

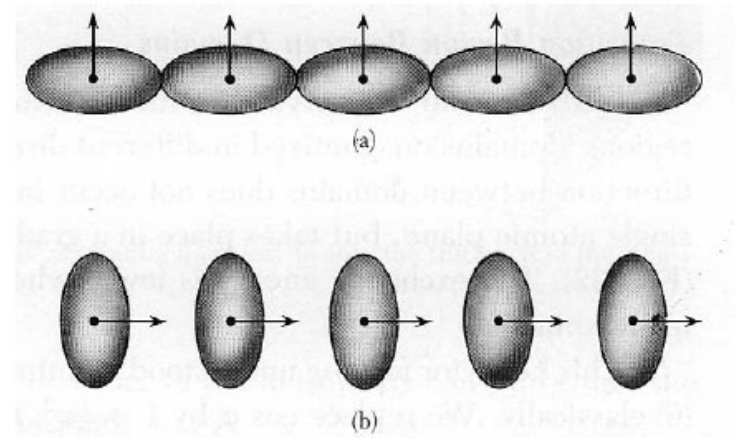
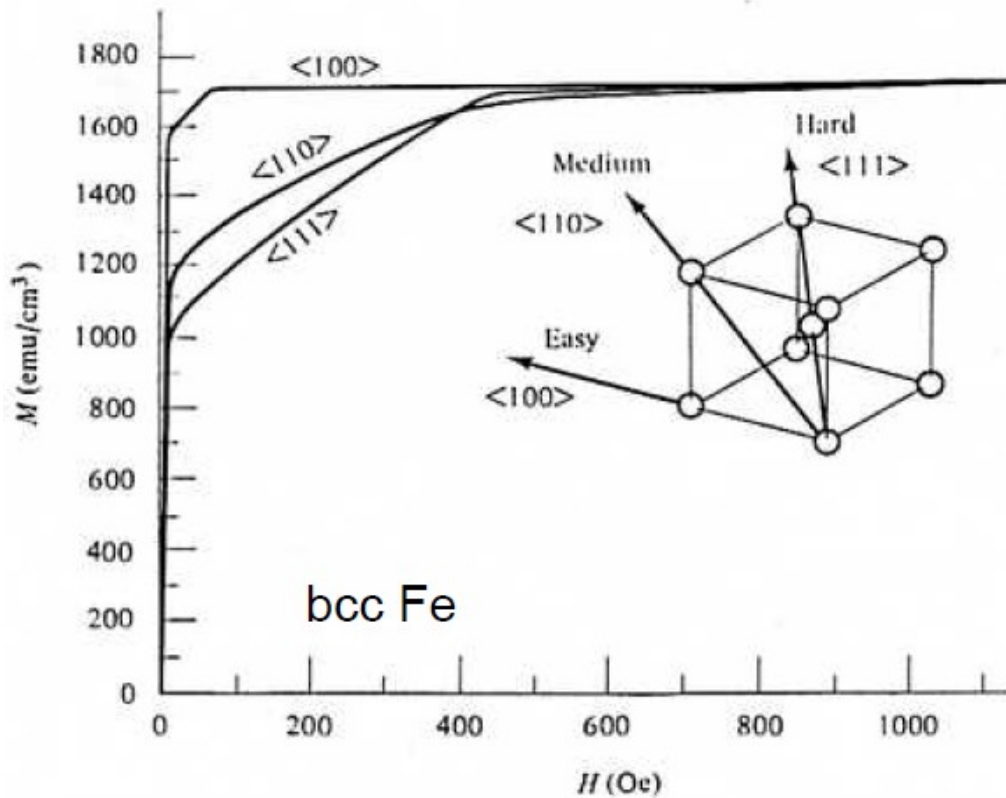
Projektvortrag
Grundlagen des Magnetismus

Ferromagnetische Resonanz

Gliederung

- Magnetische Anisotropie
- Ferromagnetische Resonanz
- Experimenteller Aufbau
- Messungen

