

Einfluss der Zusammensetzung von Titanomagnetit auf die Anisotropie der magnetischen Suszeptibilität — Fallstudie an einem Dyke-Sill Komplex in Ungarn *Poster*

Daniela Renk¹ Helga de Wall¹ Ulrike Martin¹ Karoly Nemeth²

Einführung

In den letzten Jahrzehnten hat die Messung der magnetischen Suszeptibilität im Schwachfeld (üblicherweise bei 300 A m^{-1}) für geologische Arbeiten eine wichtige Rolle eingenommen. Da anhand der Anisotropie der magnetischen Suszeptibilität (AMS) auch schwache Vorzugsorientierungen registriert werden können, ist die AMS eine wichtige Methode zur Bestimmung von Fließrichtungen in magmatischen Körpern. In ferrimagnetischen, basaltischen Gesteinen ist hauptsächlich Titanomagnetit Träger der Information für die AMS. Nach Jackson et al. (1998) und de Wall (2000) variiert die magnetische Suszeptibilität (MS) von Titanomagnetiten stark mit der Mineralzusammensetzung und ist abhängig von der Feldstärke (Amplitude des Wechselfeldes) des angelegten Magnetfeldes.

Diese Arbeit umfasst eine systematische Studie zum Einfluss der Feldstärke für AMS Messungen an Gängen (Dykes und Sills) und Lavaströmen (flows). Variationen in der MS und ihrer Anisotropie können Informationen zur Platznahme und den Fließeigenschaften von Laven beinhalten (Canon-Tapia et al. 1997, Canon-Tapia & Pinkerton 2000).

¹ Institut für Geologie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Pleicherwall 1 D-97070 Germany ² Geological Institute of Hungary, 14 Stefania St., Budapest H-1143, Hungary

Für eine korrekte Bewertung und Interpretation von Variationen der AMS, muss in Titanomagnetit-haltigen Gesteinen der Einfluss der Feldstärkenabhängigkeit auf die MS und AMS berücksichtigt werden.

Die Studie wurde am Ság-hegy Vulkankomplex in der kleinen ungarischen Tiefebene durchgeführt. Dieser Komplex besteht aus einem phreatomagmatischen Tuffring, der sich im Pliozän bis Miozän bildete. Nachdem die Zufuhr an meteorischem Wasser endete, wechselte der phreatomagmatische Stil zu einem effusiven. Dabei wurde der Tephrring mit einem Lavasee verfüllt und ein Dyke-Sill Komplex intrudierte in die pyroklastischen Einheiten.

Im Gelände wurden Proben von den Dykes und Sills, sowie von Laven aus dem Lavasee und aus den ausgeflossenen Lavaablagerungen genommen und an diesen die Parameter der AMS bestimmt. Die geochemischen Analysen der Proben ergaben eine basaltische bis trachybasaltische Zusammensetzung und plotten im Diskriminierungsdiagramm im Feld der Intraplattenvulkanite. Proben der Übergangsbereiche (Transitional) von Dykes zu Sills und Intrusiva zu Effusiva wurden gesondert betrachtet. Die MS wurde mit einer KLY-4S Kappabrücke (AGICO, Brno) gemessen.

Ergebnisse

Im Schwachfeld wird eine lineare Beziehung zwischen der Magnetisierung und dem angelegten, magnetischen Feld angenommen. Dies gilt in den hier bearbeiteten Proben nur für Felder kleiner als 100 A m^{-1} , bei einer höheren Feldstärke ist die Beziehung nicht mehr linear (Abb. 1). Um den Einfluss der Feldstärke auf die AMS zu testen, wird ein Datensatz präsentiert, der bei 30 A m^{-1} (li-

neares Verhalten) und 300 A m^{-1} (nicht-lineares Verhalten) gemessen wurde. Für diese beiden Datensätze sind in Tab. 1 die Volumenssuszeptibilität, der Formfaktor (T) und der Grad der Anisotropie (P') gelistet. T und P' sind die Parameter, die üblicherweise zur Beschreibung der AMS-Ellipsoide benutzt werden (Jelinek 1981).

