

# Geophysik-Praktikum – Versuch „Gesteinsmagnetismus“

Gruppe 3

Christoph Moder, Silke Richter, Michael Wack

Datum: 26.06.2003

## Einleitung

Weil Gesteine einen gewissen Anteil magnetischer Minerale enthalten, kann man aus der Untersuchung der magnetischen Eigenschaften eines Gesteins auf dessen Zusammensetzung schließen.

Die Magnetisierung setzt sich aus einem remanenten und einem induzierten Anteil zusammen. Letzterer ist proportional zum äußeren Feld; die Proportionalitätskonstante ist die magnetische Suszeptibilität:

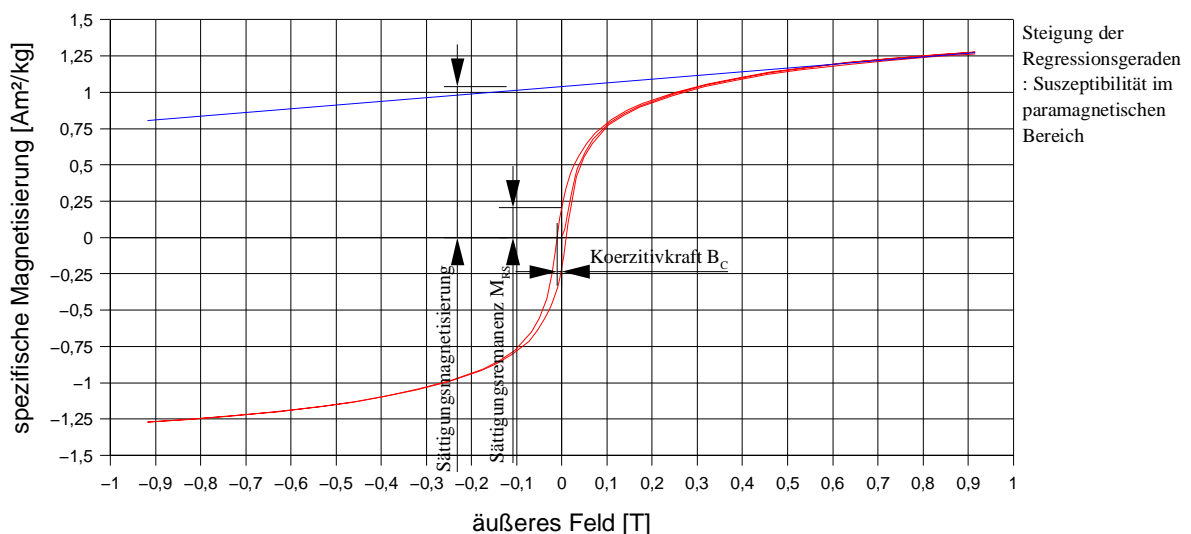
$$M = M_R + M_I = M_R + (1/\mu_0) \chi B$$

Es gibt folgende Arten von Magnetismus:

- Diamagnetismus: Die Bestandteile haben kein permanentes magnetisches Moment. Die Suszeptibilität ist negativ und vom Betrag her klein. Diamagnetische Stoffe sind in der Praxis relativ selten, weil sie durch Verunreinigungen oft paramagnetisch werden.
- Paramagnetismus: Die Bestandteile haben zwar ein permanentes magnetisches Moment, sind aber statistisch verteilt, so dass ohne äußeres Feld das resultierende Moment Null ist. Mit äußerem Feld richten sie sich nach diesem aus. Molekülbewegung durch Hitze stört diese Ausrichtung, daher sinkt die Suszeptibilität mit steigender Temperatur.
- Ferromagnetismus: Hier sind die Bestandteile auch ohne äußeres Feld ausgerichtet; dies funktioniert aber nur bis zu einer bestimmten Temperatur (Curie-Temperatur). Darüber werden die Stoffe paramagnetisch.
- Ferrimagnetismus: Das resultierende Moment ist nicht null; es gibt Komponenten des remanenten Feldes in entgegengesetzt gleichen Richtungen, die sich aber nicht kompensieren.
- Antiferromagnetismus: ein Sonderfall des Ferrimagnetismus, bei dem sich die remanenten Komponenten zu null addieren.