Magnetische Anisotropie



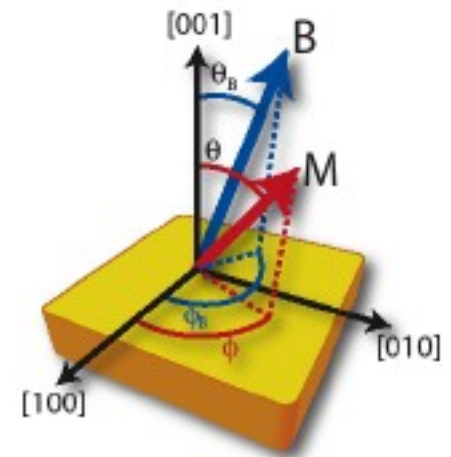
Magnetische Anisotropie

Für kubische Symmetrie gilt:

$$F_{cub} = K_4 (\alpha_1^2 \alpha_2^2 + \alpha_1^2 \alpha_3^2 + \alpha_2^2 \alpha_3^2)$$

Sphärische Koordinaten:

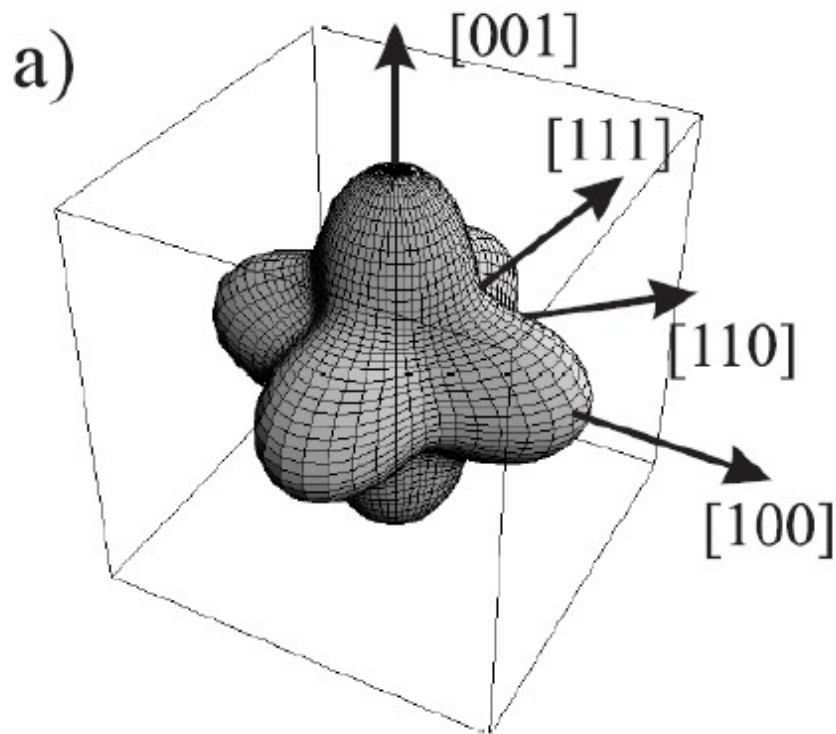
$$\alpha_1 = \sin(\theta) \cos(\phi), \alpha_2 = \sin(\theta) \sin(\phi), \alpha_3 = \cos(\theta)$$



