

Vortrag Prof. Kertz, Braunschweig

"Zu Ergebnissen der Tiefensondierung in den USA
und der Schmuckerschen Interpretation"

Donnerstag, den 10.10.1963

Einleitung

Dr. Schmucker hat uns vor einigen Monaten Teile des Entwurfes für den Final Report über seine Arbeiten in den USA zugesandt (3 von 8 Kapiteln, aber die Abbildungen zu der ganzen Arbeit). Diese Bruchstücke wurden ergänzt durch seinen Vortrag vom 24.8.63 in Berkeley und durch Gespräche, die wir dort mit ihm führten. Aufgrund dieses Materials will ich versuchen, über die Ergebnisse der Tiefensondierung in den USA zu berichten.

Ganz kurz fassen möchte ich mich bei Fragen der Beobachtungs- und Auswertetechnik: Es wurden 6 Askania Variographen mit Registrierung auf 16 mm-Film (0,5 cm/Std.) benutzt. Dr. Schmucker wandte kein Trennungsverfahren an, sondern leitete das äußere Feld aus den Registrierungen einer oder mehrerer "ungestörter" Stationen ab. Zur Erfassung der Periodenabhängigkeit wurden Einzeleffekte, klassische Harmonische Analysen und Berechnung der Spektren über Auto- und Kreuzkorrelationen herangezogen. Die Übereinstimmung der Ergebnisse dieser verschiedenen Verfahren wurde überprüft. Nicht eingehen möchte ich auch auf sorgfältige Untersuchungen der Sq-Gänge.

A. Lage der Beobachtungsprofile und gefundene Anomalien.

Die Untersuchungen wurden von Tucson (Ariz.) aus begonnen. Von dort wurde ein Profil immer weiter nach Osten bis Sweetwater (Texas) vorgetrieben. Ein zweites W-E Profil reichte von La-Jolla (Cal.) bis Taona (Ariz.). Im Westen wurde es durch Registrierungen auf der Insel San Clemente ergänzt. Schließlich wurden zur Erfassung des Küsteneffektes in Mittelkalifornien 4 Profile senkrecht von der Küste weg ins Land hineingelegt. Während des AGI waren die Variographen in einem weitmaschigen Netz über die USA verteilt. Einige dabei beobachtete Effekte wurden von Matsushita bearbeitet und veröffentlicht. (J. Geophys. Res. 65 1423-1435, 1960). Für s.c.-Störungen fand er in Price (Utah)

anomale Z-Variationen.

Insgesamt wurden folgende Leitfähigkeitsanomalien aus dem Verlauf der magnetischen Variationen entdeckt:

- (1) New Mexico
- (2) California-Küste
- (3) Sierra Nevada
- (4) Yuma (Ariz.)
- (5) Price (Utah)

In der folgenden Tabelle werden die charakteristischen Merkmale dieser Anomalien übersichtlich angegeben. Die Norddeutsche Anomalie ist des Vergleiches halber hinzugefügt.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Nordd.
Streichrichtung	N-S	Küste	NW-SE	N-S	N-S	W-E
Halbwertsbreite [km]	300	50	100	50	?	100
Effektivste Frequ. [cph]	1	1	4	1	10	1
$\Delta Z / \Delta H_{\perp}$	0.2	0.6	0.3	0.15	0.35	0.5
Phase	ω	ω	ψ	ψ	?	ω

Dabei bedeutet : cph = cycles per hour = Schwingungen pro Stunde

ω = 0°-Phase

ψ = 90°-Phase

Die kalifornischen Messungen hat Schmucker in zwei Karten (1 und 4 cph) für den 0°- (Index ω) und den 90°-Phase-Anteil (Index ψ) der normierten Z-Variationen dargestellt. Die Richtung der für die Induktion wirksamsten horizontalen Feldstärke H_{\perp} wurde dabei für jeden Ort nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt und mit eingezeichnet. Für Küstenstationen steht sie stets senkrecht zur Küste.

B. Theoretische Modelle

Schmucker unterscheidet 3 Arten von Anomalien: (Fig. 1 s. Seite 5) = Fig. 37 bei Schmucker).

