

The logo of RWTH Aachen University is a circular seal. It features a central shield with two figures, one holding a staff and the other a book. The shield is surrounded by a circular border containing the Latin motto 'BONUM M. R. V. H. I. A. S. I. T. A. M. R. V. H. I. A. S. I. T. A. M.' and the text 'RWTH AACHEN UNIVERSITY' around the perimeter.

Ionenstrahl- Analytik Seminar

PIXE - J. Meijer

RBS - A. Stephan

NRA - H.W. Becker

19. Juni 2000

Inhalt

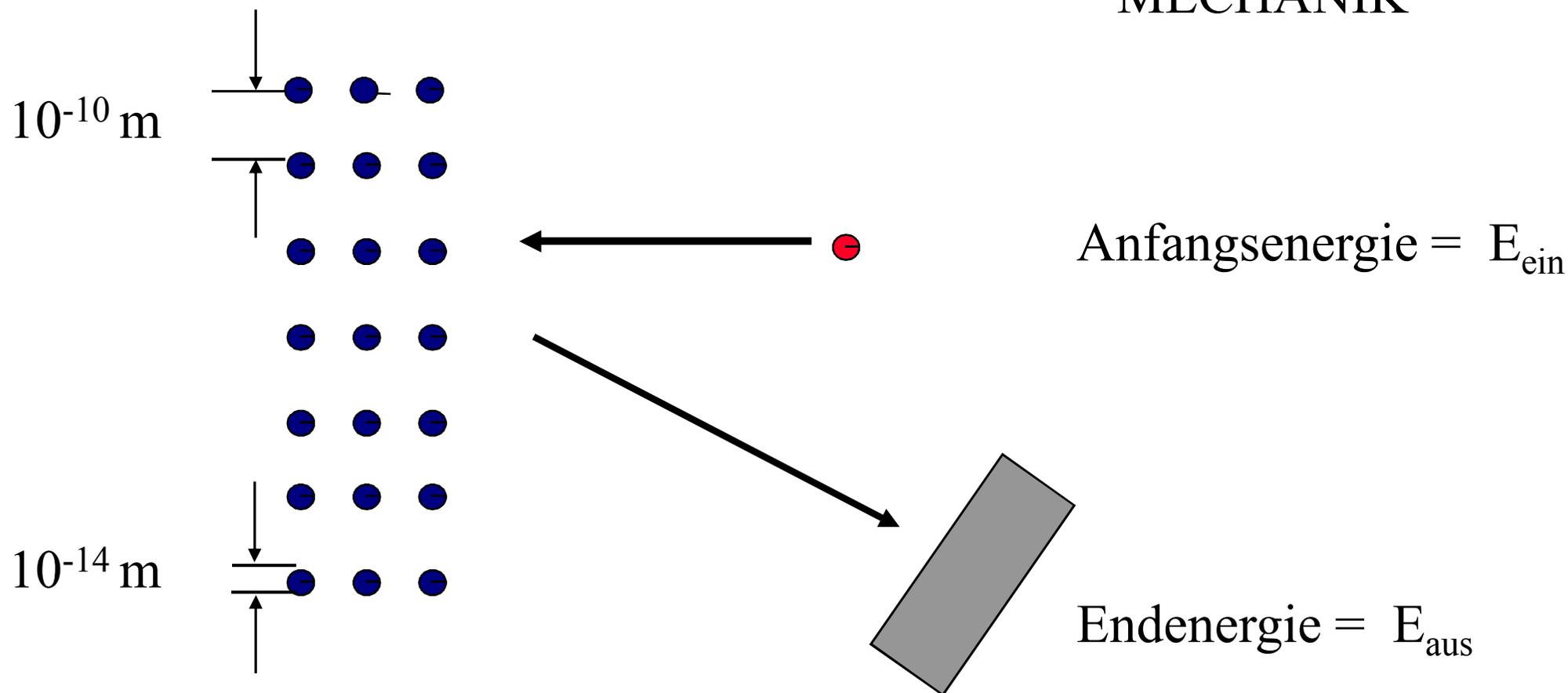
- ◆ Grundlagen des Rutherford Back Scattering (RBS)
- ◆ Experimentelle Beispiele
- ◆ Auswertung mittels Simulation

Teil 1

Grundlagen von Standard-RBS

“Leichtes” Ion ($M_{\text{ion}} < M_{\text{target}}$)

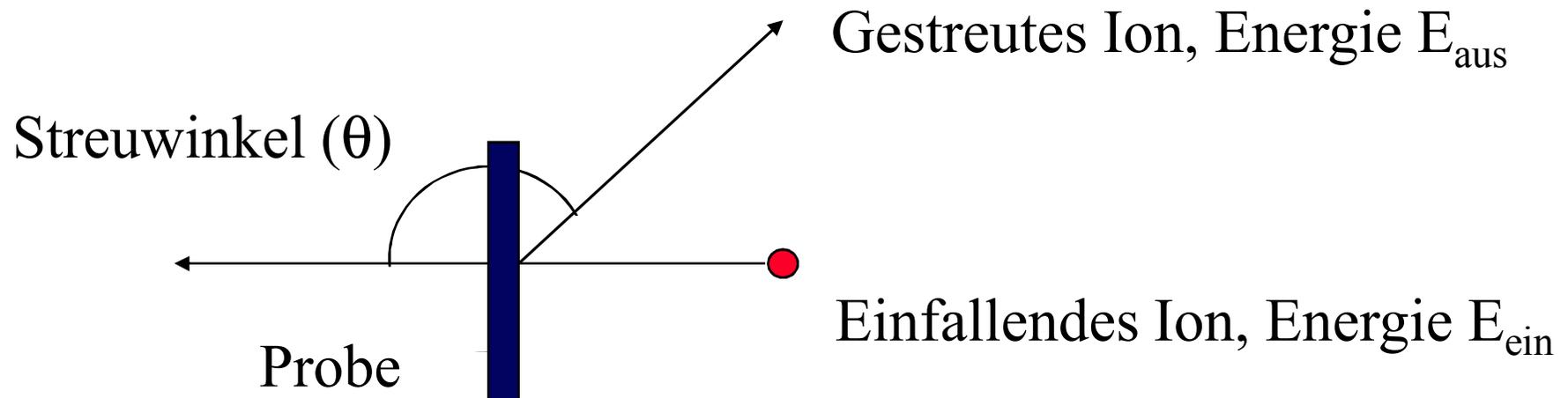
KLASSISCHE
MECHANIK



Für einen festen Streuwinkel θ

Streuung an der ersten Lage

$$E_{ein} = k E_{aus}$$



$$k = \left[\frac{\sqrt{M_{Probe}^2 - M_{Ion}^2 (\sin \theta)^2} + M_{Ion} \cos(\theta)}{M_{Ion} + M_{Probe}} \right]^2$$

Streuwahrscheinlichkeit

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \propto \left[\frac{Z_{Ion} Z_{Probe}}{E_{Ion}} \right]^2$$