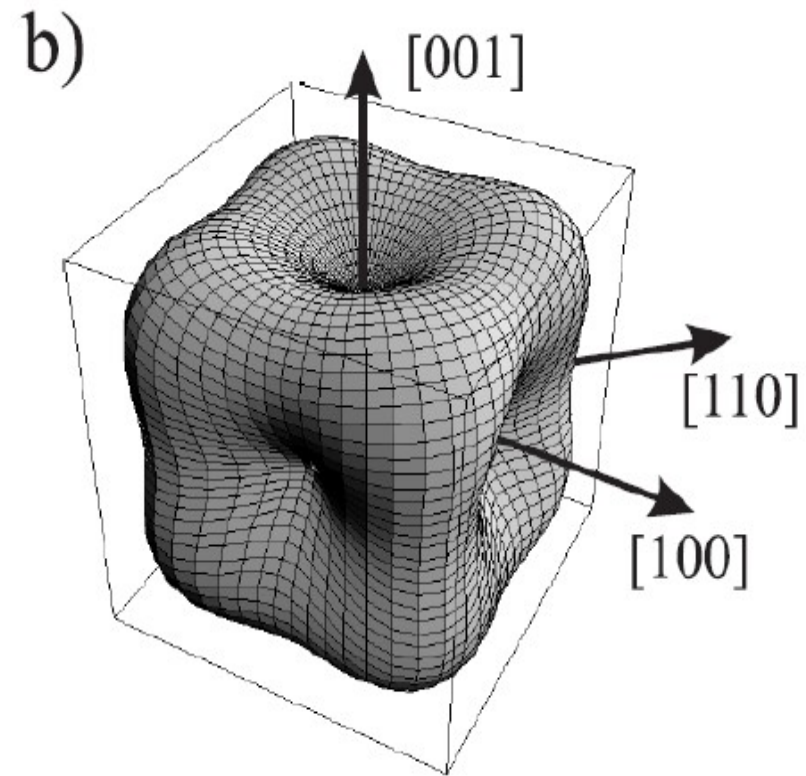
Θ gemessen gegen [001] und Φ gegen [100] Richtung

$$F_{cub} = K_4 \sin^2(\theta) - \frac{1}{8} K_4 (\cos(4\phi) + 7) \sin^4(\theta)$$

