

Dr. A. SCHULT und M. SCHOBER, München (Vortragender: A.SCHULT)

---

"Messungen der elektrischen Leitfähigkeit von Olivin bei hohen Drucken und Temperaturen"

---

Mittwoch, den 5. 3. 1969

Es wird im allgemeinen angenommen, daß ein wesentlicher Bestandteil des oberen Mantels Olivin mit einem Fayalitgehalt von 10 bis 20 Mol % ist. (Olivin ist ein Mischkristall von Forsterit -  $Mg_2SiO_4$  - und Fayalit -  $Fe_2SiO_4$  -). Es ist deshalb von Interesse, die elektrische Leitfähigkeit von Olivin in Abhängigkeit von Druck und Temperatur zu messen. Die wichtigsten Ergebnisse verschiedener Autoren sind in Abb. 1 dargestellt.

Wir haben die elektrische Leitfähigkeit in Abhängigkeit von Druck und Temperatur von natürlichen Olivin (8,4 Mol% Fayalit - Fundort Dreiser Weiher/Eifel) untersucht. Als Druckapparat wurde ein "squeezer" benutzt. Dabei befindet sich die Probe als dünnes Scheibchen, eingefast in einem Pyrophyllit-Ring, zwischen zwei Stempeln, die mit einer hydraulischen Presse aufeinander gedrückt werden. Die gesamte Anordnung ist von einem Ofen umgeben. Bei der Messung der Leitfähigkeit wurde der Druck auf einen bestimmten Wert eingestellt und die Temperaturen variiert. Das Ergebnis der Messungen ist in Abb. 2 dargestellt.

Die Temperatur-Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit kann in dem untersuchten Druck- und Temperatur-Bereich durch eine erweiterte Halbleiter-Gleichung,

$$\sigma = \sigma_1 e^{-E_1/kT} + \sigma_2 e^{-E_2/kT},$$

beschrieben werden, wobei der erste Term unterhalb  $600^\circ C$  überwiegt, der zweite Term oberhalb  $600^\circ C$ . Die Aktivierungs-Energie  $E_1$  nimmt im untersuchten Druck-Bereich mit dem Druck ab. Die Aktivierungs-Energie  $E_2$  ergab sich als unabhängig vom Druck. Die Konstanten  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  waren dagegen druckabhängig. Mögliche

Leitungs-Mechanismen unter  $600^{\circ}\text{C}$  sind Störstellen-Leitung, oberhalb  $600^{\circ}\text{C}$  Elektronen-Leitung. Das Problem des Leitungs-Mechanismus ist allerdings noch nicht endgültig geklärt.

Die gleichen Untersuchungen wurden ebenfalls mit einer "belt"-Druckapparatur durchgeführt. In grober Vereinfachung ist die "belt" eine Kolben-Zylinder-Apparatur. Im Hochdruck-Raum ist dabei die Olivin-Probe mit Pyrophyllit (als Druck-übertragungs-Mittel) eingehüllt und mit einem kleinen Ofen umgeben.- Die Meßergebnisse für die elektrische Leitfähigkeit waren die gleichen wie sie mit der "squeezer" Apparatur erhalten wurden. Die Messungen wurden bis  $1100^{\circ}\text{C}$  durchgeführt, wobei sich ergab, daß die in Abb. 2 dargestellten Kurven bis  $1100^{\circ}\text{C}$  zu extrapolieren sind.

In Tab. 1 ist angegeben, welcher spezifischer Widerstand für den untersuchten Olivin (8,4 Mol% Fayalit) in ca. 30 km Tiefe (entspricht etwa einem Druck von 9 kbar) und 100 km Tiefe (etwa 30 kbar) bei verschiedenen Temperaturen zu erwarten wäre, falls dort Olivin existiert. Es sei hier allerdings ausdrücklich vermerkt, daß eine Temperatur von  $1000^{\circ}\text{C}$  und mehr in einer Tiefe von 30 km im Mittel über die Erde nicht sehr wahrscheinlich ist und vermutlich nur an einzelnen Orten zu erwarten ist.

