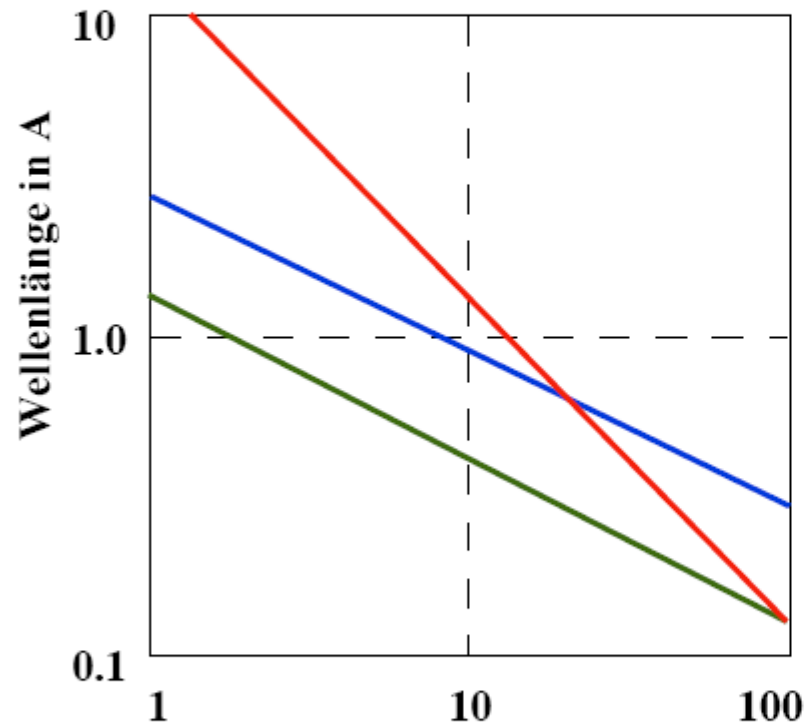


3. Beugung am Kristall

3.1 Beugung mit Photonen, Neutronen, Elektronen

Analyse von Kristallstrukturen durch die Beugung von:
Photonen, Neutronen und Elektronen



Photonenenergie in keV
Neutronenenergie in 0,01 eV
Elektronenenergie in 100 eV

Voraussetzung:
Wellenlänge \approx Gitterabstand

Röntgenstrahlung:

$$E = hc/\lambda: \quad \lambda(\text{Å}) = 12,4/E(\text{eV})$$

Neutronen*:

$$E = h^2/2M_n\lambda^2: \quad \lambda(\text{Å}) = 0,28/[E(\text{eV})]^{1/2}$$

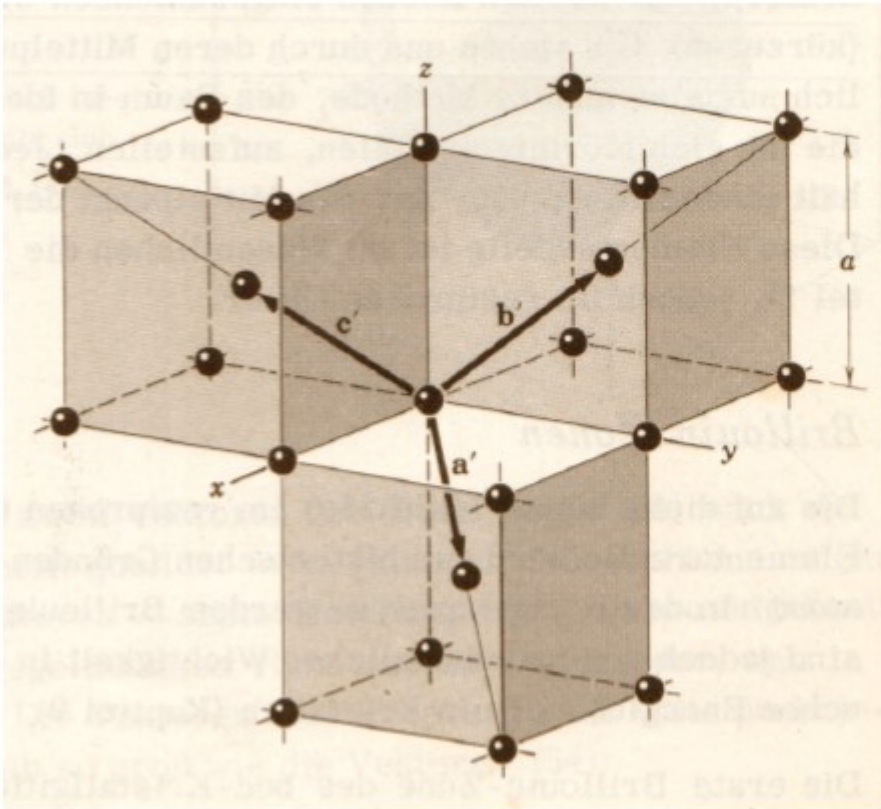
Elektronen*:

