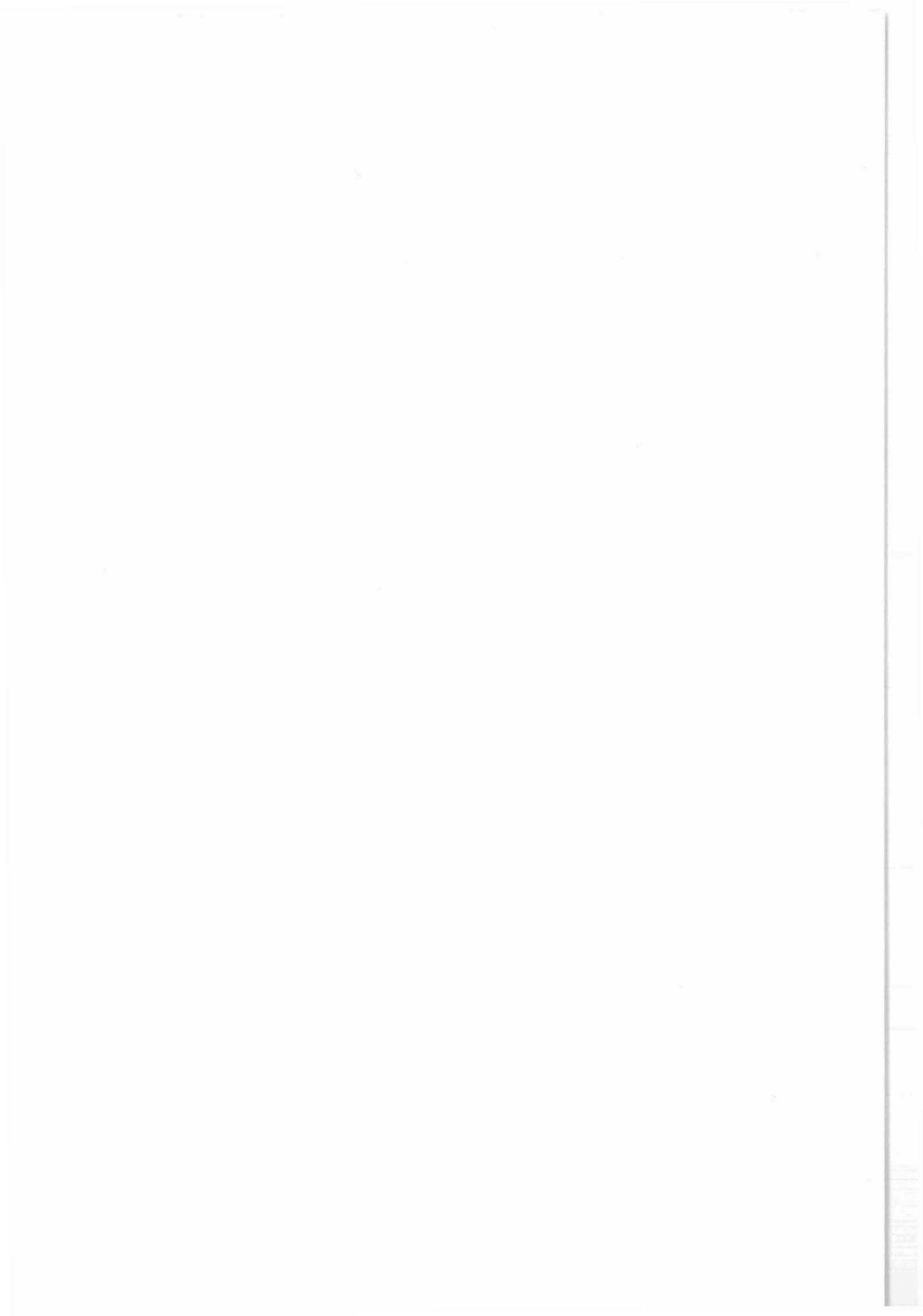


Elektromagnetische Kartierung und
geoelektrische Tiefensondierung
mit langen Auslagen
im Umfeld der KTB-Lokation Oberpfalz

D. Vogelsang
M. Grinat



**ELEKTROMAGNETISCHE KARTIERUNG UND GEOELEKTRISCHE
TIEFENSONDIERUNG MIT LANGEN AUSLAGEN IM UMFELD DER KTB-
LOKATION OBERPFALZ**

D. Vogelsang, M. Grinat

Zusammenfassung

Im Rahmen der geophysikalischen Voruntersuchungen im Umfeld der KTB-Lokation Oberpfalz wurde vom NLFb Hannover mit koplaren Spulen eine elektromagnetische Kartierung durchgeführt. Genutzt wurde dabei das 1 km² große verflochte Meßnetz der KTB-Vorerkundung. Im Bereich des Meßnetzes sowie im weiteren Umfeld der KTB-Lokation sind Widerstandssondierungen mit langen Auslagen vorgenommen worden.

