

P. NEURIEDER

Belege für eine nach Nordosten abtauchende Konduktosphäre
in Mitteleuropa aus langperiodischen Magnetotellurikmessungen

Aus der langperiodischen (1h-24h) und kurzperiodischen (20sek-5500sek) Vermessung des elektromagnetischen Variationsfeldes im Jahre 1982 an insgesamt 22 Stationen (Abb.1) lassen sich Aussagen über die räumliche Struktur der elektrischen Leitfähigkeit im Oberen Erdmantel Mitteleuropas ableiten.

Die Auswertung des Z/D-Verhältnisses in Sq-effektiven Koordinaten (Schmucker, 1974) von 40 magnetisch ungestörten Tagen (davon 30 äquinocial) an den Observatorien Wingst, Dourbes, Fürstenfeldbruck und Niemegek führt zunächst auf eine regionale induktive Skalenlänge C_n für die Sq-Harmonischen bei 1 - 4 cpd (Tab.1). Bei den scheinbaren Eindringtiefen $Re(C_n) = z^*$ für 1 cpd ist eine systematische Abnahme von N nach S zu beobachten; gleiches gilt für die näherungsweise spezifischen Widerstände \underline{g}^* .

Durch die Erdmagnetische Tiefensondierung mit einer 240-tägigen Registrierung der Komponenten H, D und Z mit einer spektralen Auflösung von 0.1 cpd (Abb.2a) wird eine Kartierung von Betrag und Phase des Z/H'-Verhältnisses (H' max.korrellierter Horizontalvektor zu Z) im Sq-Kontinuum möglich. Das Niveau der Betragskurven (Abb.2b) steigt im Periodenbereich von 20000 - 30000 sek von S nach N hin an. Das Betragsniveau (bei 4-5 cpd) ist für Wingst nur noch wenig ausgeprägt und bestärkt die Vorstellung von einer unter Wingst bereits wesentlich tieferen gut leitfähigen Schicht im Oberen Mantel.

Die magnetotellurische Auswertung beschränkt sich auf Pulsations- und Sq-Kontinuum. Eine tellurische Analyse kann nach zwei Ansätzen erfolgen:

$$a) \quad \underline{Z} = \underline{Z}_n \underline{V} = \begin{pmatrix} D(A+C) & D(B-1) \\ D(B+1) & D(A-C) \end{pmatrix} \quad \text{oder}$$

$$b) \quad \underline{Z} = \underline{AZ}_n = \begin{pmatrix} -A_{xy} & A_{xx} \\ -A_{yy} & A_{yx} \end{pmatrix} \quad \underline{A} \text{ tellurische} \\ \text{Verzerrungs-} \\ \text{matrix}$$

Üblicherweise wird b) benutzt, wenn sich mit den Kriterien

minimaler und maximaler Kohärenz oder nach Optimierung nach Swift eindeutige Fälle für EPOLA und HPOLA ergeben, a) dagegen, wenn bei minimaler Schiefe des Impedanztensors (Cox et al., 1980) die skalare Größe Z_{nD} extrahiert werden soll, weil die Trennung nach Schwingungsmoden zweifelhaft ist. In beiden Fällen muß Z_n (aus C_n) bekannt sein, um die Verzerrungsparameter in \underline{A} bzw. \underline{V} zu bestimmen. Die Ergebnisse aus beiden Ansätzen zeigen (Tab. 2 und Abb. 3), daß im Mittel und im Rahmen des Meßfehlers \underline{A} nur zwei nichtverschwindende und reelle Elemente in der Hauptdiagonale besitzt und \underline{V} ebenfalls die Stromverzerrung durch eine im Verhältnis zur Eindringtiefe dünne Deckschicht variabler integrierter Leitfähigkeit beschreibt. Im Oberen Mantel gibt es also in Tiefen um 300 - 500 km keine drastischen großräumigen lateralen Leitfähigkeitskontraste; eine eindimensionale Interpretation ist noch möglich.