$$E = h^2/2m_e\lambda^2: \quad \lambda(\text{Å}) = 12 [E(\text{eV})]^{1/2}$$

*de Broglie - Beziehung

$$E = p^2/2M; \quad \lambda = h/p$$

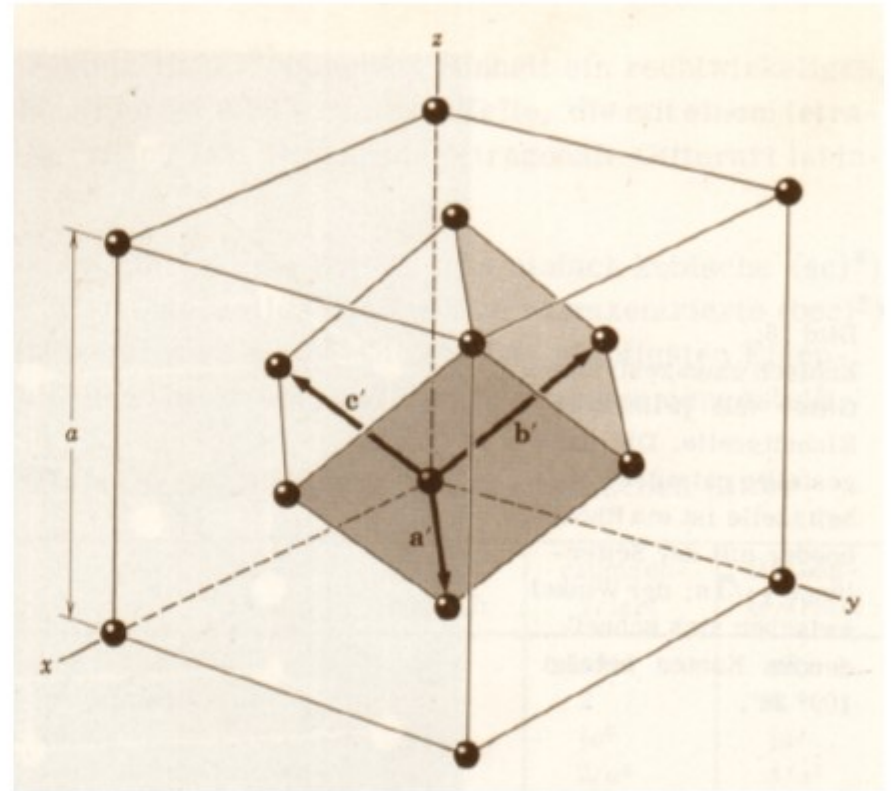
Reziprokes krz-Gitter



$$\begin{aligned} \mathbf{a}' &= (a/2) (\mathbf{x}' + \mathbf{y}' - \mathbf{z}') \\ \mathbf{b}' &= (a/2) (-\mathbf{x}' + \mathbf{y}' + \mathbf{z}') \\ \mathbf{c}' &= (a/2) (\mathbf{x}' - \mathbf{y}' + \mathbf{z}') \end{aligned}$$

