

P. WEIDELT, Hannover

"Neubearbeitung und Interpretation erdmagnetischer Variationen im Bereich der norddeutschen Leitfähigkeitsanomalie"

Die Variationsregistrierungen von Schmucker während des IGJ 1957/58 auf dem Ostprofil über die norddeutsche Leitfähigkeitsanomalie sind in Zusammenarbeit mit Prof. Schmucker nochmals einer Analyse unterzogen worden. Ziel der Neubearbeitung war, den bei der Erstauswertung nur fragmentarisch erfaßten Frequenzgang der Übertragungsfunktionen im Variationsbereich zu ermitteln. Dabei sollte eine neue Methode zur Bestimmung des Regionalfeldes erprobt werden. Der Datensatz war gleichzeitig dazu gedacht, die Verwendbarkeit eines neuentwickelten Inversionsverfahrens für zweidimensionale Leitfähigkeitsstrukturen in E-Polarisation in der Praxis zu untersuchen, mit der Hoffnung, definitive Aussagen über die Tiefenlage der Anomalie zu erhalten.

Zur Konstruktion des regionalen Normalfeldes werden zusätzlich die Registrierungen der 6 Observatorien Fürstenfeldbruck(FU), Castellacio (CA), Rude Skov (RS), Lovö (LO), Hartland (HA) und Swider (SW) herangezogen, die etwa kreuzförmig in Verlängerung des 400 km langen Ostprofils Bieberstein (BIB) - Lensahn (LEN) und senkrecht dazu gelegen sind. Diese 6 Observatorien bilden zusammen mit einer Randstation BIB oder LEN (die zu unterschiedlichen Zeiten arbeiteten) das Netz der 7 Normalstationen. Es seien $H_n(\underline{r}, t)$, $D_n(\underline{r}, t)$ und $Z_n(\underline{r}, t)$ die 3 Komponenten des regionalen Normalfeldes. Es wird angenommen, daß sich H_n und D_n im Bereich der Normalstationen durch Flächen zweiten Grades approximieren lassen:

$$H_n = h_{00} + h_{10}x + h_{01}y + h_{20}x^2 + h_{11}xy + h_{02}y^2,$$

$$D_n = d_{00} + d_{10}x + d_{01}y + d_{20}x^2 + d_{11}xy + d_{02}y^2.$$

Dabei sind die Koeffizienten Funktionen der Zeit. Wegen der Rotationsfreiheit des Magnetfeldes im Luftraum erfüllen sie die Bedingungen

$$h_{01} = d_{10}, \quad h_{11} = 2d_{20}, \quad d_{11} = 2h_{02}.$$

Die 9 unabhängigen Koeffizienten, zu deren Bestimmung mindestens 5 Normalstationen erforderlich sind, werden durch eine Ausgleichs-

rechnung ermittelt. Zur Berechnung der zugehörigen Vertikal-
komponente Z_n ist ein Leitfähigkeitsmodell des Untergrundes er-
forderlich. Für eine horizontale Schichtung gilt für den obigen
quadratischen Ansatz noch exakt

$$Z_n(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{\partial}{\partial x} H_n(x, t-\tau) + \frac{\partial}{\partial y} D_n(x, t-\tau) \right] g(\tau) d\tau,$$

$$g(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} C_n(\omega) \exp(i\omega\tau) d\omega.$$

Dabei ist C_n die bekannte Übertragungsfunktion für ein quasi-
homogenes Feld.

Die Zerlegung einer isolierten Baystörung ist in Fig. 1 dar-
gestellt. Als Normalmodell der Leitfähigkeit wurde einfach ein
idealer Leiter in der Tiefe $h = 250$ km gewählt ($g(\tau) = h \delta(\tau)$).
Aus noch nicht genau geklärten Gründen führt diese Methode der
Zerlegung zu einer gewissen Rauigkeit des anomalen Feldes, die

