

Strukturanalyse juveniler Fragmente in Vulkaniklastika des Messel Maar-Diatrems *Poster*

Thomas Nitzsche^{1,2} Helga de Wall²
Christian Rolf¹

Einführung

Geophysikalische Untersuchungen im Gebiet der Grube Messel (25 km südlich von Frankfurt) ließen schon vor einigen Jahren eine Maar-Diatrem-Struktur im Untergrund vermuten. Jedoch erst die gekernte Forschungsbohrung im Jahr 2001 bewies die Existenz eines durch phreatomagmatische Eruptionen gekennzeichneten Maar-Vulkans, der vor ca. 48 Ma aktiv war. Neben den berühmten fossilreichen Ölschiefern wurde im Teufenbereich zwischen –240 m und –370 m unter der Erdoberfläche vulkaniklastisches Material entdeckt. Unterhalb des so genannten Lapillituffs wurden bis zur Endteufe von –433 m Gesteine der Diatrem-Brekzie erbohrt. Um das schwer differenzierbare, vulkanische Gestein *in situ* detaillierter untersuchen zu können, sind gesteinsmagnetische Messungen besonders wertvoll. Hierbei kann die magnetische Suszeptibilität (MS), die Magnetisierbarkeit eines Gesteins, für quantitative und qualitative Analysen sehr hilfreich sein. Die juvenilen Lapilli, an die die ferrimagnetischen Minerale bzw. die magnetischen Träger gebunden sind, sind dabei von besonderem Interesse. Bildanalytische Auswertungen sowohl an Kernen als auch an Dünnschliffen dienen dabei zur Interpretation des Suszeptibi-

litätslogs der durchgeführten Bohrlochmessungen. In dieser Studie ist weiterhin ein besonderes Augenmerk dem magnetischen Gefüge der Vulkaniklastika verliehen. Dabei liefern Messungen der Anisotropie der magnetischen Suszeptibilität (AMS) Informationen über die räumliche Anordnung der magnetischen Minerale (Foliation und Lineation) und offenbaren dadurch interne Strukturen des Gesteins.

Suszeptibilität und juvenile Fragmente

Während der Forschungsbohrung im Jahr 2001 wurde die magnetische Suszeptibilität im Bohrloch mit einer Suszeptibilitätssonde mit einer Abtastrate von 5 cm gemessen (Wonik & Bücker 2000). Betrachtet man die MS in Abbildung 1a vom Hangenden zum Liegenden, so steigen diese mit starken Schwankungen, aber mit einem nahezu linearen Trend vom oberen Bereich des Lapillituffs in –250 m Tiefe bis ca. –360 m im Mittel von 0,01 SI auf Werte bis zu 0,03 SI an. Beim Verlassen der Vulkaniklastika und mit Erreichen der Diatrem-Brekzie fällt die Suszeptibilität fast sprunghaft auf geringe bis mittlere Werte ($\ll 0,01$ SI) zurück. Der lineare Trend mit ansteigender Suszeptibilität unter starken Schwankungen der Werte ist auch durch Untersuchungen an Proben im Labor nachvollziehbar und bestätigt worden (Abb. 1a). Der Nebengesteinsanteil innerhalb der Vulkaniklastika beträgt 5–35% und zeigt keine Korrelation mit dem MS-Log. Bildanalytische Untersuchungen an Dünnschliffen des vulkaniklastischen Materials dagegen belegen eindeutig eine Zunahme der mittleren juvenilen Kornflächengrößen bis –360 m, welche mit dem MS-Log sehr gut korrelieren

¹ Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA) Hannover ² Institut für Geologie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

