

L. SCHULTE

"Magnetotellurik-Messungen entlang eines Profils von der Eifel bis in die Pfalz"

In der Zeit von Dezember 1977 bis Juli 1978 wurden mit zwei automatisch registrierenden Stationen Magnetotellurik-Messungen entlang eines Profils von der Eifel bis in die Pfalz durchgeführt. Die Lage der Meßpunkte zeigt Abb. 1. In der Eifel und im Hunsrück beeinflussten starke elektrische Störfelder die Messungen erheblich und verboten für einen Meßpunkt (Station SIEB) eine Interpretation der ρ_s - und Phasenkurven. Um die Ergebnisse besser abzusichern, wurde dieser nördliche Teil des Meßprofils in Form eines Doppelprofils angelegt. Die Auswertung der Felddaten erfolgte mit dem Programmpaket zur Einzeleffektauswertung von Jödicke (1977).

Erste Information über den Untergrund erhält man aus den auf Hauptachsen gedrehten Tensorelementen (Abb. 2). Der Drehwinkel ist lediglich bei den besonders stark gestörten Stationen (HAUS, SPES, FRON, ANNI, ROES, BEUR und DOMM) sehr periodenabhängig. Die in Abb. 2 verwendeten Drehwinkel ($T=100s$) geben einen guten Mittelwert über den bearbeiteten Periodenbereich von 5 bis 3000s an. Nach den Eigenschaften der auf Hauptachsen gedrehten Tensorelemente lassen sich die Stationen wie folgt zusammenfassen:

- Gruppe nördliche Eifel (FRON, SPES, HAUS): Keine ausgeprägte magnetotellurische Vorzugsrichtung;
- Gruppe südliche Eifel/Hunsrück (ROES, ANNI, (DOMM), LAUB, KRAS, ELLE): Magnetotellurische Vorzugsrichtung senkrecht zum variszischen Streichen;
- Gruppe Pfalz (SPON, NEUD, UNTE): Magnetotellurische Vorzugsrichtung senkrecht zum Mainzer Becken;

Die Stationen BEUR und - allerdings weniger ausgeprägt - DOMM sind aus der anscheinend großräumigen Vorzugsrichtung der Südeifel und des Hunsrück herausgedreht.

Ein möglicher Zusammenhang zwischen der magnetotellurischen Vorzugsrichtung und der Devonfazies im Rheinischen Schiefergebirge könnte wie folgt bestehen: Während das Devon in der nördlichen Eifel in sandiger Fazies auftritt und deshalb nur schwach

geschiefert ist (keine deutliche magnetotellurische Vorzugsrichtung), ist seine Fazies südlich der Siegener Hauptüberschiebung toniger und damit wesentlich stärker geschiefert als im Norden (deutliche Vorzugsrichtung).

Die Vorzugsrichtungen von BEUR und DOMM lassen sich mit den bisher bekannten geologischen Verhältnissen nicht erklären.

Die Station ELLE und die drei Pfalz-Stationen werden von drei unterschiedlich gut leitenden geologischen Räumen beeinflusst: Rheinische Masse (Devon), Saar-Nahe-Senke (Perm) und Mainzer Becken (Tertiär/Quartär). Die Rheinische Masse wird durch die Hunsrück-Südrand-Störung, eine listrisch nach SE gekrümmte Tiefenstörung, die bis unter die Moho reicht, von der Saar-Nahe-Senke und dem Mainzer Becken getrennt (Murawski 1974). Auf Grund der besonderen geometrischen Anordnung dieser drei Räume sind die vier Stationen stark zweidimensional, und es läßt sich nicht entscheiden, welche zwei Räume bei den einzelnen Stationen im Einfluß dominieren.