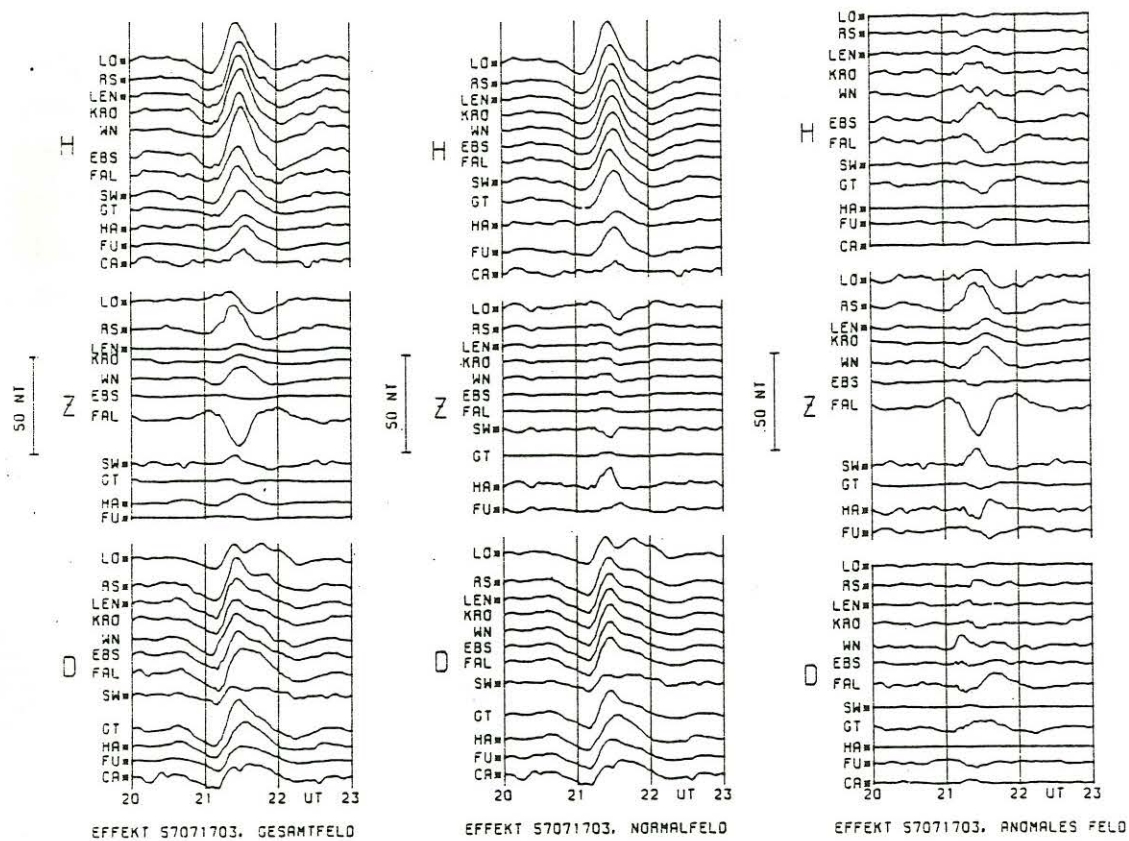


Fig. 1: Zerlegung einer isolierten Baystörung in normalen und
anomalen Anteil. Die gesternten Stationen dienten zur
Normalfeldbestimmung.

im Gesamtfeld fehlt. Dadurch werden die Übertragungsfunktionen für höhere Frequenzen (ab 4 cph) verfälscht.

Fig. 2 zeigt - durch ausgezogene Linien verbunden und mit Fehlerbalken versehen - den 10-fachen Wert von Real- und Imaginärteil der beiden Elemente z_H (=HZ) und h_H (=HY) entlang dem Ostprofil für 4 Frequenzen. Nur diese beiden Elemente werden im Rahmen der zweidimensionalen Modellinterpretation (Streichrichtung E - W) zu erklären versucht. Bemerkenswert ist der betragsmäßig große Wert von 0.8 des Realteils von z_H bei FAL für 2 cph. Die ursprüngliche Analyse von Schmucker (1959) ergab - allerdings mit anderer Berechnung von z_H -Maximalwerte um 0.5.