Zur Interpretation werden $g^*(z^*)$ -Funktionen und die loglineare Transformation des ψ -Algorithmus' (direkte Inversion, Schmucker, 1974) herangezogen. Das Auflösungsvermögen dieses Verfahrens wird durch die vorgegebene Frequenzraasterung der Eingangsdaten sowie die Konstanz eines sogenannten "Schichtparameters" beschränkt. Aus der gemessenen $g^*(z^*)$ -Funktion der Station HON und der $g^*(z^*)$ -Funktion aus dem besten Rohmodell (Abb. 4a) wird deutlich, daß ein wenig mächtiger guter Leiter in etwa 100 km Tiefe im Oberen Mantel nicht aufgelöst wird. Nach der geomagnetischen Eichung (Division mit dem aus \underline{Z} und C_n bestimmten Tellurikparameter D) entstehen deshalb für Pulsations- und Sq-Daten Endmodelle, die nicht ineinander übergehen (Abb. 4b). Besonders deutlich wird dies am Beispiel des mitteleuropäischen Modells (Abb. 5), wo sich im Gültigkeitsbereich beider Modellteile in 100 km Tiefe die Widerstände um etwa 1 Dekade unterscheiden. Die Existenz einer dünnen gut leitenden Schicht im Oberen Mantel ist damit nur indirekt nachgewiesen. Die Endmodelle der Stationen ARN, GRF, ERL und HON vergleicht Abb. 6 mit früheren Ergebnissen. Die Obergrenze der Konduktosphäre im Tiefenbereich um 400 km fällt auch nach E hin in größere Tiefen ab, betrachtet man die Endmodelle für ARN, HON und GRF. An der Station ERL wird erst in ca. 580 km Tiefe ein guter Leiter erkannt, was u.U. auf einen Zusammenhang des tertiären

Vulkanismus' der Region mit den petrologischen Verhältnissen im Oberen Mantel hinweist.

Der Befund einer elektrischen Großstruktur des Oberen Mantels unter Mitteleuropa - eines Abtauchens einer Konduktosphäre von SW nach NE - wird u.a. durch die Ergebnisse von Fainberg & Berdichevsky (1977) für scheinbare Eindringtiefen z^* (bei 1 cpd) und die Resultate von Porstendorfer & Göthe (1977) für σ_s -Werte bei $T=10000$ sek unterstützt. Letztere postulieren aus ihren Untersuchungen einen guten Leiter in einer Tiefe von 400 km unter Mitteleuropa, der unter den Baltischen Schild hinein bis auf 1000 km abtaucht und im Alpenbogen in Tiefen kleiner als 100 km zu finden sei. Beide Autorengruppen sehen eine Korrelation zwischen der aufsteigenden Konduktosphäre im Oberen Mantel und einer etwa SE-NW streichenden Wärmefluß-anomalie (Hurtig & Oelsner, 1975), ohne damit allerdings Vorstellungen über geodynamische Prozesse zu verknüpfen.

Gerade der Zusammenhang mit einer großräumigen Wärmeflußanomalie legt nahe, die elektrische Großstruktur unter dem Aspekt einer tektonogenetischen Altersabfolge von Lithosphäre und Asthenosphäre unter Mitteleuropa zu deuten. So mag die nach Nordosten abtauchende Konduktosphäre ein Hinweis sein auf den typischen Übergang von kontinentalen Mantelbereichen unter alten Schilden über den Mantel unter den jungen Kontinentalbereichen Mesoeuropas bis hin zu einem noch fast ozeanischen Mantel im Gebiet des alpiden Orogens.

Literatur:

Schmucker, U.: Ermagnetische Tiefensondierung mit langperiodischen Variationen. ET Grafrath, 1974

Cox, C.S., J.H. Filloux, D.I. Gough, J.C. Larsen, K.A. Poehls, R.P. von Herzen and R. Winter: Atlantic Lithospheric Sounding.

In: Electromagnetic Induction in the Earth and Moon.
U. Schmucker (Ed.), Center for Academic Publications,
Japan/Tokyo, 1980.

Fainberg, E.B. and M.N. Berdichevsky: Deep Magnetovariation Profiling With The Method of Derivatives. Acta Geodaet., Geophys.et Montanist. Acad.Sci.Hung. 12 (1-3), 377-391, 1977

Porstendorfer, G. and W. Göthe: Maps Of Apparent Specificical Resistivities For Different Period Ranges For Europe And Their Interpretation. ebenda, 117-122

Hurtig, E. and C. Oelsner: Heat flow, subsurface temperature, geothermal models in Europe and tectonic implications. IUGG-Congress, Grenoble, 1975

Keller, G.V.: Electrical Studies of the Crust and the Upper Mantle. In: Geophys. Monogr. 14, J.G. Heacock (Ed.), American Geophysical Union, Washington D.C., 1971

