

T. Blümecke

AMT Untersuchungen in Nordbayern

Im Rahmen der Voruntersuchungen zum kontinentalen Tiefbohrprojekt (KTB) wurden im Herbst 1982 audiomagnetotellurische (AMT) Messungen im Bereich der Münchberger Gneismasse (MüMa) durchgeführt.

Ein zentrales Interesse besteht an der Beantwortung der Frage, ob vertikale- oder horizontale tektonische Ereignisse den Bau der kontinentalen Kruste prägen.

Die Existenz und Lagerung der Münchberger Masse spielt in diesem Zusammenhang eine ausgezeichnete Rolle, da für sie zwei Modelle entwickelt wurden, die im Wesentlichen diese beiden Mechanismen unterscheiden (BEHR et al., 1980).

Das erste Modell sieht die MüMa als aufgestiegenen Tiefenkörper an, der am Ort seiner Entstehung liegenblieb, während das zweite Modell die MüMa als über große Entfernungen hinweg von Süden, vermutlich von der Erbdorfer Linie, her transportiert betrachtet.

Beide Modelle müssen deutlich verschiedene Verteilungen der Leitfähigkeit besitzen.

Wird die MüMa als allochton angesehen, so muß sie auf nur schwach metamorphisierten Wildflysch-Sedimenten des bayerischen Unterkarbons aufgelagert sein, die sich durch einen geringeren spezifischen Widerstand ($< 500 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$) auszeichnen. Damit müßte die Leitfähigkeit unterhalb der Gneismasse deutlich zunehmen.

Die geologische Struktur im Übergangsbereich zwischen dem Saxothuringikum und der moldanubischen Region zeigt Abbildung 1. In Abbildung 2 ist das Modell einer Horizontal-Tektonisch geprägten MüMa dargestellt.

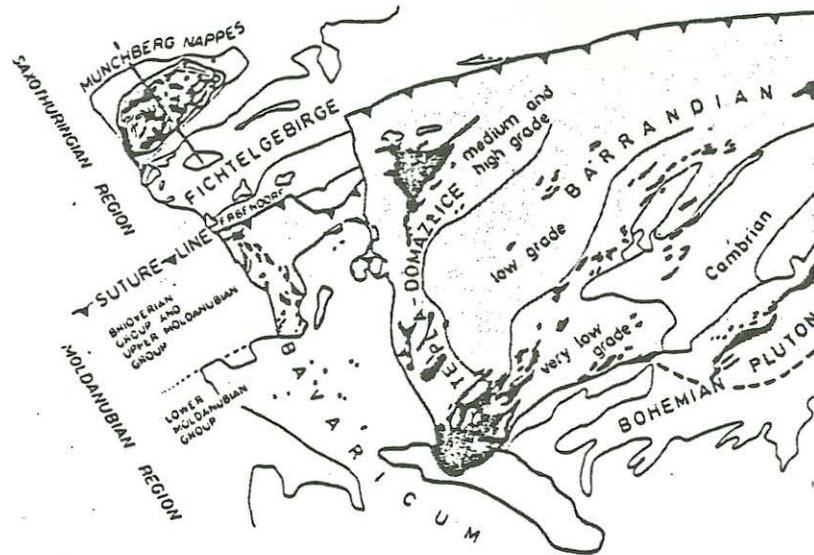


Abbildung 1: Die geologische Struktur im Übergangsbereich zwischen Saxothuringikum und moldanubischer Region.