Das Grundmodell der Interpretation ist eine aus Blöcken aufgebaute lateral-inhomogene Schicht, die in einen geschichteten Leiter eingebettet ist. Die Konfiguration der Blöcke und die normale Leitfähigkeit sind vorgegeben, die Blockleitfähigkeiten werden bestimmt. Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, die normale Leitfähigkeit iterativ anzupassen. Die gestrichelten Linien in Fig. 2 zeigen, wie gut die gemessenen Daten etwa durch ein Mo-

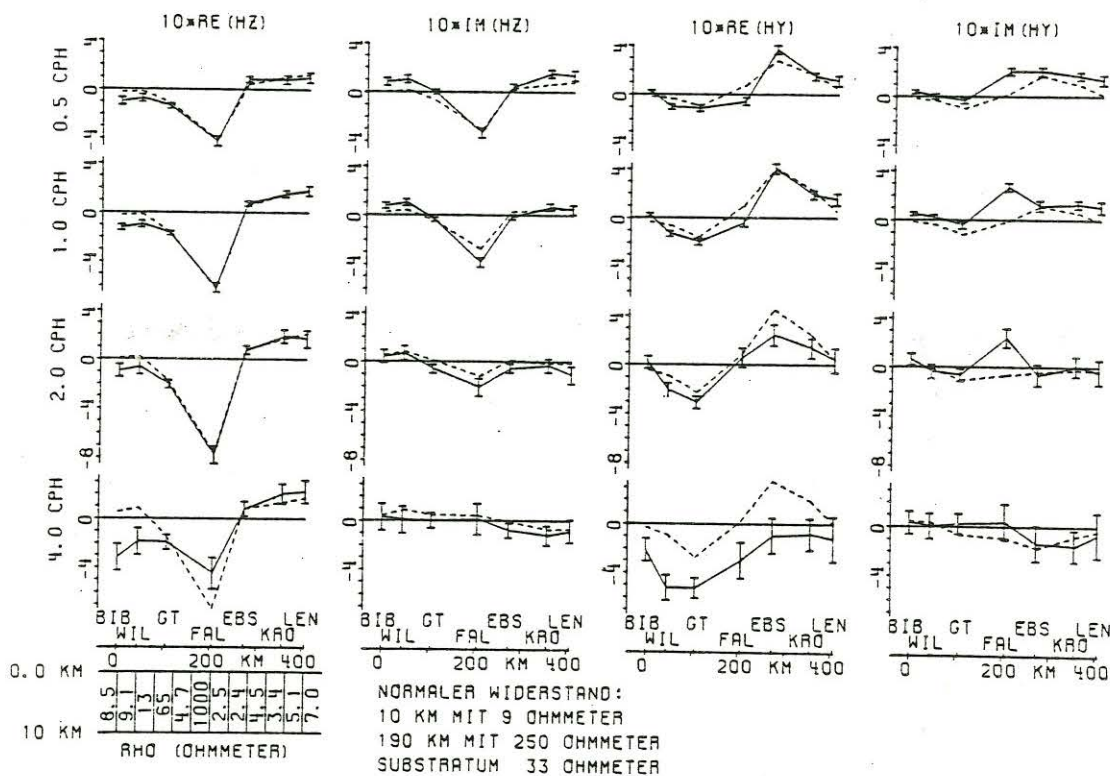


Fig. 2: Die Übertragungsfunktionen (durchgezogen) und ihre Interpretation durch eine dicke anomale Schicht.