$$V = 1/2 a^3$$

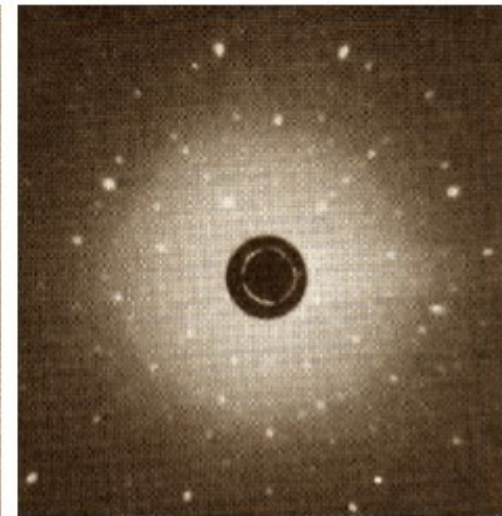
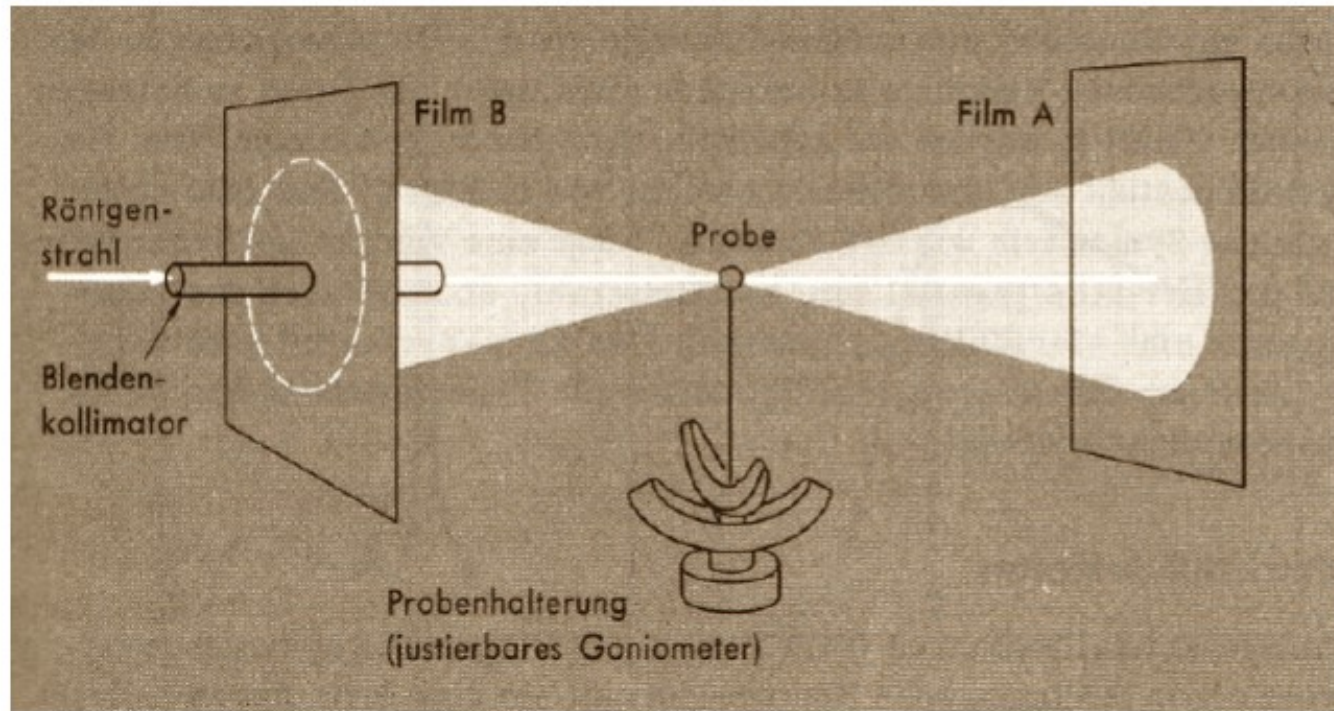
Reales kfz-Gitter



$$\begin{aligned} \mathbf{A}' &= (2\pi/a) (\mathbf{x}' + \mathbf{y}') \\ \mathbf{B}' &= (2\pi/a) (\mathbf{y}' + \mathbf{z}') \\ \mathbf{C}' &= (2\pi/a) (\mathbf{x}' + \mathbf{z}') \end{aligned}$$