Richards, M.L., U. Schmucker and E. Steveling: Magnetic variations and magnetotelluric studies in Rheingraben and Schwarzwald. ET Berlin, 1980

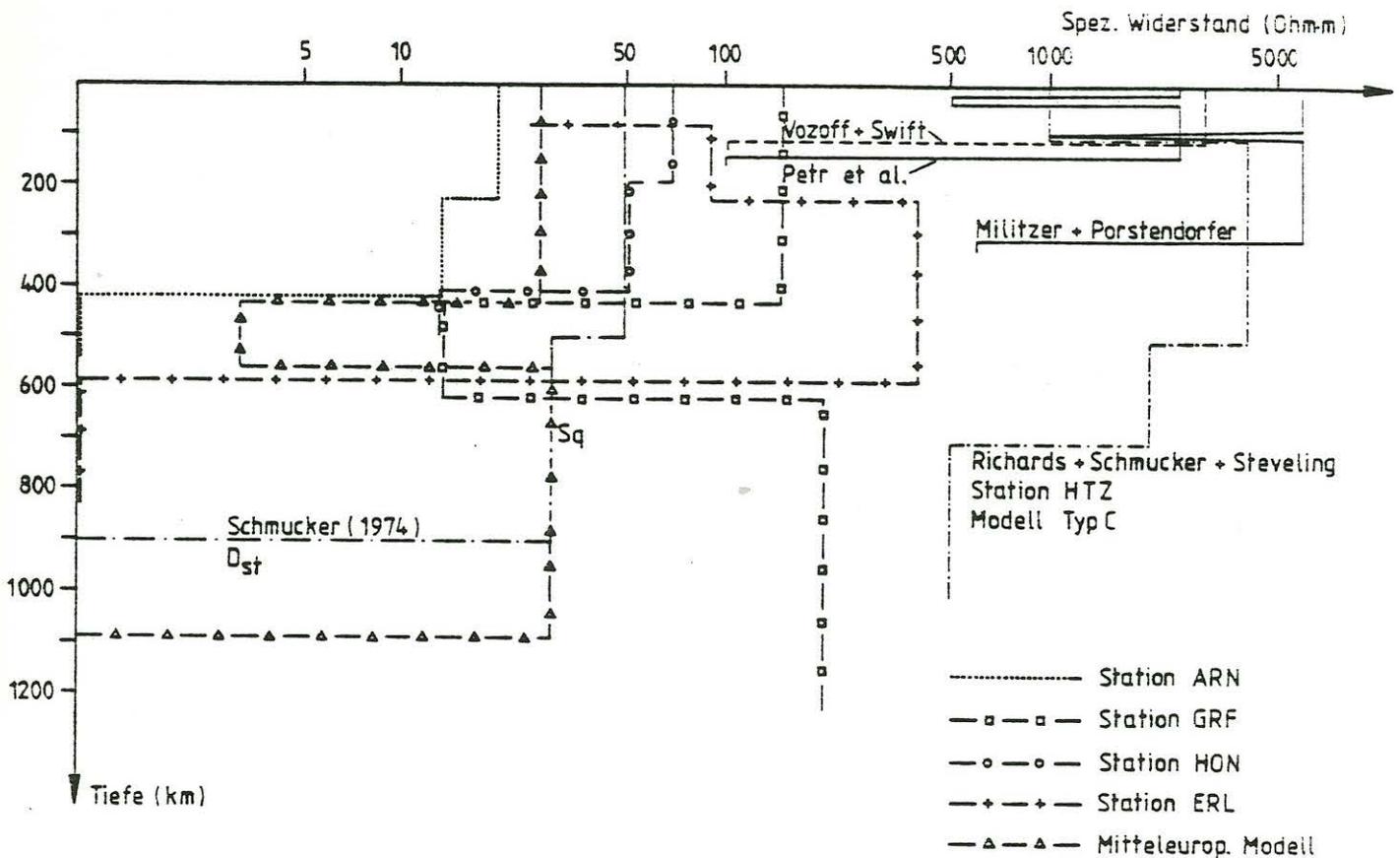


Abb. 6: Zusammenstellung der gefundenen Endmodelle für ARN, GRF, HON, ERL sowie einer für Mitteleuropa repräsentativen Widerstands-Tiefen-Funktion und Gegenüberstellung mit Ergebnissen von Vozoff & Swift, Petr et al., Militzer & Porstendorfer (nach Keller, 1971), Richards, Schmucker & Steveling (1980) und Schmucker (1974, "kontinentales Sc-Modell" mit D_{st} -Daten ergänzt).

