

St. Hofer

Messungen der Magnetotellurik und der Erdmagnetischen Tiefensondierung zwischen Würzburg und Fulda: Erste Ergebnisse.

Die Erforschung der Strukturen der Nahtzonen zwischen den Einheiten des variszischen Grundgebirges stellt seit einigen Jahren eine wichtige Aufgabe für die Münchner Arbeitsgruppe "Magnetotellurik und Erdmagnetische Tiefensondierung" dar. 1987 und im Frühjahr 1988 wurde im Bereich der mitteldeutschen Kristallinschwelle und der nördlichen Phyllitzone an 27 Orten Magnetotellurik und Erdmagnetische Tiefensondierung durchgeführt. Die nördliche Phyllitzone wird geologisch zum Saxoturingikum gezählt und stellt die Nahtzone zwischen dem Saxoturingikum im Süden und dem Rhenoharzynikum im Norden dar (Abb. 1). Ihre Ausdehnung und ihr Verlauf ist nicht exakt bekannt. Aus den Ergebnissen einiger älterer Messungen, sowie aus den Ergebnissen entlang der Dekorp-Profile (Jödicke 1983, Fluche 1983, Rauen 1986, Berktold 1988) kann man schliessen, daß eine Zone erhöhter elektrischer Leitfähigkeit in der Erdkruste existiert. Sie liegt vermutlich am südlichen Rand der nördlichen Phyllitzone, hat variszische Streichrichtung und eine laterale Ausdehnung von mehreren 100 Kilometern. Mit den neuen Messungen soll es möglich sein, ein genaues Modell dieser Struktur abzuleiten.

Da bisher nur ein kleiner Teil der neuen Daten ausgewertet werden konnte und eine vollständige Darstellung und Interpretation an anderer Stelle erfolgt, gibt dieser Bericht nur eine knappe Vorinformation ab.

Wie bereits erwähnt wird für diese leitfähige Struktur variszische Streichrichtung angenommen. Es ist somit zu erwarten, daß sich die Vorzugsrichtungen des erdelektrischen Feldes an den einzelnen Orten entsprechend verhalten. Südlich der gutleitfähigen Zone wird man eine NW-SE-Richtung, wie sie entlang des DEKORP-2-Süd-Profiles im Saxoturingikum erhalten wurde, erwarten. Abbildung 1 zeigt jedoch, daß die Polarisationsrichtung des elektrischen Feldes im östlichen und nördlichen Teil des Messgebiets stark periodenabhängig ist (FAB, REI, WAR, HUF) bzw. sich von Ort zu Ort deutlich ändert (BUR, URS, MER). Das elektrische Feld ist also möglicherweise durch örtliche Gegebenheiten verzerrt (z.B. Basalte der Rhön).

