

Lithologierekonstruktion von submarinen Einheiten des Mauna Kea Vulkans mit bohrlochgeophysikalischen Messungen der magnetischen Suszeptibilität, HSDP Bohrung, Hawai'i *Vortrag*

Andre Beck¹ Helga de Wall¹
Jochem Kück²

Einführung

Als Teil des International Continental Drilling Projects (ICDP), wurde von März bis September 1999 im Rahmen des Hawai'i Scientific Drilling Projects (HSDP) die etwa 3109 m tiefe HSDP-2 Bohrung in der Nähe von Hilo auf Big Island, Hawai'i niedergebracht. Die mit einem Durchmesser von 98 mm (3.85") durchgehend gekernte Bohrung, durchteuft sowohl die subaerischen Einheiten des Mauna Loa, als auch die darunter liegenden submarinen Laven des Mauna Kea. Ab etwa 1080 m Teufe wurden die jüngsten, während der Entwicklung dieses Vulkans abgelagerten submarinen Laven erbohrt. Die Verteilung von Hyaloklastiten, Pillowlaven, massiver Intrusiva sowie sedimentärer Ablagerungen, wurde durch die lithologische Beschreibung des durchgehend geförderten Kernprofils von DePaolo et al. (1999) aufgenommen. Verschiedene Autoren, wie z.B. Bücker et al. (1999) oder Helm-Clark et al. (2004) haben bereits gezeigt, dass sich Messungen der natürlichen Gammastrahlung (GR), die üblicherweise sehr gut zur lithologischen Einteilung von Gesteinen herangezogen werden können, in vergleichba-

ren Bohrungen nur sehr bedingt zur primären Unterscheidung basaltischer Gesteinseinheiten eignen. Dies ist vor allem auf die sehr geringe Variation des K-, U- und Th-Gehalts der Basalte zurückzuführen. Daher wurden von der Operational Support Group (OSG) des GFZ-Potsdam im November 2002 bohrlochgeophysikalische Messungen in dem 98 mm Bohrloch in einem Bereich von etwa 1830 bis 2615 m durchgeführt. Diese wurden speziell zum Test einer Bohrlochsonde zur Messung der magnetischen Suszeptibilität (MS) im Rahmen des DFG-Projektes Wa 1015/4 angesetzt. Dazu wurde die MSdH-2 Sonde der OSG, hergestellt von der Fa. Antares GmbH (Stuhr, Germany) eingesetzt.

Qualitätskontrolle der MS Messung

In einem ersten Schritt wurden die erfassten MS Daten einer genauen Qualitätskontrolle, vor allem in Bezug auf eventuelle fehlerhafte Einflüsse durch Bohrlocherweiterungen, unterzogen. Die genaue Bohrlochgeometrie und -beschaffenheit wurde auf der Grundlage von Daten aus einer 1999 von der University of Hawai'i durchgeführten 1-arm Kalibermessung (CAL) ermittelt. Anhand der Häufigkeitsverteilung der gemessenen CAL Daten zeigt sich eine sehr hohe Qualität und Stabilität des Bohrloches. Bei einem nominellen Bohrlochdurchmesser von 98 mm (3.85"), ergibt die Kaliberauswertung einen durchschnittlichen Durchmesser von 115 mm. Dies kombiniert mit der visuellen Auswertung des CAL-Logs führte zur Einteilung der Bohrung in einen stabilen Bohrlochbereich bis 115 mm, indem etwa 85% aller aufgenommenen CAL-Werte liegen. Dennoch neigen vor allem die erbohrten Intrusiva sowie die

¹ Institut für Geologie, Pleicherwall 1, 97070 Würzburg ² Geo-Forschungs-Zentrum Potsdam, Telegrafenberg, 14473 Potsdam