Das kfz-Gitter ist das reziproke Gitter des krz-Gitters

Laue-Verfahren zur Einkristallorientierung

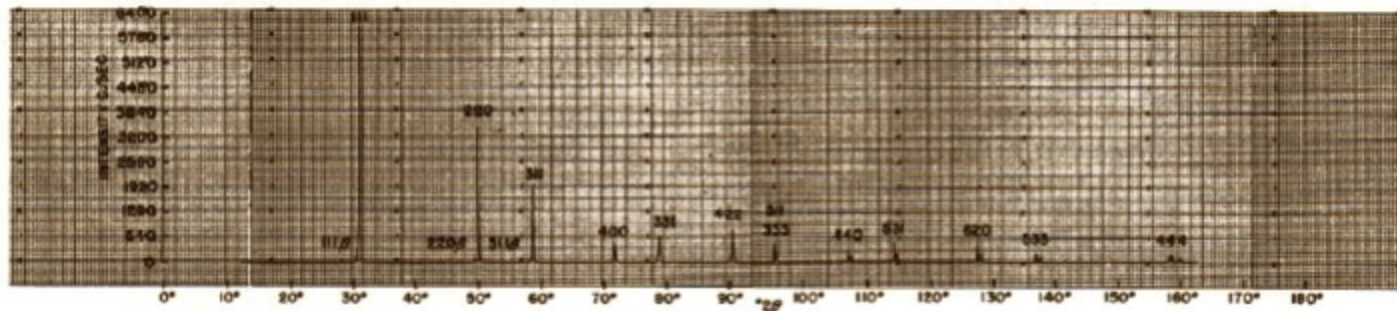
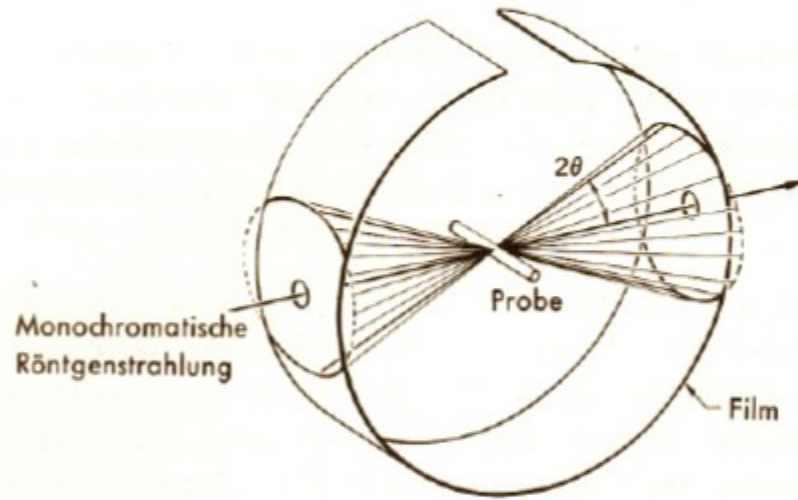
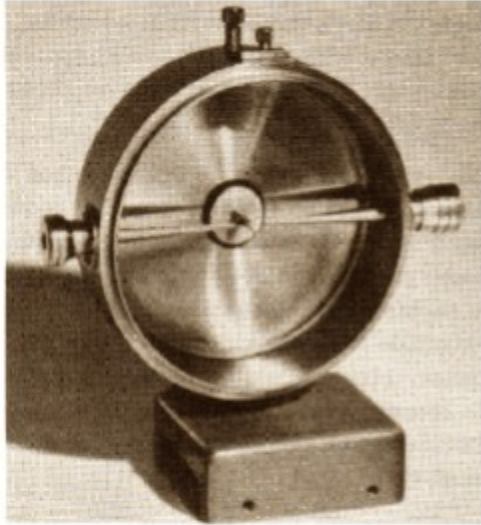


Laue Diagramm eines Si-Einkristalls in 100-Orientierung, 4-zählige Symmetrie

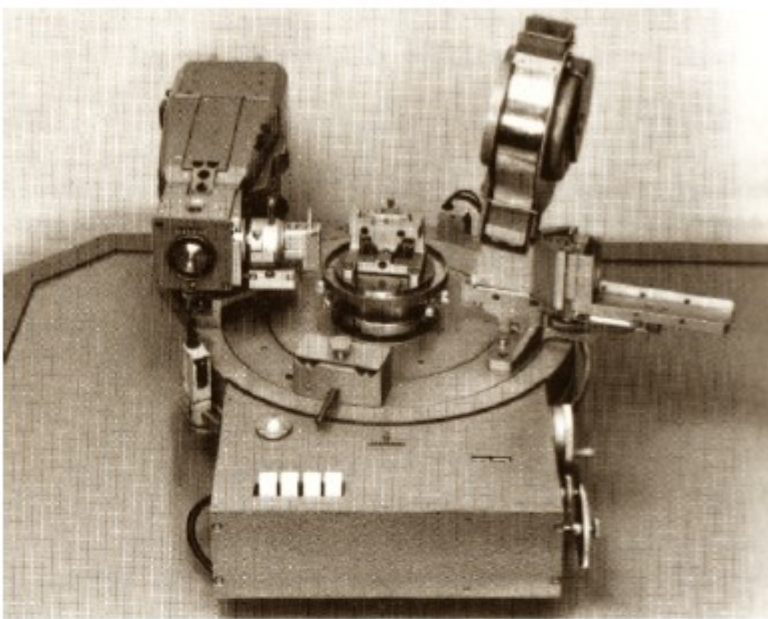
Weisses Röntgenlicht trifft auf einen Einkristall. Der einfallende Strahl wird in Vorwärts- und Rückwärtsstreuung gestreut und auf zwei Planfilmen registriert. Die Orientierung des Einkristalls kann mit einem Goniometer-Kopf einjustiert werden.