Die Modelle für ARN und HON wurden aus der EPOLA-Impedanz abgeleitet, die für GRF, ERL und Mitteleuropa aus der nach Cox et al. (1980) extrahierten skalaren Impedanz Z_n D.

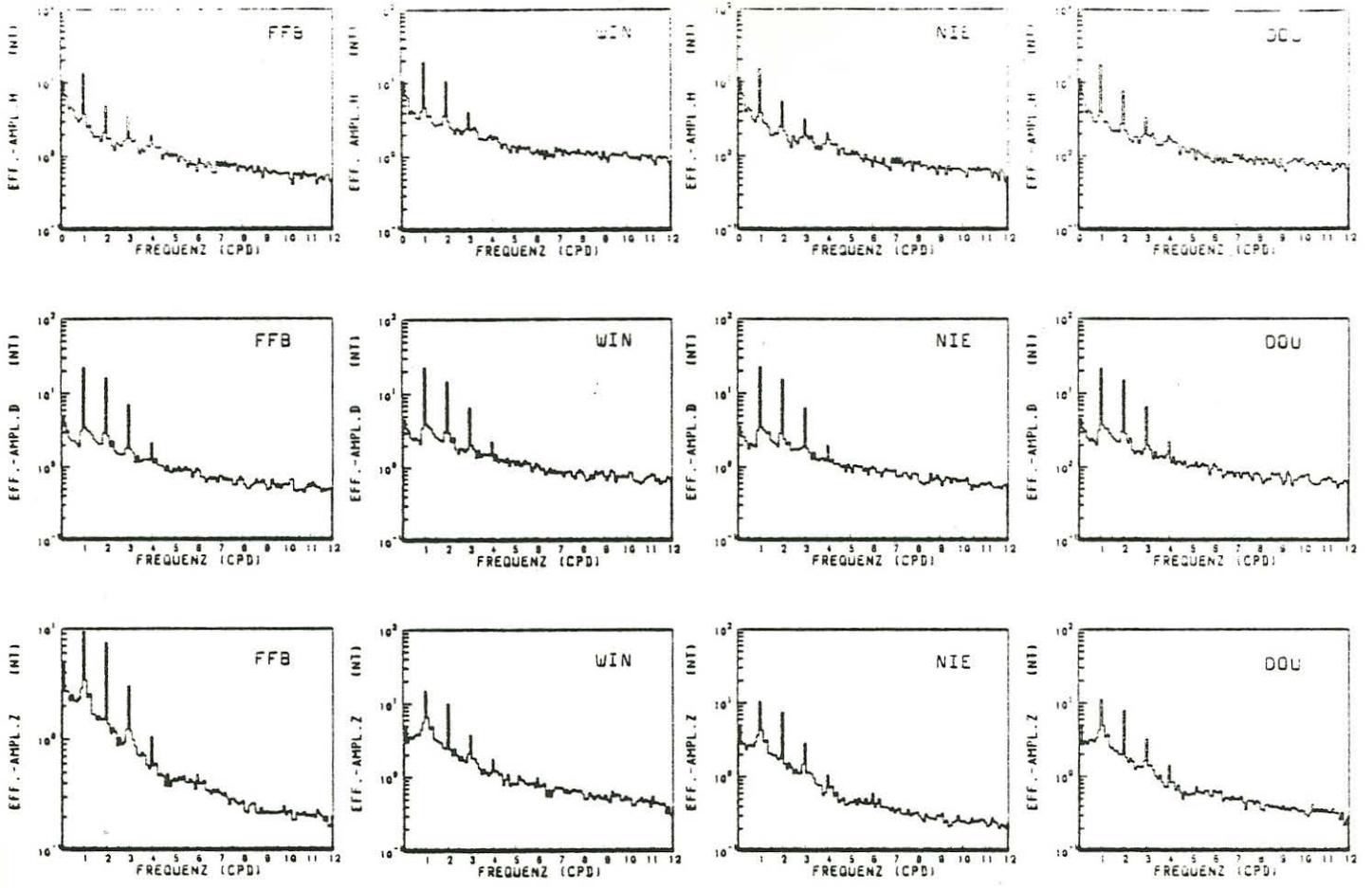


Abb.2a: Effektiv-Spektrum einer (oben) 240-tägigen Registrierung des Magnetfeldes an den Observatorien FFB, WIN, NIE und DOU. Zeit: Febr.-Sept. 1982 Auflösung 0.1 cpd bei $v_{eff}=48$.