Die Modellrechnung wurde nach dem eindimensionalen Inversionsverfahren von Schmucker durchgeführt. Am ehesten läßt sich dieses Verfahren für die drei nördlichsten Stationen anwenden, da diese als nahezu eindimensional angesehen werden können. Um eine Abschätzung der Leitfähigkeitsverteilung mit der Tiefe auch für die übrigen zweidimensionalen Stationen zu erhalten, wurde die Inversionsrechnung mit den dreihinvarianten ρ_s - und Phasenkurven durchgeführt. Die aus dem arithmetischen Mittel der Tensorneben-diagonalen bestimmten Drehinvarianten wurden den ρ_s - und Phasenkurven der E-Polarisation vorgezogen, da eine Zuordnung von E- und B-Polarisation für die drei Pfalz-Stationen nach dem bisherigen Kenntnisstand unmöglich und für die Stationen BEUR und DOMM zumindest unsicher erschien.

Die bestangepaßten Inversionsmodelle sind als Leitfähigkeitsdoppelprofil in Abb. 3 dargestellt. Beginnend mit dem Rheinischen Schiefergebirge erkennt man einen großen Leitfähigkeitsunterschied in der Deckschicht zwischen Eifel und Hunsrück. Die Oberkante des ca. 7 km mächtigen folgenden guten Leiters liegt in der Eifel zwischen 12 und 15 km Tiefe und taucht nach SE auf 25 km ab. Für die südlichen Hunsrück-Stationen wurde ein weiterer ca. 10 km mächtiger guter Leiter in 40 bis 60 km Tiefe aufgelöst, der ebenfalls nach SE abtaucht.

Südlich der Hunsrück-Südrand-Störung, die in Abb. 3 bei km 80 gestrichelt eingezeichnet ist, trifft man andere Leitfähigkeitsverhältnisse als im Rheinischen Schiefergebirge an. Wahrscheinlich aufgrund der gutleitenden Perm/Karbon-Sedimente liegt der Deckschichtwiderstand mit ca. 50 Ω m deutlich unterhalb der Widerstände der von Unterdevon beeinflussten Deckschichtwiderstände im Norden. Der obere gute Leiter von 2 km Mächtigkeit liegt in der Oberkruste, während der untere bis 4 km mächtige gute Leiter im Bereich der Moho liegt (Ausnahme: SPON).

Eine weiterführende Diskussion der Leitfähigkeitsverhältnisse ist sehr schwierig und sollte besser im Zusammenhang mit weiteren MT-Profilen im Rheinischen Schiefergebirge und den angrenzenden Gebieten geführt werden.

Das elektrische Störfeld

Um einen Überblick über Stärke und Verteilung der elektrischen Störfelder zu bekommen, wurden im November 1977 in der West- und Osteifel elektrische Vormessungen an 26 Meßpunkten durchgeführt. Die Potentialdifferenz an zwei Punkten im Abstand von 50 m wurde mit zwei CuSO_4 -Sonden ca. 30 min lang nacheinander in NS- und EW-Richtung aufgenommen, verstärkt und auf einen x-y-Schreiber gegeben. Die größten aufgetretenen Störfeld-Doppelamplituden sind in Abb. 4 dargestellt. Die Ergebnisse deuten an, daß die Störfelder überwiegend NS-polarisiert sind und ihre Stärke sich innerhalb weniger km stark ändern kann.

Die Abb. 5 zeigt anschaulich, daß die Störfelder und die induzierten E-Felder vom Untergrund ähnlich beeinflusst werden. Dargestellt sind die Hodogramme eines Einzeleffektes und eines Störeffektes der zeitgleich registrierenden Stationen DOMM und BEUR. Aufgrund des unterschiedlich gut leitenden Untergrundes sind die Amplituden von Einzel- wie Störeffekt der Station DOMM doppelt so groß wie die von BEUR. Die elektrische Polarisationsrichtung vom induzierten und gestörten E-Feld sind sehr ähnlich, wobei das Störfeld nahezu linear polarisiert ist.

In Abb. 6 erkennt man die große Ähnlichkeit der Polarisationsrichtungen der Störfelder und der magnetotellurischen Vorzugsrichtungen für 10 untersuchte Meßstationen. Es wurde bereits erwähnt, daß die starke Periodenabhängigkeit des Drehwinkels, um den der Tensor auf Hauptachsen gedreht wird, größtenteils auf das gestörte Datenmaterial zurückzuführen ist.