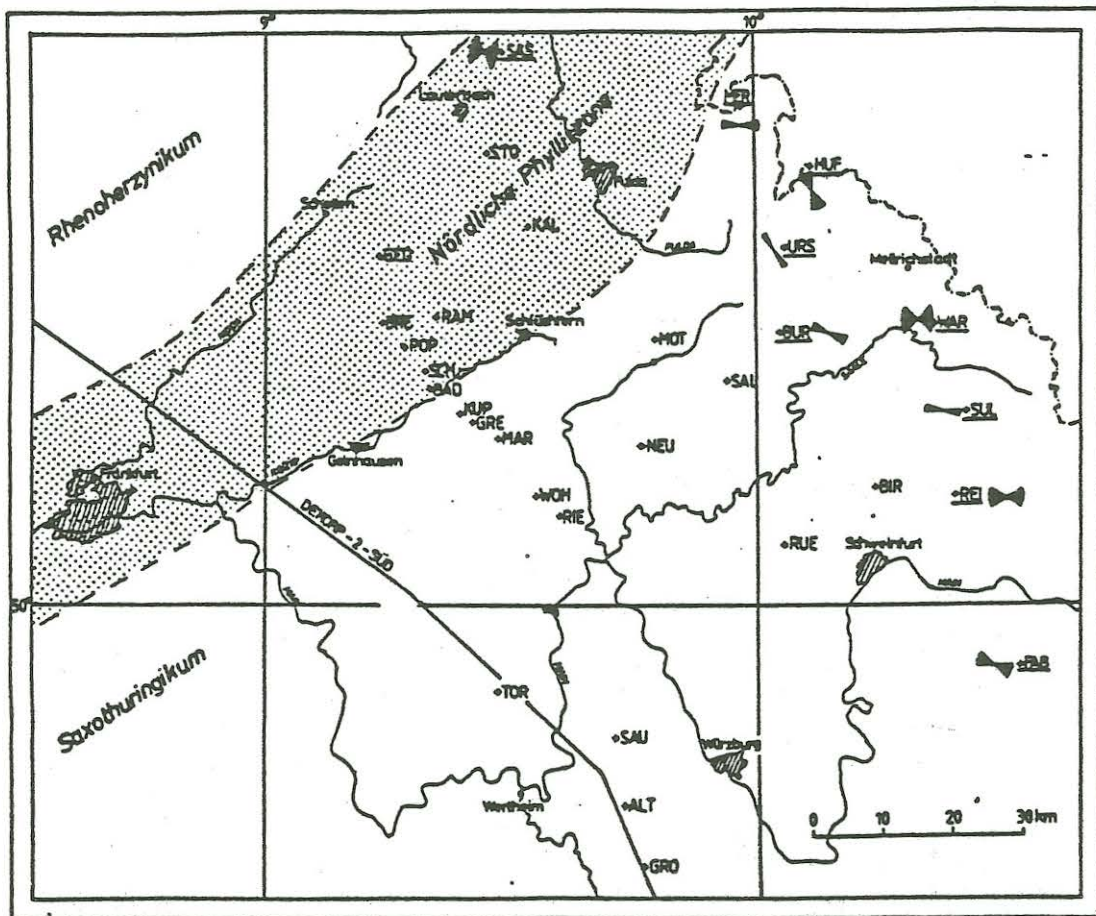


Abb. 1: Lageplan der 1987 und 1988 gemessenen Stationen im Bereich der nördlichen Phyllitzone und der Spessart-Rhön-Schwelle. Der gepunktete Bereich stellt den hypothetischen Verlauf der nördlichen Phyllitzone dar. Die Ergebnisse von den unterstrichenen Meßorten im östlichen und nordöstlichen Teil des Kartenausschnitts werden hier besprochen. Jeweils neben den Stationsnamen ist der Winkelbereich der Polarisationsrichtung des erdelektrischen Feldes eingezeichnet (Periodenbereich: 4 bis 1000 Sek.).

Die Ergebnisse der Erdmagnetischen Tiefensondierung passen gut zu den eingangs genannten Vorstellungen über die leitfähigen Strukturen. Die Richtung der Induktionspfeile an den Stationen FAB bis HUF ist S bis SE, weist also auf eine Zunahme der integrierten Leitfähigkeit von Süden nach Norden hin (Abb. 2).

Die Länge der Pfeile zeigt an jeder Station ein Maximum bei einer Periode von 500s. Bei dieser Periode liegt der Nulldurchgang der Imaginärpfeile. (Phasenver-

