

St. Hofer, A. Berktold

Magnetotellurik und erdmagnetische Tiefensondierung entlang
des DEKORP-2-Süd Profils

Im Oktober/November 1985 wurde an 12 Orten im südlichen Teil von DEKORP-2-Süd (etwa zwischen Dinkelsbühl im Süden und Rothenburg ob der Tauber im Norden) Magnetotellurik und erdmagnetische Tiefensondierung durchgeführt (Fig.1). Die Länge des Meßprofils betrug etwa 45 km. Die etwa SW-NE verlaufende strichlierte Linie in Figur 1 soll die unter der mesozoische Sedimentbedeckung vermutete Grenze zwischen dem Moldanubikum im Süden und dem Saxothuringikum im Norden andeuten. Das Meßprofil verläuft damit je zur Hälfte im Moldanubikum und im Saxothuringikum. Bei der Registrierung der Variationen des Erdmagnetfeldes kamen Induktionsspulen (Periodenbereich 6-1000 s) und Förstersonden (Periodenbereich 80-10000 s) zum Einsatz. Die Förstersonden erwiesen sich im Periodenbereich unter 100 s als zu unempfindlich. Dadurch entstanden in diesem - wie man sehen wird - interessanten Periodenbereich an manchen Orten Informationslücken, die die Interpretation erschweren. In den Abbildungen sind die Ergebnisse, die mit Induktionsspulen erhalten wurden mit einem "J" gekennzeichnet, die der Förstersonden mit einem "F".

Frühere Messungen der erdmagnetischen Tiefensondierung lassen vermuten (Berktold 1978,1985), daß im Bereich der geologischen Grenze Saxothuringikum/Moldanubikum ebenfalls eine Grenze, oder ein Übergangsbereich der elektrischen Leitfähigkeit existiert, wobei die integrierte Leitfähigkeit im Saxothuringikum höher ist als im Moldanubikum. Mit Hilfe der neuen Messungen sollte geklärt werden, ob sich diese Vermutung bestätigen läßt und welche Struktur die Leitfähigkeitsgrenze hat.

Die Ergebnisse der erdmagnetischen Tiefensondierung:

Ein Ergebnis der erdmagnetischen Tiefensondierung ist die komplexe Übertragungsfunktion zwischen der Vertikalkomponente und der dazu maximal kohärenten Horizontalkomponente der erdmagnetischen Variationen. Einige Eigenschaften der Pfeile werden nachfolgend besprochen.

Die Richtung der Realpfeile:

Aus den früheren Messungen ist bekannt, daß die Realpfeile in Süddeutschland (östlich des Rheins) etwa nach SE bis S zeigen. Im nördlichen Teil Süddeutschlands (zwischen Main und der Grenze Saxothuringikum/Moldanubikum) zeigen sie etwa nach Süden während sie südlich davon mehr in Richtung SSE bis SE zeigen (Regner 1983). Wie aus Abbildung 2 zu ersehen ist, wurden diese Ergebnisse auch entlang des neuen Profils erhalten.

Die Richtung der Pfeile ist - wie auch an anderen Orten in Süddeutschland - nahezu periodenunabhängig. Aus diesen beiden Ergebnissen kann man vermuten, daß die Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit unter Süddeutschland von leitfähigen Strukturen mit regionaler Ausdehnung und variszischer Streichrichtung bestimmt wird.

Die Länge der Realpfeile:

Aus früheren Messungen ist ferner bekannt, daß sich die Länge der Realpfeile von N nach S (vor allem bei Perioden um 500 s) systematisch ändert. Die Länge der Pfeile nimmt von 0.40 nahe der Grenze Moldanubikum/Saxothuringikum auf einen Wert von weniger als 0.10 im Alpenvorland und in den Zentralalpen ab. Daraus läßt

sich folgern, daß nahe der Grenze Moldanubikum/Saxothuringikum eine Grenze (oder ein Übergangsbereich) zwischen einer höheren integrierten Leitfähigkeit nördlich der Grenze und einer geringeren integrierten Leitfähigkeit südlich der Grenze existieren muß. Die längs des Meßprofils erhaltenen Ergebnisse bestätigen die genannten Vorstellungen. Dies erkennt man besonders gut anhand der Figur 3. Dort ist für die Stationen entlang des Profils der Betrag des Quotienten zwischen der Vertikalkomponente (Z) und der zu ihr maximal kohärenten Horizontalkomponente (HC) als Funktion der Periode der Variationen aufgetragen. Man erkennt, daß für Perioden um 500 s der Betrag von Z/HC an den Meßorten GEI, RUP und WAK nahe der vermuteten Grenze Saxothuringikum/Moldanubikum mit einem Wert von etwa 0.40 etwas größer ist als an den Meßorten am südlichen (GAX) und nördlichen (BAE) Ende des Profils mit Werten von Z/HC um 0.30.