Debye-Scherrer Verfahren

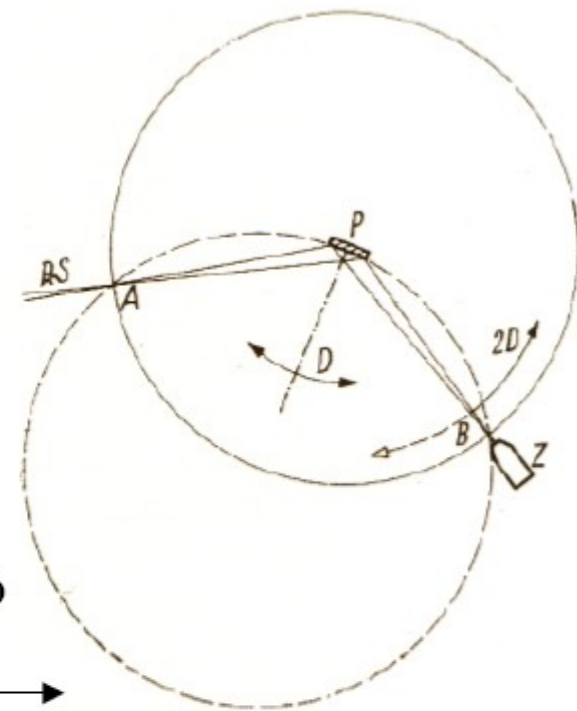
Pulver-Verfahren, polykristalline Proben