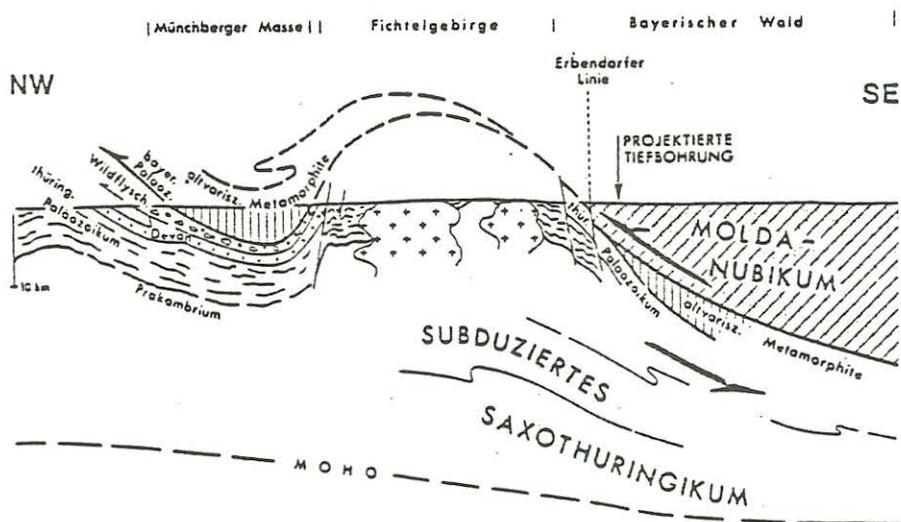


Abbildung 2: Modell der horizontalen Tektonik der Münchberger Gneissmasse

Zur Untersuchung der Leitfähigkeit wurde die Methode der Audiomagnetotellurik (AMT) verwandt, da diese aufgrund des benutzten Frequenzbereichs (1000 Hz bis 1 Hz) für die erforderlichen Untersuchungstiefen (< 10 km) geeignet ist und ein schnelles Vorgehen ermöglicht.

Es wurden 40 Messpunkte auf einem Profil vermessen, das sich vom Frankenwald im NW über die MüMa hinweg nach SE bis in das Fichtelgebirge erstreckt.

Die Messungen wurden von Herrn Dr. G. Fischer, Herrn Dr. P. A. Schnegg und Herrn Oulevay (Neuchatel) durchgeführt. Die Lage der Messpunkte ist in Abbildung 3 eingetragen.