Man erkennt außerdem eine deutliche Periodenabhängigkeit der Länge der Realpfeile mit einem Maximum bei Perioden um 500 s. Bei diesen Perioden zeigen die Imaginärpfeile - wie zu erwarten - einen Nulldurchgang. In den Diagrammen der Figuren 2 und 3 erkennt man zudem größere Werte von Z/HC für die Perioden zwischen 10 und 100 s, vor allem an den Orten RUP, GEI und ROT. Die Richtung der Realpfeile für diese kürzeren Perioden stimmt gut mit der Richtung für die längeren Perioden überein. Man erkennt ferner für denselben Gerätetyp (z.B. Typ "J" für Induktionsspulen), daß die Länge der Realpfeile von Ort zu Ort stark variieren kann. So ist die Länge der Realpfeile am Ort BRI deutlich kleiner als am Ort ROT und sie ist am Ort GAX kleiner als am Ort RUP. Um dieses Ergebnis zu verstehen, ist es sinnvoll, weitere Ergebnisse der erdmagnetischen Tiefensondierung zu betrachten. In der Figur 4 sind die Beträge der komplexen Übertragungsfunktionen zwischen den Horizontalkomponenten der erdmagnetischen Variationen an den einzelnen Meßorten und an der Basisstation GAX dargestellt. Die Meßkoordinatensysteme wurden so gedreht, daß sich für die Zeitreihen an Basis- und Wanderstation maximale Kohärenz ergab. Die Drehwinkel sind in der Figur 4 ebenfalls dargestellt. Man erkennt, daß es an allen gezeigten Orten ein ausgezeichnetes Koordinatensystem gibt, dessen Achsen parallel bzw. senkrecht zum Streichen der Grenze Moldanubikum/Saxothuringikum orientiert sind. Die Beträge der Übertragungsfunktion zeigen, daß die zum mittleren Streichen der Grenze senkrecht gerichtete Magnetfeldkomponente an den Orten BRI und ROT vor allem bei den kürzeren Perioden von 10 - 100 s deutlich größer ist als an den südlich davon gelegenen Orten KLO, GEI und RUP. Die Magnetfeldkomponente parallel zum mittleren Streichen der Grenze ändert sich entlang des Profils fast nicht.

Diese Ergebnisse der erdmagnetischen Tiefensondierung lassen sich unter der Annahme verstehen, daß nahe der Grenze Moldanubikum/Saxothuringikum in Streichrichtung dieser Grenze schmale und hochleitfähige Strukturen existieren. Es könnte sich zum Beispiel um Graphitschiefer o.ä. handeln. Trifft diese Vorstellung zu, so könnte man die Grenze Moldanubikum/Saxothuringikum unter den mesozoischen Sedimenten des Süddeutschen Dreiecks bis auf wenige Kilometer genau verfolgen.

Die Ergebnisse der Magnetotellurik:

Die Vorzugsrichtung des induzierten erdelektrischen Feldes - als Funktion der Periode der Variationen in Figur 5 abgebildet - ist an den südlichen Orten des Profils (GAX bis KLO) sehr viel deutlicher ausgeprägt als an den nördlichen Orten. Sie ist an den südlichen Orten nahezu unabhängig von der Periode. Sie zeigt an

den Orten GAX und BUC etwa in Richtung NS und dreht an den nördlichen Orten mehr in Richtung NW - SE, also senkrecht zum Streichen der Grenze Moldanubikum/Saxothuringikum.