Bei der elektromagnetischen Kartierung wurden im Bereich der Bohrlokation zahlreiche EM-Linearen beobachtet, die auf eine intensive bruchtektonische Beanspruchung hindeuten. Insbesondere wurde festgestellt, daß der Ansatzpunkt der KTB-Vorbohrung den Ausbiß einer Verwerfung treffen würde.

Die Ergebnisse der geoelektrischen Tiefensondierung sind dagegen schwer zu deuten, da die gemessenen GTS-Kurven starke Störungen durch diese Bruchtektonik aufweisen. Auf eine Interpretation auf der Basis von Horizontalschicht-Modellen mußte daher - insbesondere für größere Tiefenaussagen - verzichtet werden.

D. Vogelsang, M. Grinat
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben
Stilleweg 2
3000 Hannover 51

1 Einleitung

An den von der KTB-Arbeitsgemeinschaft "Geowissenschaftliche Umfelduntersuchungen" (ARGE 2) angeregten geophysikalischen Voruntersuchungen der KTB-Lokation Oberpfalz war das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) Hannover mit zwei Meßeinsätzen beteiligt:

Nach der Methode der geoelektrischen Tiefensondierung in Schlumberger-Anordnung mit langen Auslagen (GTS-Großauslagen) wurden im Herbst 1986 insgesamt 15 Messungen durchgeführt. Auf dem 1 km² großen verpflockten Meßnetz um die Ansatzpunkte der Vor- und Hauptbohrung ist im Frühjahr 1987 eine elektromagnetische Kartierung (EM) vorgenommen worden.

Beide Projekte sind im Rahmen des DFG-Forschungsvorhabens Vo 371/2-2 durchgeführt worden. Die Finanzierung der Geländearbeiten und der Hilfskräfte erfolgte über die Geowissenschaftlichen Gemeinschaftsaufgaben.

Ziel der Untersuchungen war die Erkundung der Widerstandsverteilung im tieferen Untergrund des Lokationsgebietes nach der GTS-Methode sowie der lateralen Inhomogenitäten an der Oberfläche (steilstehende Verwerfungen, Klüftzonen, Gänge etc.) nach der EM-Methode.

2 Elektromagnetische Kartierung der KTB-Lokation Oberpfalz

2.1 Untersuchungsumfang und Methodik

Im KTB-Meßnetz wurde auf 13 Profilen eine elektromagnetische Kartierung durchgeführt (Abb. 1). Zusätzlich sind nordöstlich des Meßnetzes 2 weitere Profile mit dem Ziel vermessen worden, die nördlich der Bohrpunkte liegende Fichtelnaab-Störung zu erfassen.

Als Meßgerät diente ein "MAXMIN II" (Hersteller: Firma APEX/Kanada). Gemessen wurden die "Inphase-" und die "Outphase"-Komponenten der Abweichung des resultierenden elektromagnetischen Feldes vom abgestrahlten Primärfeld bei den Frequenzen 3555 Hz und 888 Hz. Da die "Inphase"-Werte sehr stark vom Abstand Sender - Empfänger abhängen, wurde für einen Höhenausgleich bei jeder Messung die Steigung in % zwischen Sender und Empfänger mit einem Hand-Klinometer ermittelt.

Der Abstand der Meßpunkte betrug konstant 25 m, der Sender-Empfänger-Abstand 100 m. Von den 577 Meßpunkten konnten lediglich 474 ausgewertet werden, da auf etwa 20 % des Meßnetzes die Messungen durch metallische Leitungen verfälscht worden sind. Diese Bereiche sind in Abb. 1 schraffiert dargestellt.

Vor Beginn der Messungen sind insbesondere die Wege und Straßen mit einem Kabelsuchgerät auf metallische Leitungen überprüft worden.