- a) Störkörper
- b) Kernundulationen
- c) Schalenstörungen

Die Magnetfeldverteilungen zu allen gezeichneten Anomalien haben die gleiche Halbwertsbreite und ein ähnliches Aussehen. Allen Modellen ist gemeinsam ein vollkommen leitfähiger Kern, ein isolierender Mantel und eine 4 km dicke Schale mit der Leitfähigkeit $\sigma = 4 \cdot 10^{-13} \text{ emu} = 0.01 \text{ Ohm}^{-1} \text{ m}^{-1}$. Die Modelle unterscheiden sich aber in der Phasenverschiebung. Störkörper- und Kerninduktionsanomalien besitzen eine effektivste Frequenz: Bei niederen Frequenzen werden nur schwache Ströme induziert, bei sehr hohen schirmt die Schale die "Anomalie" ab, dazwischen liegt die effektivste Frequenz.

Mit einem einfachen Modell veranschaulicht Schmucker die Wechselwirkung zwischen Kern und Schale: Fig. 2 s. Seite 6- Fig. 28 bei Schmucker). Ein homogenes äußeres Feld ($n = 1$) induziert in Kern und Schale Ströme, deren Magnetfelder Dipolfelder sind. Die Fig. 3 s. Seite 7- Fig. 29 bei Schmucker zeigt die Induktionskurven zu diesem Modell mit $\sigma_2 = \infty$. $V_1, V_2, \omega_1, \omega_2$ geben das Frequenzverhalten der Dipolmomente der induzierten Ströme. Als Kurvenparameter ist a/A angeschrieben. Die Anwesenheit des Kernes dämpft den Einfluß der Schale. V_2 erreicht ein Maximum in der Mitte. $\omega_2 = -V_2$ bewirkt, daß das 90° -Feld im Innern des Kernes völlig aufgehoben wird. Zahlenbeispiel: zu $a/A = 0.95$ ($h = 330 \text{ km}$) gehört zu Sq-Variationen ein Wert mit der Abszisse 9,5 und zu Baystörungen (Aeph) 230.

Schmucker hat auch Modelle mit endlicher Leitfähigkeit des Kernes berechnet. Man erkennt aus den Ergebnissen folgende wichtige Äquivalenzrelation: Für den 0° -Phase-Anteil entspricht ein Kern von endlicher Leitfähigkeit einem vollkommen leitenden Kern in größerer Tiefe.

Zur Demonstration von Schalenstörungen sind verschiedene zweidimensionale Modelle berechnet worden: Insel im Meer oder Granitrücken in Sedimenten, endliche Lücke in der Schale und Kante (= Rand einer unendlichen Lücke). Für letzteres zeigt Fig. 4 s. S. 8 (= Fig. 33 bei Schmucker) die Feldverteilung für $f = 0.5 \text{ cph}$. Man erkennt eine starke Z_{m} -Störung über der Kante. Die Variationen in Z_{H} und H sind geringer. Die Halbwertsbreite der Störung entspricht der Tiefe h des Kernes. Zur Ergänzung ist der

"Grenzfall" $f = \infty$ mit eingezeichnet. Für diesen Grenzfall lassen sich mit Hilfe einer konformen Abbildung die Feld- und Potentiallinien berechnen (Fig. 5 s. S. 9 (= Fig. 35 bei Schmucker)). Die Potentiallinien stehen stets senkrecht auf den Begrenzungsflächen. Ähnlich dem in Fig. 5 dargestellten Feld ist auch das einer Stufe



Dieses Modell läßt sich für Kern- und Potentialfelder beziehen.

6. Deutung der Anomalien

(1) Die Anomalie in New Mexico kann durch die Unterschiede in den Oberflächenschichten alleine nicht erklärt werden. Nach Westen, nach Arizona zu finden wir Granit, nach Osten ins Gebiet von Texas hinein Sedimente. Die Tatsache, daß der innere Anteil in Z_w nach Osten zu über Hunderte von km konstant bleibt, deutet auf eine Kernundulation. Für $f = 1$ cph rechnet Schmucker mit einer Kernstufe. Im Westen ist $h = 180$ km und im Osten 360 km.

