

K. BAHR

Sehen wir die Asthenosphäre in Mitteleuropa?

Im Winter 1982/83 wurden an der Station RAB im Westerwald elektromagnetische Pulsationen, Baystörungen und tagesperiodische Variationen aufgezeichnet und mit der Methode der Magnetotellurik ausgewertet. Die Registrierung des erdmagnetischen Tagesganges gestattete es darüber hinaus, die komplexe Eindringtiefe nach dem Z/H Verfahren zu berechnen. Dabei werden überhaupt keine erdelektrischen Variationen ausgenutzt, die resultierende Übertragungsfunktion kann deshalb zur Korrektur von unter Umständen auftretenden Verzerrungen der magnetotellurischen Impedanz verwendet werden. Über die Ergebnisse ist an anderer Stelle ausführlich berichtet worden (Bahr 1985, Schmucker 1986). Die hier gezeigten Ergebnisse sind also nicht neu, es soll nur diskutiert werden, mit wieviel "Signifikanz" sich in ihnen eine gut-leitenden Schicht im oberen Erdmantel andeutet.

Abb. 1 zeigt $\rho^* z^*$ -Profile von RAB für den Periodenbereich 15 sec - 10 h in willkürlichen Koordinaten. Die Impedanzen beider Polarisationsrichtungen wurden für diese Darstellung mit reellen Verzerrungskoeffizienten korrigiert. Diese Koeffizienten ergaben sich für RAB aber nahe bei 1. ($a_{11}=.97$, $a_{22}=.89$). Ich beschränke mich im folgenden auf die Komponente Z'_{xy} . Im Verlauf des $\rho^* z^*$ -Profils dieser Komponente treten zwei relative Minima auf: Das erste bei etwa 60 cph und 20 km Eindringtiefe ist offensichtlich, das zweite bei etwa 2 cph und 90 km Eindringtiefe tritt dagegen nur andeutungsweise auf. Für Frequenzen unter 0.5 cph wird der scheinbare Widerstand auch wieder geringer.

In Abb. 2 wird das Ergebnis einer Inversion der in Abb. 1 dargestellten Impedanzen Z'_{xy} mit dem Psi-Algorithmus gezeigt. Das erste Minimum wird als "guter Leiter Unterkruste" interpretiert. Das zweite Minimum, in der $\rho^* z^*$ -Kurve eine kaum wahrnehmbare Beule, wird jetzt zu einer ausgeprägten