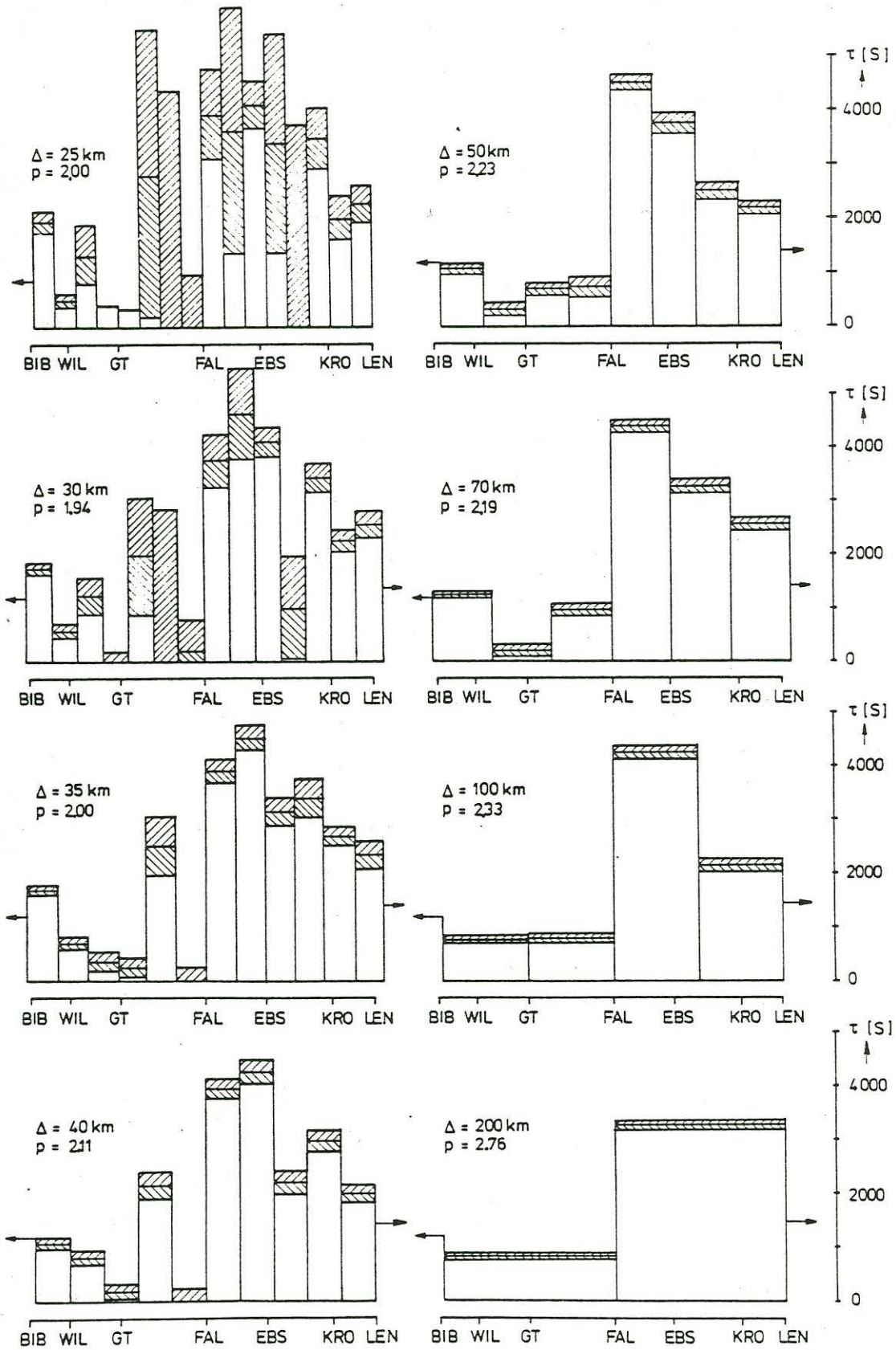


Fig. 3: Interpretation der Übertragungsfunktionen Blöcke variabler Breite Δ . Mit zunehmender Blockbreite sinkt der Schätzfehler (schraffiert) bis ein Grenzwert erreicht wird.

dell mit 10 Blöcken à 40 km Breite erklärt werden können. Eine Übersicht über Interpretationen mit Blöcken variabler Breite gibt Fig. 3. Wegen der relativ niedrigen Frequenzen ist die