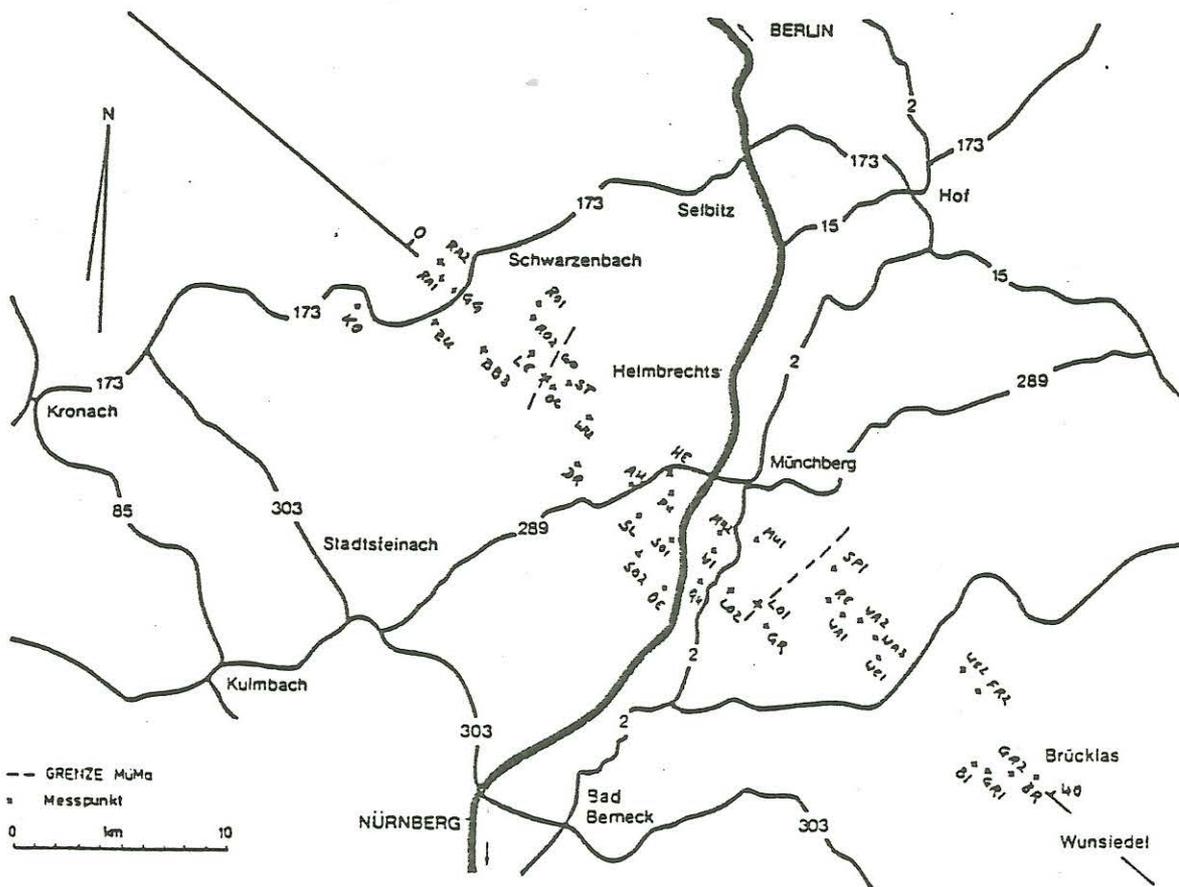


Abbildung 3: Die Lage der AMT-Messpunkte

Als Messergebnisse standen die am Observatoire Cantonale in Neuchatel aus den Felddaten berechneten Kurven des scheinbaren spezifischen Widerstandes (Rhos) und der Phasen (Phi) in Abhängigkeit von der Periode (T) zur Verfügung. Abbildung 4 zeigt als Beispiel die Messergebnisse einer weitgehend ungestörten Station (FR) und einer stark gestörten Station (ST).

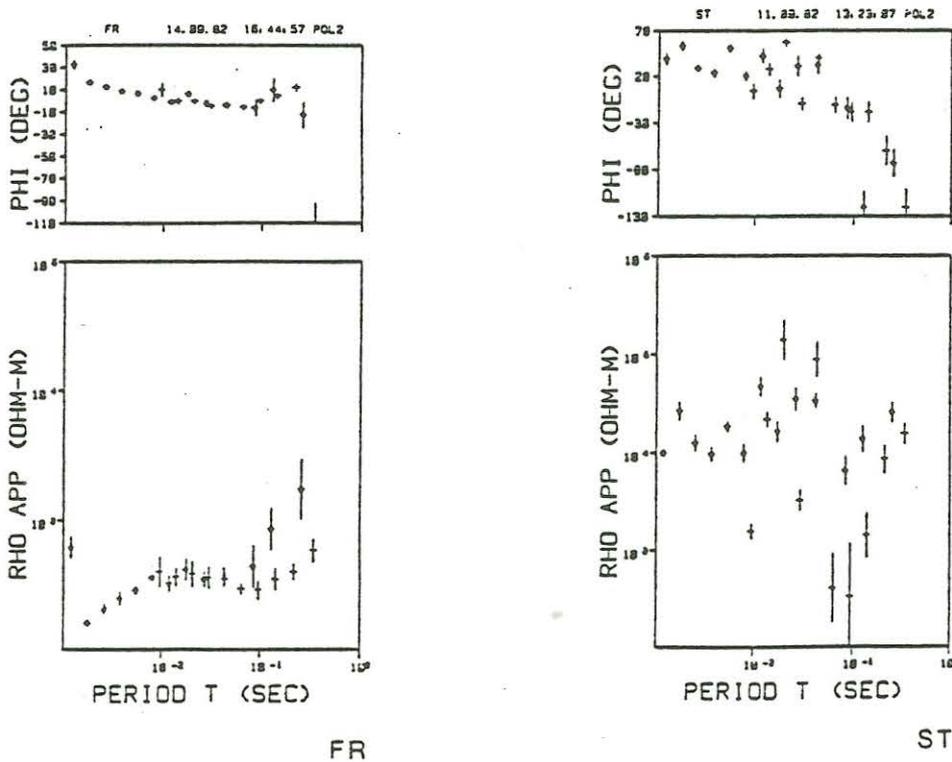


Abbildung 4: Beispiele der Messergebnisse einer ungestörten Station (FR) und einer stark gestörten Station (ST).

Die Interpretationsansätze waren zunächst größtenteils erfolglos, da der überwiegende Teil der Sondierungen von Störungen geprägt war und Steigungen der Rhos-Kurve von $m > 1$ aufwiesen, was durch Nahfeldwirkungen und dreidimensionale Strukturen erklärt werden kann, mit den vorhandenen Mitteln aber nicht zufriedenstellend interpretierbar ist.

Zudem war durch die Menge der vorhandenen Registrierungen die Notwendigkeit gegeben, einen schnelleren, vereinfachten Weg der Auswertung zu begehen.