Die MS ist für die effusiven Lavagesteine am höchsten, wobei die höchsten Werte den Proben aus dem Lavasee zuzuordnen sind. Die Suszeptibilität nimmt von den effusiven Gesteinen zu den Dykes ab und zeigt die geringsten Werte für die Sills. Für die Messungen in den beiden Feldamplituden gibt es einen deutlichen Unterschied in den Beträgen der MS, mit größeren Unterschieden in Laven und Dykes im Vergleich zu den Sills. Dies steht mit der unterschiedlichen Zusammensetzung der Titanomagnetite in Beziehung und weist auf einen geringen Ti-Anteil in den Sills im Gegensatz zu den Dykes und Laven hin (Abb. 1). Betrachtet man den gesamten Datensatz, so wird für abnehmende Feldamplituden ein Trend zu geringeren Suszeptibilitäten und isotroperen Strukturen deutlich

(Abb. 2).

Messungen bei Feldstärken, die im nicht linearen Bereich liegen, haben offensichtlich auf den Grad der magnetischen Anisotropie einen großen Einfluss, der mit der Zusammensetzung der Titanomagnetite variiert. Generell ist der Grad der Anisotropie bei magmatischen Fließstrukturen eher gering ($P' < 1.1$, Tarling & Hrouda 1993). Der Einfluss der Feldstärkenabhängigkeit kann also den Betrag der ‚wahren‘ magnetischen Anisotropie überschreiten. Der Vergleich der AMS-Ellipsoide für Messungen im linearen und nicht linearen Bereich zeigt diesen dramatischen Effekt. Es bleibt aber dennoch ein Unterschied in der MS und P' zwischen Sills, Dykes und Laven, der sich auch in den Suszeptibilitäten in Tab. 1 widerspiegelt. Dies gibt einen Hinweis auf unterschiedliche Fließigenschaften und Abkühlungsraten der verschiedenen vulkanischen Körper.

Schlussbemerkung

Diese Studie macht den Einfluss der Feldstärkenabhängigkeit auf die MS und AMS in Titanomagnetit-führenden Ge-

	Dyke	Transitional	Sill	Lava
Anzahl	40	20	20	16
κ_{30}	8.7	8.9	6.4	14.4
std-dev	8.4	7.0	2.7	16.5
κ_{300}	11.4	12.3	7.9	17.3
std-dev	9.6	6.9	3.3	18.6
P'_{30}	1.016	1.010	1.008	1.016
std-dev	0.007	0.005	0.005	0.007
P'_{300}	1.023	1.015	1.009	1.023
std-dev	0.013	0.006	0.004	0.010
T_{30}	0.114	0.286	0.011	0.234
std-dev	0.375	0.302	0.413	0.343
T_{300}	0.095	0.350	-0.052	0.154
std-dev	0.351	0.285	0.401	0.375

Tabelle 1: Merkmale der magnetischen Suszeptibilität (k in 10^{-3} SI) für die Dykes, die Übergangsbereiche (Transitional), die Sills und Lava Flows bei einer Feldamplitude von 30 A m^{-1} und 300 A m^{-1} .