Magnetische Anisotropie

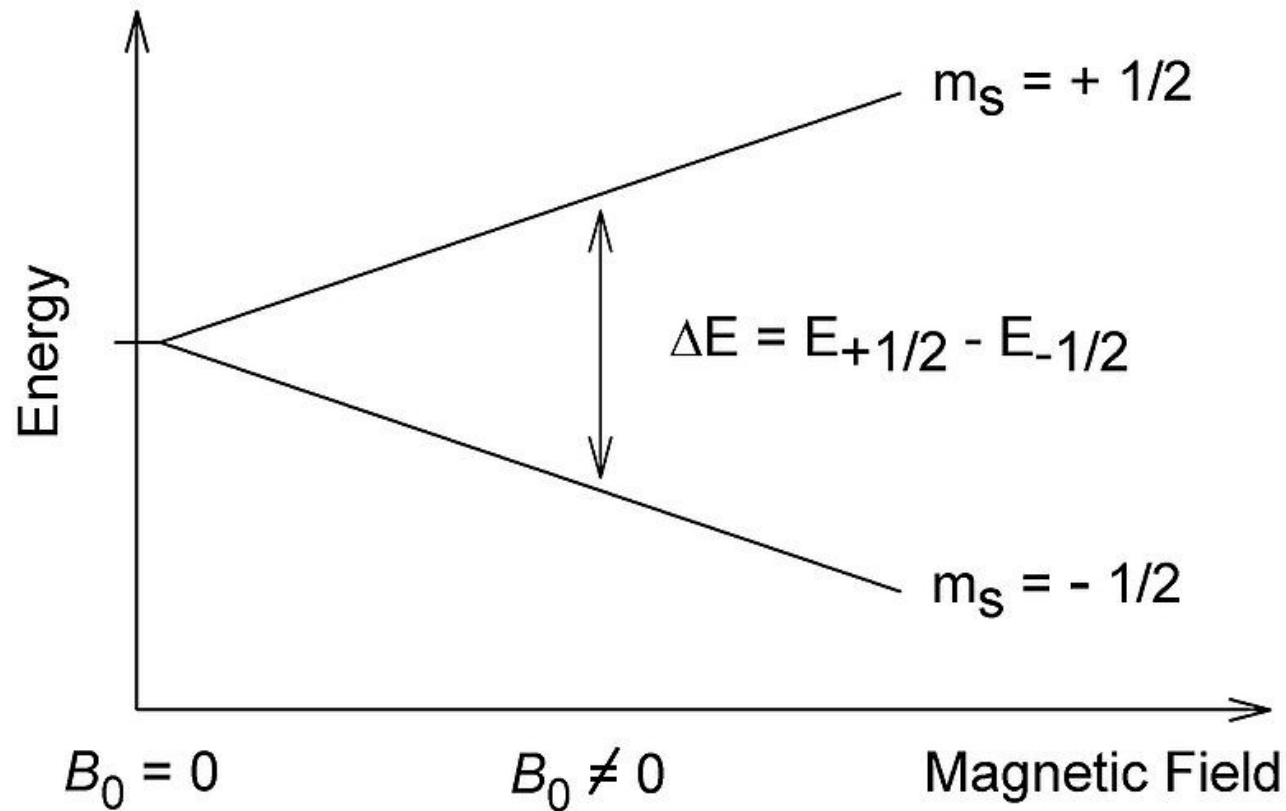


a) $K_4 < 0$
→ leichte Richtung
<111>



b) $K_4 > 0$
→ leichte Richtung
<100>

Ferromagnetische Resonanz



Ferromagnetische Resonanz

Dynamik der Magnetisierung wird durch