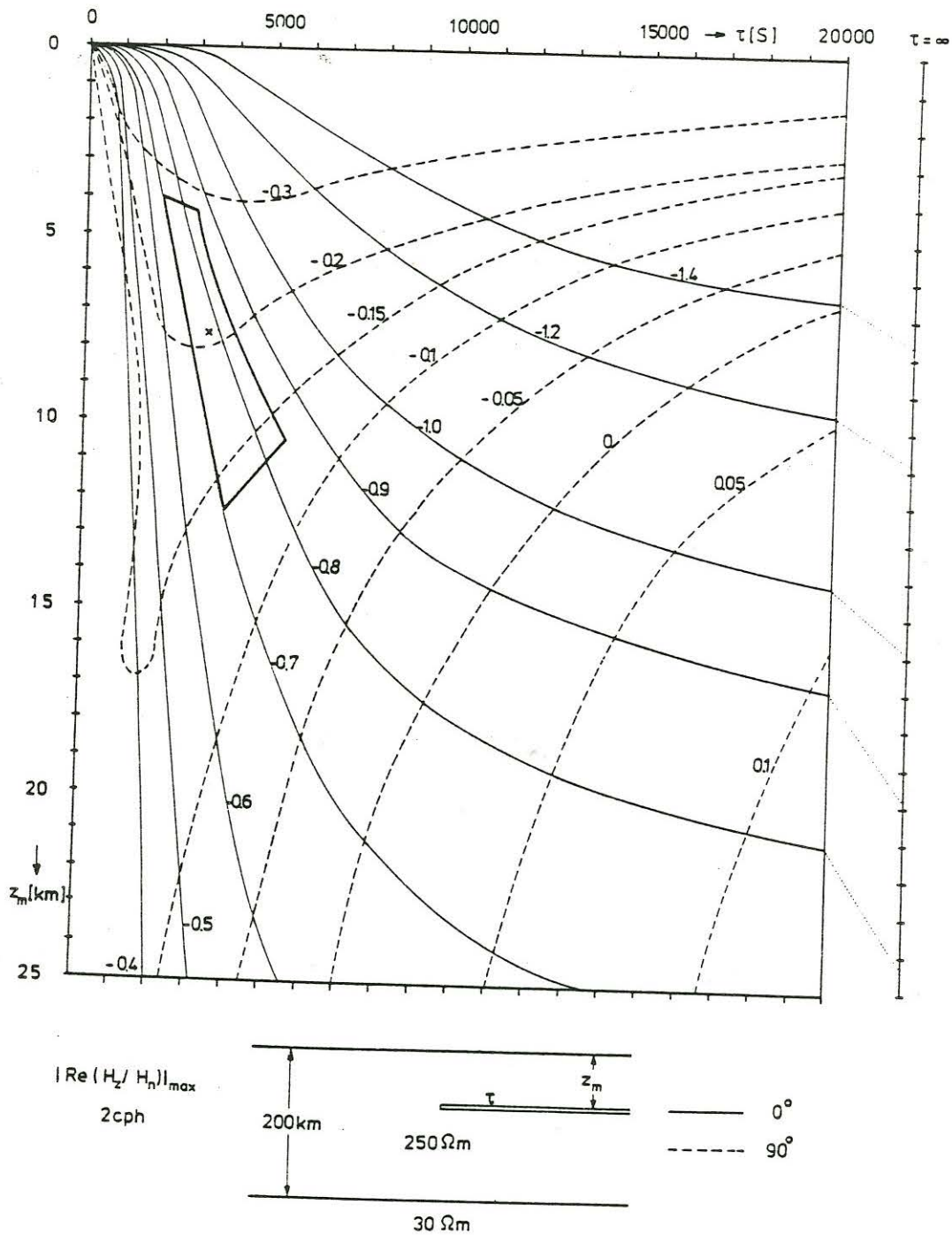


Fig. 4: Isolinien maximalen Betrages des Realteils von z_H für 2cph (durchgezogen) und des zugehörigen Imaginärteils (gestrichelt) als Funktion der Tiefe z_m und der integrierten Leitfähigkeit τ einer Halbplatte.