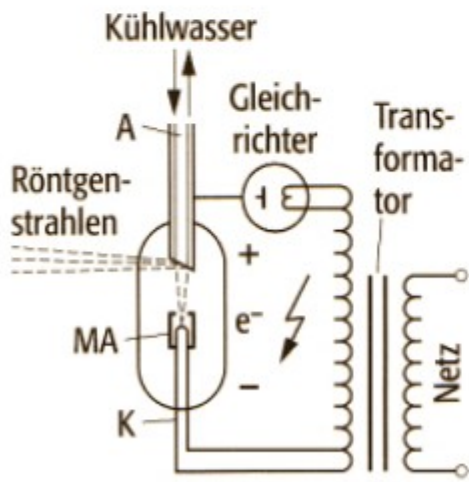
Röntgen-Goniometer



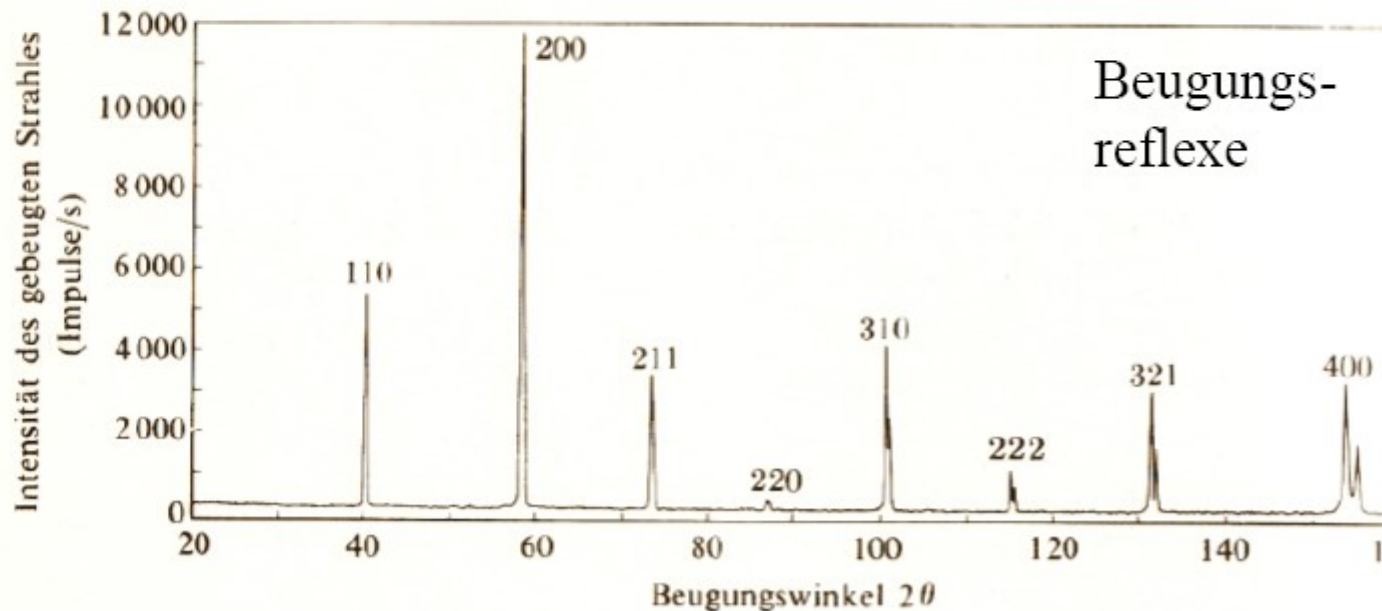
Siemens
Horizontal
Goniometer



Bragg-Brentano
Fokussierung

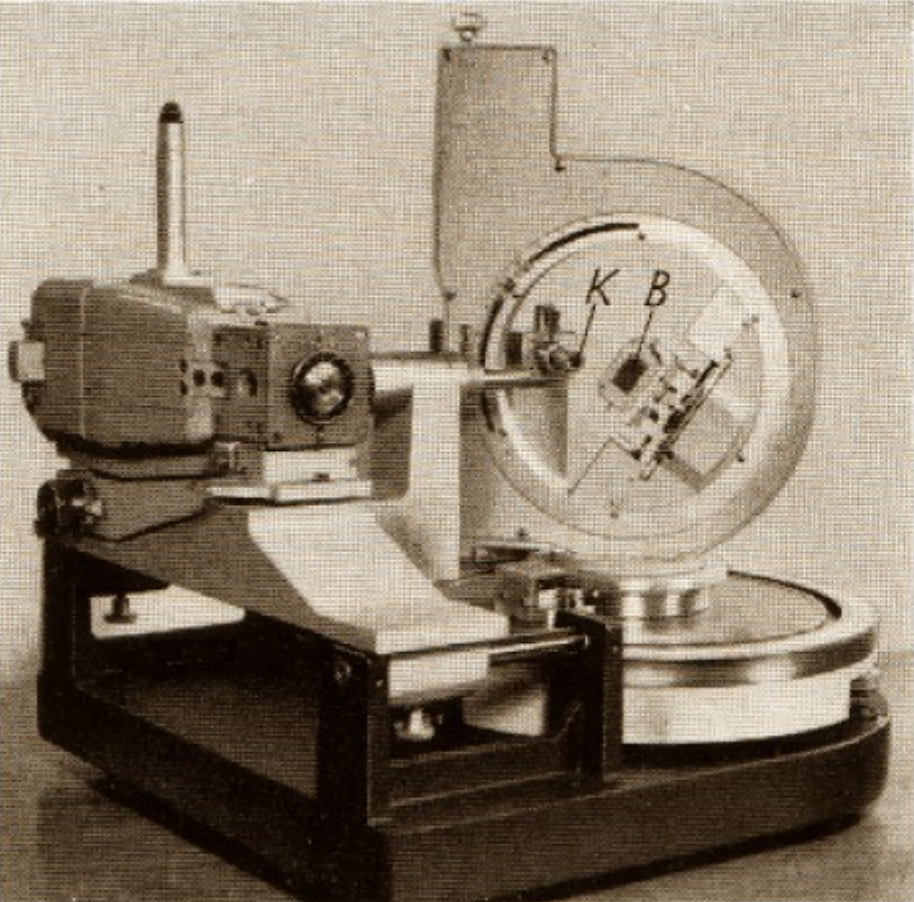


Röntgen-Röhre



Beugungs-
reflexe

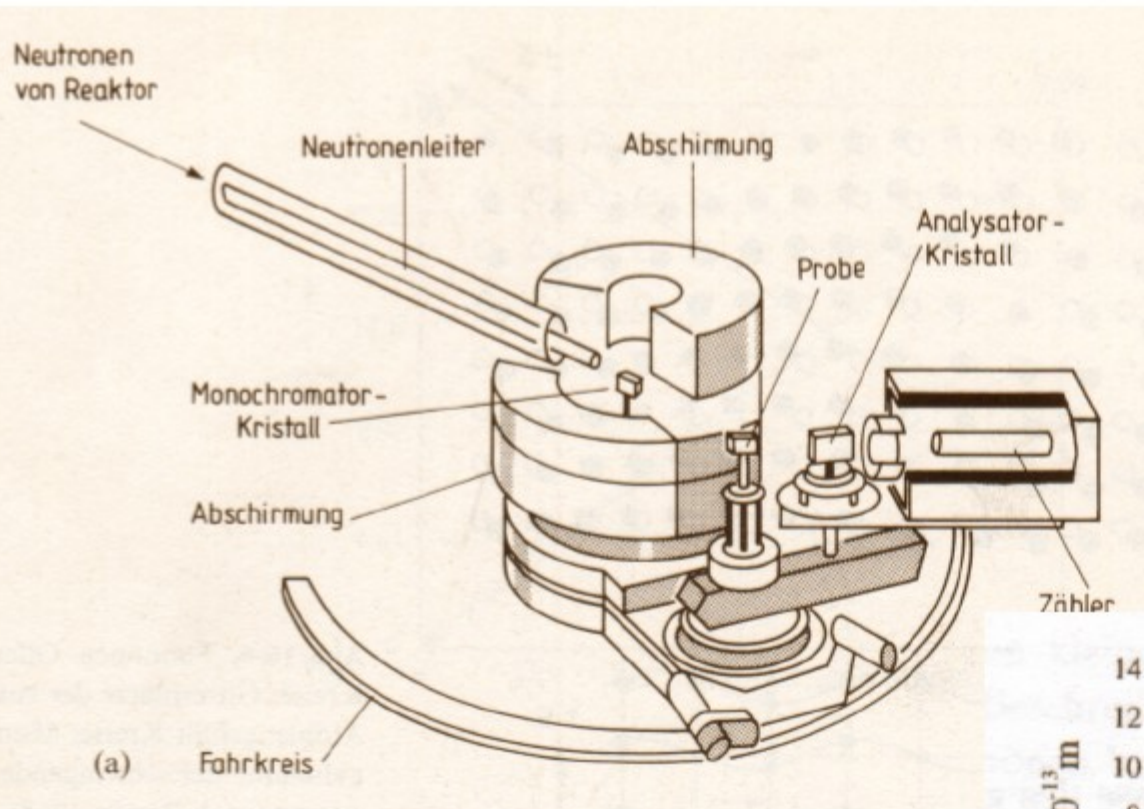
Textur-Goniometer (nach Lücke)
 und Beugungsaufnahmen an
 Gefügestrukturen unterschiedlicher
 Körnung und Textur