Der scheinbare spezifische Widerstand und die Phasendifferenz, ihre Periodenabhängigkeit und laterale Variation:
Bei der Auswertung der Magnetotellurik ergibt sich in Übereinstimmung mit der erdmagnetischen Tiefensondierung ein ausgezeichnetes Koordinatensystem, das parallel bzw. senkrecht zum Streichen der Grenze Saxothuringikum/Moldanubikum gerichtet ist. Die Ergebnisse in der Figur 6 sind in diesem Koordinatensystem berechnet. Bei den Kurven des scheinbaren spezifischen Widerstandes erkennt man - bezüglich der Streichrichtung der Grenze - eine deutliche Aufspaltung in eine E-Polarisation (Kurven mit den kleineren Werten) und eine B-Polarisation. Die Ergebnisse an den Orten RAN und GEI sind durch die Bahnlinie Stuttgart-Nürnberg stark gestört. Die Kurven an den Orten nördlich der vermuteten Grenze (BRI und ROT) zeigen eine etwas andere Periodenabhängigkeit als die Kurven für die Orte südlich dieser Grenze (RUP und GAX). In Übereinstimmung mit diesem Ergebnis ist die Periodenabhängigkeit der Phasen zwischen den elektrischen und magnetischen Variationsfeldern. Der scheinbare spezifische Widerstand wurde in Figur 7 mit Hilfe des g^*-z^* -Verfahrens für einige Orte als Funktion der Schwerpunktstiefe des induzierenden Stromsystems dargestellt. Die Zahlen neben den Kurven geben die Perioden der Variationen an, für die die Schwerpunktstiefen berechnet wurden. Man erkennt als ein erstes qualitatives Ergebnis, daß an den Orten ROT und BRI im Saxothuringikum der scheinbare spezifische Widerstand in der Oberkruste deutlich geringer ist als an den Orten RUP und GAX im Moldanubikum. Dieses Ergebnis braucht jedoch nicht typisch für die beiden Teilbereiche des Variscikums zu sein. Während die Ergebnisse für die beiden Orte im Moldanubikum durch die Ergebnisse an ca. 10 weiteren Orten im Moldanubikum (im Schwäbischen Jura) abgesichert sind, existieren für das Saxothuringikum bisher keine guten Ergebnisse. In Hinblick auf Ergebnisse der erdmagnetischen Tiefensondierung muß angenommen werden, daß die Verringerung des scheinbaren spezifischen Widerstandes in der Oberkruste von den bereits vorhergenannten schmalen und gutleitfähigen Strukturen an der Oberfläche des Grundgebirges herrühren. Eine Zone deutlich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit in der mittleren/deuteren Erdkruste - wie sie in ähnlicher Weise unter dem Schwarzwald (Teufel 1986, Dittus 1986) oder dem Rheinischen Schild (Jödicke et. al. 1983) gefunden wurde - existiert zumindest unter dem südlichsten Teil des Saxothuringikums bzw. im Bereich der Grenze Saxothuringikum/Moldanubikum nicht.

Literatur:

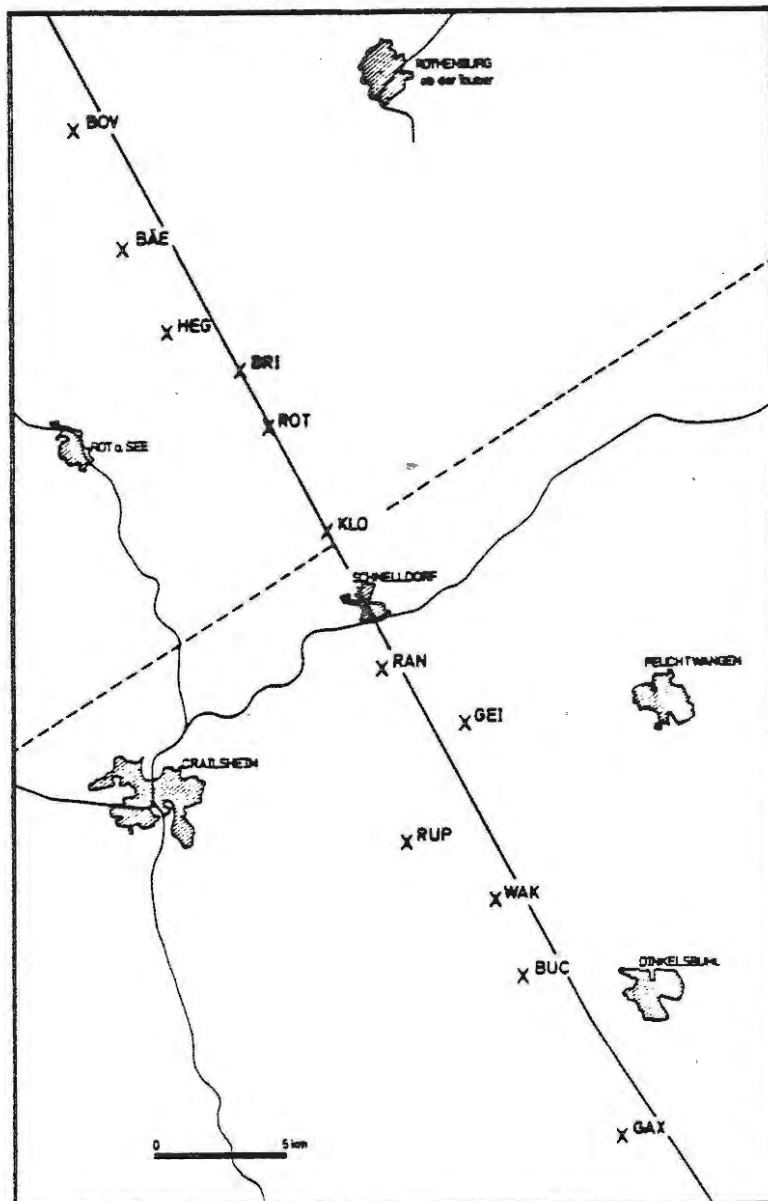
- Berkthold A.: On the Distribution of the Electrical Conductivity in the Area between the Rhinegraben, the Bohemian Massif and the Central Alps; Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung., Tomus 13 (3-4), S. 437-440, 1978.
- Dittus H.-J.: Beitrag zur Audiomagnetotellurik im Schwarzwald in diesem Protokollband.
- Jödicke H., Untiedt J., Olgemann W., Schulte L., Wagenitz V.: Electrical Conductivity Structure of the Crust and Upper Mantle beneath the Rhenish Massif, S. 288-302, in: Plateau