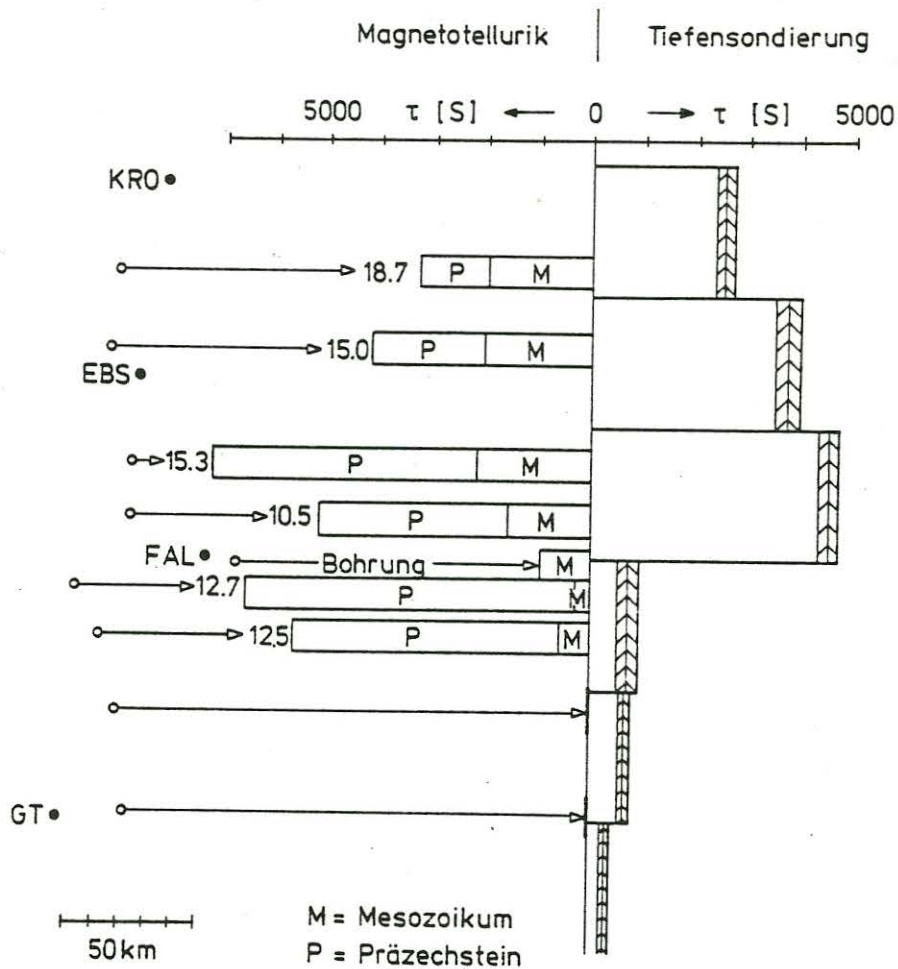


Fig. 5: Vergleich der integrierten Leitfähigkeiten aus Magnetotellurik und erdmagnetischer Tiefensondierung unter Berücksichtigung der Bohrung Velpke-Asse.

Tiefenauflösung so schlecht, daß sich nur integrierte Leitfähigkeiten τ angeben lassen. Zur Deutung der norddeutschen Anomalie ist ein Anstieg von τ nach N um 3000-4000 S erforderlich. Der Wert von z_H bei FAL bei 2cph ergibt nach Fig. 4 als Schätzwert für die Maximaltiefe der Oberkante der Anomalie 12 km. Fig. 5 vergleicht die vorliegenden Ergebnisse mit den Resultaten der MT-Gruppe der BGR. Die integrierte Leitfähigkeit des Mesozoikums reicht zur Deutung der Beobachtungen nicht aus, so daß laterale Änderungen von τ in tieferliegenden Schichten gefordert werden müssen. Derartige starke Änderungen wurden von der Magnetotellurik nachgewiesen

Literatur:

Schmucker, U.: Erdmagnetische Tiefensondierung in Deutschland 1957/59: Magnetogramme und erste Auswertung. Abh. Akad. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., Beitr. IGJ, 5, 1-51, 1959.