Landau-Lifshitz-Gilbert-Gleichung beschrieben:

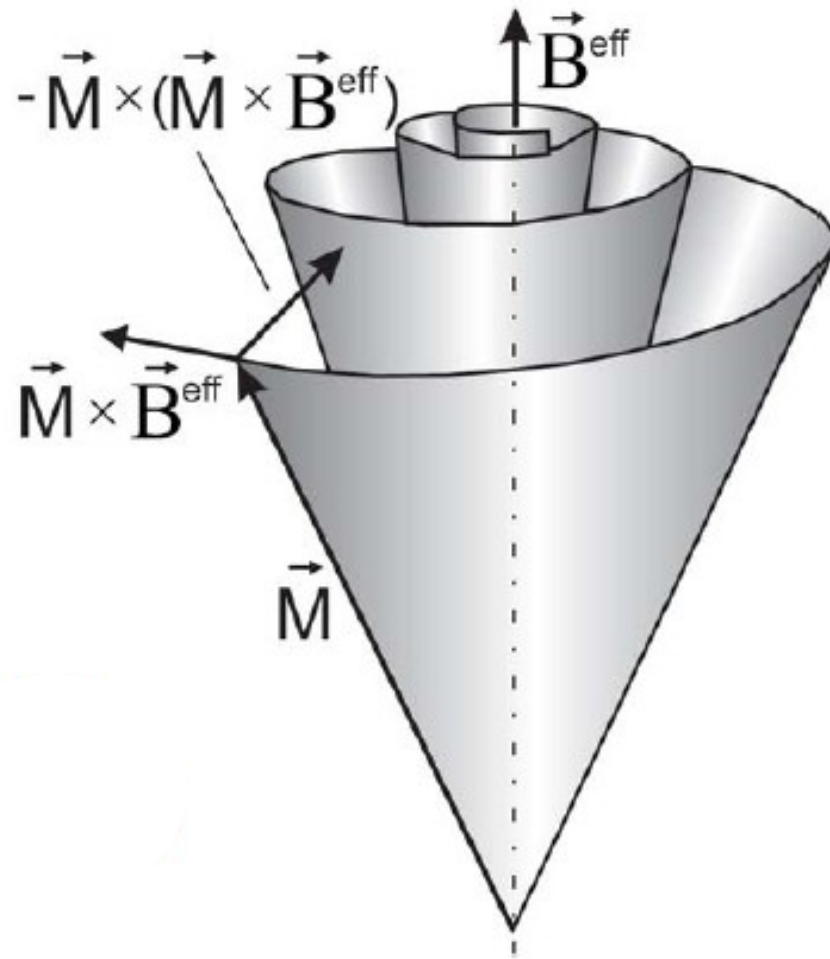
$$\frac{d\vec{M}}{dt} = -\gamma (\vec{M} \times \vec{B}_{eff}) + \frac{\alpha}{M} (\vec{M} \times \frac{d\vec{M}}{dt}); \alpha = \frac{1}{\omega T}$$