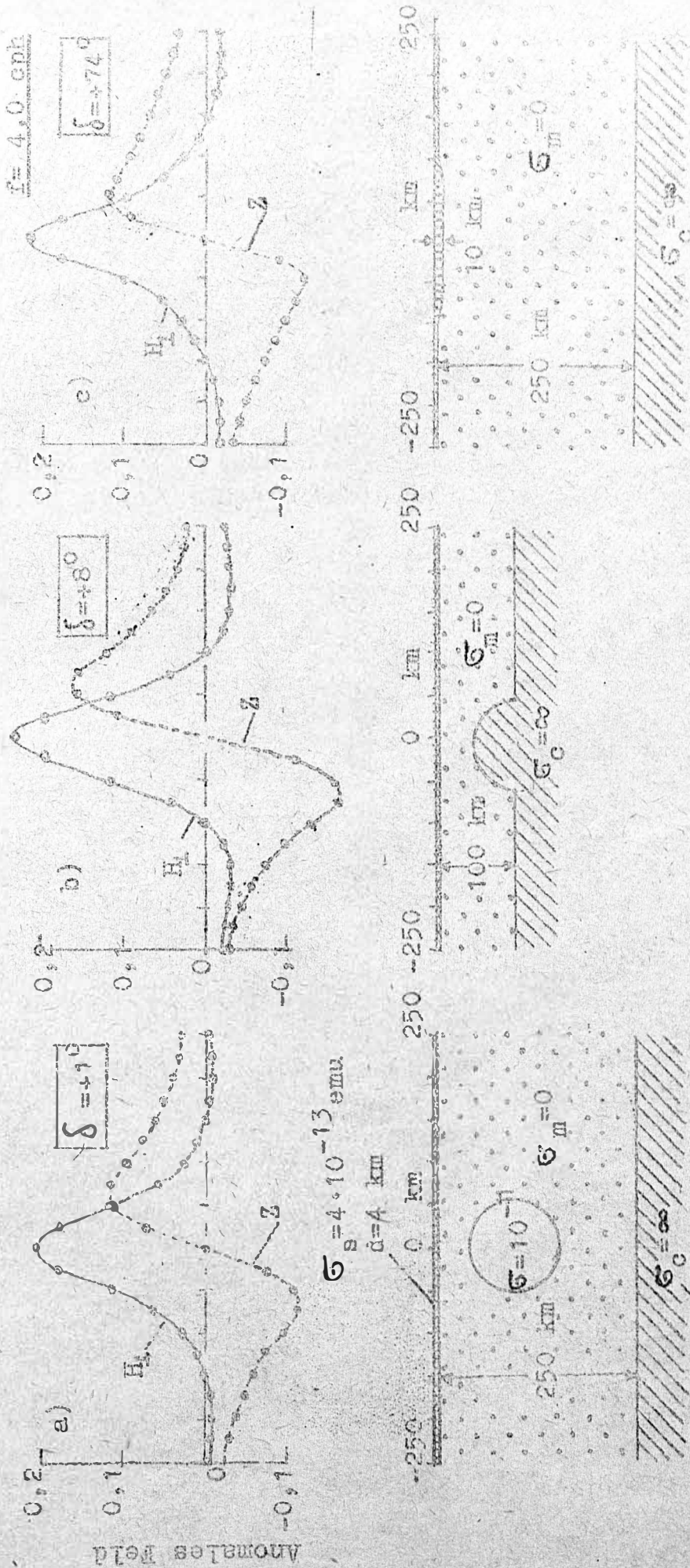
(2) Der Küsteneffekt in Kalifornien erklärt sich aus der Geometrie des Küstenabfalles. Für das Meerwasser wird eine Leitfähigkeit von $4 \cdot 10^{-11} \text{ ohm}^{-1} \text{ m}^{-1} = 4 \text{ Ohm}^{-1} \text{ m}^{-1}$ angenommen. In die Rechnungen geht dann ein die "Totale Leitfähigkeit" $\tau = \sigma d$, mit $d =$ Meerestiefe. τ ist eine Funktion des Ortes. Mit den aus τ und einem vollkommen leitenden Kern berechneten Modellen lassen sich die Beobachtungen des Küsteneffektes befriedigend erklären. Dabei wird die Tiefe h des Kernes für die verschiedenen Frequenzen unterschiedlich angenommen und zwar für

$f = 0,5$ cph	$h = 300$ km
1,0 cph	180 km
2,0 cph	120 km
4,0 cph	80 km

(3) In gleicher Weise wird auch die Sierra Nevada Anomalie erklärt. Die Anomalie beruht auf den Ablagerungen in San Joaquin Valley. τ ist hier viel kleiner als im Ozean. Die Anomalie zeigt sich vor allem bei $f = 4,0$ cph.