Die Ähnlichkeit von Polarisationsrichtung der Störfelder und magnetotellurischer Vorzugsrichtung legt die Möglichkeit nahe, Vorzugsrichtungen auf einfache Weise zu kartieren. Da die elektrischen Störungen großräumig und häufig auftreten, könnte man sie leicht beispielsweise mit einem x-y-Schreiber registrieren. Mittels dieser Messungen ließe sich der Einfluß geologischer oder tektonischer Strukturen auf die elektrische Vorzugsrichtung untersuchen.

Literatur:

Jödicke, H.: Einzeleffektauswertung magnetotellurischer Registrierungen. Diplomarbeit, Univ. Münster, 1977.

Murawski, H.: Die Grenzzone Hunsrück/Saar-Nahe-Senke als geologisch-geophysikalisches Problem. Z. dt. Geol. G. 126, 49-62, 1974.

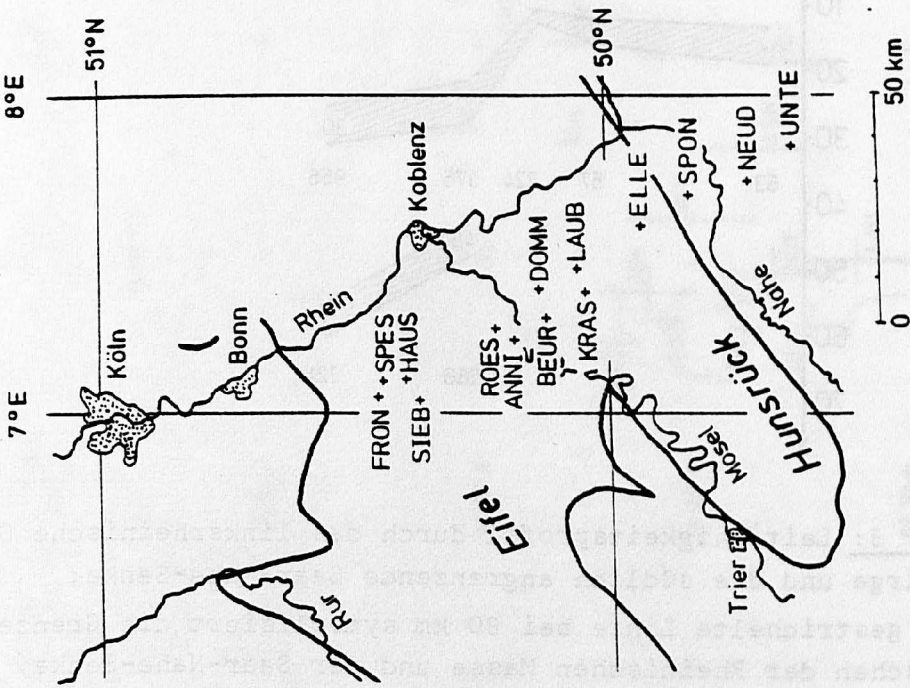


Abb. 1: Lage der Meßpunkte

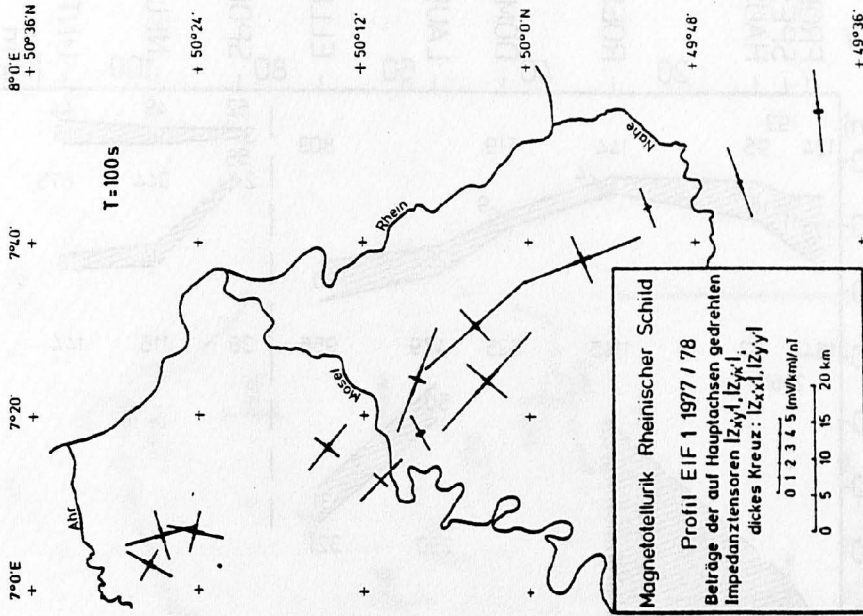


Abb. 2: Hauptachsenrichtungen von Z_{xx} und Beträge der Elemente der auf Hauptachsen gedrehten Impedanzsensoren für $T = 100s$.

