

Zusammenfassung vom 06.01.2012

magnetische Domäne *Bereich einheitlicher ferromagnetischer Ordnung*
(=Weiss'scher Bezirk)

**Ursachen für Zerfall
in Domänen**

- *Aufbau eines großen externen Streufelds für parallele Ausrichtung (Entmagnetisierungsfeld)*
- *Dipol-Wechselwirkung favorisiert antiparallele Ausrichtung der magnetischen Momente*
- *Reduktion der Streufeld-Energie durch Aufteilung in homogen magnetisierte makroskopische Domänen*
- *hierbei entstehen Domänenwände*
- *Erhöhung der Austauschenergie!*
- *Minimierung der magnetischen potentiellen Energie, die der Summe aus Streufeld-, Austausch- und Anisotropie-Energie entspricht*

- Domänenwand** *Übergangsbereich zwischen den Domänen, wo die Magnetisierungsrichtung kontinuierlich in die andere Richtung gedreht wird*
- *energetisch ungünstig, da das Aufbrechen der Austausch-Kopplung Energie kostet*
 - *in einer Domänenwand ist potentielle Energie gespeichert*
 - *Dicke hängt von Wechselwirkung zwischen Austausch-Energie (exch) und Anisotropie-Energie (aniso) ab*

Energiedichte der Domänenwand $\sigma_{\text{wand}} = \sigma_{\text{exch}} + \sigma_{\text{aniso}}$ → $\Delta E_{\text{wand}} = \sigma_{\text{wand}} A_{\text{wand}}$ $\sigma = \text{Flächene- ergiedichte}$

$A = \text{Wandfläche}$

$d = \text{Wanddicke}$

Dicke der Domänenwand $\frac{\partial \sigma_{\text{wand}}}{\partial d} = 0$ → *Dicke definiert durch Minimum der Wandenergie*

Bloch-Wand *Drehung der Magnetisierungsrichtung erfolgt in einer Ebene parallel zur Domänenwand*

Néel-Wand *Drehung erfolgt in einer Ebene senkrecht zur Domänenwand*

180°-Wand	<i>Drehung der Magnetisierungsrichtung um 180°</i>
90°-Wand	<i>Drehung um 90°</i>
360°-Wand	<i>Drehung um 360° (entsteht, wenn zwei 180°-Wände z.B. beim Ummagnetisieren zusammen treffen und sich nicht annihilieren)</i>
cross-tie-Wand	<i>entsteht aus einer 180°-Néel-Wand mit komplexer Verteilung der Magnetisierungsrichtung mit großen Anteilen von 90°-Wänden, da 90°-Néel-Wand energetisch günstiger ist</i>
Zickzack-Wand	<i>entsteht, wenn zwei Domänen Kopf an Kopf stehen und somit eine große magnetische Oberflächenladung erzeugen; die Zickzack-Wand reduziert die Oberflächenladungen auf Kosten der Wandenergie</i>
Bloch-Linie	<i>entsteht, wenn in einer Domänenwand zwei Bereiche mit unterschiedlichem Drehsinn zusammenkommen</i>
Bloch-Punkt	<i>entsteht in einer Blocklinie bei unterschiedlichem Drehsinn</i>

**leichte Richtung der
Magnetisierung**

ferromagnetisch ordnende kristalline Materialien zeigen eine Vorzugsrichtung für die spontane Magnetisierung: leichte Richtung, entspricht der Richtung entlang der die kleinste magnetische Anisotropie-Energie wirkt

**magnetokristalline
Anisotropie**

Spin-Bahn-Kopplung verknüpft die Richtung der Magnetisierung mit der Lage der Orbitale

- *Orbital verzerren sich zu einer asphärischen Form*
- *Orbitale nehmen die energetisch günstigste Lage ein, sodass auch die spontane Magnetisierung nur noch in bestimmte Richtungen zeigt*
- *wegen der Spin-Bahn-Kopplung müssen die Orbitale einer Drehung der Magnetisierungsrichtung folgen, was die potentielle Energie erhöht, wenn die Magnetisierung nicht mehr entlang der leichten Richtung liegt*
- *diese potentielle Energie wird magnetokristalline Anisotropie-Energie genannt*
- *hängt von der Kristallstruktur der Probe ab*
- *favorisiert in dünnen Schichten eine leichte Richtung der Magnetisierung senkrecht zur Oberfläche*

mathematische Repräsentation *unterschiedliche Ausdrücke für verschiedene Kristallstrukturen (kubisch, hexagonal, tetragonal)*

➔ *Gebrauch der Richtungskosinuse:*

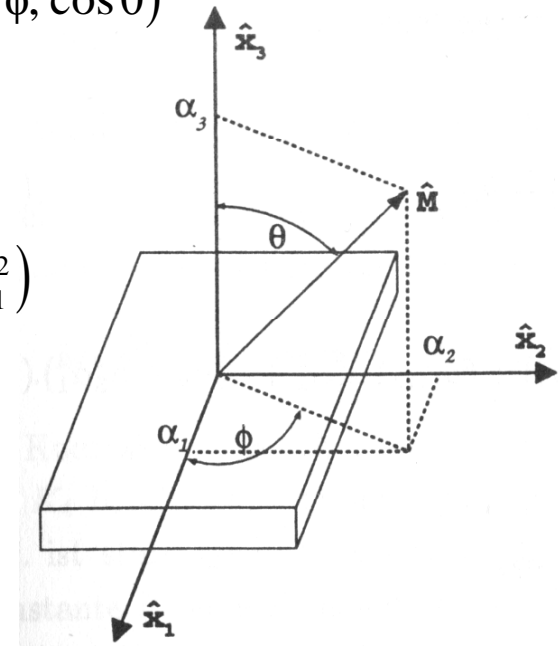
$$(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = (\sin \theta \cos \phi, \sin \theta \sin \phi, \cos \theta)$$

$$\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 = 1$$

kubische Symmetrie

$$E(T, M) = K_0(T) + K_1(T) (\alpha_1^2 \alpha_2^2 + \alpha_2^2 \alpha_3^2 + \alpha_3^2 \alpha_1^2) + K_2(T) \alpha_1^2 \alpha_2^2 \alpha_3^2 + \dots$$

K_i = Anisotropie-Konstanten



Ummagnetisierung *drei Moden der Domänenänderung*

➔ *Domänenwand-Bewegung*

➔ *Nukleation*

➔ *kohärente Rotation einer ganzen Domäne*