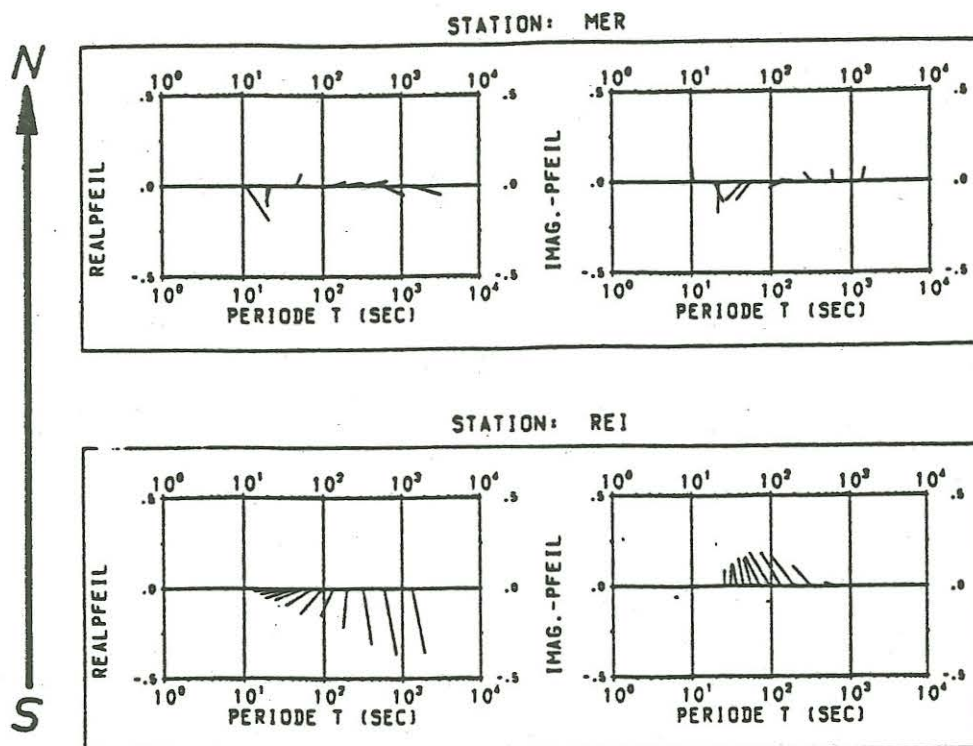


Abb. 2: Real- und Imaginärpfeile an den Orten REI und MER. Das Ergebnis der Station REI steht bzgl. der Richtungsabhängigkeit der Pfeile stellvertretend für die Orte FAB bis HUF.

schiebung zwischen der Z-Komponente und der dazu maximal kohärenten Horizontalkomponente ist Null). Bei dieser Periode sind die Strukturen maximal induktiv wirksam. Bei dieser Periode haben die Pfeile ihr Maximum bezüglich der Ortsabhängigkeit an den Orten REI und BUR. Nach Norden nimmt die Länge rasch ab, bis zu einem Nulldurchgang an der Station MER (Abb. 2), am Südrand der nördlichen Phyllitzone. Qualitativ kann man daraus folgern, daß der größte Gradient der integrierten elektrischen Leitfähigkeit mit einer Zunahme der Leitfähigkeit von Süden nach Norden etwa 30 bis 50 Kilometer südlich vom Südrand der nördlichen Phyllitzone liegt. Das Gebiet mit der höchsten integrierten Leitfähigkeit liegt im Bereich der südlichen Begrenzung der nördlichen Phyllitzone. Innerhalb der nördlichen Phyllitzone scheint die elektrische Leitfähigkeit nicht erhöht zu sein.

Für die Ergebnisse der Magnetotellurik sind zwei ρ_s - und Phasenkurven, berechnet in optimierten Koordinatensystemen in Abbildung 3 und 4 dargestellt.

Die ρ_s -Kurven mit den größeren Werten sind aus der E-Feldkomponente "parallel zum Drehwinkel" des E-Feldkoordinatensystems, und der Magnetfeldkomponente "senkrecht zum Drehwinkel" des Magnetfeldkoordinatensystems ($\rho_s^{\parallel}, \phi^{\parallel}$), die Kurven mit den kleineren Werten aus den jeweils dazu senkrechten Komponenten