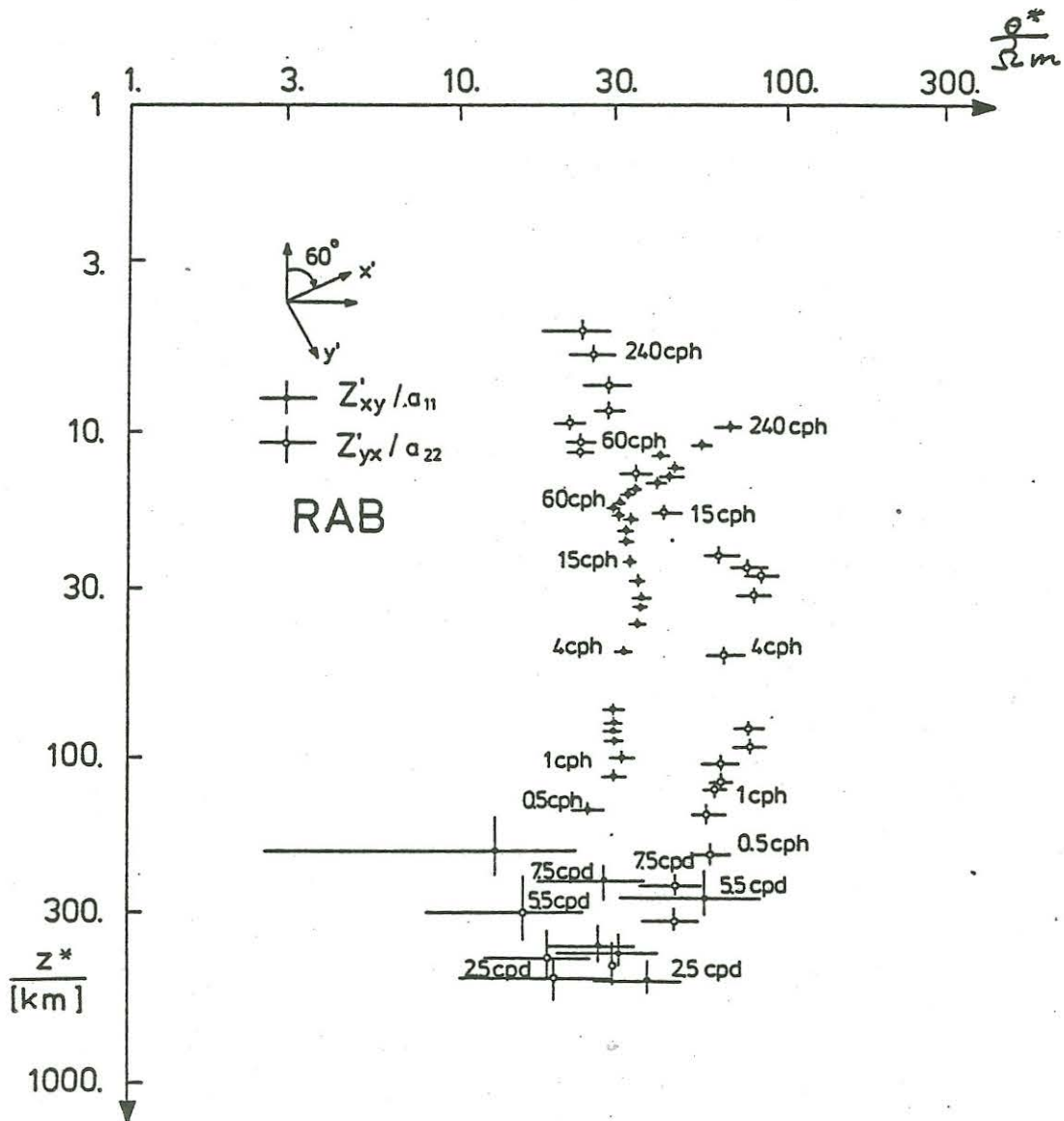


Abb. 1 Scheinbare Widerstands-Tiefenprofile von RAB nach Anpassung an Z/H Übertragungsfunktionen

gut-leitenden Schicht in 90 - 150 km Tiefe. Unterhalb dieses Leiters tritt fast derselbe Widerstand auf wie im obersten Erdmantel, 500 Ohm·m. In 400 km Tiefe fällt der Widerstand wieder auf 1 - 10 Ohm·m. Mit diesem letzten Sprung wird die Phase der Impedanz tagesperiodischer Variationen - 75° bei 1.5 cpd und 60° bei 2.5 cpd - interpretiert.