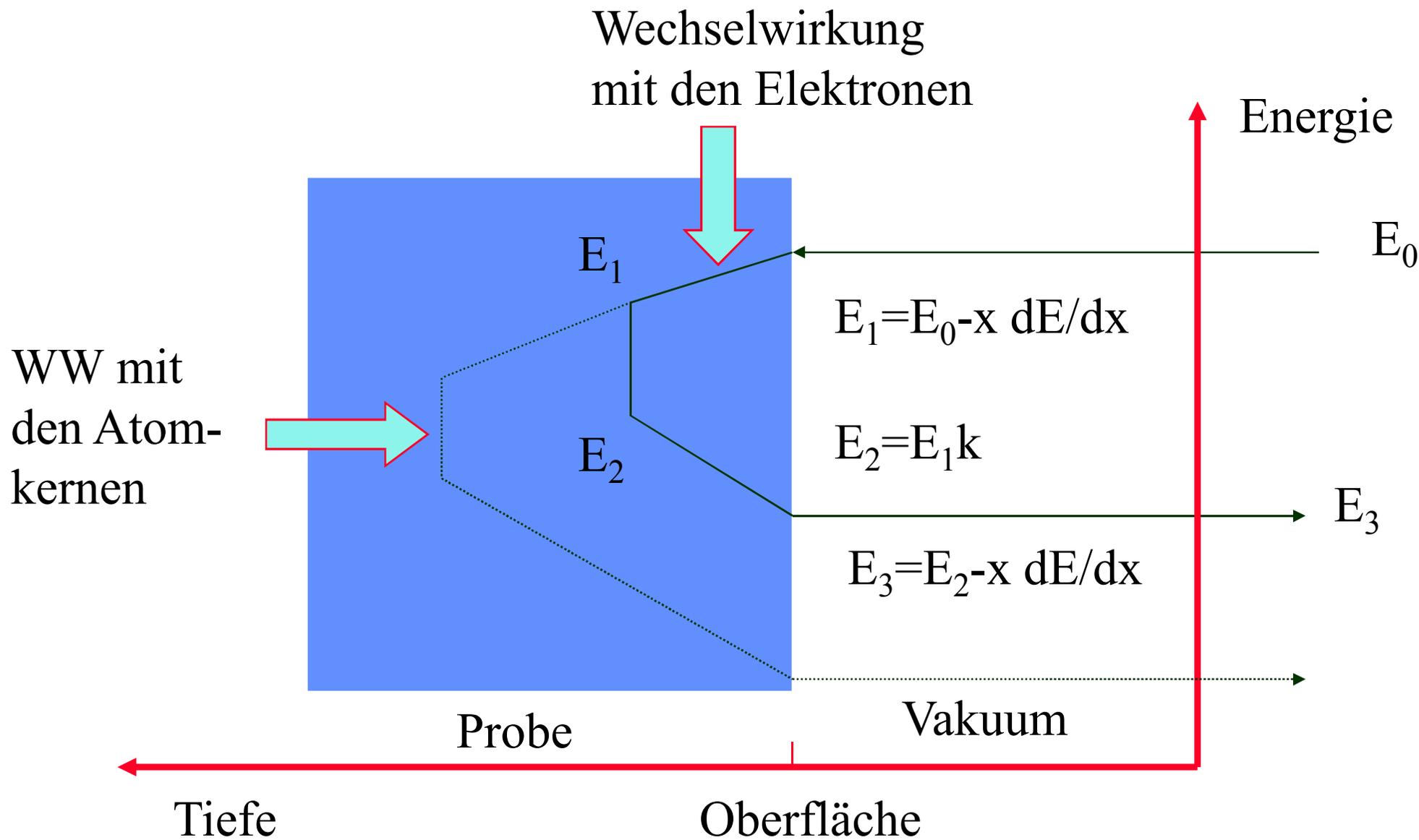
Bremsvermögen für Ionen

“Stopping Power“ = dE/dx

Hauptsächlich:

WW mit den Elektronen in der Probe

Elektronischer und Nuklearer Beitrag zur Streuung



Die Ausbeute einer unendlich dünnen Schicht

$$Y \propto \frac{d\sigma}{d\Omega} \Omega Q N$$

Y = Anzahl der detektierbaren Ereignisse

$d\sigma/d\Omega$ = Streuwahrscheinlichkeit (Wirkungsquerschnitt)

Ω = Raumwinkel des Detektors

Q = Anzahl der Ionen, die auf die Schicht treffen

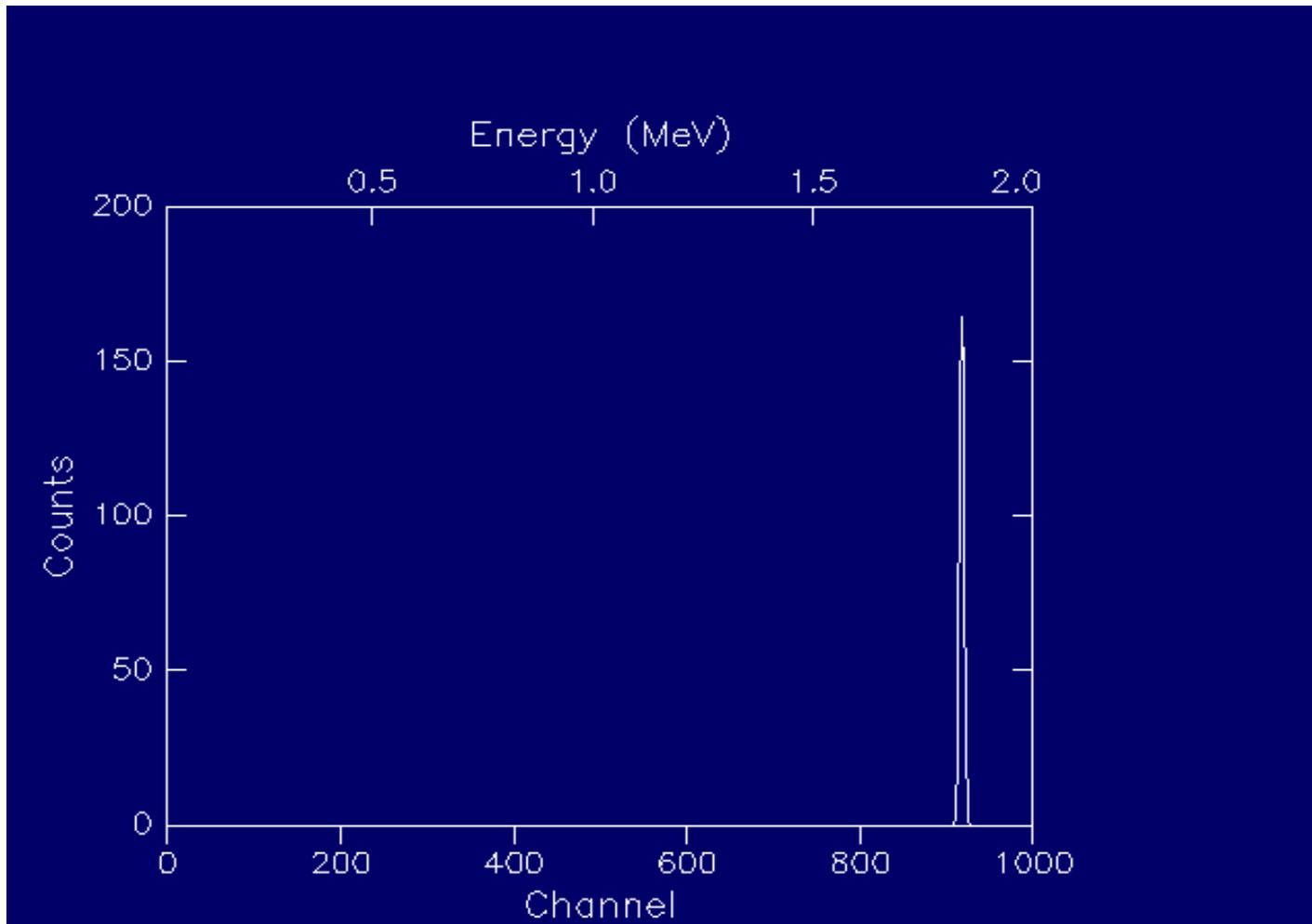
N = Anzahl der (Atome / Fläche) in der Schicht

