

WIE WANDELT SICH OLIVIN IN SUBDUKTIONSZONEN ZU WADSLLEYIT UND RINGWOODIT UM?

KERSCHHOFER, L., RUBIE, D. C., SHARP, T. G. & SEIFERT, F.

Bayerisches Geoinstitut, Universität Bayreuth, D- 95440 Bayreuth, Deutschland

Die Kinetik der polymorphen Hochdrucktransformationen von Olivin (α -Phase) zu Wadsleyit (β -Phase) und Ringwoodit (γ -Phase) war in den letzten Jahren Thema zahlreicher Untersuchungen aufgrund ihrer großen Bedeutung im Erdmantel und aufgrund einer möglichen Hemmung dieser Transformationen in Subduktionszonen (SZ), die bedeutende Konsequenzen für Rheologie und Spannungszustand des subduzierten Materials und Entstehung tiefer Erdbeben hätte. Die meisten Studien wurden an Olivinen mit analoger chemischer Zusammensetzung (z.B. Mg_2GeO_4) durchgeführt, die zwar experimentell leichter zu handhaben sind, aber nur bedingt Schlüsse auf Prozesse im Erdinneren zulassen. Im Gegensatz dazu wurden in der vorliegenden experimentellen Arbeit die Mechanismen der α - β - γ -Transformationen und ihre Kinetik an natürlichem San Carlos Olivin ($Mg_{1.8}Fe_{0.2}SiO_4$) untersucht.

Für die Experimente wurde jeweils ein parallel den kristallographischen Hauptachsen quaderförmig geschnittener Olivin-Einkristall (700 x 600 x 500 μm) in eine feinkörnige Matrix (Korngrößen $\approx 15 \mu m$) aus 96 Gew% Olivin und 4 Gew% Enstatit eingebettet. In einer Vielstempelpresse (multianvil press) wurden die Proben dann bei Drücken von 17 bis 20 GPa, Temperaturen von 800° bis 1400°C und Reaktionszeiten von 20 bis 1500 min teilweise transformiert, um die Abhängigkeit der Transformation von der Zeit und die Keimbildungsmechanismen zu untersuchen.

Die Transformation findet durch zwei verschiedene Prozesse statt: Die Olivinquader weisen einen Reaktionssaum auf, der durch Bildung inkohärenter Keime an den Olivinkorngrenzen und Wachstum derselben entstanden ist. Die Wachstumsgeschwindigkeit dieser Säume ist nicht konstant, sondern nimmt mit der Zeit ab. Die feinkörnige Matrix rund um den Olivinquader transformiert ebenfalls durch inkohärente Keimbildung und Wachstum. Einen zweiten Transformationsmechanismus findet man im Inneren des Olivinquaders, jedoch nicht in den kleinen Olivinkristallen der Matrix. Optisch sichtbar sind Wadsleyit-Linsen im Olivin, die parallel zu den $\{101\}_{Ol}$ -Ebenen liegen. Untersuchungen mit dem Transmissionselektronenmikroskop (TEM) zeigten weiters, daß sich im Olivin eine große Anzahl von feinen Ringwoodit-Lamellen (10 bis 20 nm breit) mit der kristallographischen Orientierungsbeziehung von $\{100\}_{Ol}$ parallel $\{111\}_{Sp}$ gebildet hat. Nach POIRIER (1981) kann diese Orientierungsbeziehung durch eine Schertransformation entstehen, bei der Ringwoodit durch die kontinuierliche Bildung von (100)Ol-Stapelfehlern (Scherung) gekoppelt mit einer simultan auftretenden Kationendiffusion in der Struktur (Synchroscherung) erzeugt wird. Hochauflösende TEM-Untersuchungen zeigten, daß die Transformation in unseren Experimenten zwar mit der Bildung von (100)Ol-Stapelfehlern beginnt, sich dann aber durch Grenzflächen-kontrolliertes Breitenwachstum der Lamellen fortsetzt. Die Wadsleyit-Linsen treten immer in Kontakt mit den Ring-

woodit-Lamellen auf, was darauf hindeutet, daß sich inkohärenter Wadsleyit als Rücktransformationsprodukt am Ringwoodit bildet.

Ein Schermechanismus nach POIRIER (1981) wurde bisher nur in sehr begrenzter Menge bei Experimenten mit unrealistisch hohen Scherspannungen für SZ ($\sigma_1 - \sigma_3 \geq 1$ GPa) und/oder an Olivinen mit analoger chemischer Zusammensetzung (z.B. Mg_2GeO_4 , BURNLEY, 1990) beobachtet. Daher wurde in kinetischen Modellen von SZ bisher nur Transformation durch inkohärente Keimbildung an Korngrenzen und Wachstum berücksichtigt. Die große Menge an kohärenter, intrakristalliner Keimbildung in den Olivinquadern dieser Studie, das Absinken der Wachstumsgeschwindigkeiten für Korngrenzentransformation und die niedrigen Scherspannungen in unseren Experimenten deuten jedoch darauf hin, daß sich die mm-großen Olivinkristalle in SZ hauptsächlich durch intrakristalline Keimbildung und Wachstum umwandeln.

BURNLEY, P. C. (1990): The effect of nonhydrostatic stress on the olivine-spinel transformation in Mg_2GeO_4 . - Thesis, Univ. California, Davies, 187pp.

POIRIER, J. P. (1981): Martensitic olivine-spinel transformation and plasticity of the mantle transition zone. - AGU Geodynamics Series, 4, 113-117.