Uplift, The Rhenish Shield - A Case History; Herausgeber: K. Fuchs, K. v. Gehlen, H. Mälzer, H. Murawski, A. Semmel, Springer Verlag 1983.

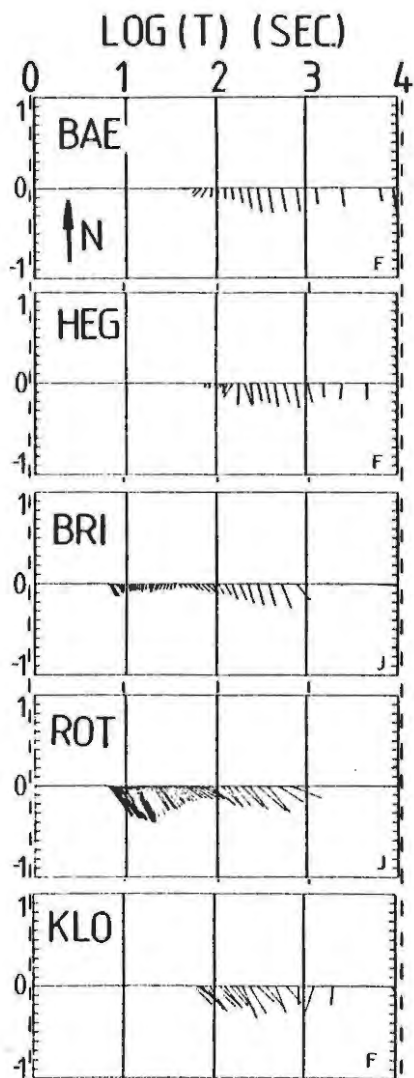
Regner P.: Neuauswertung der Messungen erdmagnetischer Variationen entlang zweier Profile vom Main bis zu den Alpen; Diplomarbeit, angefertigt am Inst. f. Allg. u. Angw. Geophysik der Universität München, 1983.

Teufel U.: Beitrag zur Magnetotellurik und erdmagnetischen Tiefensondierung im Schwarzwald in diesem Protokollband.