Teil 2

Experimentelle Beispiele

Freistehende Monolage W

Energie des einfallenden He^+ : 2.00 MeV



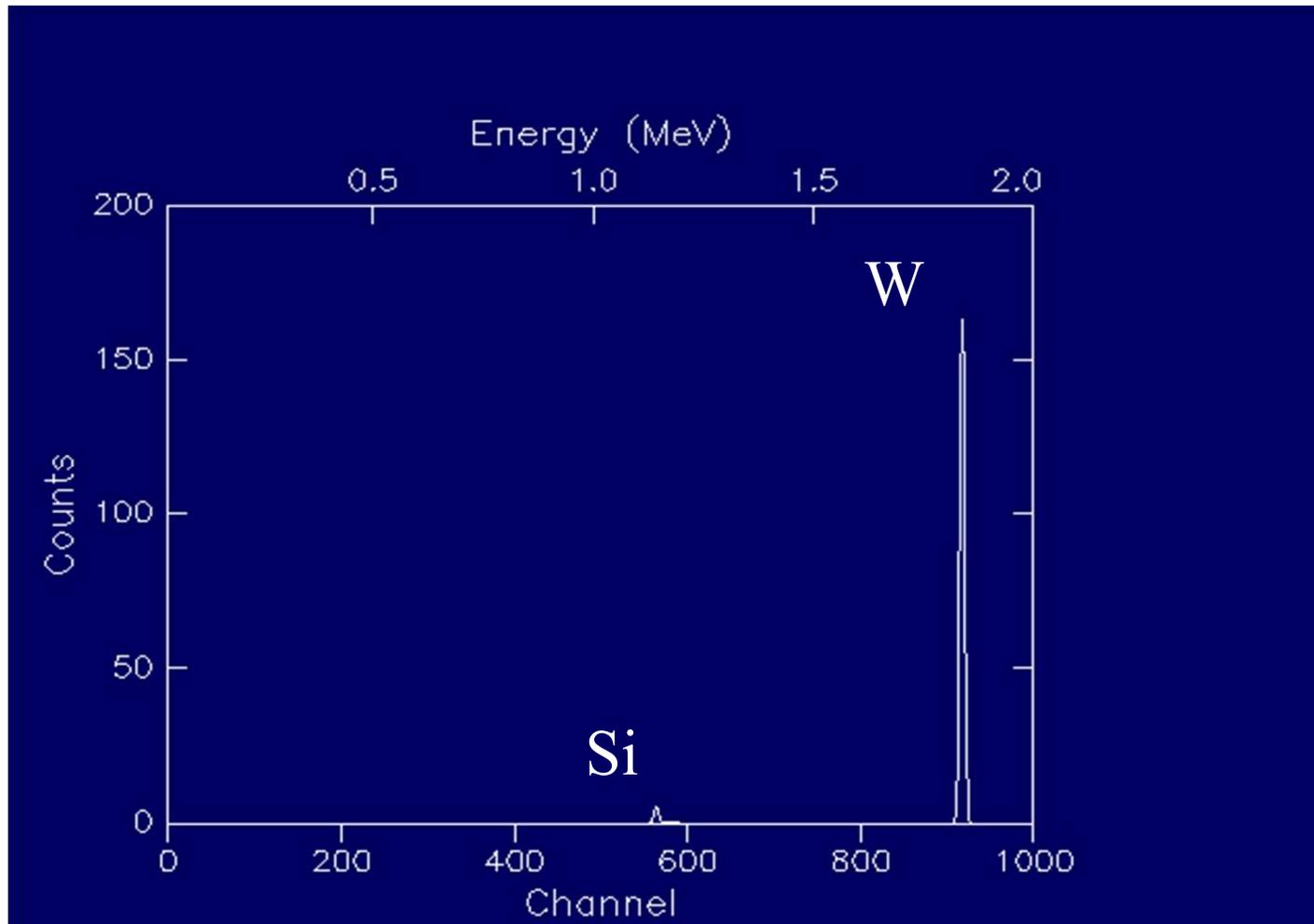
$$W = 10^{15} \text{ Atome/cm}^2$$

$$\text{Dosis} = 10 \mu\text{C}$$

$$\approx 6 \cdot 10^{13} \text{ Teilchen}$$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \propto \left[\frac{Z_{\text{Ion}} Z_{\text{Probe}}}{E_{\text{Ion}}} \right]^2$$

Freistehende ML, W & Si



Si und W =
 10^{15} Atome/cm²

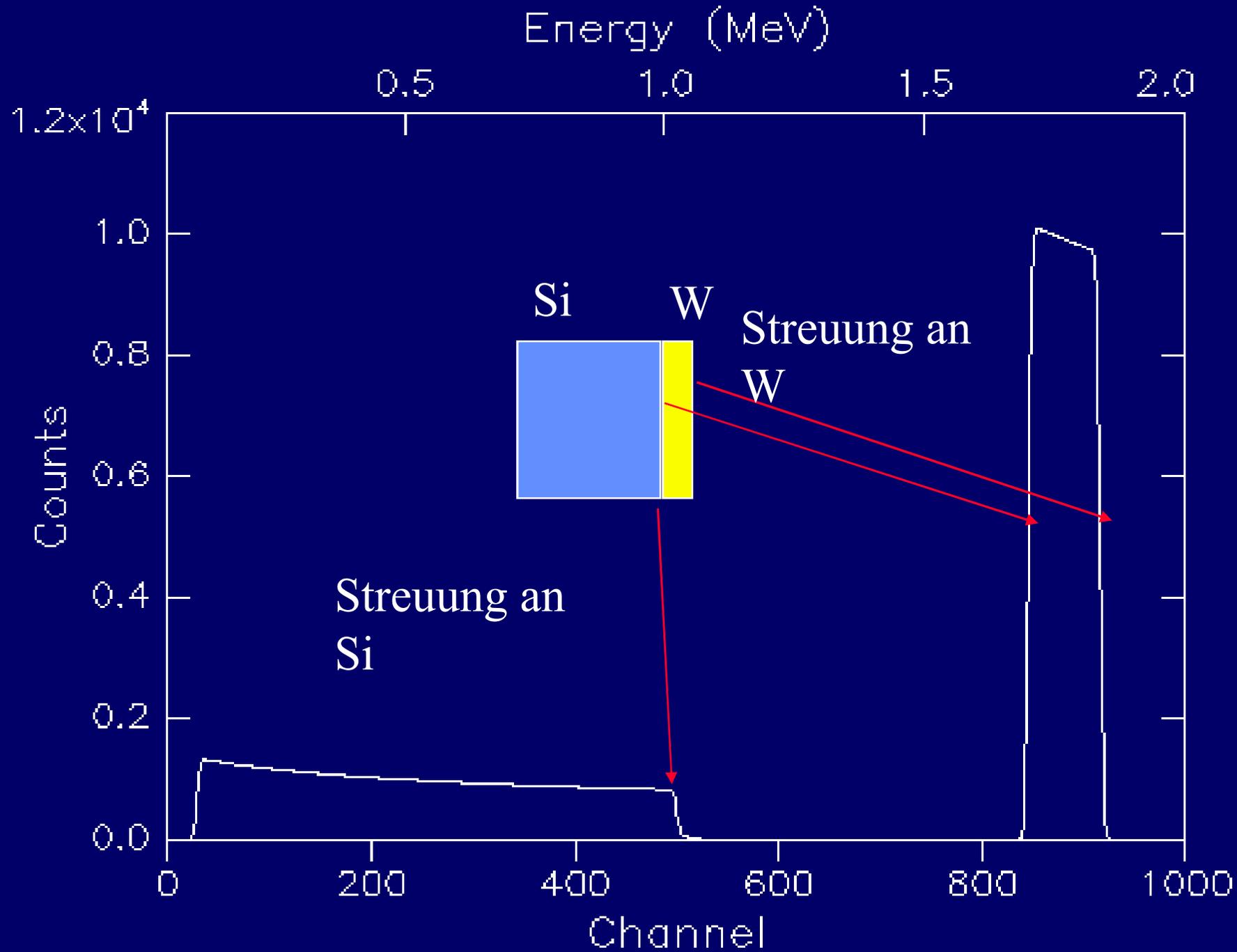
$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \propto \left[\frac{Z_{Ion} Z_{Probe}}{E_{Ion}} \right]^2$$