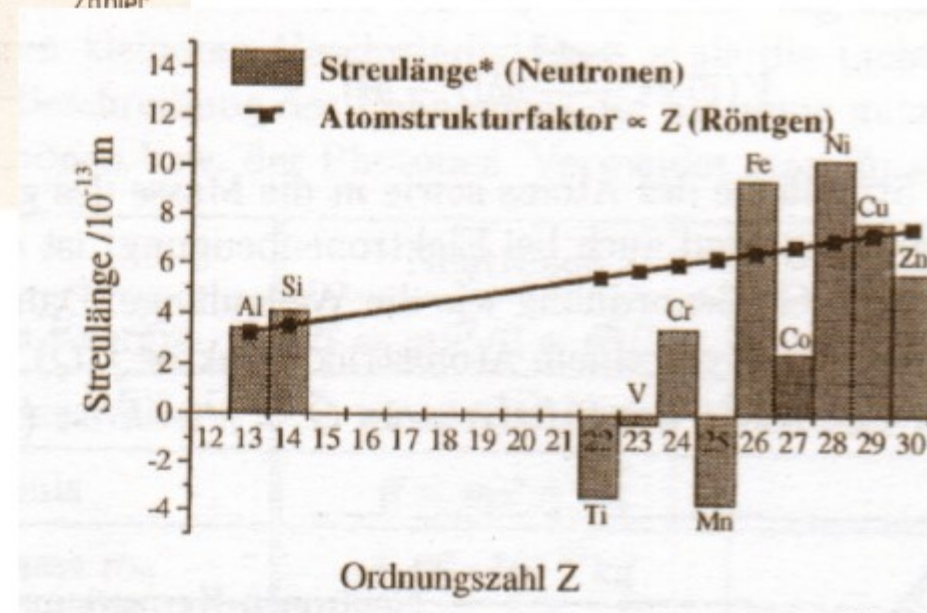
K: Kollimator-Röhrchen
B: Probe in Transmissionsrichtung

<i>Gefüge</i>	<i>Polfigur</i>	<i>Beugungsbild</i>
<i>Grob- korn</i>		
<i>Fein- korn</i>		
<i>texturierte Probe</i>		

Neutronendiffraktometer



Streulänge von Neutronen ändert sich von Element zu Element sprunghaft \leftrightarrow hoher Kontrast für chemische Ordnung im Kristall