$$\vec{B}_{eff} = \vec{B}_0 + B_{Form} + B_{Ani}$$

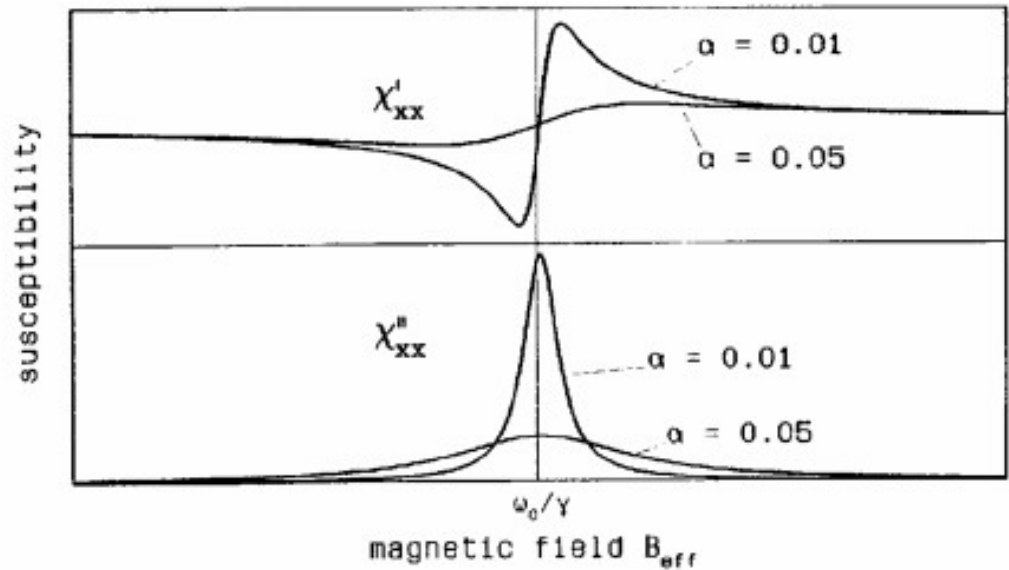
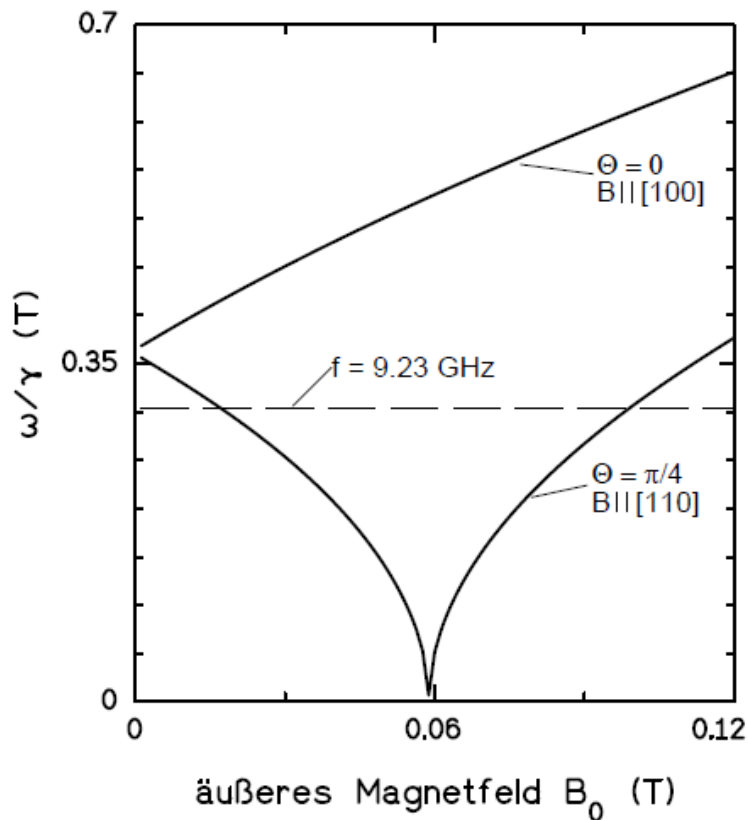
Daraus folgt die Dispersionsrelation:

$$\left(\frac{\omega}{\gamma}\right)^2 = \frac{1 + \alpha^2}{M^2 \sin^2 \theta} \left(\frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} \frac{\partial^2 F}{\partial \phi^2} - \left(\frac{\partial^2 F}{\partial \theta \phi}\right)^2 \right)$$

Ferromagnetische Resonanz



Ferromagnetische Resonanz

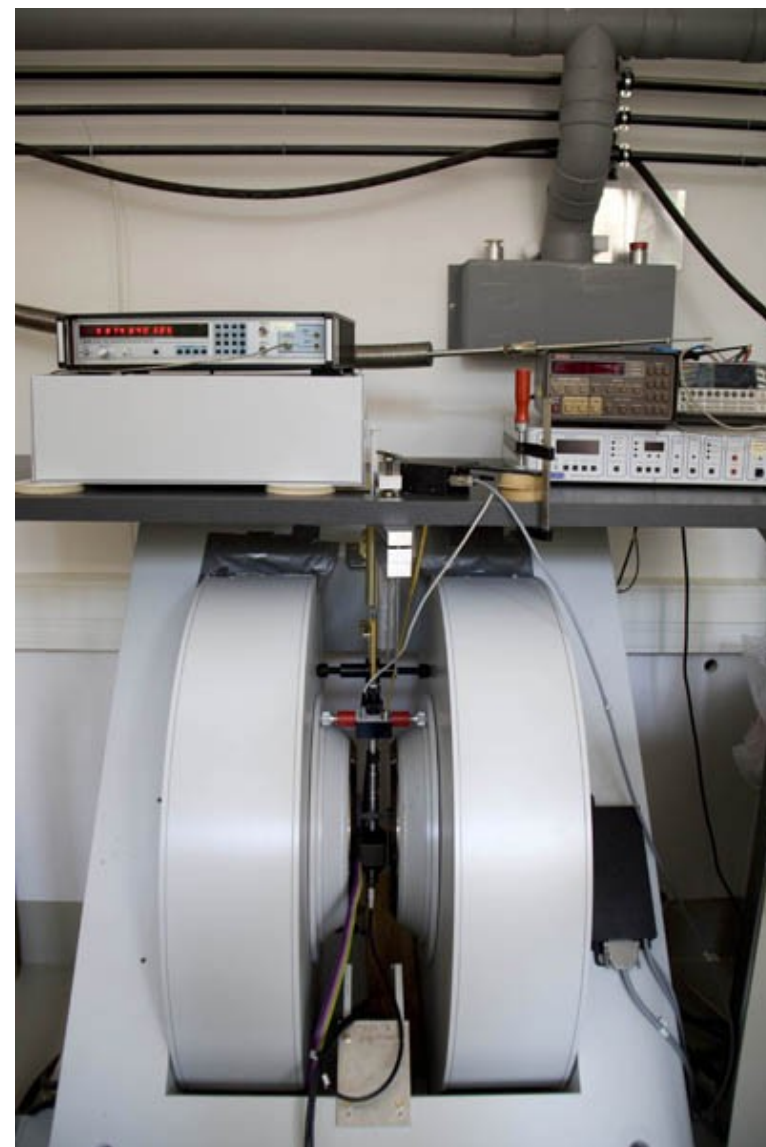
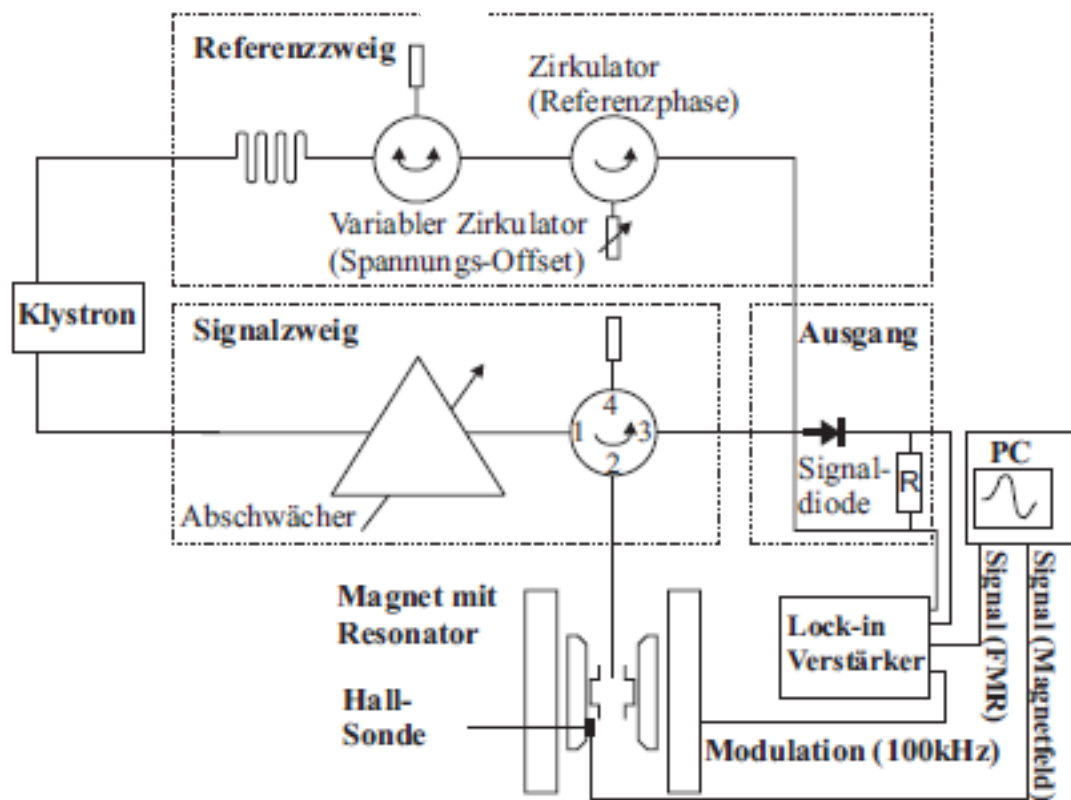