$$Z_{Si} = 14$$

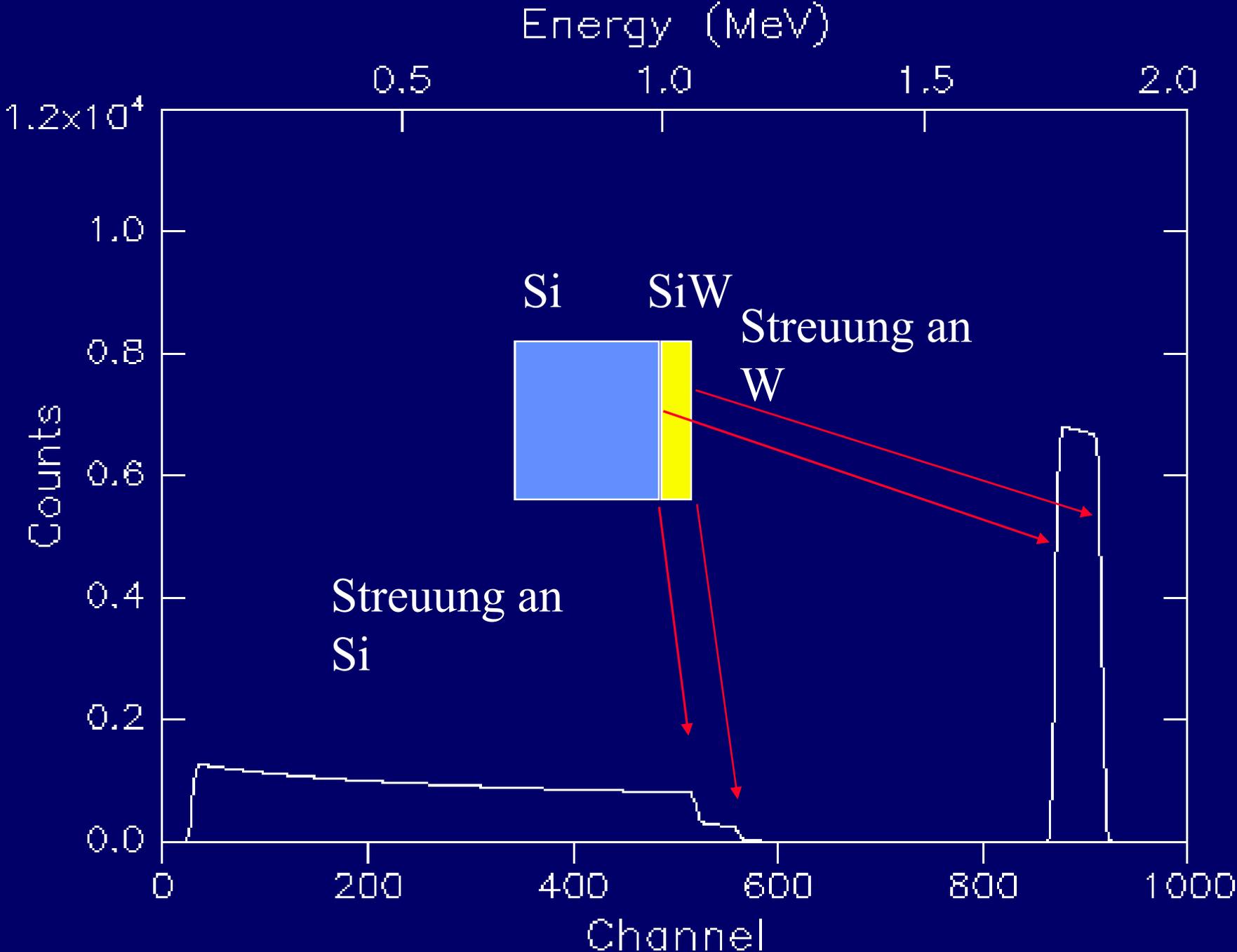
$$Z_W = 74$$

$$\frac{Y_{Si}}{Y_W} = \left(\frac{14}{74} \right)^2 = 0.03$$

Streuung an einem 100 nm W Film auf Si Substrat

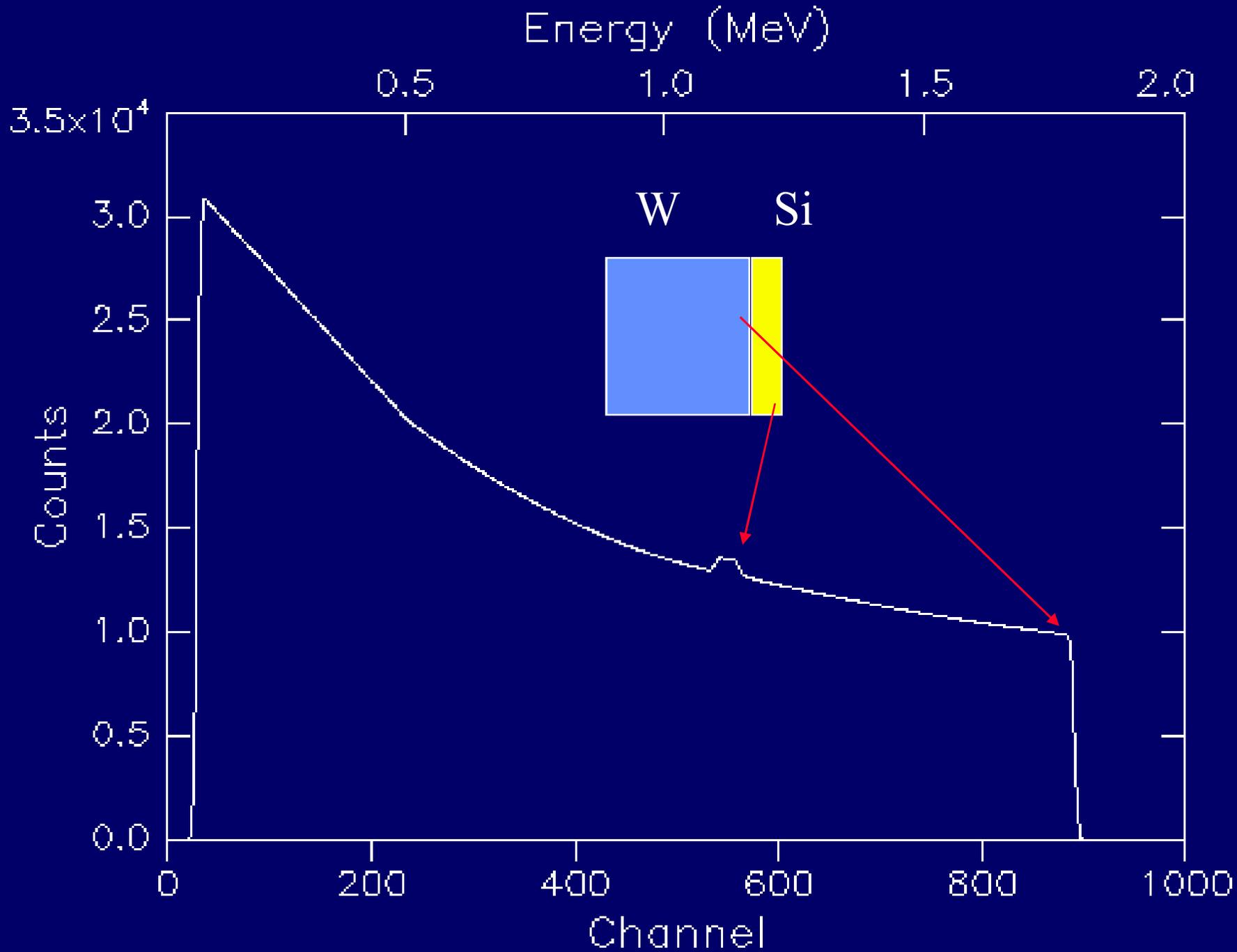


Streuung an einem 100 nm SiW Film auf Si Substrat



E=2.0 MeV
 $\theta=160^\circ$
Q=10 μ C

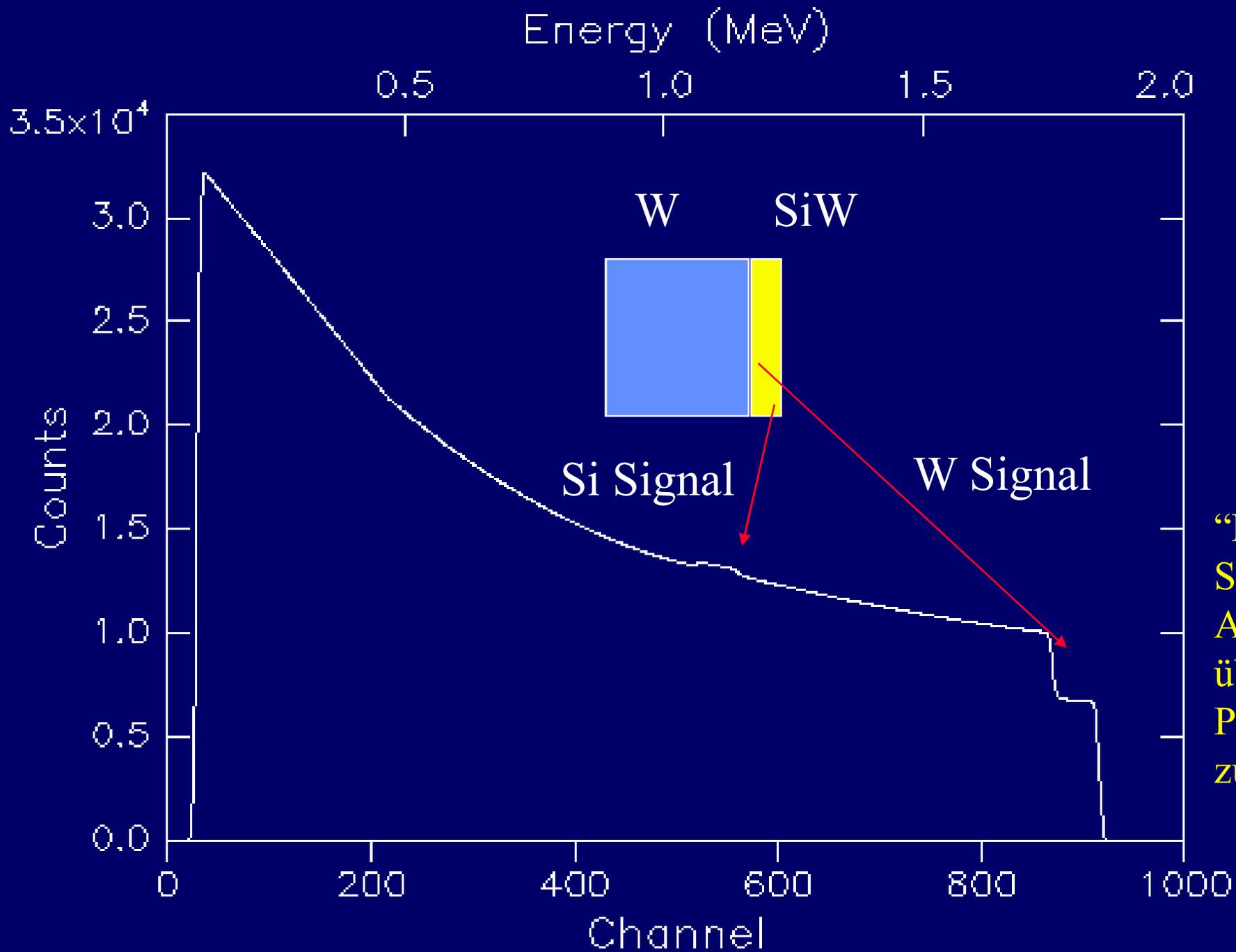
Streuung an einem 100 nm Si Film auf W Substrat