Hierbei wurden zunächst die Berdichevski-Drehinvarianten aus den Ergebnissen der E- und H- Polarisationen gebildet (BERDICHEVSKI et al., 1976).

$$\rho_s(T) = \sqrt{\rho_{xy}(T) \cdot \rho_{yx}(T)}$$

$$\varphi(T) = \frac{\varphi_{xy}(T) + \varphi_{yx}(T)}{2}$$

Die Berdichevski-Invariante

Die daraus resultierenden, gemittelten Kurven wurden mit der Bostick-Transformation (BOSTICK, 1977) in Widerstands-Tiefen Modelle umgerechnet.

Die Bostick-Transformation wurde gewählt, weil sie es zulässt, zu einem Modell zu gelangen, ohne die aus den Messungen stammenden Phasenwerte zu berücksichtigen. Dies war bei den vorliegenden Messergebnissen wichtig, da die Phasenwerte überwiegend stark streuten (vgl. WEIDELT et al., 1980).

$$\rho(h) = \rho_s(T) \frac{d \log T + d \log \rho_s}{d \log T - d \log \rho_s} = \rho_s(T) \frac{1 + m(T)}{1 - m(T)}$$

$$h = \sqrt{\frac{T \cdot \rho_s}{2\pi \mu_0}}$$

Die Bostick-Transformation

Innerhalb des Transformations-Programmes werden aus der Spline-geglätteten Rhos-Kurve Phasenwerte berechnet, die theoretisch zu der jeweiligen Rhos-Kurve gehören.

Die Übereinstimmungen bzw. Unterschiede dieser berechneten Phasenwerte und der gemessenen erlauben eine qualitative Abschätzung der Konsistenz der Daten.

In Abbildung 5 sind die verschiedenen Auswertestadien exemplarisch aufgetragen. Da die Apparatur des Observatoire Cantonale Neuchatel zwei Abtastraten benutzt, existieren für jede Polarisation zwei Signaturen, die jeweils die hochfrequente- (high) und niederfrequente (low) Digitalisierungsfrequenz repräsentieren.

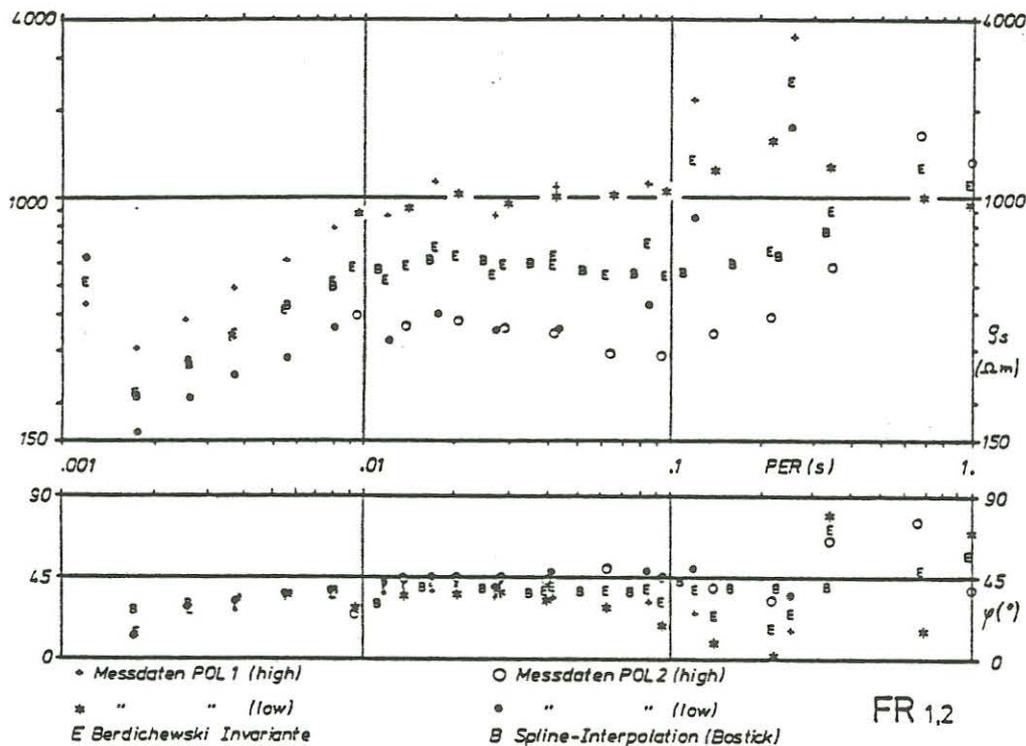


Abbildung 5: Die Messergebnisse, die Berdichevski-Invariante und die geglätteten Werte der Bostick-Transformation

Besonderes Augenmerk verdient hier die weitgehend hervorragende Übereinstimmung der gemessenen mit den theoretisch bestimmten Phasenwerten, die sich erst im niederfrequenten Bereich, bei einem übersteilen Ansteigen der ρ_s -Werte verringert.