$$\vec{m} = \chi \vec{b}$$

$$\chi_{xx} = \chi'_{xx} + i \chi''_{xx}$$

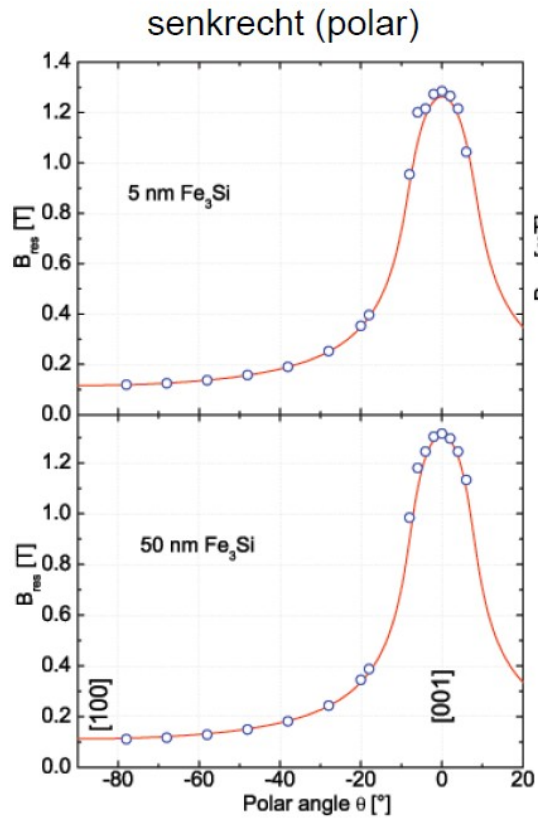
„Hochfrequenzszeptibilität“

Experimenteller Aufbau

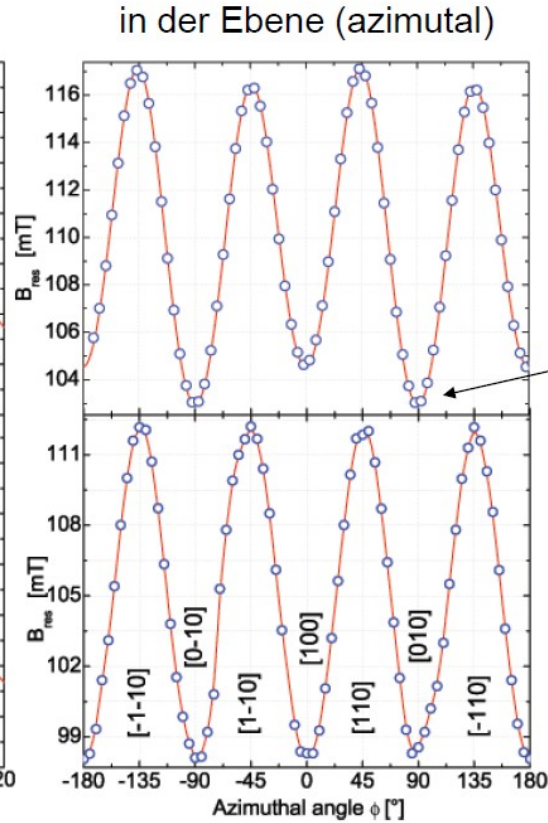


Quelle: Jürgen Lindner, Dissertation, November 2002

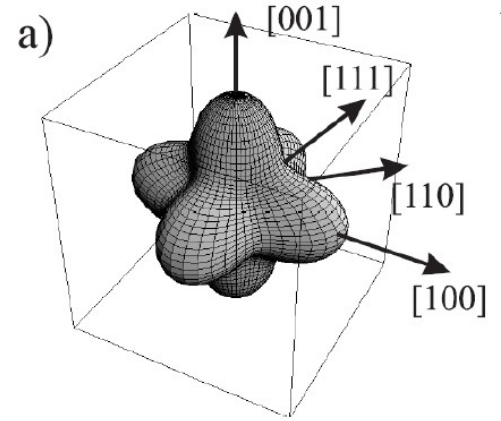
Messungen



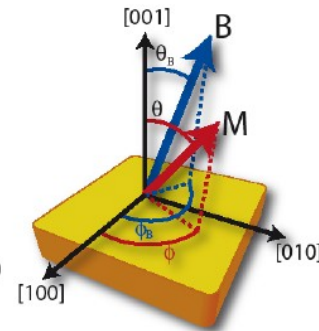
uniaxiales Verhalten
(Form-Anisotropie)



kubische Anisotropie
(Kristallfeldanisotropie)



a) $K_4 < 0$
→ leichte Richtung
<111>



Zusammenfassung

- Magnetische Anisotropie gibt in einem Festkörper die Richtung der leichten Magnetisierung vor
- FMR kann klassisch durch die Präzession der Magnetisierung um ein effektives Magnetfeld beschrieben werden
- Durch FMR kann die richtungsabhängige Anisotropie einer Probe bestimmt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit