

FRISCHBUTTER, A.: (Hsg.)

**Intrakristalline Strainmessung mit
Neutronenbeugungsmethoden**

Mit 49 Abbildungen und 5 Tabellen

Verlag der Gesellschaft für Geowissenschaften e. V.

Berlin 1998

ISBN 3-9805627-7-7

ISSN 942-3443

Inhalt

FRISCHBUTTER, A.: Vorwort	7
SCHEFFZÜK, CH.; FRISCHBUTTER, A.; MIKULA, P.; VRÁNA, M.: Using a Double Bent-Crystal Neutron Diffractometer for Quartz Strain Measurements on Sandstones from the Elbezone	9
WALTHER, K.; FRISCHBUTTER, A.; SCHEFFZÜK, CH.: The Diffractometer EPSILON for the Measurement of Strains: An Estimation of the Full Stress Tensor	18
PRIESMEYER, H. G.: Residual Stress Charakterisierung by Fourier-RTOF Neutron Diffractometry	29
SCHEFFZÜK, CH.; FRISCHBUTTER, A.; WALTHER, K.: Intracrystalline Strain Measurements with Time-of-Flight Neutron Diffraction: Application to a Cretaceous Sandstone from the Elbezone (Germany) . . .	39
IVANKINA, T.I.; NIKITIN, A.N.; ULLEMEYER, K.; EFIMOVA, G.A.; KIREENKOVA, S.M.; SOBOLEV, G.A.; SUKHOPAROV, V.A.; TELEPNEV, A.S.; WALTHER, K.: Investigation of Structure and Texture- Transformation Processes in Rocks	49
PRIESMEYER, H.G.: Fast-Transmission-Diffraction as a new neutron scattering tool	57

Vorwort

Die mit handfesten existentiellen Aspekten verbundene Erdbebenforschung erfordert zunehmend eine qualitative Verbesserung ihrer Datenbasis, sowohl für Modellierungsversuche des Deformationsverhaltens einzelner Krustenstrukturen als auch damit mittelbar für regionale Gefährdungsabschätzungen.

Intrakristalline Spannungsmessung mit Beugungsexperimenten ist eine bisher für geologische Proben nur in Ansätzen genutzte Methode. Sie arbeitet im Å-Bereich mit einer Genauigkeit von besser als 10^{-4} und gestattet im Gegensatz zu den in den Geowissenschaften traditionell angewandten Verfahren die Bestimmung des aktuellen und vollständigen Deformationstensors und - aus diesem abgeleitet - eine quantitative Abschätzung des vollständigen Spannungstensors. Darüber hinaus gestattet die Methode die Untersuchung des Spannungsverhaltens jeder Mineralphase der Probe ebenso wie das der ganzen Probe. Wichtige kalibrierende Daten sind hierzu von *in situ* - Deformationsversuchen unter definierten Bedingungen bis hin zur Kopplung mit Anisotropieeigenschaften geologischer Körper vom Mikro- (Textur) bis zum Makrobereich (Aufschluß bis Fernerkundung) erforderlich.

Ähnlich den Entwicklungen während der letzten 20 Jahre in der Texturforschung hat sich in den Geowissenschaften ein deutlicher Aufholbedarf beim Studium des strain-stress-Verhaltens geologischer Materialien gegenüber den Materialwissenschaften ergeben. Während intrakristalline Deformationsmessungen mit Röntgenstrahlbeugung vor allem metallischer Werkstoffe seit langem eine Routine-methodik darstellen, verfügen wir bislang nur über einen einzigen solchen Versuch der Anwendung auf Gesteine (REIK 1976), im wesentlichen bedingt durch die für geologische Probleme sehr geringe Eindringtiefe von Röntgenstrahlen. Mit der Verfügbarkeit der leistungsfähigen Neutronenquelle des Impulsreaktors IBR-2 in Dubna bei Moskau und mit der methodischen Anpassung der Neutronen-Flugzeit-Methode (TOF) für geowissenschaftliche Aufgabenstellung war ab Mitte der 80er Jahre auch die Möglichkeit gegeben, Probenvolumen von mehreren cm^3 zu erfassen.

In Fortsetzung einer langjährigen, sehr fruchtbaren Zusammenarbeit von Physikern und Geologen in Rossendorf, Dubna und Potsdam ist, nachdem die geologische Texturstrecke mit dem Diffraktometer SKAT in Dubna Mitte der 90er Jahre ein weitgehend ausgereiftes Stadium erreicht hatte und von der Universität Göttingen übernommen werden konnte, mit einem Pilotexperiment die intrakristalline Deformationsmessung unter Anwendung der Neutronen-Flugzeit-Methode aufgebaut worden, - ein Projekt, das in seiner betont geowissenschaftlichen Ausrichtung mit der Komplexität seiner geologischen Interpretationsprobleme auch heute noch durchaus den Charakter einer Risikoforschung hat.

Das vorliegende Themenheft der "Schriftenreihe für Geowissenschaften" bietet eine Auswahl von Beiträgen zu mehreren Rundtischgesprächen, die in Potsdam gemeinsam vom GeoForschungsZentrum Potsdam und der Gesellschaft für Geowissenschaften ausgerichtet wurden. Sie geben sowohl einen Überblick über experimentell-theoretische Grundlagen, die bisher erzielten Ergebnisse als auch einen Ausblick auf künftige, bereits angearbeitete Entwicklungen und sollen damit nicht zuletzt auch Interessenten zur Mitarbeit sowie zur Nutzung des geschaffenen Experimentariums anregen.

Dr. A. Frischbutter

Foreword

Earthquake research is combined with tangible existential aspects and requires increasingly an improvement in data quality both for modelling tests of the deformation behaviour of single crustal structures and the conclusions of regional hazard assessments.

Up to now, intracrystalline strain measurement by diffraction experiments is a not used method for geological samples. The method works in the Å-range with precision of better than 10^{-4} and permits -

contrary to the traditionally used procedures in geosciences - the determination of the actual and complete strain tensor and - derived from this - a quantitative estimation of the complete stress tensor. Moreover, it becomes possible to study the stress behaviour of each phase of the sample as well as of the whole sample. Important calibrating data are expected from *in situ* deformation experiments under defined conditions, as well as from the combination with data, describing the anisotropic properties of the geological sample from the micro- (texture) up to the macro field (outcrop to remote sensing).

Similar to the evolution in texture research during the last 20 years a distinct need emerged in geoscience to catch up the level of material sciences in strain-stress research. Whereas intracrystalline strain measurement using X-rays represents an already well accepted routine method (especially for metallic samples) in material sciences, there is only one published application for geological samples (REIK 1976). This is due mainly to the insufficient small penetration depth of X-rays for geological problems. With the availability of the powerful neutron source of the pulsed reactor IBR-2 in Dubna near Moscow and with the adaptation of the neutron time-of-flight method (TOF) for geological tasks in the mid-eighties it became possible to investigate sample volumes of several cm³.

A longstanding scientific cooperation between physicists and geologists from Rossendorf, Dubna and Potsdam results into a nearly perfect state of texture measurement, documented in the SKAT-diffractometer in Dubna, the responsibility of which was taken over by the University of Göttingen in the mid-nineties. In continuation of this productive cooperation a pilot experiment for intracrystalline strain measurement was constructed in Dubna, using the advantages of the neutron time-of-flight method, important for geological materials. Nevertheless, the project has the character of risk research, because of it's mainly geoscientific alignment combined with it's complex character of geological background.

The present volume of the "Schriftenreihe für Geowissenschaften" compiles a selection of contributions at several meetings which were held in Potsdam, organized by the GeoForschungsZentrum Potsdam and the Gesellschaft für Geowissenschaften. They give a review including the currently determined theoretical-experimental fundamentals and preliminary results. They also contain details of ongoing experimental improvements. Last but not least the authors of these papers want to invite interested scientists for cooperation and make use of the installed experimental equipment.

Dr. A. Frischbutter