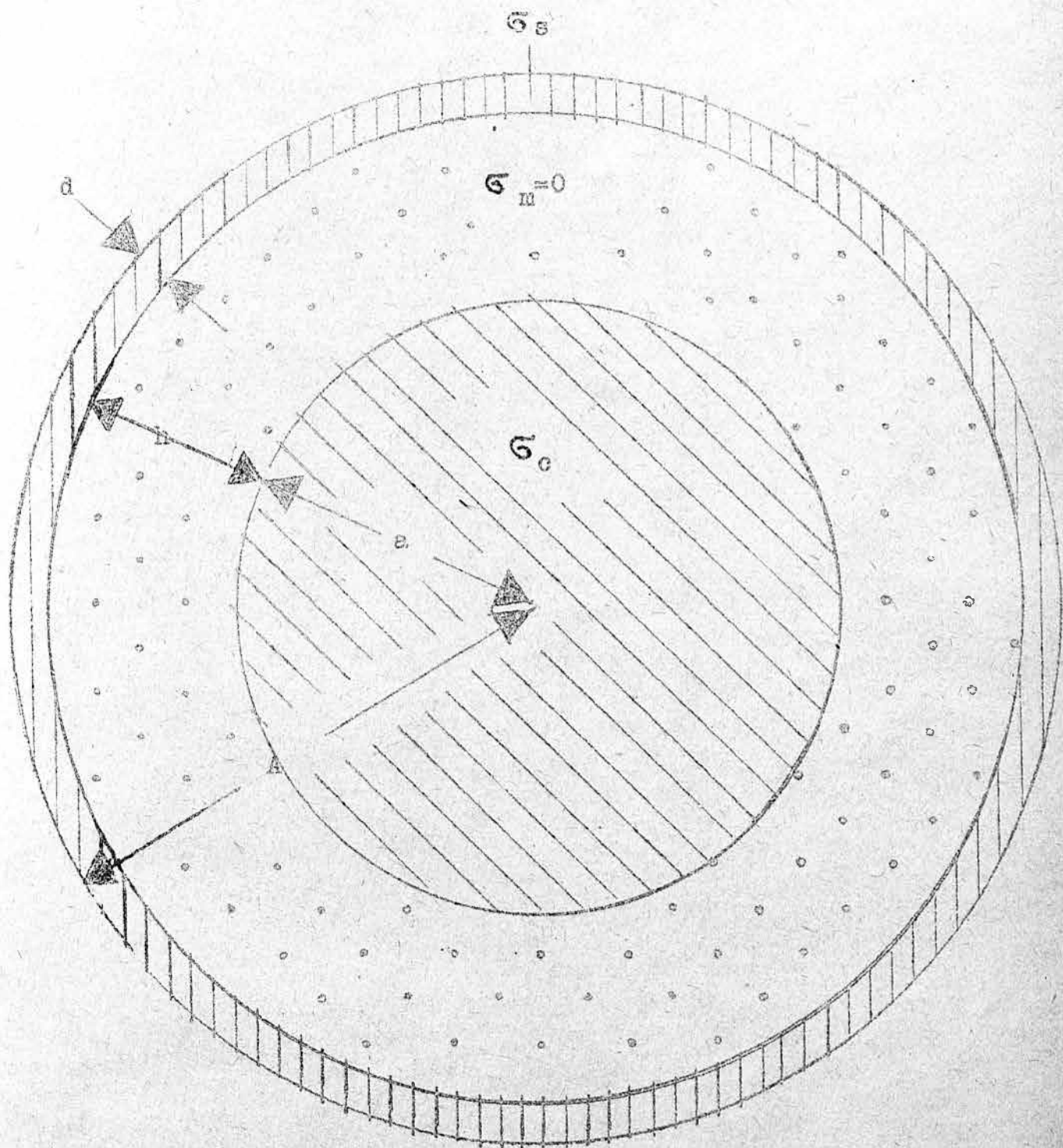
(4) Ähnlich verhält es sich mit der Yuma Anomalie, für die die Ablagerungen im Imperial Valley verantwortlich sind.