Die Ergebnisse der Bostick-Transformationen einiger Stationen sind in Abbildung 6 wiedergegeben. Die Widerstands-Tiefenverteilung der Stationen auf der MüMa (AH, SL, QU, LO1) zeichnen sich alle durch ein deutliches Minimum der Widerstände in 1-2 km Tiefe aus (20-100 Ohm*m), wobei die Tiefe von NW nach SE zunimmt. Dieser leitende Horizont wird als Teil des bayerischen Unterkarbons angesehen.

Die Station RO2 befindet sich im Frankenwald. Hier nimmt der Widerstand von geringen Werten (150 Ohm*m) einer leitfähigen Deckschicht aus mit der Tiefe zu (3000 Ohm*m).

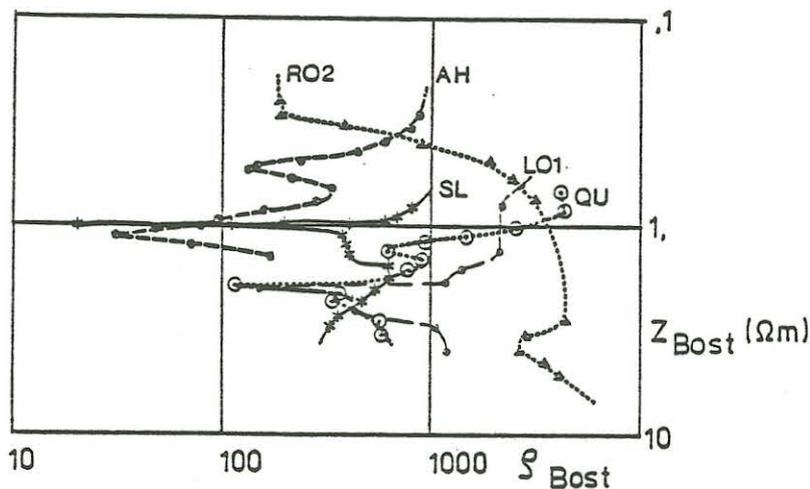


Abbildung 6: Die Widerstands-Tiefenverteilungen der Bostick-Transformationen.

Abbildung 7 enthält in der obersten Zeile die Darstellungen der Messergebnisse beider Polarisierungen der Registrierstationen. Die zweite Zeile stellt die jeweiligen Berdichevski Drehinvarianten dar. Die darunter befindlichen Blockdiagramme teilen die Ergebnisse der Bostick-Transformationen in nieder- und hochohmiges Material (z.B. gering metamorphe Sedimentite < 500 Ohm*m und kristalline Gesteine > 1000 Ohm*m ein.

Hierbei zeigt sich, daß eine leitfähige, im Frankenwald oberflächennahe, Schicht sich in einer Tiefe von 1-2 km unter der Münchberger Gneismasse fortsetzt. Ein entsprechendes, einfaches Modell ist im unteren Teil der Abbildung wiedergegeben.

Die Untersuchung der Leitfähigkeit im Bereich der Münchberger Gneismasse ergab wesentliche Hinweise für einen großräumigen Horizontaltransport im Übergangsbereich zwischen dem Saxothuringikum und der moldanubischen Region.

