

Geowissenschaftliche Bedeutung von Mikrorissen in Kristallingesteinen

Poster

Joerg Ruedrich¹ Axel Vollbrecht¹

In Kristallingesteinen (Magmatite, Metamorphite, Migmatite) sind Mikrorisse allgegenwärtig. Ihre Entstehung ist auf unterschiedliche treibende Kräfte (i.W. Tektonik, Thermik) und Mechanismen wie z.B. volumetrische Verformung oder plastische Rissinitiierung zurückzuführen (z.B. Vollbrecht et al. 1999). Die heute in oberflächennahen Kristallingesteinen zu beobachtenden Mikrorisspopulationen repräsentieren i.d.R. die Summe verschiedener geologischer Ereignisse in unterschiedlichen Krustenstockwerken, wobei generell die jüngsten Generationen das höchste Erhaltungspotential besitzen. Abhängig von den jeweiligen stofflichen Rahmenbedingungen (Wirtsminerale, Krustenfluide) zeigen die Mikrorisse unterschiedliche Ausbildungsformen (offen, verheilt, versiegelt), die häufig gemeinsam in einem Gestein auftreten und damit komplexe, mehrphasige Entwicklungen dokumentieren (Abb. 1a).

Analysen von natürlichen und experimentell erzeugten Rissen belegen, dass die überwiegende Anzahl als Zugrisse zu interpretieren sind, d.h. sie werden primär senkrecht zur kleinsten Normalspannung angelegt. Zusätzlich ist bekannt, dass Mikrorisse innerhalb größerer Gesteinsvolumina meistens in Form von mehreren richtungs-konstanten Scharen auftreten (Abb. 1b) und damit den Gesteinen ein Anisotropieelement aufprägen. Das Beispiel in Abb. 1b zeigt zusätzlich, dass die Bildung der

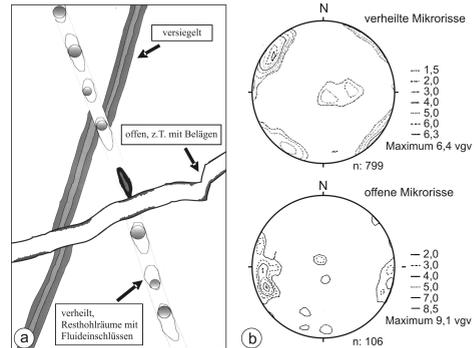


Abbildung 1: Unterschiedliche Mikrorisszustände (a) und Quarz-Mikrorisse im Sultz Granit (b); Belegungsdichtediagramm Schmidt'sches Netz untere Halbkugel; vgv = vielfaches der Gleichverteilung; n = Anzahl der gemessenen Risse, aus Schild et al. (1998).

verheilten und offenen Mikrorisse unter verschiedenen Spannungsrichtungen stattfand.

Aufgrund der genannten Eigenschaften besitzen Mikrorisse sowohl für die Rekonstruktion geodynamischer Entwicklungen als auch für die Interpretation der physikalischen/mechanischen Gesteinseigenschaften besondere Bedeutung. Das Vernetzungsschema in Abb. 2 zeigt, welche Informationen aus Mikrorissen durch Verknüpfung verschiedener analytischer Methoden gewonnen werden können. Beispielhaft seien folgende Forschungs- und Anwendungsfelder genannt:

1. Geodynamik

Mikrorisse stellen zum einen sensible (Paläo-) Spannungsindikatoren dar, zum anderen erlauben die Rissfüllungen (Fluide, Minerale) z.T. weitreichende Rückschlüsse auf die Entwicklungsgeschichte des Gesteins. In günstigsten Fällen kann durch eine Datierung der

¹ Geoscience Centre University Göttingen, Goldschmidtstr. 3, 37077 Göttingen

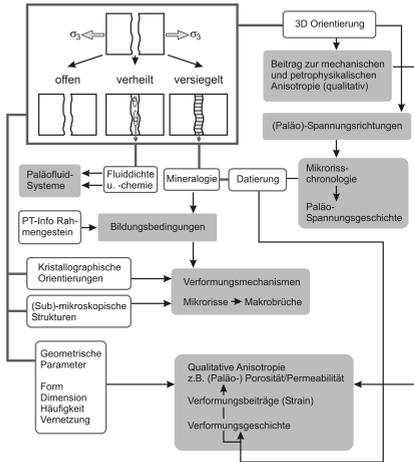


Abbildung 2: Beziehungen zwischen Analytik und Informationspotential von Mikrorissen.