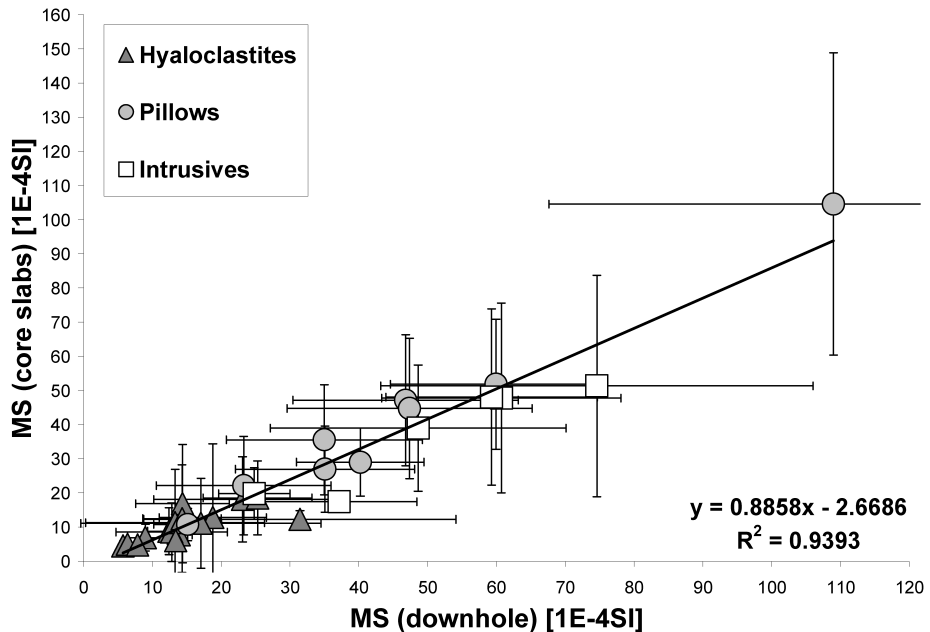


Abbildung 1: Crossplot der MS Mittelwerte aus Bohrloch- und Kernmessungen für die einzelnen im Logintervall erfassten lithologischen Einheiten (Für die eingefügte Trendlinien wurde das Bestimmtheitsmaß R^2 sowie die für den Zusammenhang der Werte daraus abgeleitete Gleichung errechnet).

Pillowlaven häufiger zu stärkeren Bohrlochausbrüchen bis ca. 160 mm, was eine genaue Qualitätskontrolle der aufgenommenen MS Daten erfordert. Diese wurde durch den Vergleich von MS Loggingdaten mit MS Kerndaten durchgeführt. Die MS Kernmessungen wurden an Bohrkernhälften ausgewählter Profile der HSDP-2 mit einem Handkappameter KT-5 (Fa. Agico Inc., Brno, Czech Republic) durchgeführt und freundlicherweise von Herrn Dr. Carsten Vahle, Universität Heidelberg zur Verfügung gestellt. Der Vergleich dieser Daten führt zu einer sehr guten Übereinstimmung der errechneten MS Mittelwerte für die einzelnen lithologischen Einheiten (siehe Abb. 1). Als Ergebnis

der Qualitätskontrolle kann also festgehalten werden: Bei Messung der MS mittels der MSdH-2 Sonde, kann in der HSDP Bohrung, wenn ein Durchmesser von 160 mm nicht überschritten wird, generell auf die Korrektur der Logantworten verzichtet werden!

Auswertung der MS Daten

Hyaloklastite sind generell durch niedrige mittlere MS Werte charakterisiert ($14 \pm 10 \times 10^{-4}$ SI). Durch Laboranalysen kann dies auf das Vorherrschen von paramagnetischen Mineralen sowie den nur sehr geringen Gehalten an feinkörnigem Magnetit zurückgeführt werden. Intrusive Einheiten ($61 \pm 29 \times 10^{-4}$ SI) und Pillowlaven ($40 \pm 25 \times 10^{-4}$ SI) zeigen da-

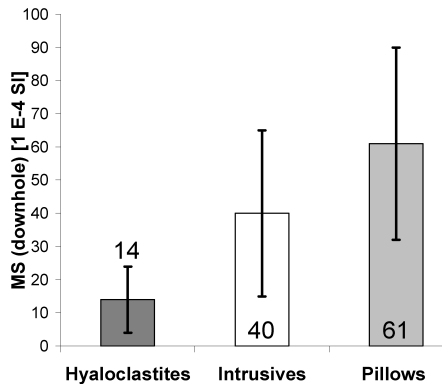


Abbildung 2: MS Mittelwerte und Standardabweichung der im Logintervall erfassten Gesteinsarten.

gegen signifikant höhere, allerdings sehr stark schwankende MS Werte, was auf unterschiedliche Volumenanteile an Titanomagnetit und Schwankungen in seiner Zusammensetzung (Kontny et al. 2003) zurückzuführen ist. Die Messung der MS birgt damit eine sehr gute Möglichkeit zwischen den verschiedenen im HSDP-2 Profil erbohrten basaltischen Gesteinen zu unterscheiden (siehe Abb. 2). Diese Ergebnisse stimmen sehr gut mit MS Messungen die an Kernhälften ausgewählten Profilschnitten durchgeführt wurden (Kontny et al. 2003, Vahle 2005) überein.

Lithologierekonstruktion für die HSDP 3 — Bohrung anhand von MS Daten

Von November 2004 bis Februar 2005 wurde die bestehende HSDP-2 Bohrung auf 3340 m vertieft (HSDP-3). Die Bohrung wurde ebenfalls mit einem Durchmesser von 98 mm, allerdings mit geringerem Kerngewinn niedergebracht. Dadurch konnte eine lithologische Gliederung nur deutlich ungenauer durchge-

führt werden. Um die anhand der Kerninformationen gewonnene lithologische Gliederung zu ergänzen oder ggf. zu verbessern sowie um die bei der HSDP-2 gewonnenen Ergebnisse anzuwenden, wurden im April 2005 Messungen der MS an den Bohrkernen und im Bohrloch durchgeführt. Die an ausgewählten Profilen des Kernmaterials der HSDP-3 mit dem KT-5 durchgeführten MS Messungen halfen zur Korrelation des von der OSG erstellten MS Logs. Mittels des erhaltenen MS Logs konnte die Lithologie dargestellt, rekonstruiert und ergänzt werden (siehe Abb. 3.). Dies verdeutlicht ein weiteres Mal die gute Nutzbarkeit von MS Daten zur Rekonstruktion von Lithologien in submarinen Basalten. Die bohrlochgeophysikalische Messung der magnetischen Suszeptibilität sollte folglich einen integralen Bestandteil von Bohrlochmesskampagnen an Bohrprojekten in submarinen Vulkanen darstellen.

Literatur

- Bücker CJ, Cashman KV & Planke S (1999) 5. Data Report: Physical and Magnetic Characterization of AA and Pahoehoe Flows: Hole 990 A. In: Larsen HC, Duncan RA, Allan JF & Brooks K (eds.) (1999) Proc. ODP, Scientific Results, 163. College Station (TX), 41–49
- DePaolo DJ, Thomas DM, Stolper EM & Garcia MO (1999) Hawai'i Scientific Drilling Project: core logs and summarizing data. Report, California Institute of Technology, Pasadena.
- Helm-Clark CM, Rodgers DW & Smith RP (2004) Borehole geophysical techniques to define stratigraphy, alteration and aquifers in basalt. *J. Appl. Geophys.*, 55, 3–38
- Kontny A, Vahle C & de Wall H (2003) Characteristic magnetic behavior of subaerial and submarine lava units from the Hawai'i Scientific Drilling Project (HSDP-2). *G3*, 4 (2), 8703, DOI:10.1029/2002GC000304

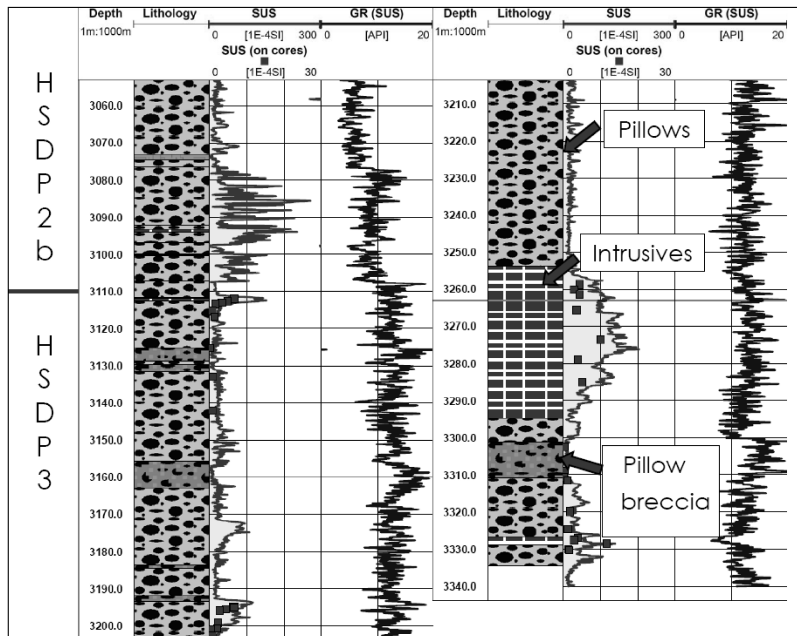


Abbildung 3: MS Log und mittels diesem angepasstes und rekonstruiertes Litholog der HSDP-3 (SUS=MS).

Vahle C (2005) Aufbau und Entwicklung des Vulkans Mauna Kea anhand von gesteinsmagnetischen und magneto-mineralogischen Untersuchungen an Kernen des 'Hawai'i Scientific Drilling Project' (HSDP-2). Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde, Naturwissenschaftlich-Mathematische Gesamtfakultät, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, pp 285