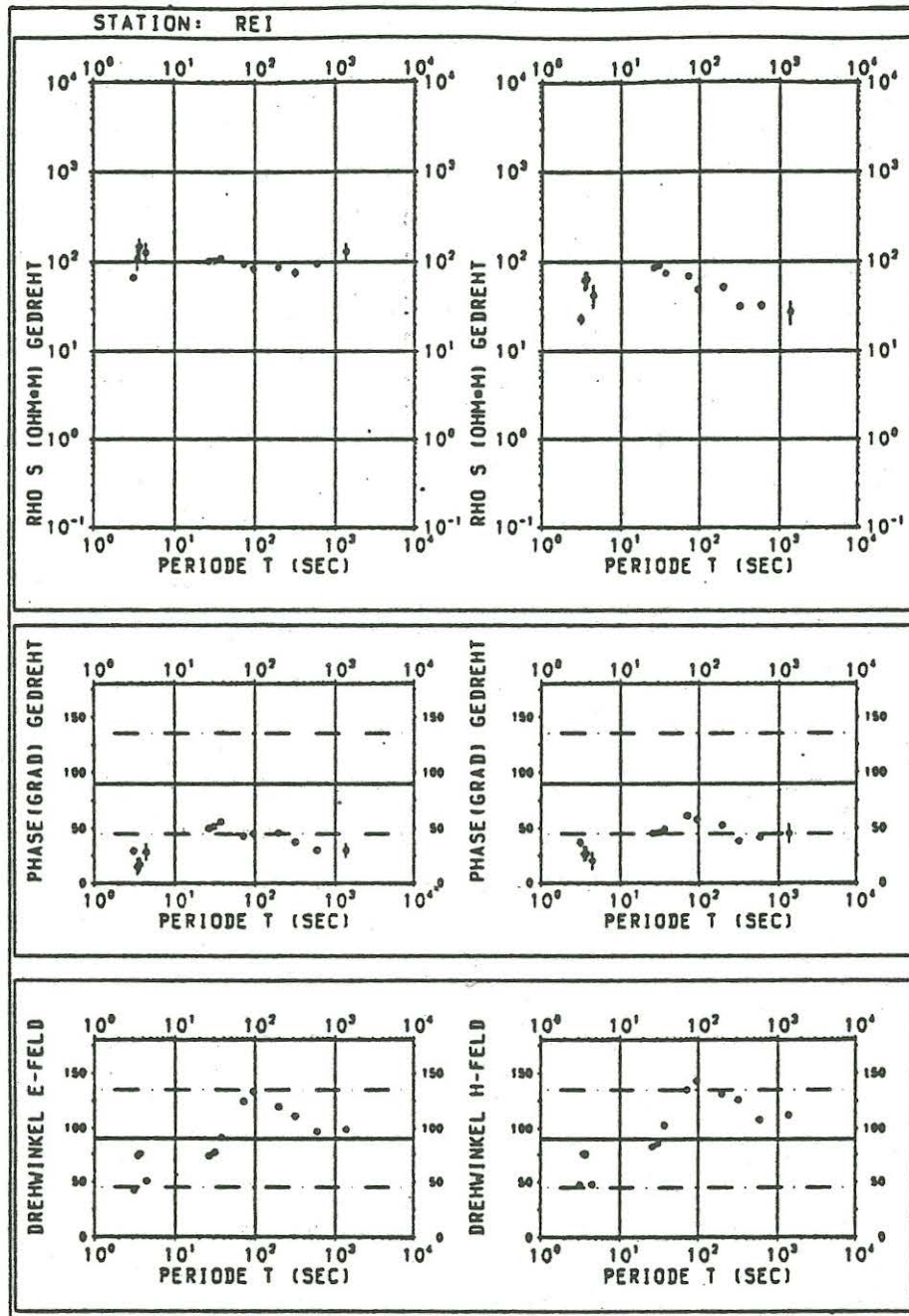


Abb. 3: ρ_s - und Phasenkurven in optimalen Koordinatensystemen an den Orten REI und MER. Die linke Kurve stellt jeweils die große Komponente ($\rho_s^{\parallel}, \phi^{\parallel}$), die rechte Kurve die kleine Komponente ($\rho_s^{\perp}, \phi^{\perp}$) dar. Darunter sind jeweils die Drehwinkel in Grad (pos. von Nord nach Ost) angegeben, um die die Koordinatensysteme von E-Feld und Magnetfeld gedreht wurden.