Rissmineralisate in Verbindung mit einer detaillierten Richtungsanalyse eine Chronologie der Spannungsrichtungen rekonstruiert werden (z.B. Vollbrecht et al. 1994). Anhand von Fluideinschlüssen in verheilten Mikrorissen und Indexmineralen in versiegelten Rissen kann zusätzlich für die jeweiligen Spannungsrichtungen eine Druck/Temperaturabschätzung vorgenommen werden (z.B. Schild et al. 1998).

2. Gesteinseigenschaften in situ

Verschiedene geophysikalische Krusten-anomalien können u.a. durch ein gehäuftes Auftreten von orientierten Mikrorissen erklärt werden (z.B. Dämpfung und Polarisierung von seismischen Wellen; z.B. Weiss 1998). Die durch vernetzte Risspopulationen erzeugten Gesteinspermeabilitäten stellen bedeutende Wegsamkeiten für Krustenfluide dar. Dies ist u.a. für den gerichteten penetrativen Stoff- und konvektiven Wärmetransport durch die Gesteinsma-

trix von Bedeutung. Die Ausrichtung und der Vernetzungsgrad von Mikrorissen ist z.B. auch ein wichtiger Faktor für die Beurteilung geothermischer Reservoirs, da prä-existierende Mikrorisse die Ausbreitungsrichtung und Dimension von künstlich stimulierten Makrobrüchen (Wärmeaustauschflächen) erheblich beeinflussen.

3. Eigenschaften als Werkstein

Das richtungsabhängige Festigkeitsverhalten wird u.a. durch die bevorzugte Orientierung von Mikrorissen diktiert. Dies gilt insbesondere für Gesteine, die keine weiteren planaren Vorzeichnungen wie stofflicher Lagenbau oder Schieferung aufweisen (z.B. Ruedrich 2003). Der Beitrag von Mikrorissen zur inneren Oberfläche ist für das Verwitterungsverhalten vieler Werksteine von Bedeutung. So stellen Mikrorisse u.a. Wegsamkeiten und Angriffsflächen für korrosive Agenzien dar (Ruedrich 2003). Hinsichtlich der physikalischen Verwitterungsprozesse stellen Mikrorisse in den ansonsten dichten Kristallingesteinen den Porenraum dar, in dem Eis- oder Salzkristallisation und dadurch induzierte Spannungen zur Gefügeentfestigung führen (z.B. Doehne 2002).

Literatur

- Doehne E (2002) Salt weathering: Context and insights. In: S. Siegesmund, T. Weiss and A. Vollbrecht (eds): Natural stones, weathering phenomena, conservation strategies and case studies. Geological Society Special Publication 205, 43–56
- Ruedrich J (2003) Gefügekontrollierte Verwitterung natürlicher und konservierter Marmore. Dissertation, Universität Göttingen, <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2003/ruedrich/ruedrich.pdf>, pp 158
- Schild M, Vollbrecht A, Siegesmund S, Reutel C (1998) Microcracks in granite cores from

- EPS-1 drillhole, Soultz-Sous-Forêts. Paleostress directions, paleofluids and crack-related V_p -anisotropies. *Geologische Rundschau* 86, 775–785
- Vollbrecht A, Dürrast H, Kraus J, Weber K (1994) Paleostress directions deduced from microcrack fabrics in KTB core samples and granites from the surrounding field. *Sci. Drilling* 4, 233–241
- Vollbrecht A, Stipp M, Olesen, NØ (1999) Crystallographic orientation of microcracks in quartz and inferred deformation processes — a study on gneisses from the German Continental Deep Drilling (KTB). *Tectonophysics* 303, 279–297
- Weiss T (1998) Gefügeanisotropie und ihre Auswirkung auf das seismische Erscheinungsbild: Fallbeispiele aus der Lithosphäre Süddeutschlands. *Geotektonische Forschungen* 91, pp 156