(5) Die Anomalie bei Price ist zu wenig bekannt, um Erklärungsversuche anstellen zu können.



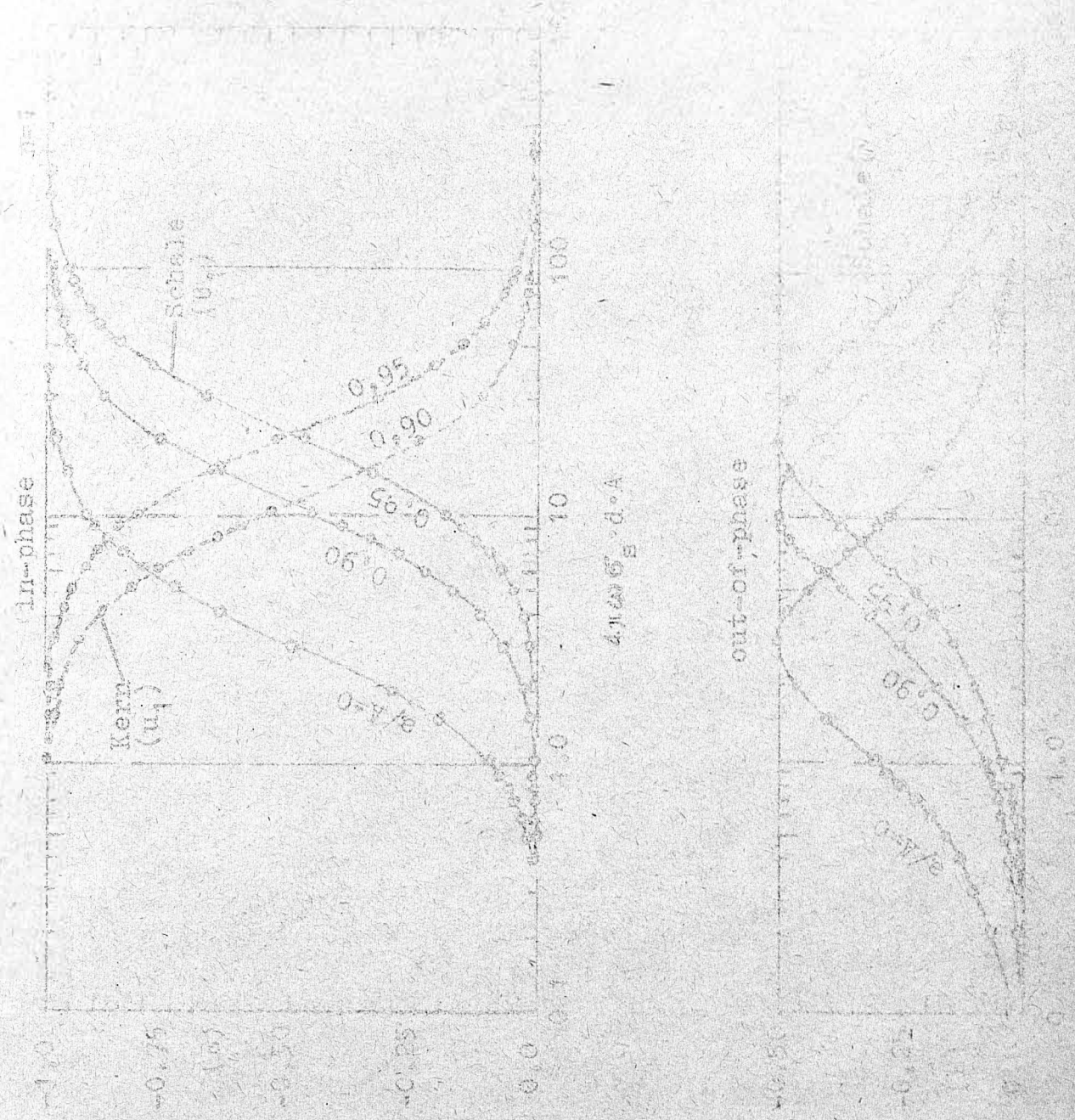