Tab. 1: Spez. Widerstand von natürlichen Olivin (8,4 Mol% Fayalit - Fundort Dreiser Weiher/Eifel -) bei verschiedenen Drucken und Temperaturen. Die angegebenen Temperaturen geben lediglich den Wert an, der notwendig ist, um einen bestimmten spez. Widerstand in der jeweiligen Tiefe zu erreichen.

Tiefe	Druck	Temp.	Spez. Widerst.
30 km	9 kbar	$600^{\circ}\text{C}$	10.000 $\Omega\text{m}$
		$750^{\circ}\text{C}$	500 $\Omega\text{m}$
		$1000^{\circ}\text{C}$	10 $\Omega\text{m}$
		$1050^{\circ}\text{C}$	5 $\Omega\text{m}$
100 km	30 kbar	$700^{\circ}\text{C}$	500 $\Omega\text{m}$
		$980^{\circ}\text{C}$	5 $\Omega\text{m}$
		$1100^{\circ}\text{C}$	1 $\Omega\text{m}$

Ein geringer spez. Widerstand in geringer Tiefe (z.B. 30 km) könnte auch vorliegen, wenn der Fayalitgehalt des Olivins wesentlich höher ist als allgemein angenommen wird. Nach BRADLEY u.a. (1964) ergibt sich für Olivin mit 50 Mol% Fayalit bei 550°C und 10 kbar ein spez. Widerstand von 5  $\Omega$ m. Dieses Modell über den Aufbau des oberen Mantels erscheint aber nach dem gegenwärtigen Stand als recht unwahrscheinlich.

Literatur:

AKIMOTO, S. and H. FUJISAWA: Demonstration of the electrical conductivity jump produced by the olivine-spinel transition. J. Geophys. Res., 70, 443-449, 1965.

BRADLEY, R.S., A.K. JAMIL and D.C. MUNRO: The electrical conductivity of olivine at high temperatures and pressures. Geochim.Cosmochim. Acta, 28, 1669-1678, 1964.

HAMILTON, R.H.: Temperature variation at constant pressures of the electrical conductivity of periclase and olivine. J. Geophys. Res., 70, 5679-5692, 1965.

HUGHES, H.: The pressure effect on the electrical conductivity of periodot. J. Geophys. Res., 60, 187-191, 1955.

SCHULT, A. and M. SCHOBER: Measurement of electrical conductivity of natural olivine at temperatures up to 950°C and pressures up to 42 kbar. Z. Geophys., 35, 105-112, 1969.