E=2.0 MeV

 $\theta=160^\circ$ Q=10 μC

Streuung an einem 100 nm SiW Film auf W Substrat

 $E=2.0$ MeV $\theta=160^\circ$ $Q=10$ μC

“Fehlendes”
Signal gibt
Aufschluß
über die
Proben-
zusammensetzung

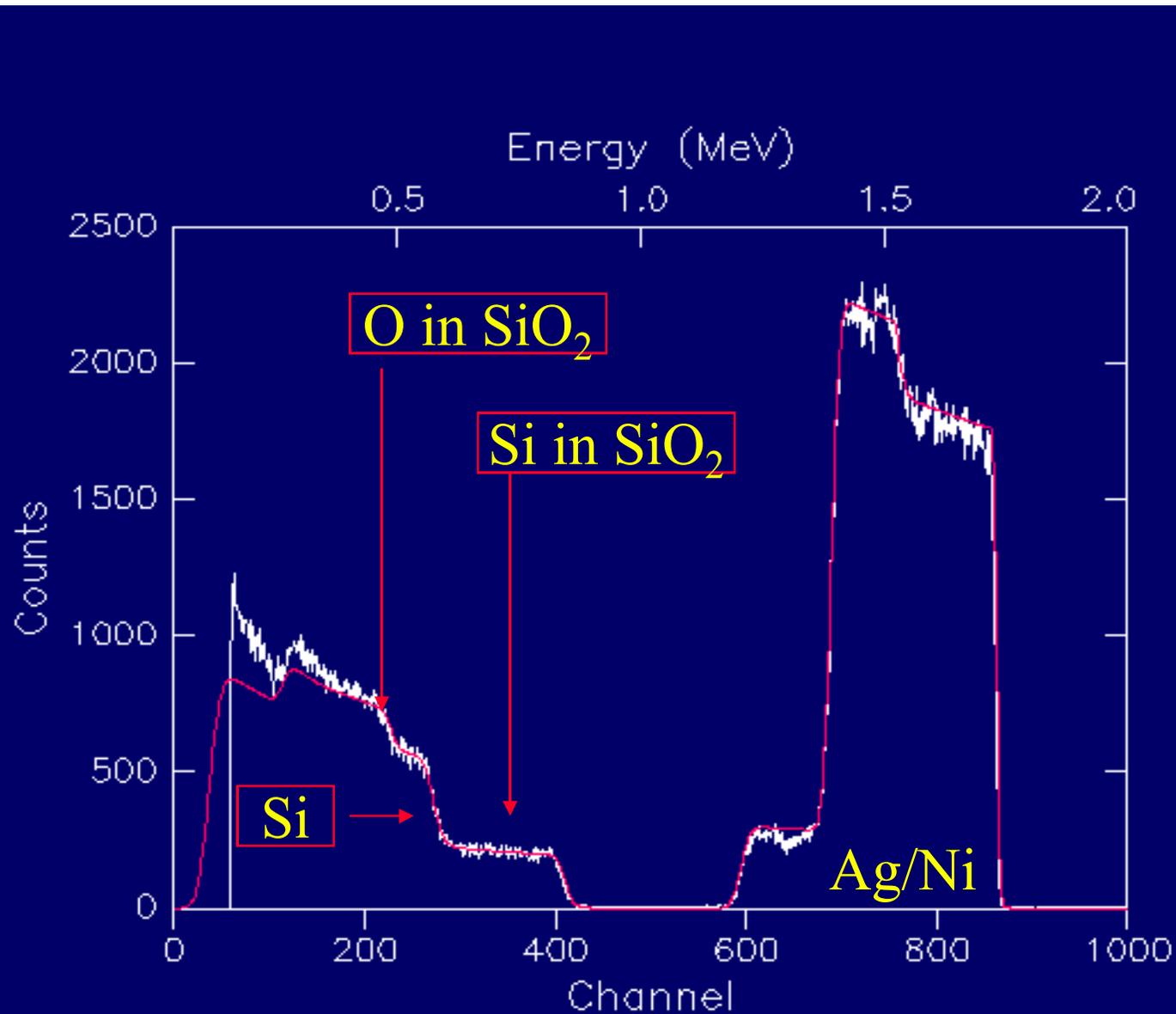
Teil 3

Auswerteverfahren

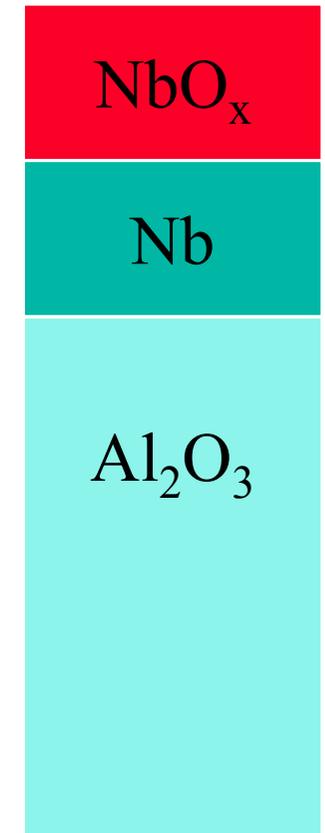
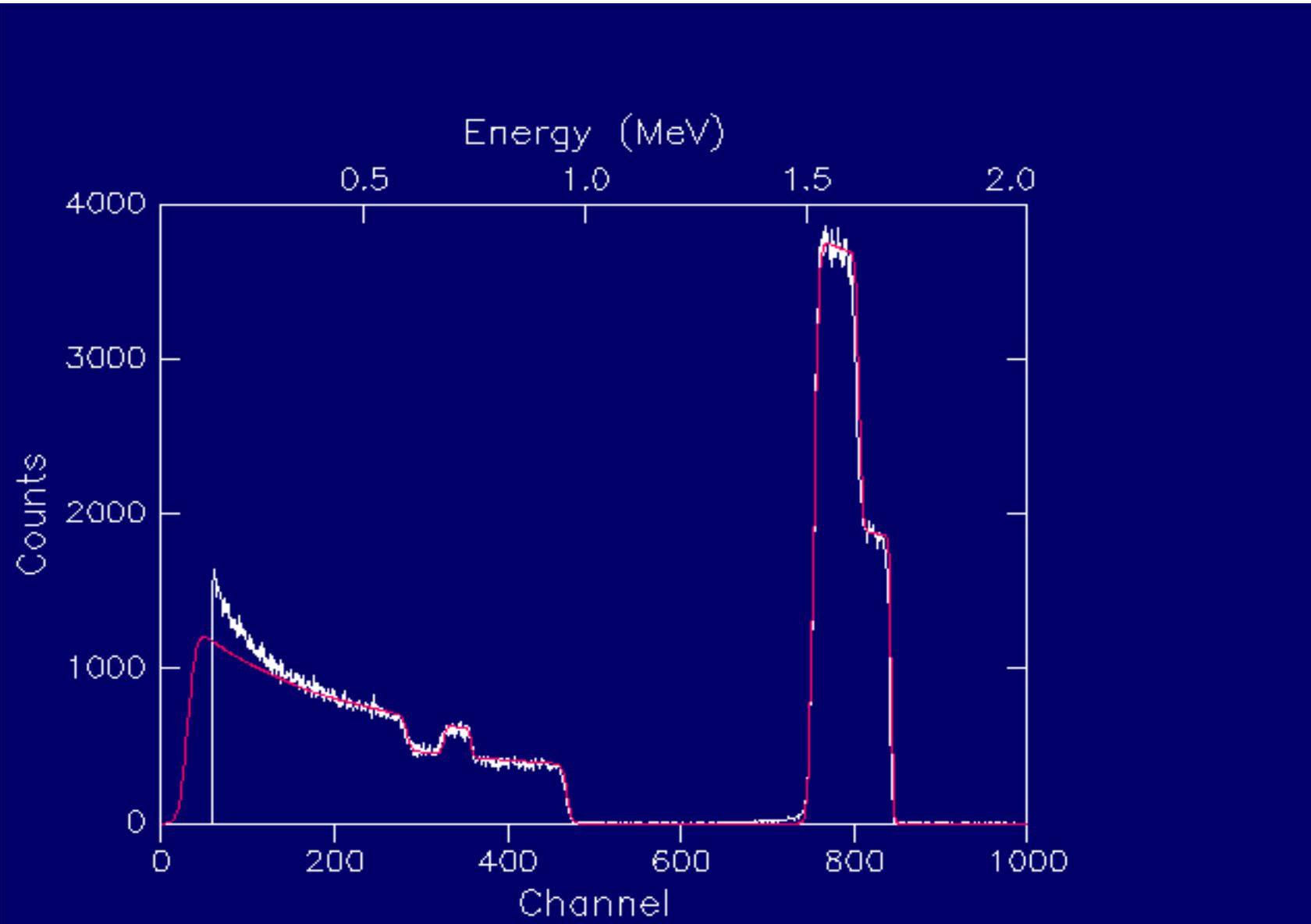
Simulations Programme