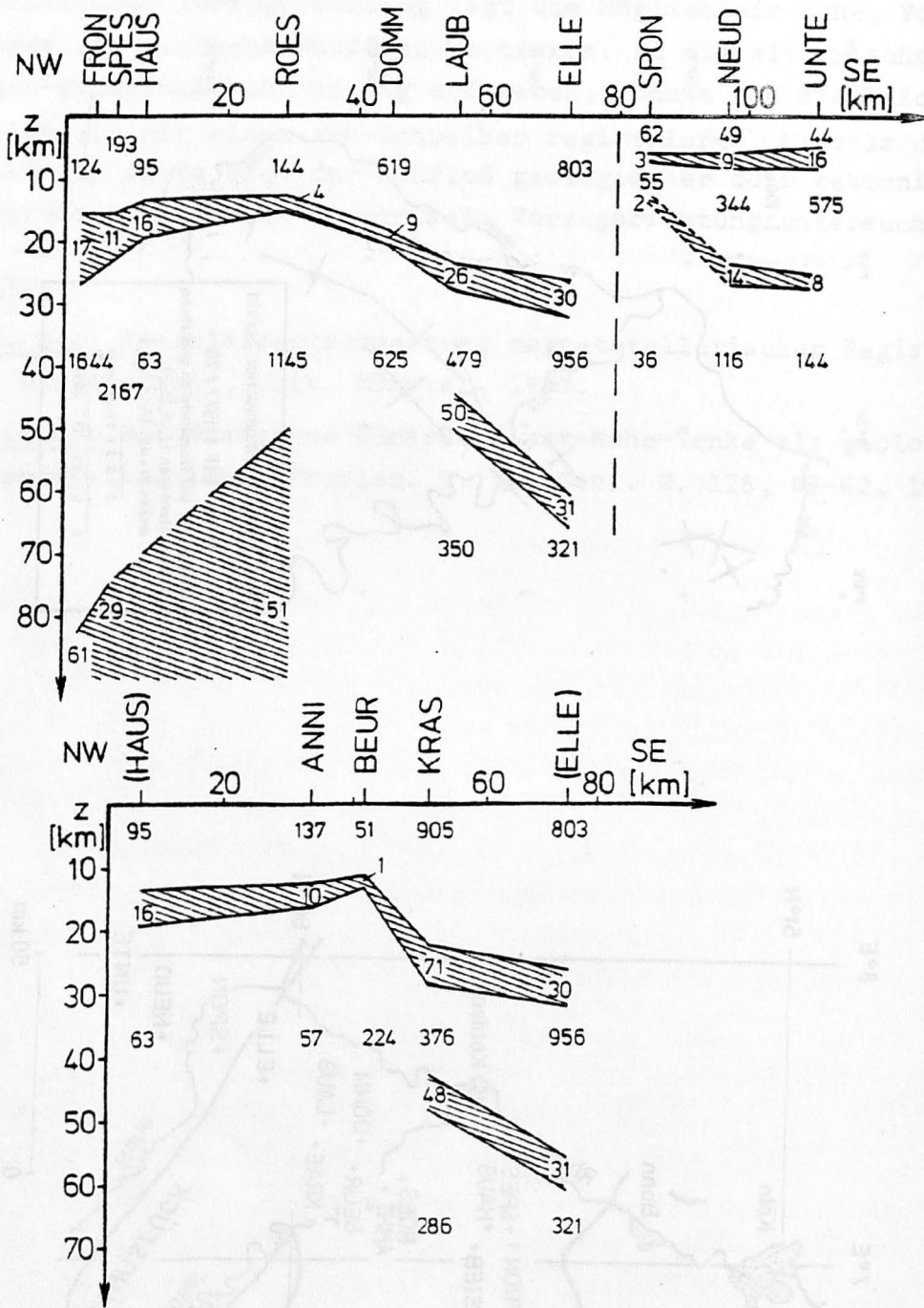


Abb. 3: Leitfähigkeitsprofil durch das linksrheinische Schiefergebirge und die südlich angrenzende Saar-Nahe-Senke; die gestrichelte Linie bei 80 km symbolisiert die