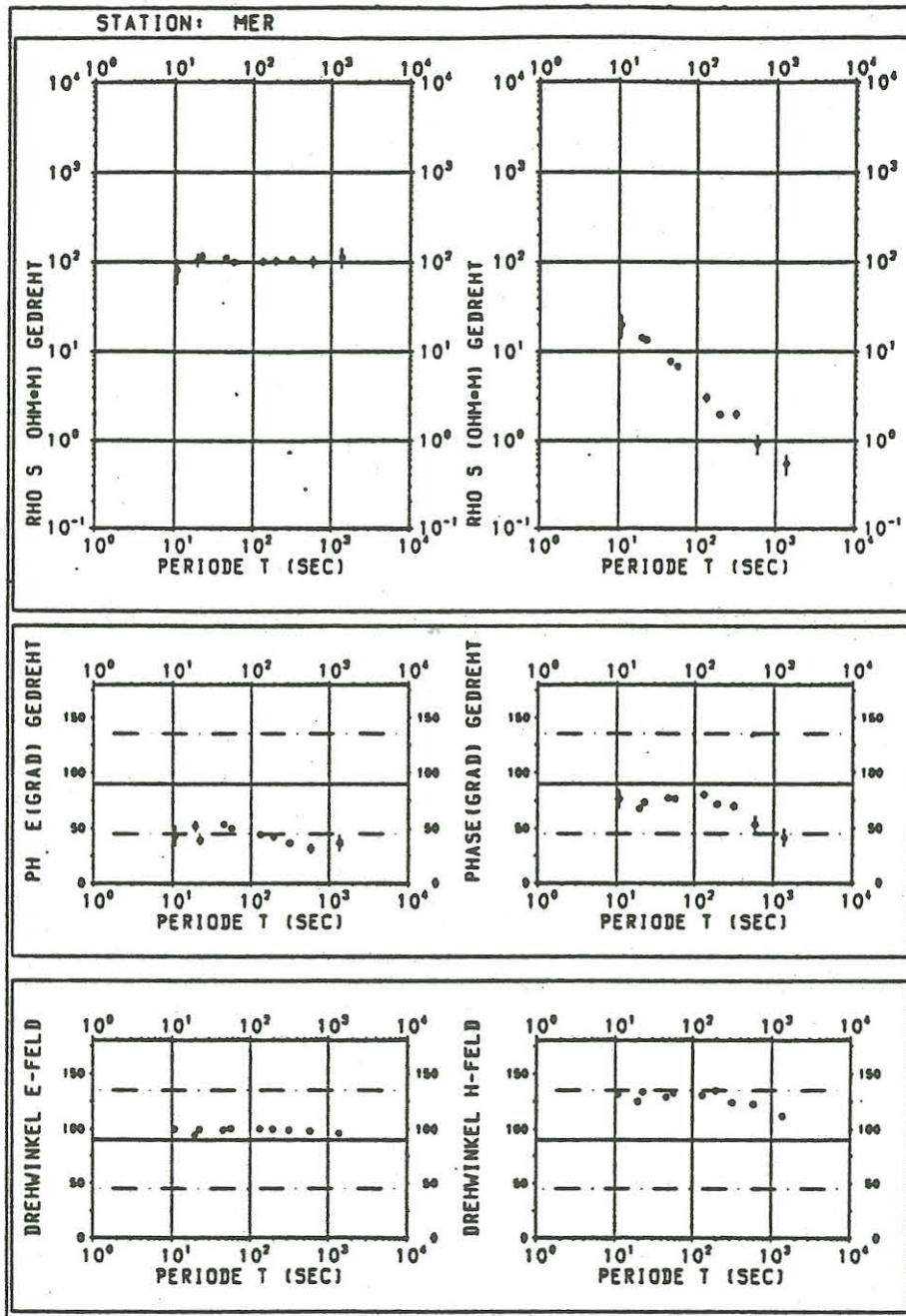


Abb. 4: Text siehe Abb. 3

berechnet (ρ_s^\perp, ϕ^\perp). Die Abbildung 3 zeigt die Kurven des Ortes REI stellvertretend für die südlichen Stationen FAB, REI, SUL, WAR. Die Aufspaltung (Anisotropie) der ρ_s -Kurven ist schwach. Die Anisotropie nimmt ab der Station BUR nach Norden stark zu bis zu einem Maximum bei der Station MER (Abb. 4). Es ist von Süden nach Norden eine immer stärker werdende Abnahme des scheinbaren spezifischen Widerstandes von ρ_s^\perp mit der Periode zu beobachten, während sich ρ_s^\parallel bzgl. Niveau und Periodenabhängigkeit von Ort zu Ort nicht nennenswert ändert. Die Orts- und Periodenabhängigkeit der Phasenkurven ϕ^\parallel entspricht der von ρ_s^\parallel . Die Phasenkurve ϕ^\perp besitzt dagegen nördlich des Messpunkts WAR eine ausgeprägte Periodenabhängigkeit mit einem Maximum der Phase zwischen 10s und 100s. Dieses Maximum hat an der Station MER seinen größten Wert ($\phi^\perp \approx 80^\circ$ für $T < 100s$). Die Magnetotellurik bestätigt damit das Ergebnis der erdmagnetischen Tiefensondierung.

Mit den Ergebnissen der Magnetotellurik kann bei Kenntnis der TE-Mode durch eindimensionale Interpretation bereits eine relativ gute Näherung für die Verteilung der Leitfähigkeit mit der Tiefe an den einzelnen Orten angegeben werden auch wenn die Verteilung der Leitfähigkeit nicht eindimensional ist. Die Zuordnung der Komponenten zur TE- bzw. TM-Mode bereitet oft Schwierigkeiten, da das tellurische Feld durch verschiedene Einflüsse verzerrt sein kann. Die Achsen der optimierten Koordinatensysteme sind in diesem Fall bei zweidimensionalen leitfähigen Strukturen nicht mehr senkrecht und parallel zur Streichrichtung der Strukturen orientiert. Dies ist auch in diesem Fall zutreffend, wie uns bereits die Vorzugsrichtungen verraten (Abb. 1). Dennoch scheint die kleine Komponente (ρ_s^\perp und ϕ^\perp) in unserem Fall Eigenschaften der TE-Mode am besten zu erfüllen. Sie enthält die maximale Information über die Verteilung der Leitfähigkeit mit der Tiefe. Um einen ersten Anhaltspunkt für die Tiefe der gutleitfähigen Zone zu erhalten wurde daher diese Komponente mit dem $\rho^{\text{''-z''}}$ -Verfahren in eine Widerstandstiefenverteilung transformiert. Das Ergebnis ist für den Ort der höchsten integrierten Leitfähigkeit (MER) und die Orte mit den größten lateralen Gradienten (BUR, REI) dargestellt (Abb. 5).