Verantwortlich für den Ferromagnetismus von Gesteinen sind v.a. die Fe-Ti-Oxide, Eisensulfide sowie auch Eisenhydroxide.

## Hystereseschleife



Masse des Basaltstückchens:  $m = 435,3 \text{ mg}$

spezifische Sättigungsmagnetisierung:  $\sigma_S = 1,04 \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$

(Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der Ordinate)

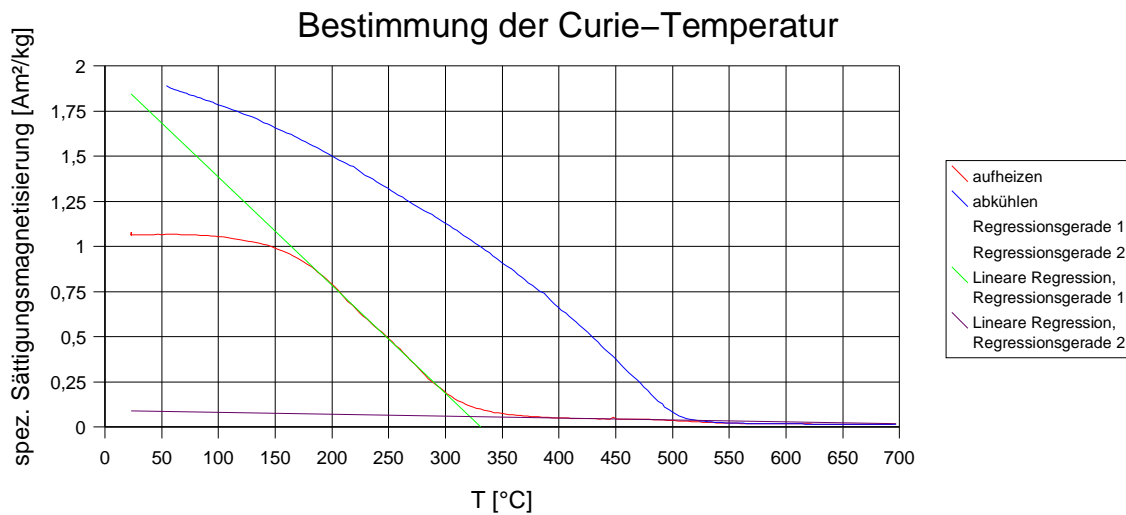
spezifische Sättigungsremanenz:  $\sigma_{RS} = 0,195 \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$

Koerzitivkraft:  $B_C = 9,67 \text{ mT}$

paramagnetische spezifische Suszeptibilität:  $\chi_g = 3,20 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$

Fehlerabschätzung: Die Messdaten liefern für den Bereich der Sättigungsmagnetisierung eine Standardabweichung von  $1,19 \cdot 10^{-2} \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$  (entspricht 1,1%), für den Bereich der Sättigungsremanenz eine Standardabweichung von  $3,02 \cdot 10^{-3} \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$  (entspricht 1,5%).

## Bestimmung der Curie-Temperatur



Die Curie-Temperatur ergibt sich aus dem Schnittpunkt der Regressionsgeraden:  $T_C = 321 \text{ °C}$ .

Laut Abb. 4 beträgt für die Formel  $\text{Fe}_{3-x}\text{Ti}_x\text{O}_4$  bei dieser Curie-Temperatur die Variable  $x \approx 0,1$  und die zugehörige Sättigungsmagnetisierung etwa  $\sigma_S = 75 \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$ . Die gemessene Sättigungsmagnetisierung beträgt  $\sigma_S = 1,04 \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$ , d.h. der Massenanteil der ferromagnetischen Minerale beträgt etwa  $1,04/75 = 1,4\%$ .

Oberhalb der Curie-Temperatur ist noch eine induzierte Magnetisierung messbar, weil das Material dann lediglich seine remanente Magnetisierung aufgegeben hat – die paramagnetische Komponente ist aber weiterhin vorhanden.