Grenze zwischen der Rheinischen Masse und der Saar-Nahe-Senke.

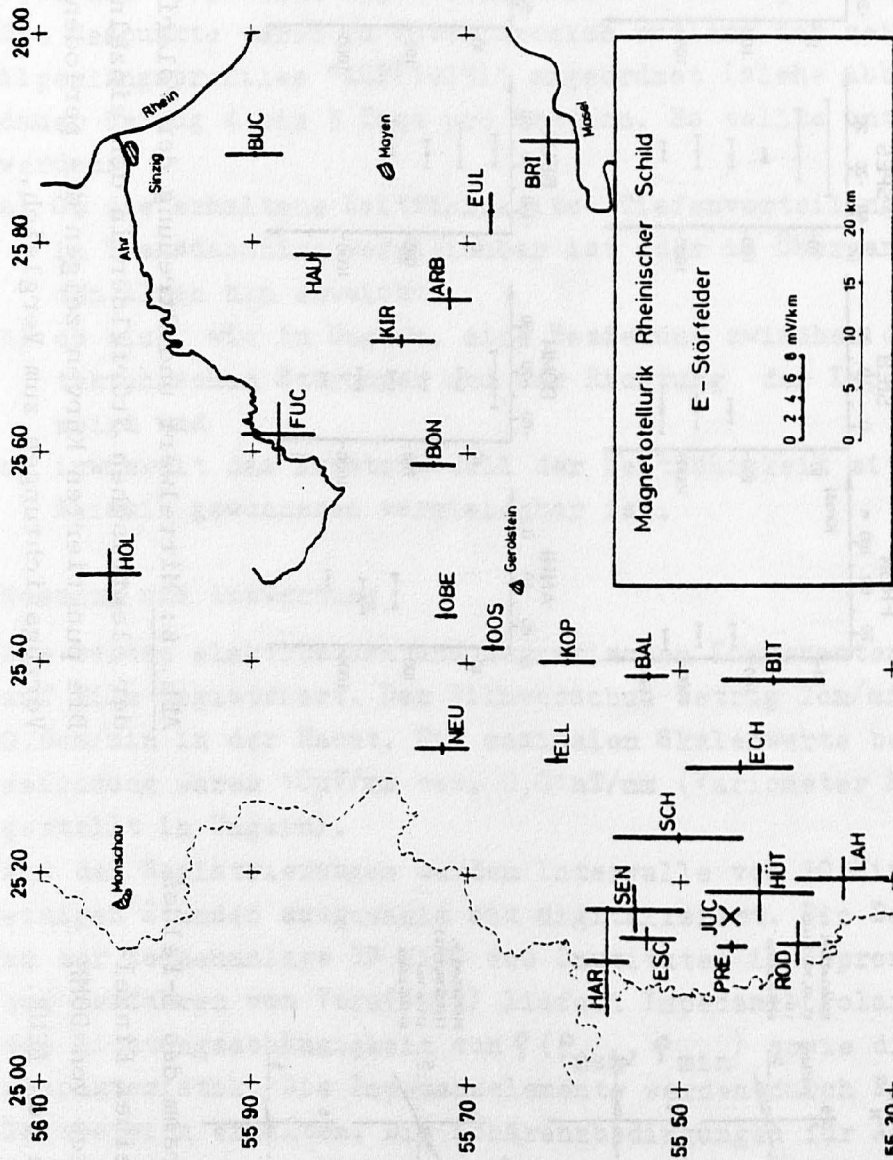


Abb. 4: Die größten registrierten Störfeld-Doppelamplituden oder Sprünge aus den elektrischen Vormessungen.