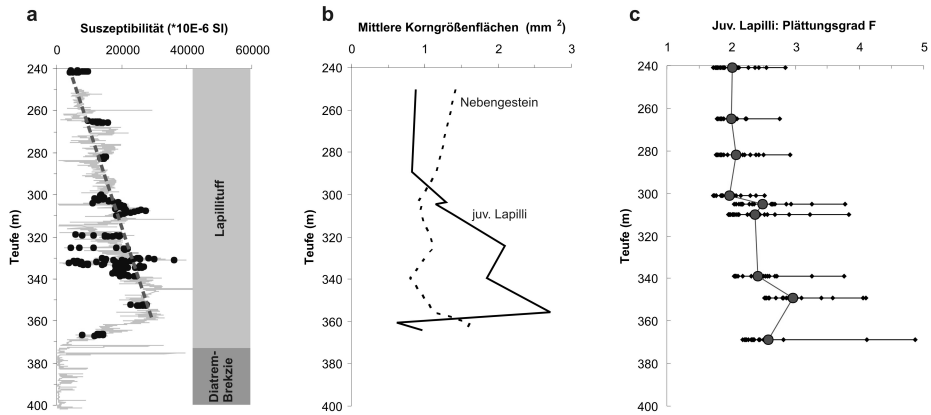


Abbildung 1: a) Messungen der Suszeptibilität im Bohrloch (Daten von T. Wonik, GGA-Institut) und an Einzelproben im Labor, b) Darstellung der bildanalytischen Auswertung für die Zunahme der mittleren Korngrößenflächen der gemessenen Partikel und c) Diagramm des durchschnittlichen Plättungsgrades ($F = \text{Länge}/\text{Höhe}$) juveniler Fragmente.

(Abb. 1b). Die ansteigende Suszeptibilität spiegelt somit eine Korngrößenzunahme der juvenilen Fragmente wider. Untersuchungen des Plättungsgrades einzelner juveniler Klaster

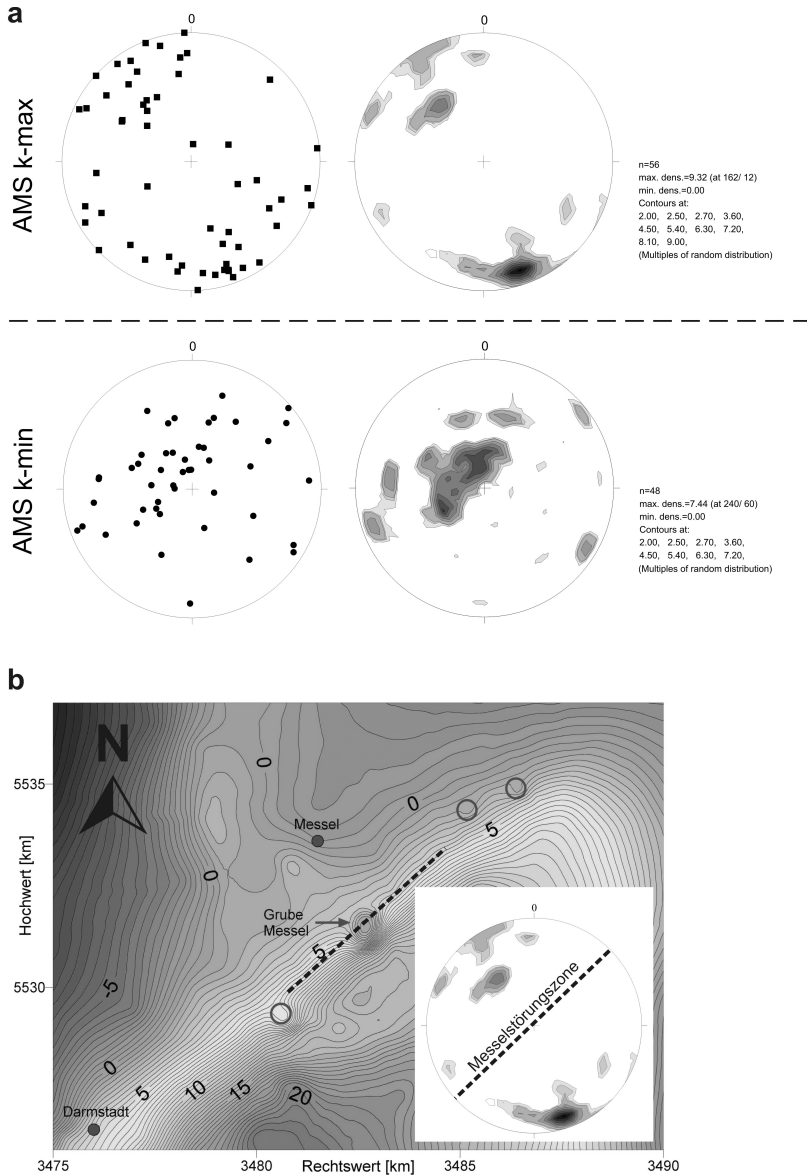


Abbildung 2: a) Rückorientierte k_{max} und k_{min} Achsen im Schmidt'schen Netz mit Projektion in die untere Lagenhalbkugel. Veranschaulicht sind jeweils die Einzelwerte (links) und die Belegungsdichtediagramme (rechts). b) Karte der Schwereanomalien im Umfeld von Messel und weiteren Maar- Vulkanen (Kreise) (nach Bunes et al. 2004). Auffällig ist eine SW-NE orientierte Zone, die den Übergang von geringen zu hohen Schwerewerten darstellt, die sogenannte Messel- Störungszone (Jacoby et al. 2000). Vorzugsrichtung der magnetischen Lineation der Vulkaniklastika von Messel (Schmidt'sches Netz unten rechts).