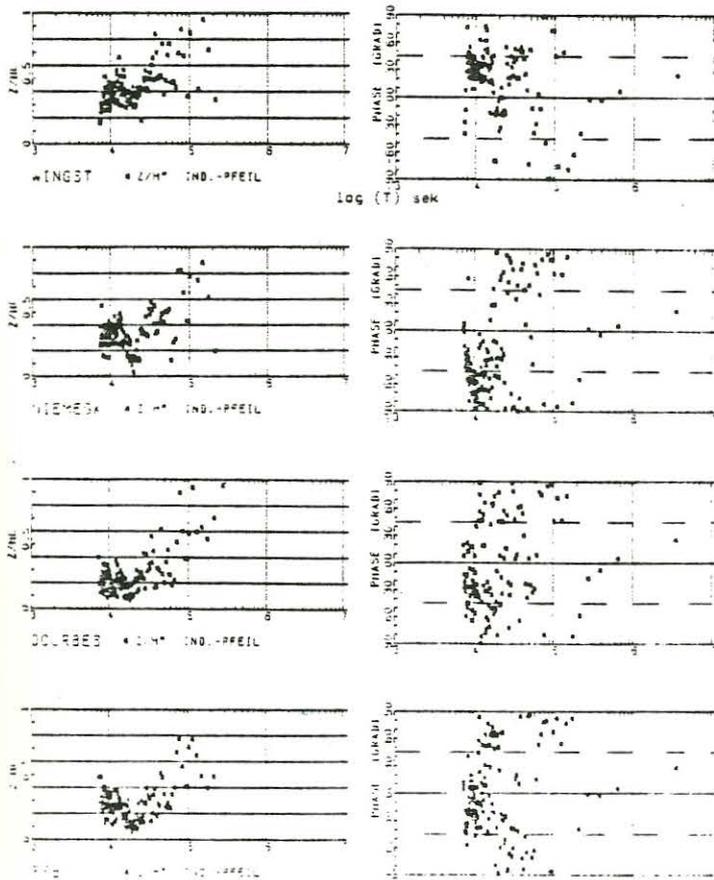


Abb.2b: Betrag und Phase von Z/H' als Auswertungsergebnis der 240-Tage-Registrierung mit der Erdmagnetischen Tiefensondierung im Sq-Kontinuum.