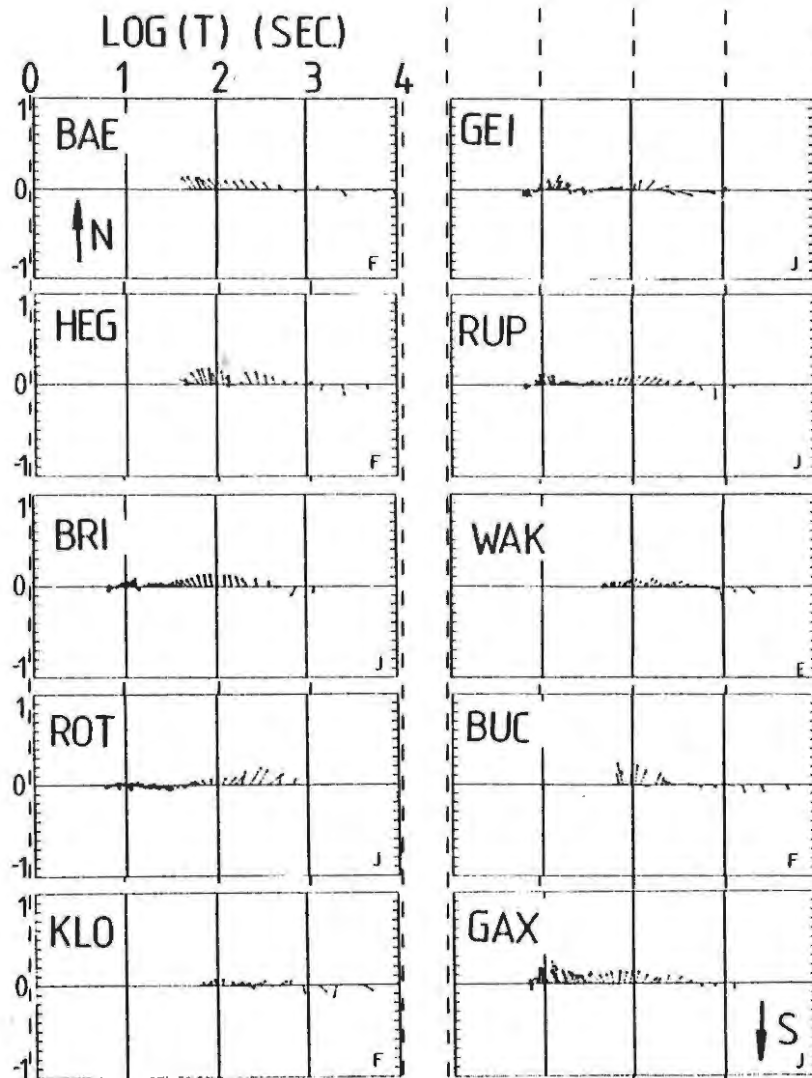
Figur 1: Lage der Meßorte



REALPFEIL

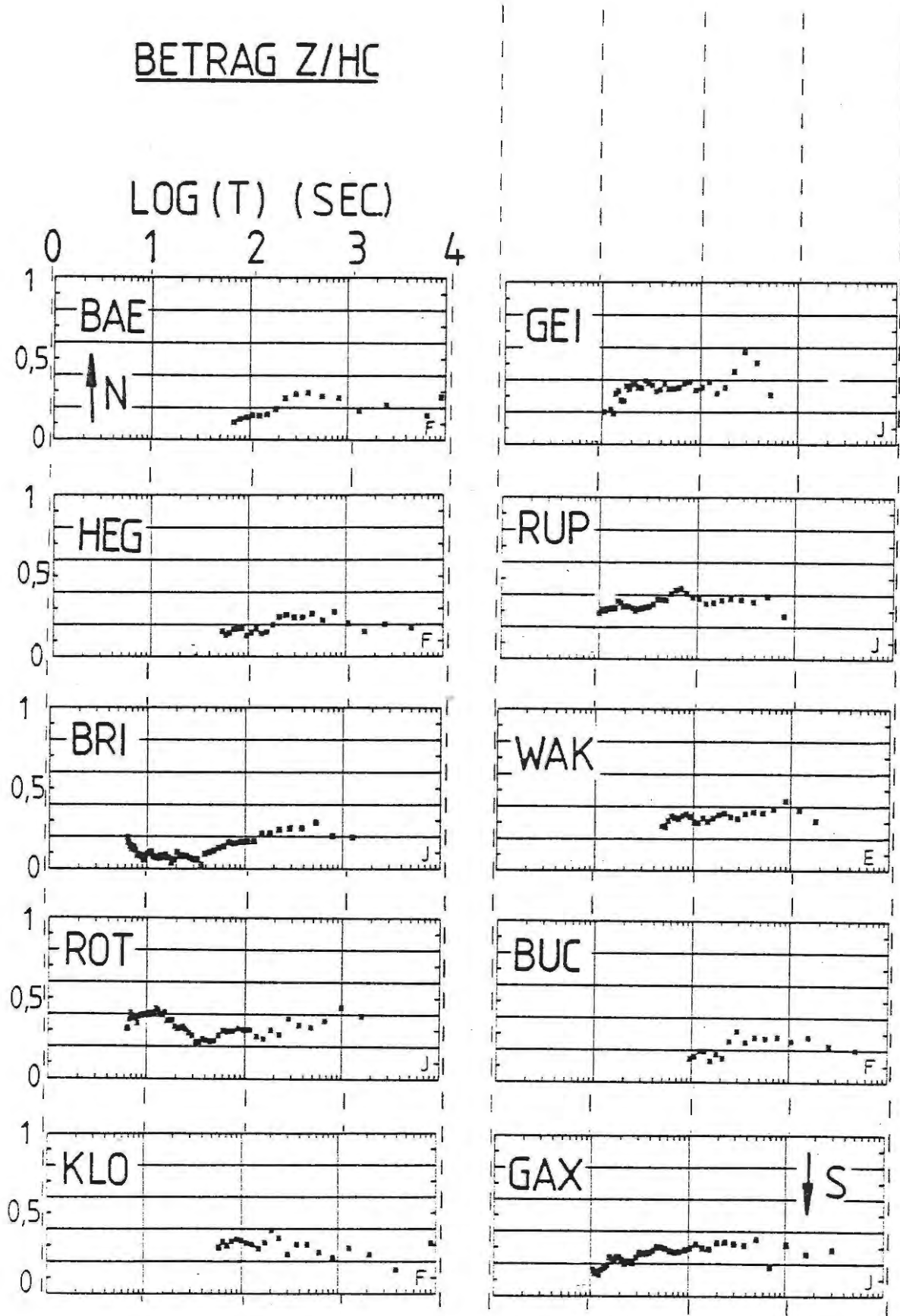


IMAGINÄRPFEIL