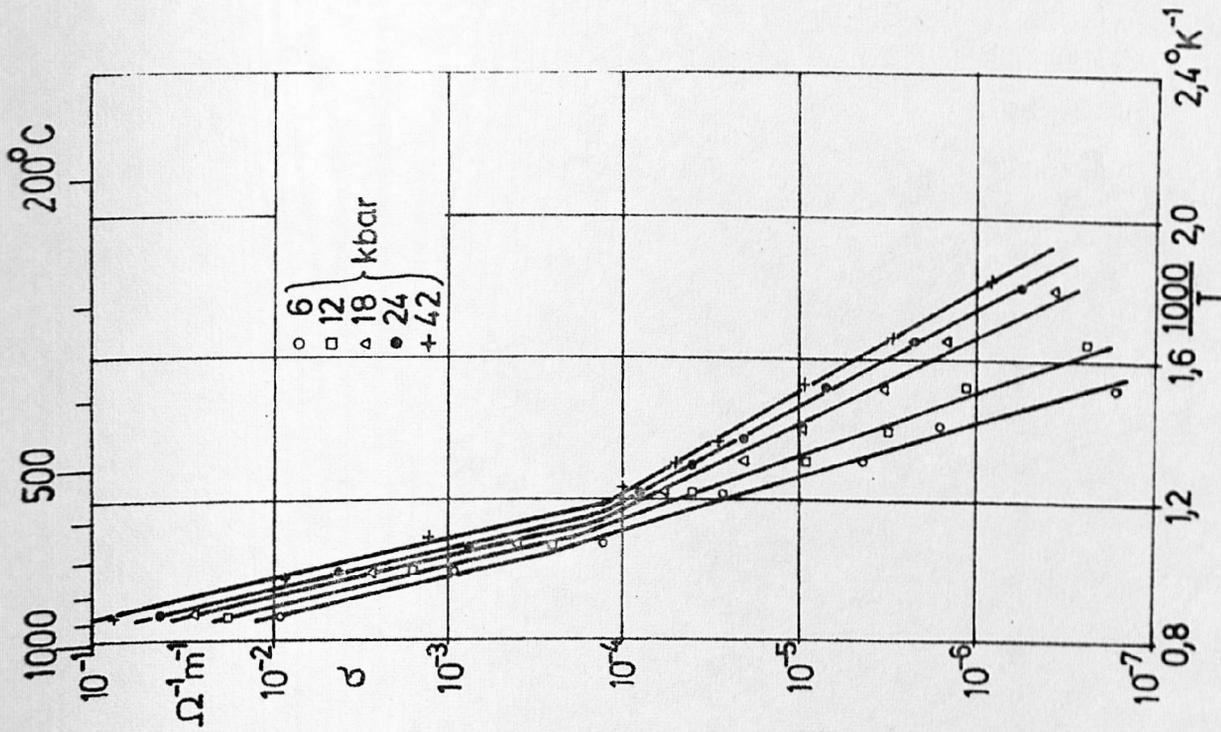


Abb. 2

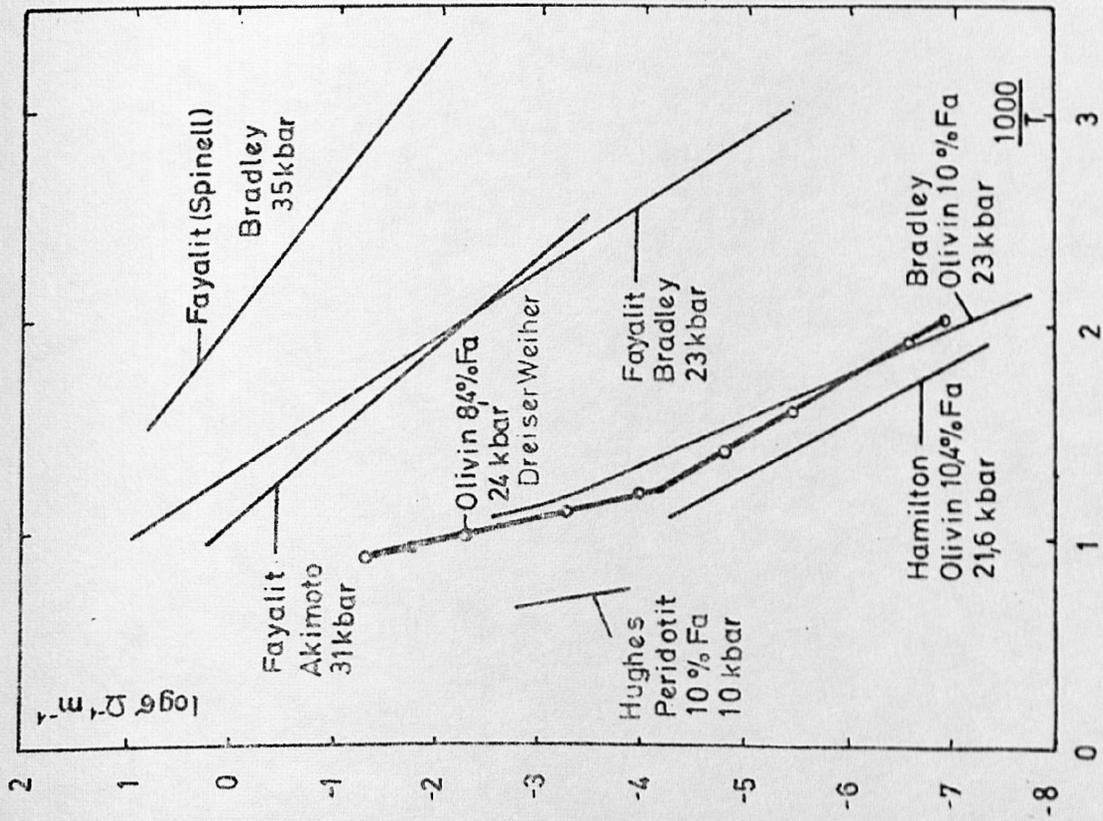


Abb. 1