- ◆ Genauigkeit der benutzten Stopping Power Daten ist typisch 5 % !
- ◆ Wir verwenden RBX
- ◆ folgende Beispiele sind von RUMP

RUMP Analyse von Ag/Ni Multilagen auf SiO_x/Si



RUMP - NbO_x/Nb auf Al₂O₃



Mit RBS erhält man:

- ◆ Die Anzahl der Atome/Fläche (Dicke)
- ◆ Die Zusammensetzung
- ◆ Variationen der Zusammensetzung
- ◆ Dickenvariationen

RBS ist Ideal zur Analyse von Materialien mit großem Z auf Substraten mit niedrigem Z

Was man mit RBS NICHT erhält:

- ◆ Die Dicke in nm
- ◆ Morphologie
- ◆ Strukturinformationen
- ◆ Den Anteil leichter Elemente wie z.B. H!

Durch die Kombination von RBS und XRD Analyse
kann man die Dichte bestimmen !!

Typische Eckdaten

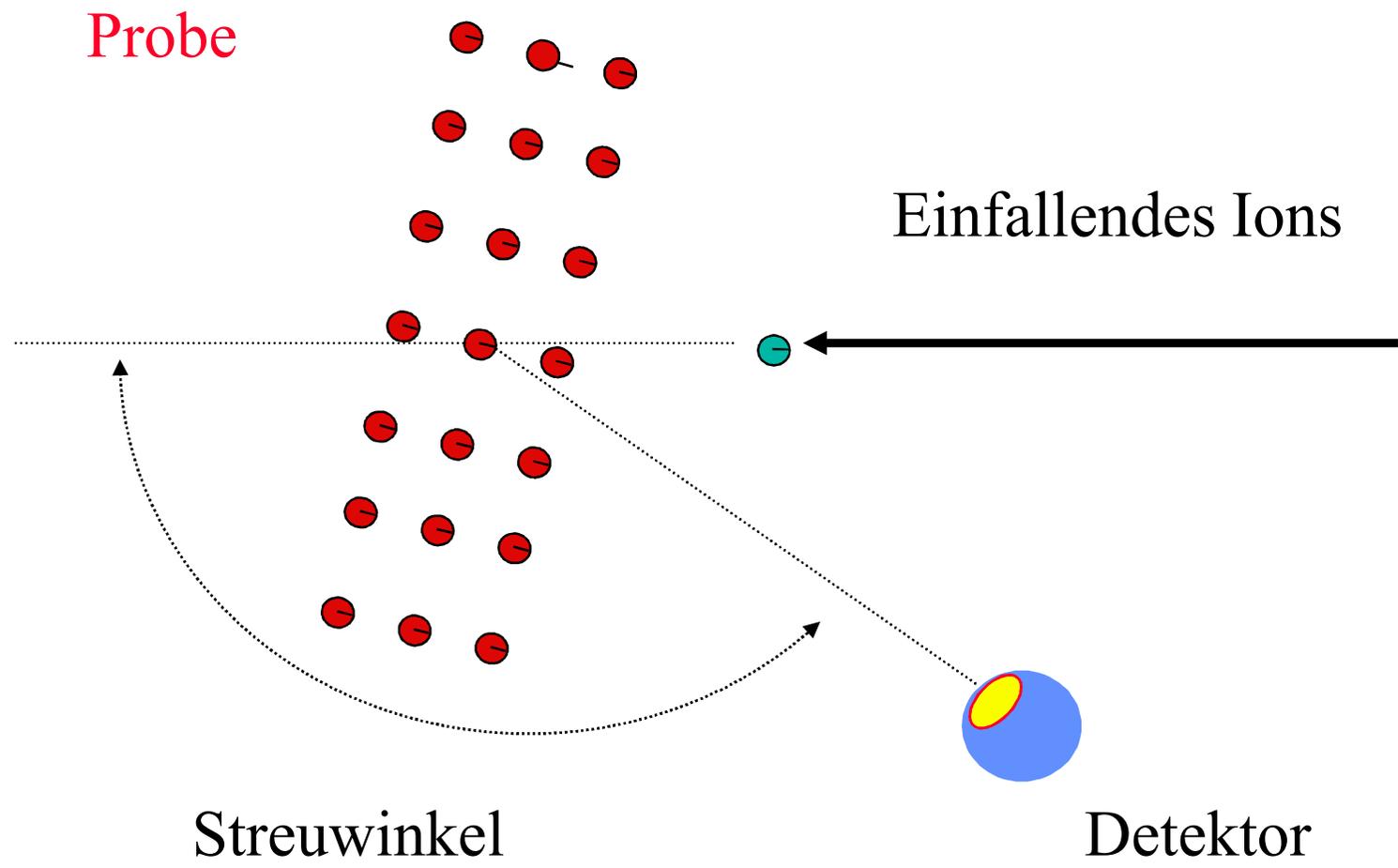
- ◆ Tiefenauflösung: 2-10 nm
- ◆ Relative Genauigkeit: besser 1 Atom⁰%
- ◆ Absolute Genauigkeit: bestenfalls 1 Atom %
- ◆ Durchsatz: 1 Probe / 15 Minuten