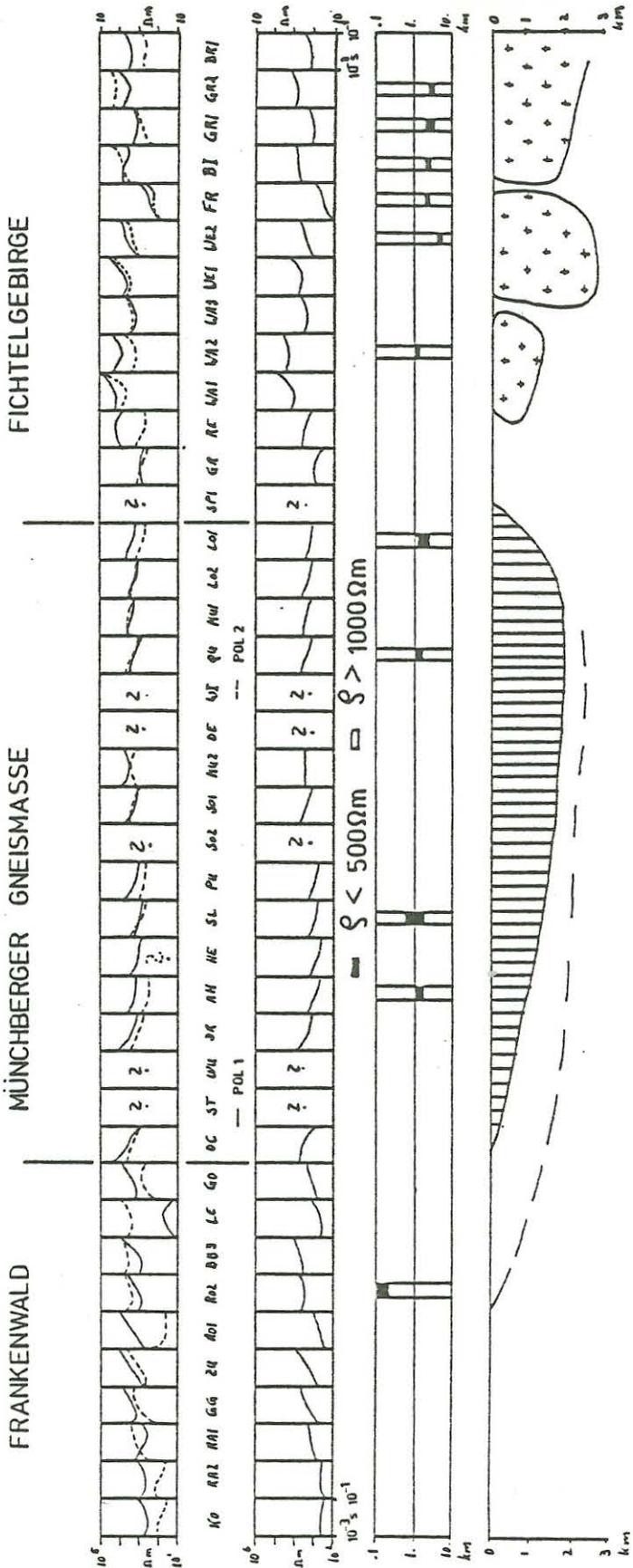


Abbildung 7: Die Ergebnisse der AMT-Untersuchung im Bereich der Münchberger Gneismasse.

Bei der Bearbeitung der Daten entstanden besondere Schwierigkeiten durch den großen Störanteil in den Messungen der passiven Audio-Magnetotellurik.

Eine Zusammenfassung beider Polarisierungen durch die Berdichevski-Invariante verbesserte die Datenqualität im Hinblick auf die den Auswerteverfahren zugrundeliegenden physikalischen Modellvorstellungen.

Die aus den für die Bostick-Transformation geglätteten Daten berechneten Phasenwerte erwiesen sich im Vergleich zu den gemessenen Phasen als gutes Hilfsmittel zur qualitativen Abschätzung der Datenkonsistenz.

Literatur

Behr, H.J., W.Engel, W.Franke "Münchberger Gneismasse und Bayerischer Wald"; Guide to Excursion; International Conference: The Effect of Deformation on Rocks, Göttingen, 1980

Berdichevski, M.N. and V.I. Dmitriev
"Interpretation of MTS Curves";
Geoelectric and Geothermal Studies; KAPG
Geophysical Monographs, Akad.Kiado,
Budapest, 1976

Bostick, F.X., "A Simple Almost Exact Method of MT Analysis"; Workshop on Electrical Methodes in Geothermal Research; U.S. Geological Survey, Contract No. 14080001-8-359, 1977

Weidelt, P., W. Müller, W. Losecke, K. Knödel
"Die Bostick-Transformation"; Protokoll
Elektromagnetische Tiefenforschung, Berlin, 1980