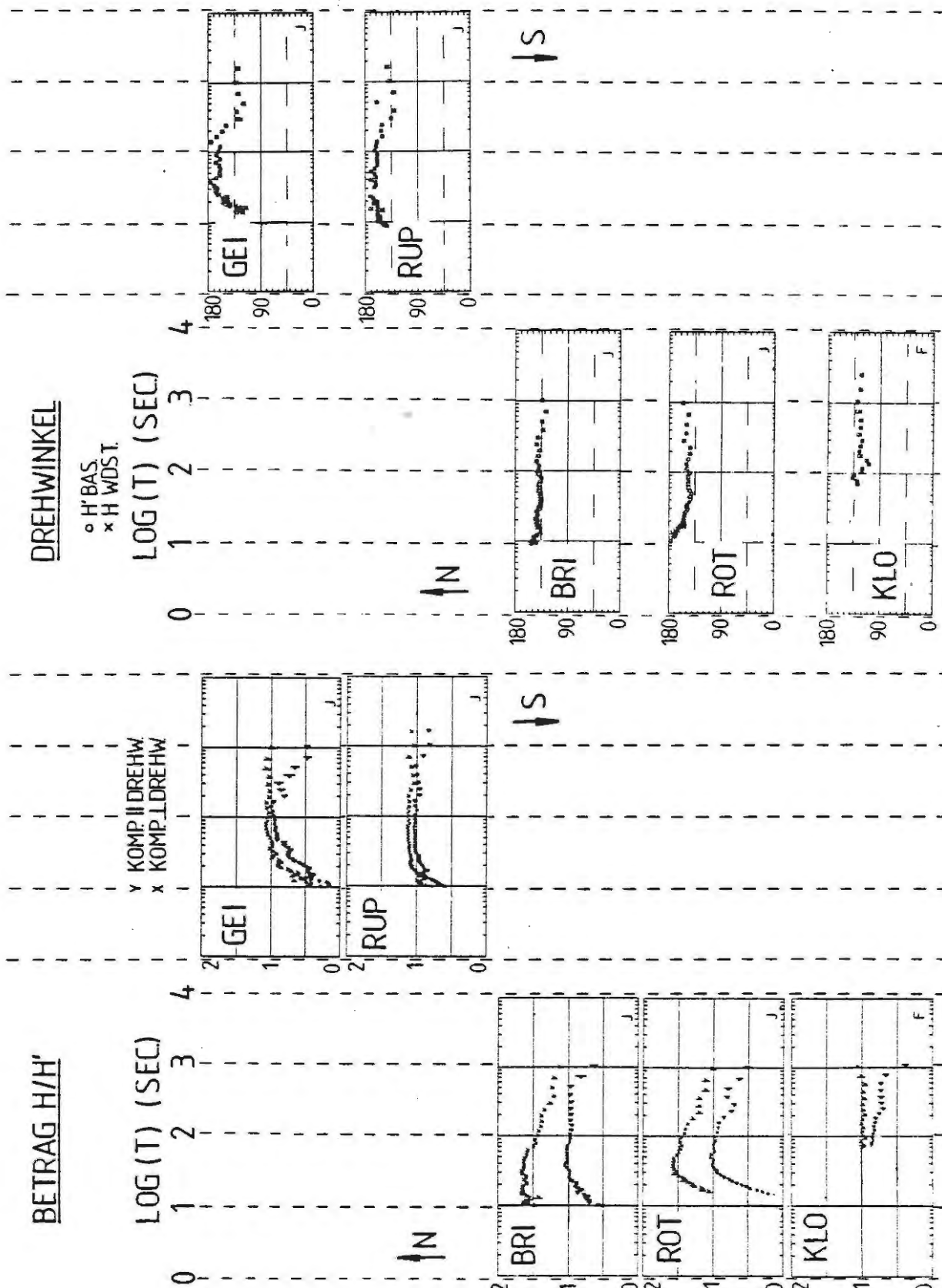


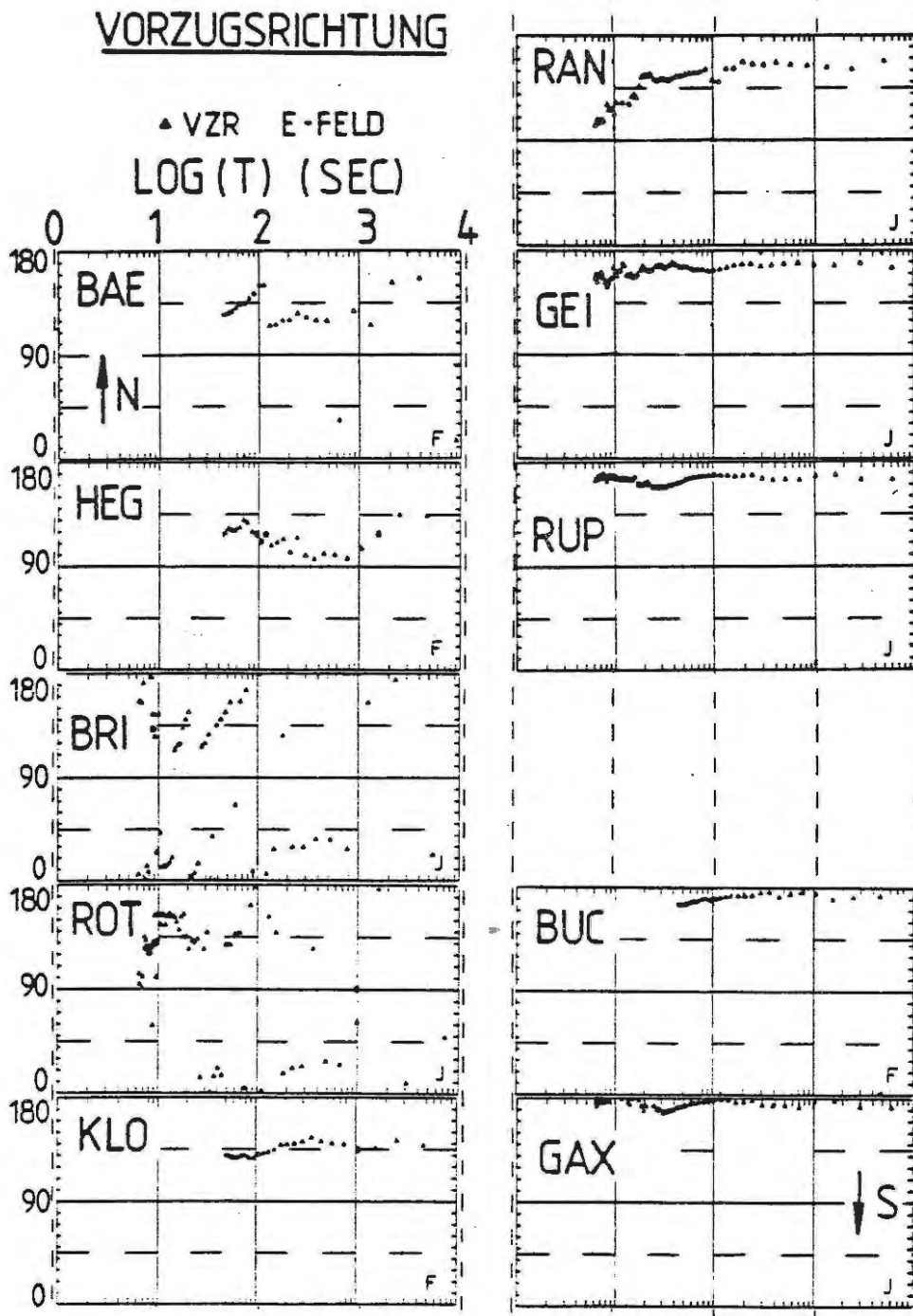
Figur 2: Perioden- und Ortsabhängigkeit der Real- und Imaginärpfeile

Figur 3: Betrag des Quotienten der Vertikalkomponente Z zur maximal kohärenten Horizontalkomponente HC der Variationen des Erdmagnetfeldes