Demnach liegt die gutleitfähige Zone am Südrand der nördlichen Phyllitzone in geringer Tiefe in der oberen Kruste und keilt nach Süden unter der Spessart-Rhön-Schwelle aus. In Übereinstimmung mit Ergebnissen von Tezkan (Tezkan 1988), der weiter nordöstlich gelegene Stationen im Bereich der hessischen Senke und der nördlichen Phyllitzone ausgewertet hat, wurde unter der nördlichen Phy-

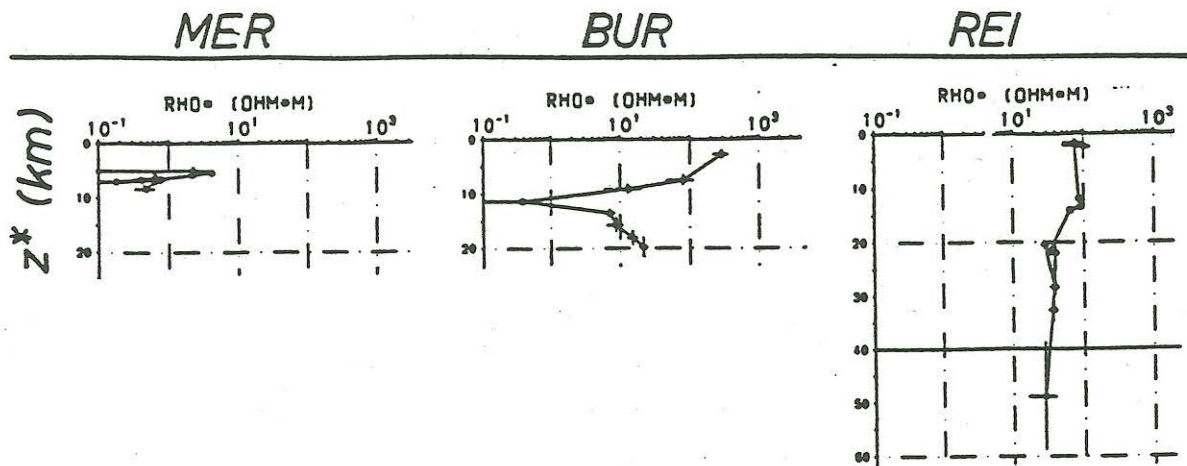


Abb. 5: $\rho^* - z^*$ Diagramm berechnet aus der E-Polarisation d.h. aus ρ_s^\perp, ϕ^\perp (siehe auch Text). Die größte Perioden ist bei allen Kurven etwa 1000 s. Man beachte daher die großen Unterschiede in den Eindringtiefen.

litzzone selbst keine Zone deutlich erhöhter Leitfähigkeit gefunden.

Literatur

- Berkthold, A., Hofer, St.: Arbeitsbericht zum DFG-Vorhaben Be 574/9-3 im Schwerpunkt "untere Kruste", 1988.
- Fluche, B.: Erdmagnetische Tiefensondierung und Magnetotellurik in der hessischen Senke, Dipl.-Arbeit, Göttingen 1983.
- Jödicke, H., Unstedt, J., Olgemann, W., Schulte, L., Wagenitz, V.: Electrical Conductivity Structure of the Crust and Upper Mantle Beneath the Rhenish Massif. in Plateau Uplift, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1983.
- Rauen, A.: Erdmagnetische Tiefensondierung entlang zweier Profile über den oberen Rheingraben und die hessische Senke, Dipl.-Arbeit, München 1986.
- Tezkan, B.: Ein Interpretationsversuch zur Erklärung der konträren Phasenverläufe der E- und B-Polarisationen am Ostrand der hessischen Senke mit 2-D Leitfähigkeitsmodellen, Protokoll Elektromagnetische Tiefenforschung, Königstein 1988.