Teil 4

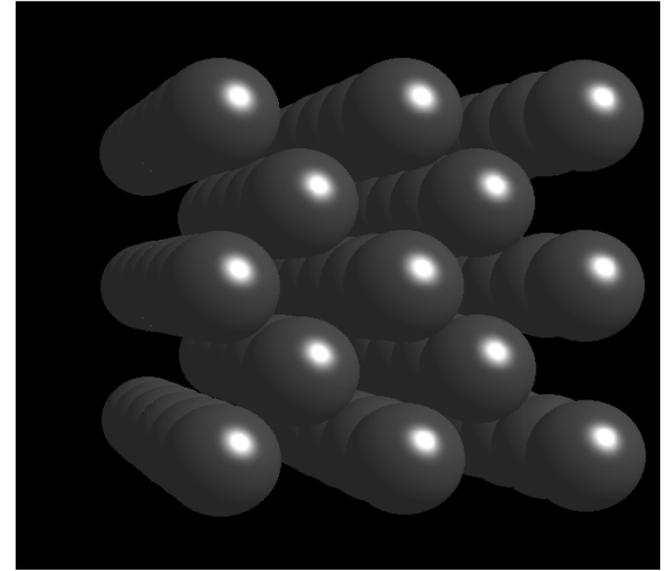
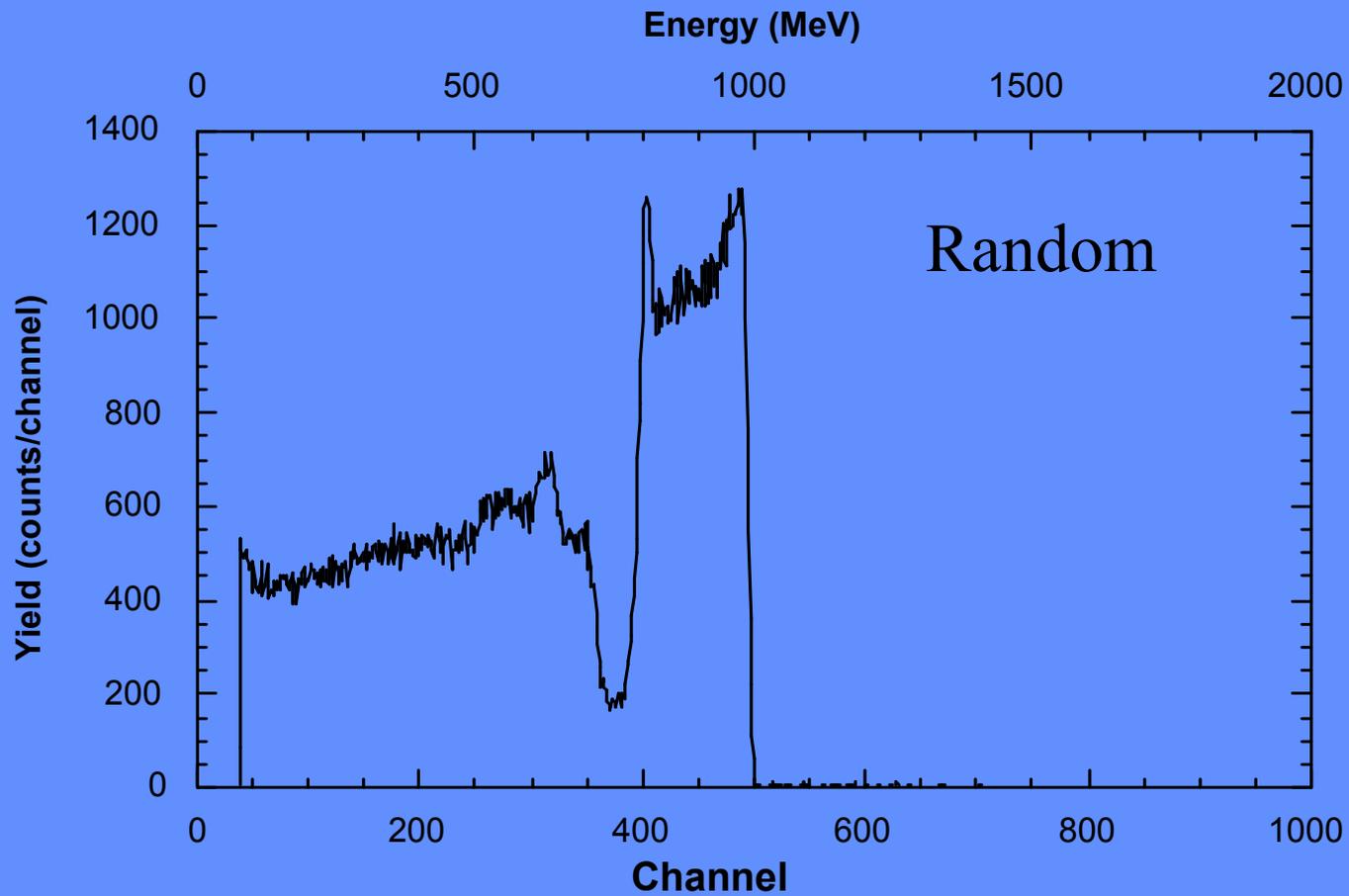
Channeling

Was ist Channeling?

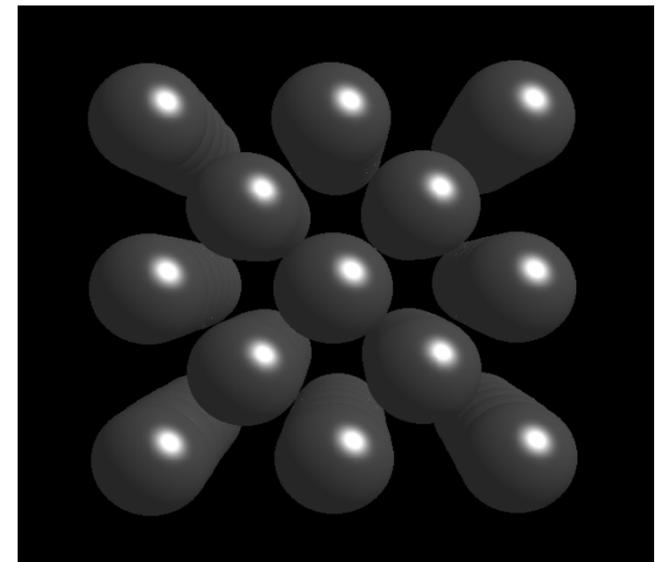
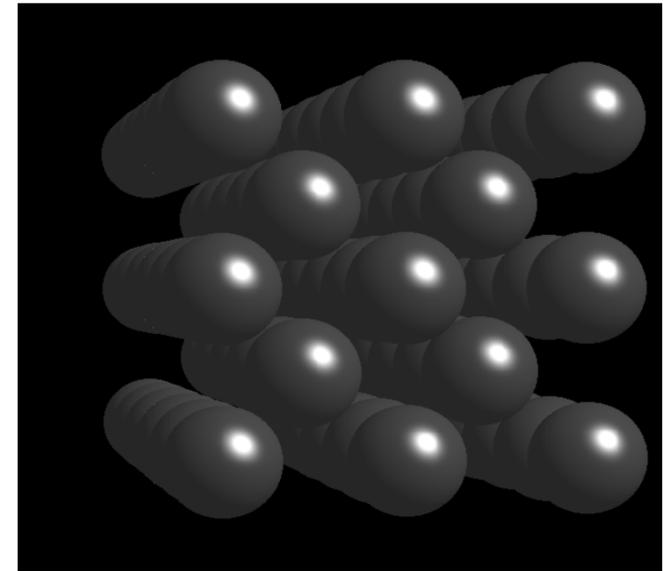
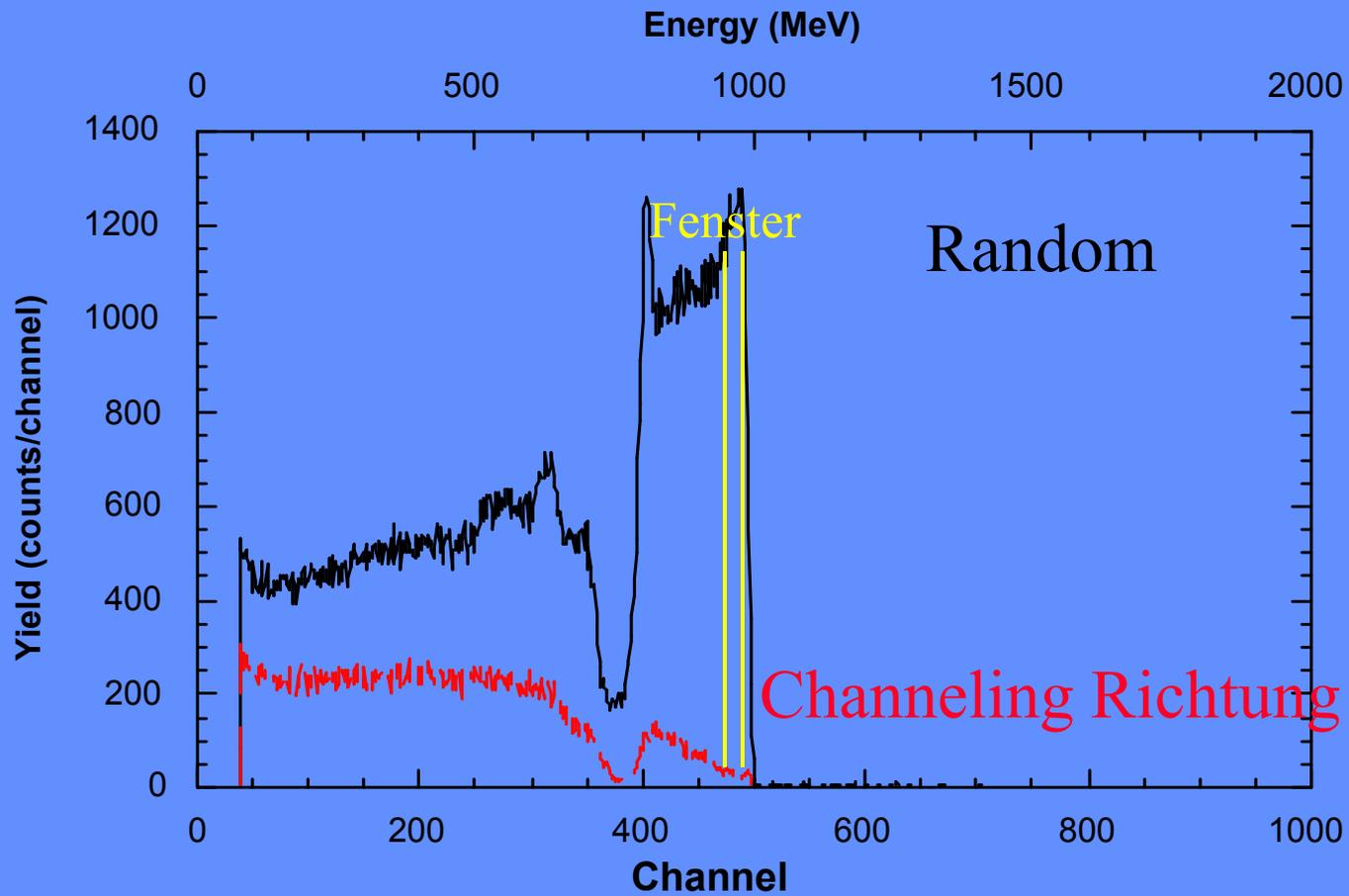




