

Neue Perspektiven der Texturanalytik von Gesteinen mit konventioneller Röntgenbeugung

Poster

Bernd Leiss¹ Klaus Ullemeyer²

Technische Entwicklungen und verbesserte Messmethoden haben in den vergangenen 15 Jahren in der Gesteinstexturanalyse zu einer zunehmenden Nutzung vor allem der Elektronen- und Neutronenbeugung geführt. Dabei ist die Anwendung der Röntgentexturanalyse in der Geologie in den Hintergrund getreten. Neue technische Optionen dieser Methode, wie sie zum Beispiel für die Qualitätskontrolle in der Siliziumchipherstellung entwickelt worden sind, haben noch keinen Eingang in die Gesteinstexturanalyse gefunden. Steht die volumenbezogene Gesamtexturanalyse im Vordergrund, so hat die Röntgenbeugung spezifische Vorteile. Gegenüber der Elektronenbeugung am Rasterelektronenmikroskop (Backscatter Electron Diffraction) ist keine aufwendige Probenpräparation notwendig und es kann ein wesentlich größeres Probenvolumen erfasst werden. Gegenüber der Neutronenbeugung ist die Röntgenbeugung wesentlich kostengünstiger und die zur Verfügung stehende Messzeit ist im Prinzip unbeschränkt.

Nachteile der Röntgentexturanalyse sind die notwendige Messdatenkorrektur aufgrund der Defokussierung des Messstrahls im Verlauf der Messung (Ullemeyer & Weber 1994), die unter Umständen schlechte Auflösung bezüglich Gitterabstand d , und das gegenüber der Neutronenbeugung wesentlich ge-

ringere messbare Probenvolumen. Die Anwendung der Röntgentexturanalyse war daher klassischerweise auf monophase und feinkörnige Gesteine beschränkt.

Um diese Nachteile der bisherigen Röntgentexturanalyse kostengünstig zu minimieren, wurde für die Abteilung Strukturgeologie und Geodynamik des Geowissenschaftlichen Zentrums der Universität Göttingen ein neues Röntgentexturgoniometer auf der Basis von neu entwickelten Standardbauteilen der Industrie für die Gesteinstexturanalyse individuell konfiguriert und die eigene Messdatenauswertestrategie angepasst:

- Glasfaserkapillaren (Polykapillare) ermöglichen eine Aufweitung des dadurch parallelen Primärstrahls auf einen maximalen Durchmesser von 7 mm ohne hohen Intensitätsverlust. Damit ist ein vergleichsweise großes Probenvolumen in kurzer Zeit messbar
- die hohe Strahlintensität erlaubt in Kombination mit entsprechenden Kollimatoren auf der Sekundärseite trotz kurzer Messzeiten eine hohe d -Wert-Auflösung
- eine zusätzliche Kreuzblende auf der Sekundärseite erlaubt die Verkleinerung des Messstrahls und damit individuelle Strahlgeometrien bei spezifischen Fragestellungen (z.B. Messung lokaler Texturen)
- ein in X und Y verfahrbarer Probentisch erlaubt Translationsbewegungen, um das genutzte Probenvolumen zu erhöhen, lokale Texturen automatisiert innerhalb eines 100×100 mm großen Rasters zu messen, oder mehrere Proben nacheinander automatisch zu messen

¹ Geowissenschaftliches Zentrum Göttingen, Goldschmidtstraße 3, 37077 Göttingen

² Geologisches Institut, Universität Freiburg, Albertstr. 23B, 79104 Freiburg

- der Probenstisch erlaubt Probengrößen mit bis zu 20 cm Durchmesser und 24 mm Höhe

Durch diese erweiterten Anwendungsmöglichkeiten der Röntgentexturanalytik auf grobkörnigere und/oder polymineralische Gesteine und die lokale Texturanalyse per Rastermessung, sowie die gleichzeitige Erhöhung des Proben-durchsatzes werden wesentlich umfangreichere Datensätze erzeugt. Des Weiteren hängt die Qualität der resultierenden Polfiguren stark von der zuverlässigen Korrektur des Defokussierungseffekts ab. Die bewährte empirische Korrektur mit Hilfe regelloser Pulvermessungen soll beibehalten werden, denn sie erlaubt auch die Korrektur von Kornformeinflüssen, die z.B. bei Polfigurmessungen an Schichtsilikaten bei sehr kleinen Streuwinkeln erheblichen Einfluss haben (Ullemeyer & Weber 1994). Auch kleinere Justierungsfehler beim Probeneinbau können unter Umständen nachträglich korrigiert werden. Da der Defokussierungseffekt von mehreren Parametern abhängt (Strahldimensionen, Streuwinkel, Kornformanisotropie), muss für routinemäßige Korrekturen eine umfangreiche Datenbank zur Verfügung stehen. Aufgrund der schnellen und automatisierten Messungen ist die Erstellung und Aktualisierung der Datenbank unproblematisch.

Mit Hilfe von Texturmessungen senkrecht zueinander stehender Schnittlagen ist die Güte der Defokussierungskorrekturen sehr gut abschätzbar: bis zu einem Kippwinkel von 70° ist die Korrektur unproblematisch und je nach Anforderung an die Messung oft bis 80° hinreichend genau. Die hier nur im Reflexionsmodus messbaren experimentelle Röntgentexturpolfiguren sind jedoch generell unvollständig. Um vollständige Polfiguren

zu erzeugen gibt es zwei Herangehensweisen:

1. ist erkennbar, dass in den Ausfallbereichen keine wesentlichen Texturinformationen enthalten sind (Bereiche unter ein mal die Gleichverteilung), lassen sich fehlende Daten durch Extrapolation berechnen
2. die Daten aus drei senkrecht zueinander stehender Schnittlagen werden kombiniert.

Da alle bekannten Programme für die quantitative Texturanalyse mit unvollständigen Polfiguren umgehen können, kann alternativ auf die Vervollständigung der Polfiguren verzichtet werden. Die dann erforderliche größere Zahl an Eingabepolfiguren kann aufgrund der Geschwindigkeit der Messungen leicht gewonnen werden.

Die Kombination neuer Messoptionen aufgrund weiter entwickelter technischer Komponenten mit optimierten Korrekturfunktionen und der vergleichsweise kostengünstige Betrieb erweitern die Anwendungsmöglichkeiten der an sich konventionellen Röntgentexturanalytik enorm und ermöglichen damit auch die Bearbeitung neuer Fragestellungen in den Geowissenschaften. Bezüglich der nutzbaren Probenvolumina bewegt sich die Röntgentexturanalytik in der vorgestellten Konfiguration im mm- bis cm-Bereich und steht damit zwischen der Elektronen (μm bis mm)- und Neutronenbeugung (cm-Bereich). Die Röntgentexturanalytik sollte bei entsprechenden Texturanalyseanforderungen wieder stärker berücksichtigt werden.

Literatur

Ullemeyer K & Weber K (1994) Correction of phyllosilicate (002) X-ray pole figures

re measurements. In: Textures of Geological Materials (eds. Bunge et al.), DGM Informationsgesellschaft-Verlag, Oberursel, pp 83