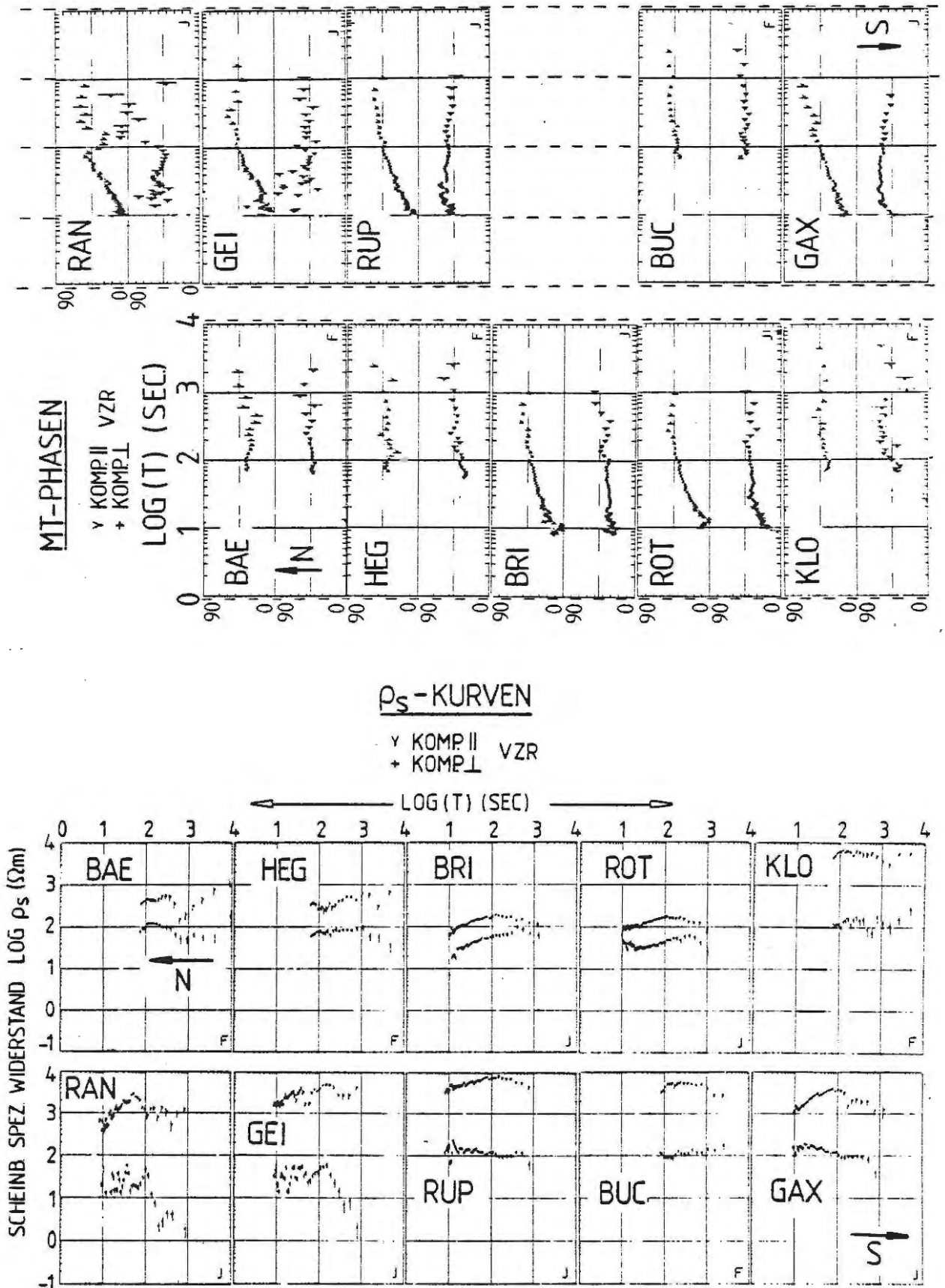
Figur 4: Perioden- und Ortsabhängigkeit der Beträge der Übertragungsfunktionen zwischen den Horizontalkomponenten des Erdmagnetfeldes an den einzelnen Stationen und der Basisstation GAX, sowie die Drehwinkel für die Koordinatensysteme der maximalen Kohärenz





Figur 5: Vorzugsrichtung des induzierten erdelektrischen Feldes

Figur 6: Kurven des scheinbaren spezifischen Widerstandes - 213 -
und der Phasen



Figur 7: Scheinbarer spezifischer Widerstand als Funktion der Schwerpunkstiefe des induzierten Stromsystems an vier ausgewählten Meßpunkten

$\rho^* - z^* - \text{KURVEN}$