Protonen Sprektrum

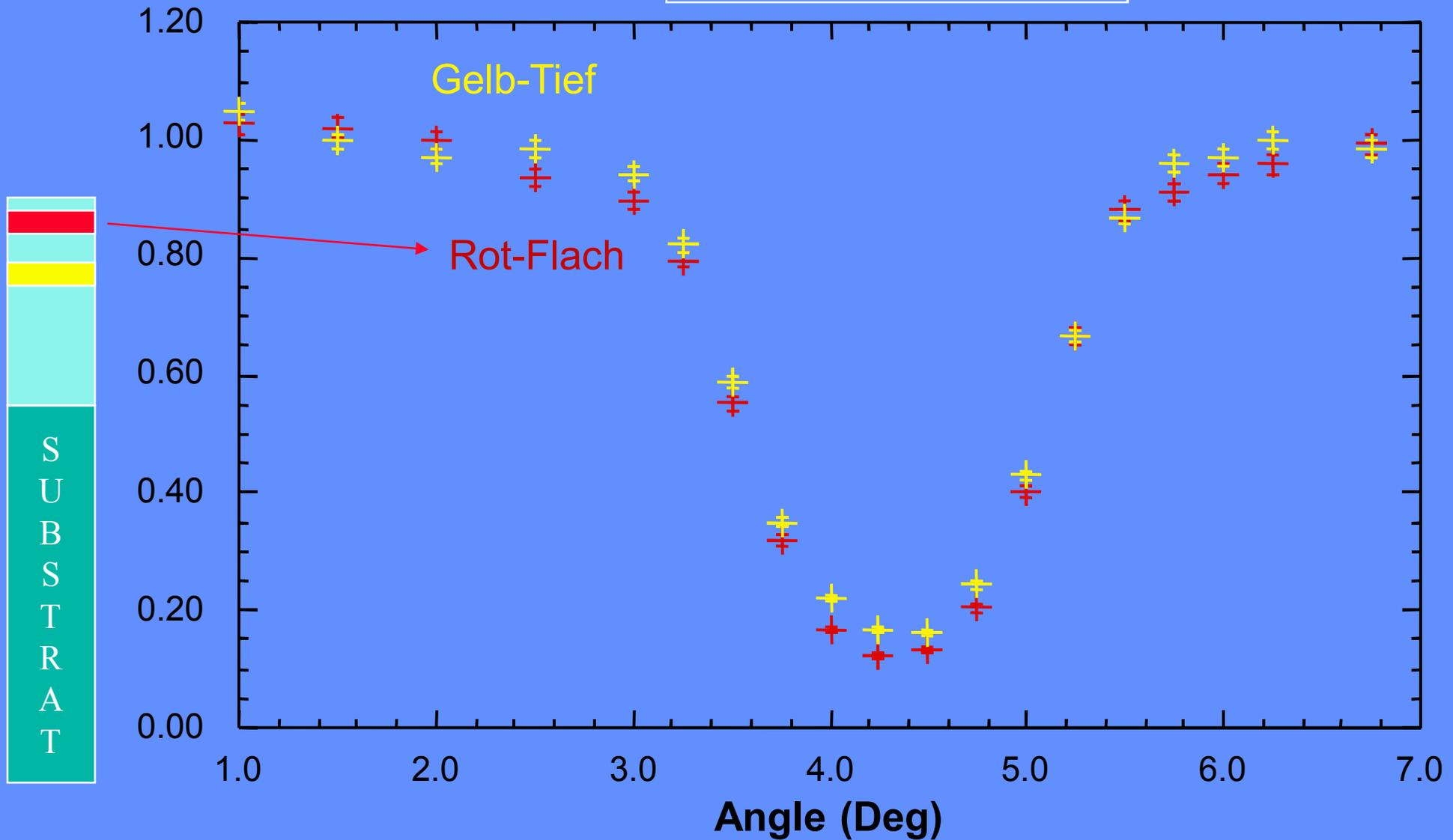


Vergleich

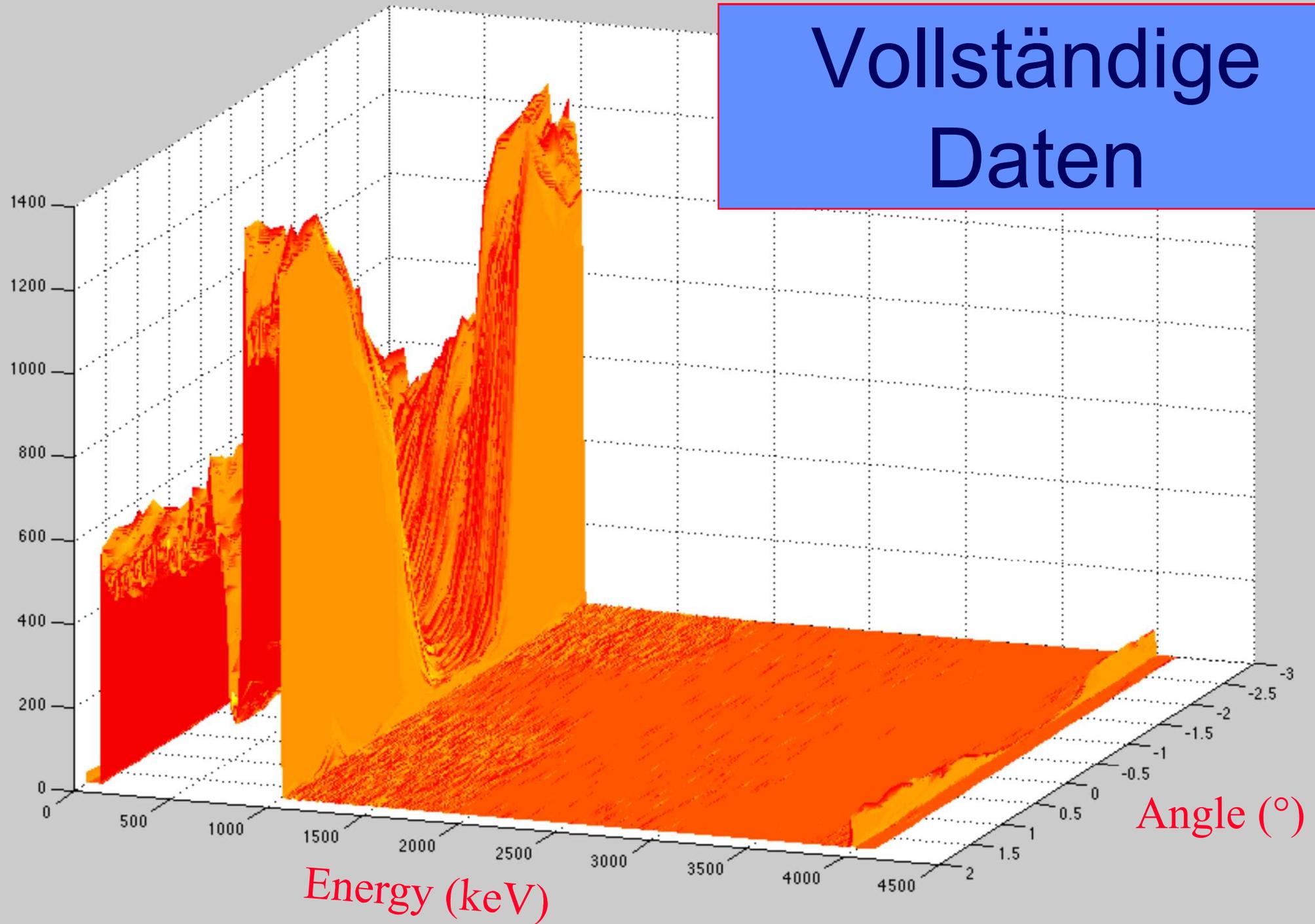


Channeling Winkel

Kanal Bereich



Vollständige Daten



The End