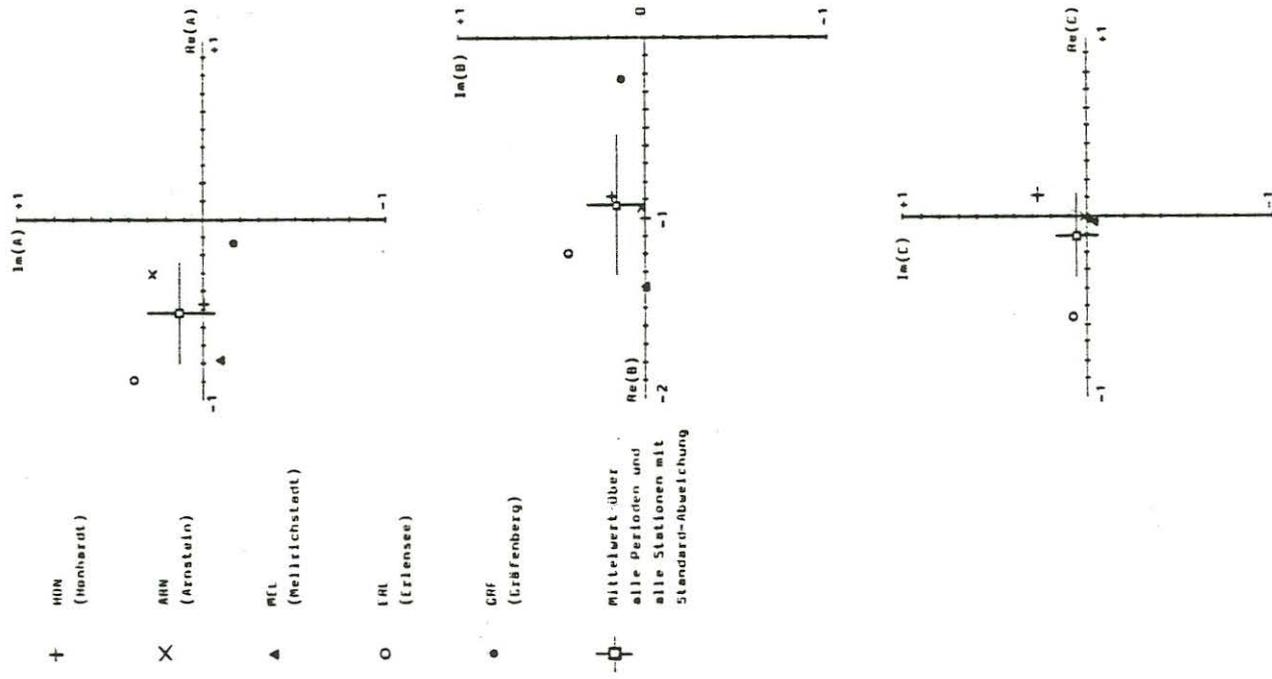


Abb.3: Die Elemente der Matrix \underline{V} gemittelt über alle 12 Sq-Harmonischen im Kontinuum.

Station	Frequ. (cpd)	A_{xx}		A_{xy}		A_{yx}		A_{yy}		Realteil		
		Real	Imag.	Real	Imag.	Real	Imag.	Real	Imag.	A	B	C
ERL	1	0.39	0.11	0.09	-0.02	-0.03	0.04	-0.16	0.13	-0.22	-0.42	.11
	2	0.48	0.09	0.18	0.12	-0.09	-0.08	-0.26	-0.04	-0.36	-0.22	.12
	3	2.17	3.04	1.23	1.72	-1.22	-2.50	-2.02	-2.90	-0.59	-0.04	.0
	4	0.86	1.58	0.52	-1.57	-0.49	1.42	-0.86	1.42	-0.59	.0	.02
GRF	1	4.27	1.81	3.38	4.05	-2.72	-1.81	-3.35	-3.91	-0.80	-0.12	.09
	2	3.15	0.85	1.57	-0.57	-1.57	-0.57	-1.60	-0.85	-0.66	-0.33	.0
	3	2.40	-0.64	0.54	-0.32	-0.51	0.36	-0.78	-0.34	-0.33	-0.51	.01
	4	1.81	-0.03	0.47	0.09	-0.22	0.02	-0.49	-0.05	-0.30	-0.57	.11
ARN	1	3.36	3.50	0.85	2.22	-0.46	0.66	-1.80	0.27	-0.25	-0.30	.08
	2	2.22	0.22	0.31	0.18	-0.17	0.64	-0.90	-0.18	-0.15	-0.42	.05
	3	4.52	2.77	1.72	-1.75	-0.61	2.90	-1.79	2.92	-0.37	-0.43	.18
	4	2.74	0.33	0.13	-0.15	-0.13	0.15	-0.15	0.33	-0.09	-0.90	.0
HON	1	3.25	-0.40	0.09	0.02	-0.25	-0.09	-0.84	-1.10	-0.08	-0.60	.04
	2	6.18	-2.72	3.06	-2.62	-3.18	2.61	-4.90	1.93	-0.56	-0.12	-0.01
	3	2.10	-0.08	0.11	0.0	-0.05	0.01	-0.40	0.18	-0.06	-0.68	.0
	4	3.46	-0.31	0.35	-0.18	-0.57	0.09	-0.68	0.66	-0.22	-0.67	-0.01
Mittel	1	2.82	1.26	1.10	1.58	-0.87	-0.30	-1.54	-1.15	-0.45	-0.29	.05
	2	3.01	-0.39	1.28	-0.72	-1.25	0.65	-1.92	0.22	-0.51	-0.22	.01
	3	2.80	1.27	0.90	-0.09	-0.60	0.19	-1.25	0.04	-0.37	-0.38	.07
	4	2.22	0.39	0.37	-0.45	-0.35	0.42	-0.55	0.59	-0.26	-0.60	.01

Tab.2: Die Elemente der tellurischen Verzerrungsmatrix \underline{A} und daraus abgeleitete Realteile für A, B und C aus \underline{V} für 1 - 4 cpd.