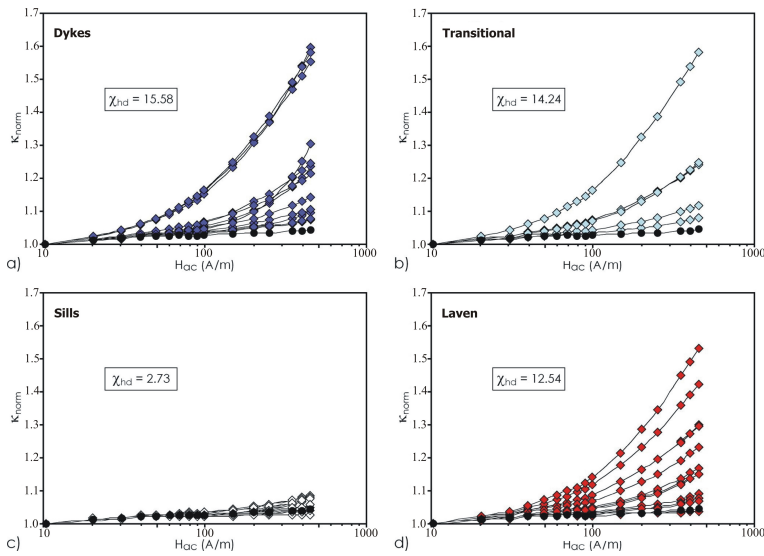


Abbildung 1: Magnetische Suszeptibilität mit zunehmender Feldstärke H_{ac} (k normiert auf $H_{ac} = 10 \text{ A m}^{-1}$) für a) Dykes; b) Übergänge (Transitional) von Dykes zu Sills und Lava Flows; c) Sills; d) Lava Flows. Zum Vergleich wurde eine Probe mit reinem Magnetit (Magnetit-Standard) dazu geplottet. Der durchschnittliche χ_{hd} -Wert (Feldstärkenabhängigkeit der magnetischen Suszeptibilität in Prozent, ermittelt aus den Messungen bei einer Feldamplitude von 30 und 350 A m^{-1}) für die verschiedenen Probengruppen ist ebenfalls angegeben.

steinen deutlich. Die Auswirkung der Zusammensetzung auf die MS muss also beachtet werden, wenn man magnetische Anisotropien von verschiedenen Typen vulkanischer Gesteine miteinander vergleicht und wenn man den Grad der Anisotropie dazu verwendet, um Informationen über die Fließdynamik einer Lava zu erhalten. Die Auswertung der gemessenen Daten ergibt eine lineare Beziehung zwischen $\Delta P'$ ($P' 300 \text{ A m}^{-1} - P' 30 \text{ A m}^{-1}$) und den χ_{hd} -Werten (Feldstärkenabhängigkeit in %). Aus diesem Graph kann ein Korrekturfaktor bestimmt werden, mit dem die Anisotropiedaten in Titanomagnetit-führenden Gesteinen korrigiert werden können. Ansonsten wird für ferromagnetische, basaltische

Gesteine vorgeschlagen, die AMS im Bereich der linearen Beziehung zwischen Magnetisierung und angelegtem Feld zu messen, also bei Feldern $< 100 \text{ A m}^{-1}$.

Literatur

Canon-Tapia E, Walker GPL & Herrero-Bervera E (1997) The internal structure of lava flows: insights from AMS measurements II: Hawaiian pahoehoe, toothpaste lava and 'a'a. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 76, 19–46

Canon-Tapia E & Pinkerton H (2000) The anisotropy of magnetic susceptibility of lava flows: an experimental approach. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 98, 219–233

de Wall H (2000) The field-dependence of ac susceptibility in titanomagnetites: implications for the anisotropy of magnetic susceptibility. *Geophys. Res. Lett.* 27, 2413–2416

Jackson M, Moskowitz B, Rosenbaum J & Kissel C (1998) Field-dependence of AC suscep-

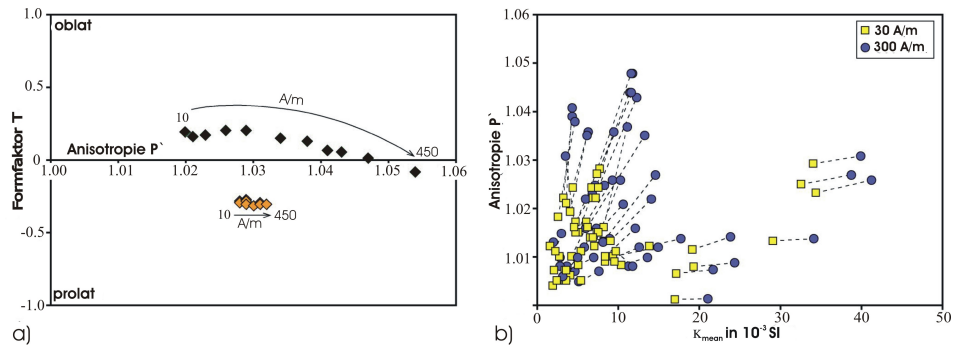


Abbildung 2: In a) ist die Änderung des Formfaktors und der Anisotropie mit zunehmender Feldstärke dargestellt. Die grau gezeichnete Probe enthält einen geringen Ti-Anteil und die schwarze einen hohen; in b) ist für Proben aus den Dykes der Grad der Anisotropie gegen die Suszeptibilität für Messungen bei einer Feldstärke von 30 A m^{-1} und 300 A m^{-1} aufgetragen.

tibility in titanomagnetites. *Earth Planet. Sci. Lett.* 157, 129–139

Jelinek V (1981) Characterization of the magnetic fabrics of rocks. *Tectonophysics* 79, 63–67

Tarling DH & Hrouda F (1993) *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. Chapman & Hall, London, p 217