zeigen oberhalb -300 m sehr ähnliche gemittelte Werte (Abb. 1c). Dagegen liefern die abgelagerten juvenilen Fragmente unterhalb -300 m die höchsten Werte und bilden hier den größten Grad der Abflachung. Paläomagnetische Untersuchungen weisen auf hohe Ablagerungstemperaturen ($>300^\circ\text{C}$) für die untere Hälfte des Lapillituffs hin (Nitzsche et al., im Druck), so dass sich die juvenilen Komponenten hier relative leicht verformen konnten. Die juvenilen Körner erlauben durch ihre Geometrie den Lapillituff bildanalytisch in eine obere und untere Hälfte abzugrenzen. Sie bestimmen die strukturellen Trends des magnetischen Gefüges im Gestein und sind für weitere strukturgenetische Modellierungen essentiell.

Anisotropie der magnetische Suszeptibilität (AMS) der Vulkaniklastika

Trotz des makroskopisch meist strukturlos erscheinenden, vulkaniklastischen Materials, liefert die Methodik der AMS ein ideales Instrument zur Untersuchung des internen Gefüges. In oblaten Gefügen ist die Raumlage der kleinsten Achse des AMS-Ellipsoides (Pol zur magnetischen Foliation, \hat{e}_{\min}) sehr gut definiert, während in prolaten Gefügen die längste Achse des Ellipsoides (magnetische Lineation, \hat{e}_{\max}) in ihrer Raumlage bestimmt ist (Tarling & Hrouda 1993).

Aufgrund der horizontal unorientierten Kerne, mussten die AMS-Daten mithilfe paläomagnetischer Daten (Deklination der natürlich remanenten Magnetisierung (NRM)) rückorientiert werden. Die gefilterten \hat{e}_{\max} Achsen zeigen dabei generell flache Inklinationen. Nach Rückorientierung gruppieren sich die Achsen zu einem subho-

rizontalen NW–SE orientierten Cluster (Abb. 2a). Diese Richtung entspricht ungefähr der tatsächlichen geographischen Orientierung der Lineation des vulkanischen Materials, da die Paläodeklination vor ca. 48 Ma, um nur 10° von der heutigen Deklinationsrichtung abweicht (McElhinny & Lock 1990). Beim Betrachten der \hat{e}_{\min} Deklinationen/Inklinationen macht sich ebenfalls ein Trend bemerkbar (Abb. 2a). Hier erscheinen die Deklinationen in einem NE–SW orientierten Gürtel, mit starker Belegung der steilen Foliationspole und daher überwiegend flacher Orientierung der magnetischen Foliation. Das Gefüge der Vulkaniklastika innerhalb des Messel Maar-Diatrems resultiert möglicherweise aus Überlagerungen einer aus der Kompaktion resultierenden Vertikalspannung mit horizontalen tektonischen Paläospannungen der Rheingrabentektonik.

Gravimetrische Messungen im Gebiet um Messel zeigen einen markanten Gradienten, der auf ein ENE-streichende Krustendiskontinuität schließen lässt (Abb. 2b), und als Messel Störungslinie bezeichnet wird (Jacoby et al. 2000). Die Orientierung der Lineation genau senkrecht zum Streichen der Messel-Störungszone spricht für eine genetische Relation der AMS Lineation zu dieser Störungslinie.

Literatur

- Buness H, Gabriel G, Pucher R, Rolf C, Schulz R & Wonik T (2004) Grube Messel: Die Geophysik blickt unter die Abbausohle. *Natur u. Mus.* 134, 65–76
- Jacoby W, Wallner H & Smilde P (2000) Tektonik und Vulkanismus entlang der Messel-Störungszone auf dem Sprendlinger Horst: Geophysikalische Ergebnisse. *Z. dt. geol. Ges.* 151, 493–510
- McElhinny MW & Lock J (1990) IAGA global

- palaeomagnetic database. *Geoph. J. Intern.* 101, 763–766
- Nitzsche T (im Druck) Origin of magnetic anomalies in volcanoclastic units of the Messel maar-diatreme (Germany). *Z. dt. Gew. Ges.*
- Tarling, DH & Hrouda, F (1993) *The Magnetic Anisotropy of Rocks*; S. 217, London (Chapman & Hall)
- Wonik T & Bucker C (2000) Möglichkeiten der Bohrlochgeophysik im Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben. *Mitteilungen der deutschen geophysikalischen Gesellschaft, Sonderband 3*: 41–43