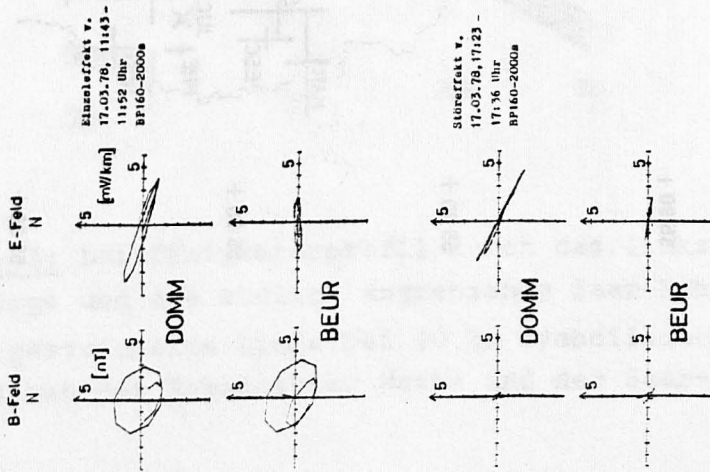


Abb. 5: Hodogramm des B-Feldes und E-Feldes eines Einzel- und Störeffektes von DOMM und zeitgleich von BEUR.

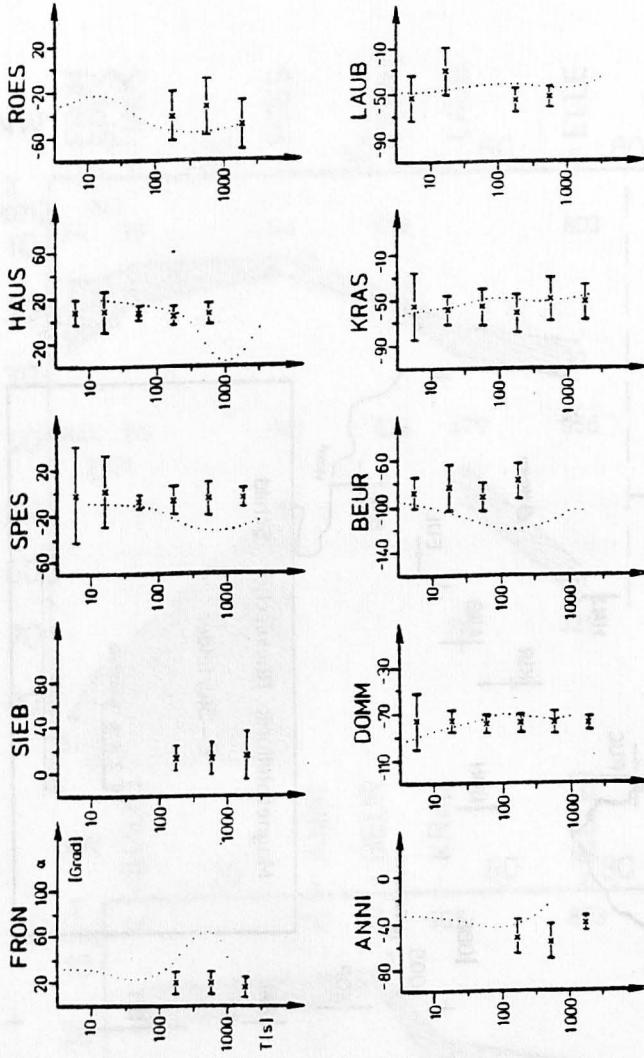


Abb. 6: Mittelwert und Streuung der Polarisationsrichtungen α der elektrischen Störfelder in den einzelnen Filterbereichen. Die gepunkteten Kurven zeigen die periodenabhängigen MT-Vorzugsrichtungen zum Vergleich.