Anomales Feld

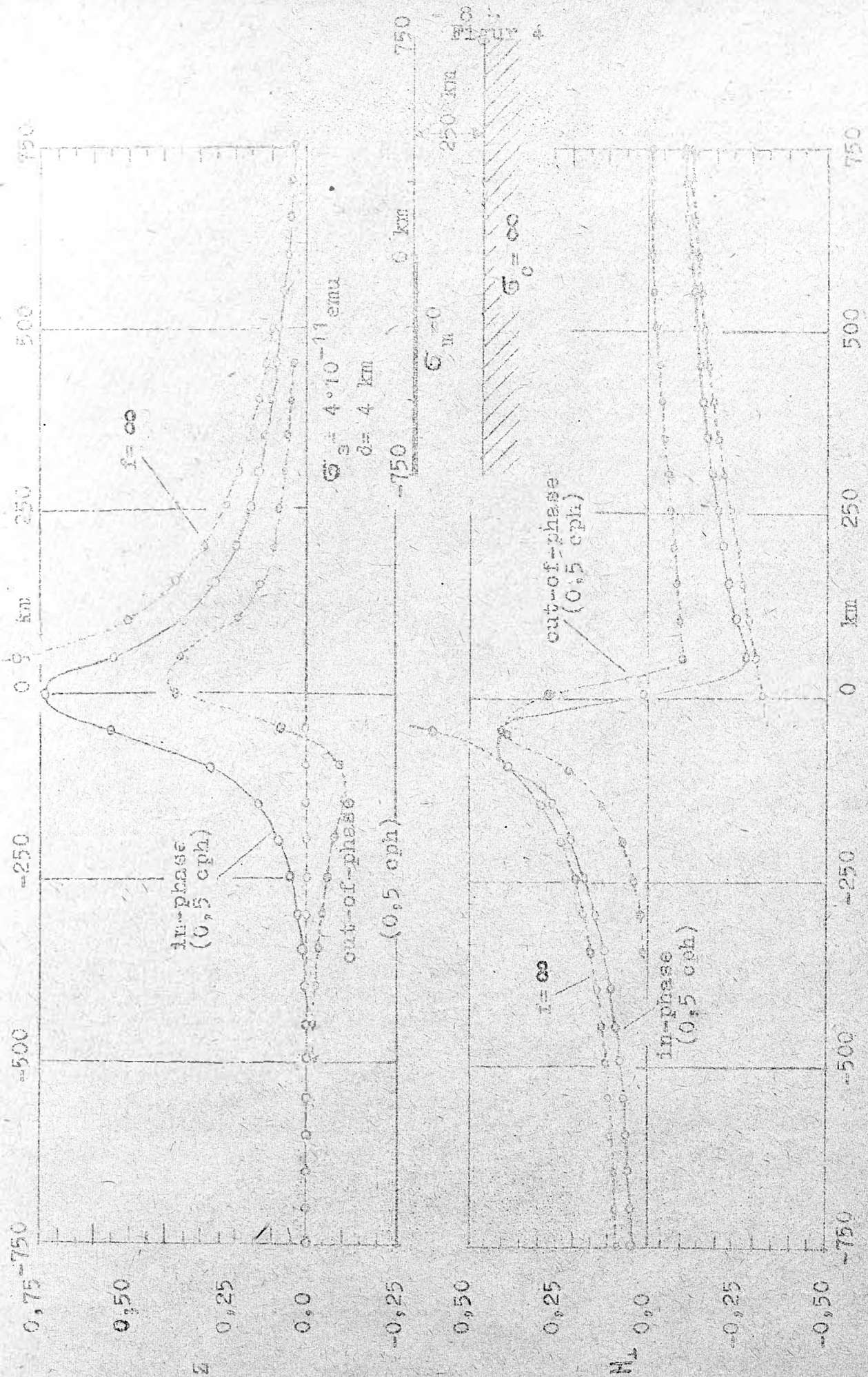
Figur 2



Induziertes magnetisches Potential

Fig. 1





Figur 5