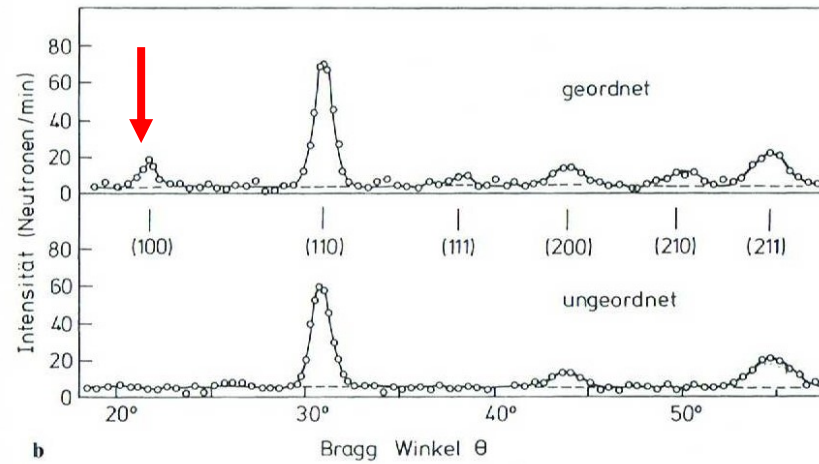
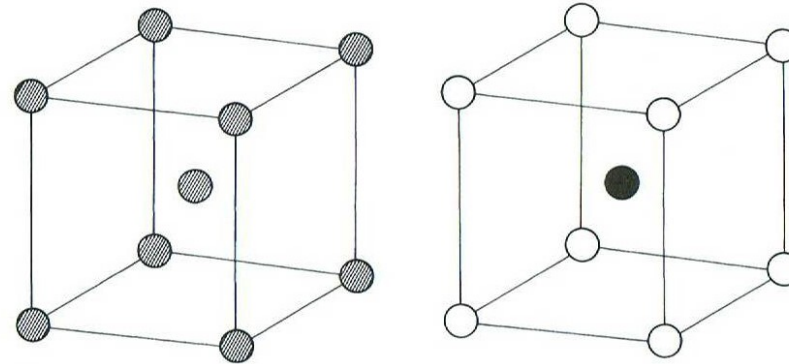
Elastische Streuung $k = k'$:

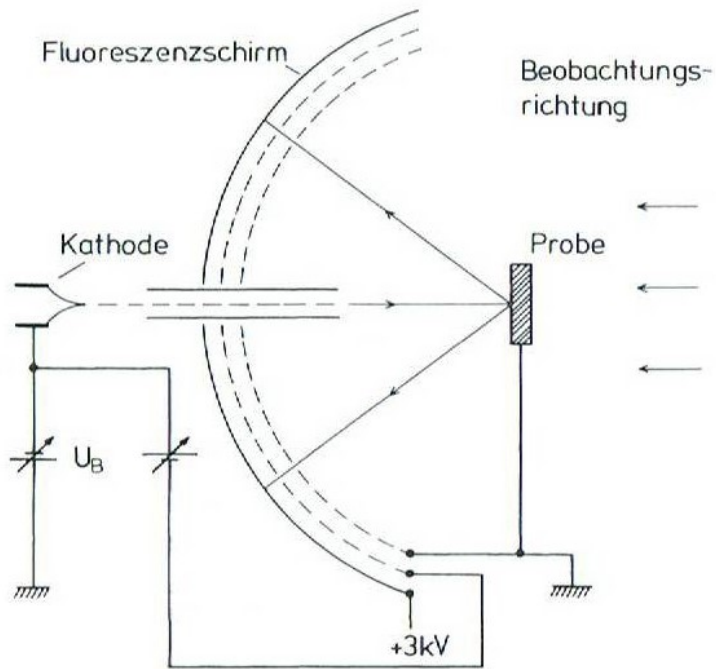
Strukturuntersuchung, Statik

Inelastische Streuung $k \neq k'$:

Energetische Anregungen, Dynamik

Neutronenbeugung - FeCo



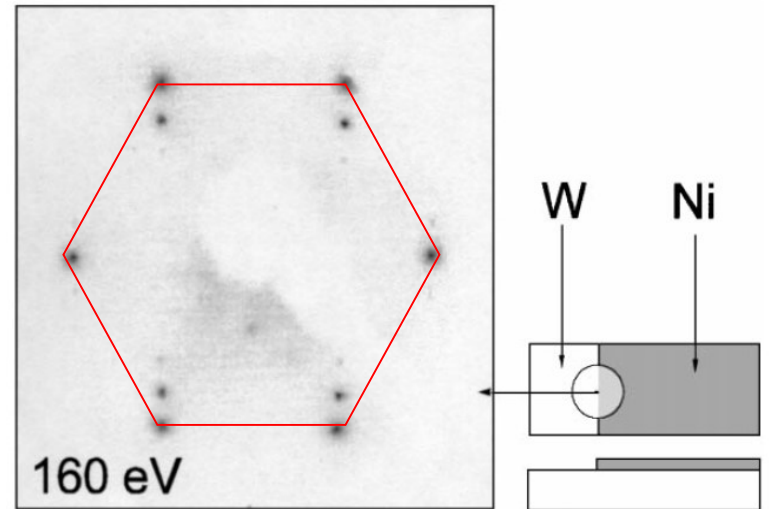


Elektronenbeugung

Ni(111)

Ni(111) Schicht auf W(110)

Ni(111) (fcc) Kristall



Quelle: Ibach/Lüth

H. Höche, H.-J. Elmers / Journal of Magnetism and Magnetic Materials 191 (1999) 313D322