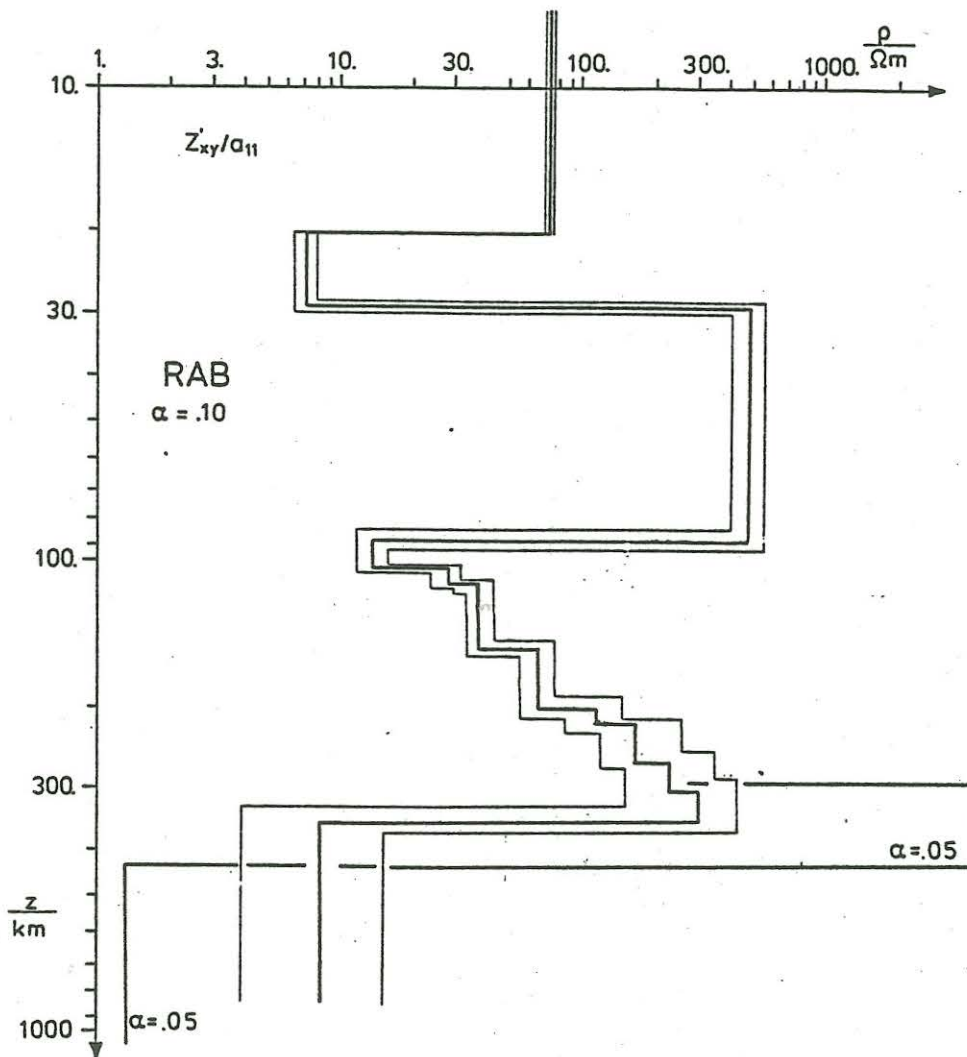


Abb. 2 Eindimensionales Leitfähigkeitsmodell von RAB für die untere Kruste und den oberen Erdmantel. α ist der Glättungsparameter für die Modellrechnung nach MARQUARDT

Der Leiter in der unteren Kruste schirmt auch langperiodische Variationen ab, so daß wir einen zweiten Leiter - wenn er vorhanden ist - in den Daten kaum noch sehen. Die Frage, ob das in Abb. 2 gezeigte Modell eine Überinterpretation darstellt, führt auf die Genauigkeit der Meßdaten.

Der Vertrauensbereich der Impedanz wird durch

$$(\Delta Z_{xy})^2 = \frac{(1-R^2) \langle E_x E_x \rangle \langle B_x B_x \rangle}{\langle B_x B_x \rangle \langle B_y B_y \rangle - \langle B_x B_y \rangle \langle B_y B_x \rangle} \frac{4}{\nu-4} F_{4, \nu-4}(\beta)$$

abgeschätzt. R^2 ist die quadratische Kohärenz des bivariaten linearen Systems $E_x = Z_{xx} B_x + Z_{xy} B_y$. $F_{4, \nu-4}$ ist der obere Grenzpunkt der FISHER-Verteilung für die Wahrscheinlichkeit β , mit der die wahre Impedanz im Intervall $(Z_{xy} - \Delta Z_{xy}, Z_{xy} + \Delta Z_{xy})$ liegt. Mit $\langle \dots \rangle$ sind gestapelte Kreuz- und Powerspektren gemeint, ν ist die Zahl der Freiheitsgrade.

Bei der Frequenz 1 cph ist $\nu = 442$ und $R^2 = 0.95$. Mit $\beta = 68\%$ ist der relative Fehler der Impedanz 2.5 %, derjenige des scheinbaren Widerstandes ist 5%. Er ist mit der Durchbiegung der $g^* z^*$ -Kurve bei dieser Frequenz vergleichbar. Das Auflösungsvermögen dieser Daten reicht also gerade noch für die Interpretation durch eine gut-leitende Schicht im oberen Erdmantel aus. Um diese Auflösung bei Frequenzen um 1 cph zu erreichen, mußte 150 Tage lang registriert werden. Eine so lange Registrierzeit ist darüberhinaus auch notwendig, um tagesperiodische Variationen einzubeziehen, mit denen die Widerstandsverteilung unter diesem Leiter bestimmt werden kann.

Literatur

- Bahr, K.: Diss. Math.Nat. Fachb. Univ. Göttingen 1985
- Schmucker, U.: Lokale Sq Analysen mit einem verbesserten Z/H Verfahren. Protokoll Kolloquium "Erdmagnetische Tiefenforschung", Lerbach bei Köln, 53-61, 1986