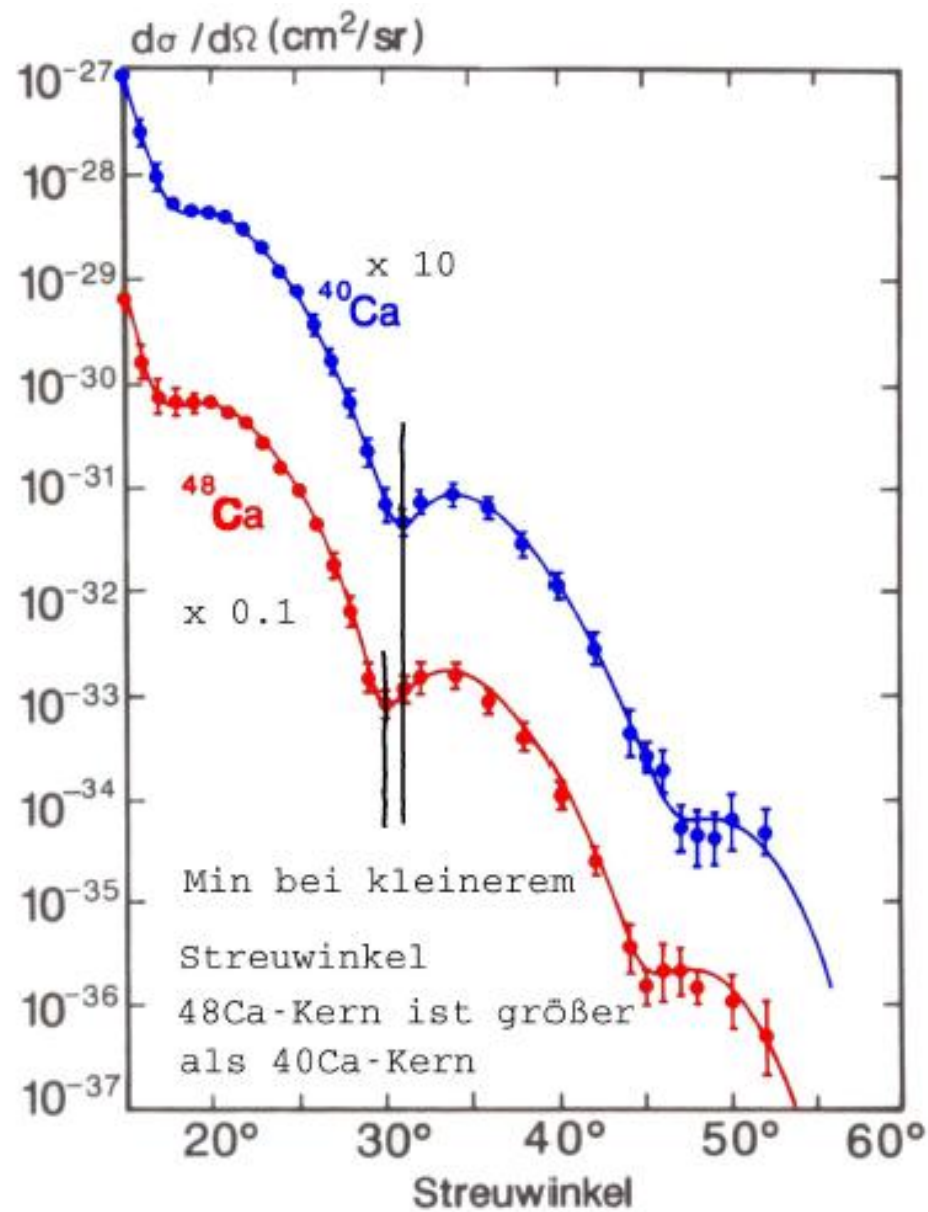
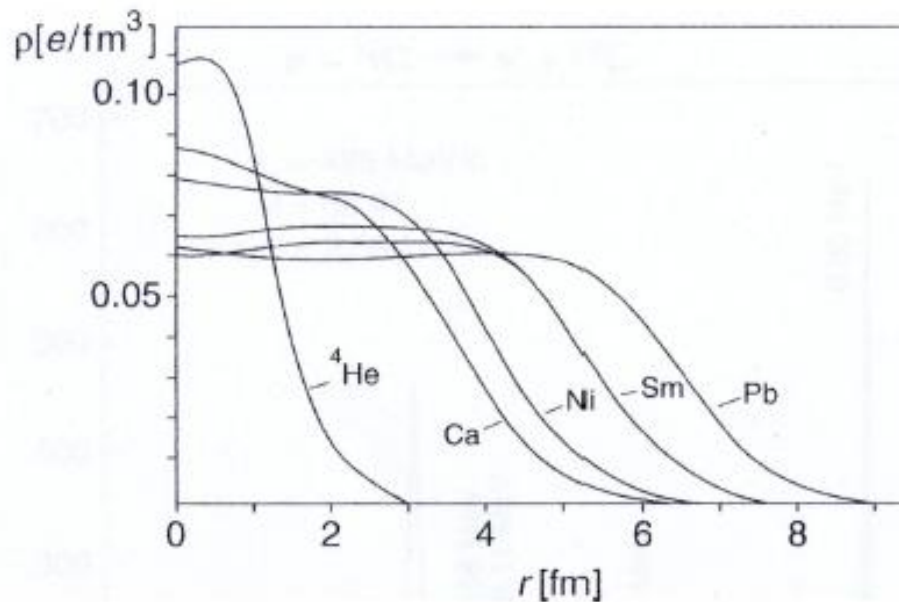


Fig-TP-4.5a

Ladungsverteilung in Kernen



Näherungsweise beschrieben durch Fermi-Funktion:

$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{1 + \exp((r - c)/a)}$$

Tatsächliche Ladungsverteilung ist komplexer, Dichte im Inneren nicht konstant (aufgrund der Schalenstruktur)