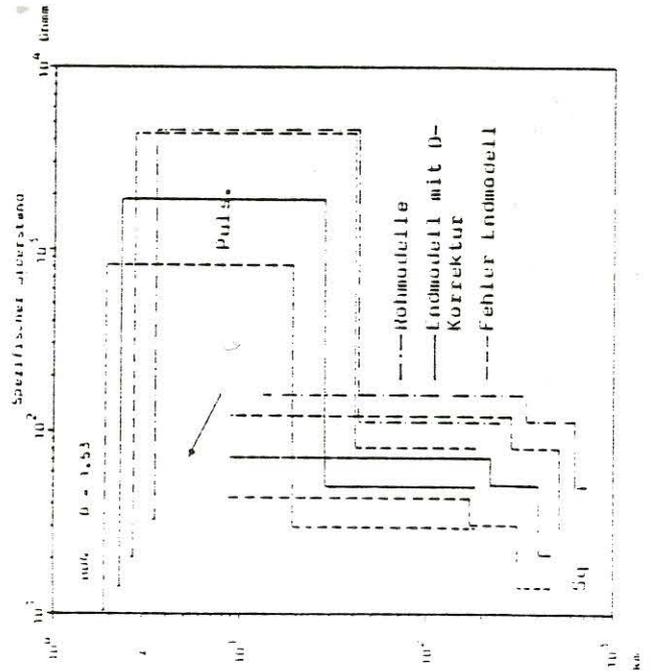
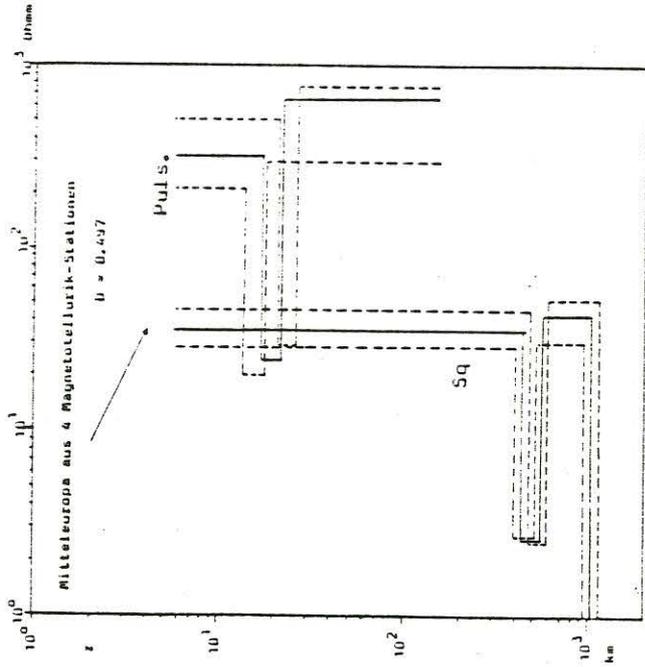
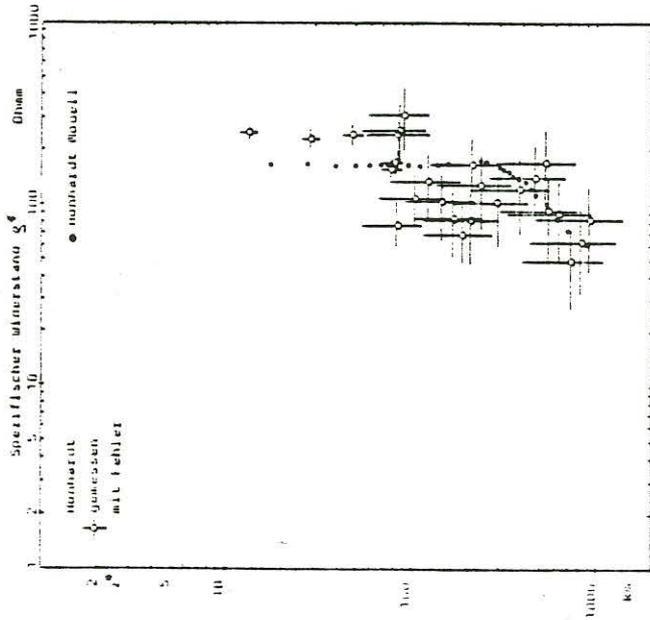


Abb. 4a (links oben): $S^4(z^*)$ -Funktionen aus Daten und Modell für die Station HON

Abb. 4b (links unten): Geomagnetische Eichung nach Pulsations- und Sq-Modelle gehen nicht ineinander über.

Abb. 5 (rechts oben): Das Endmodell für Mitteleuropa