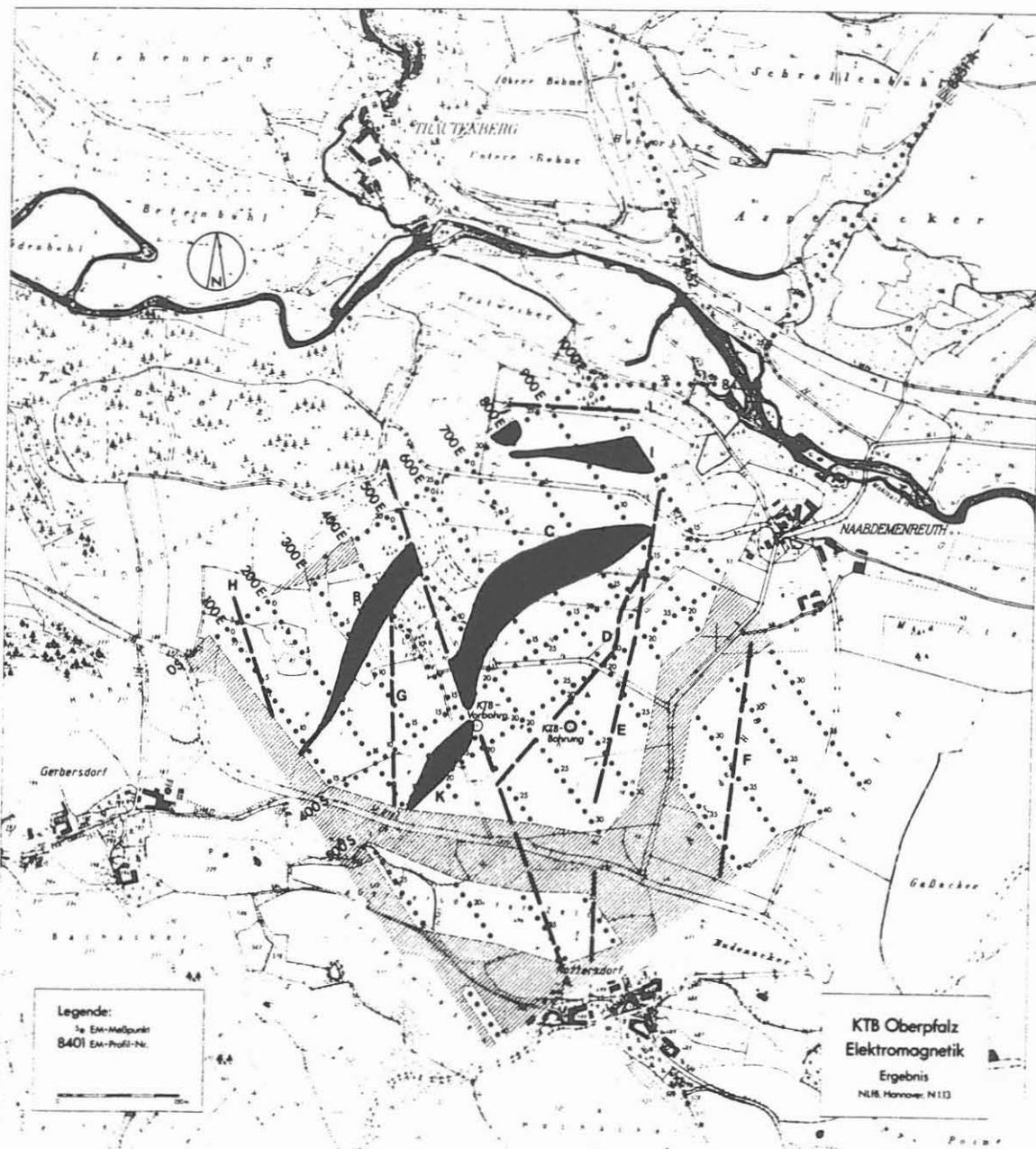


Abb. 1: Lageplan und Ergebnis der elektromagnetischen Kartierung

2.2 Ergebnisse

Im Umfeld der KTB-Lokation treten in den EM-Profilen zahlreiche Minima aller Meßparameter auf, die teils schmal, teils relativ breit und tief sind. Die schmalen Minima repräsentieren i. a. den Typ "Verwerfung", während die breiten Minima auf langgestreckte Zonen hinweisen, die aus extrem niederohmigen Gesteinen aufgebaut und vermutlich mit Graphit und/oder Sulfiden mineralisiert sind.

Die Ergebnisse der elektromagnetischen Kartierung sollen anhand der Profile 400 E und 500 E erläutert werden (Abb. 2 - 3): A, D, K und E stellen nur schwach ausgebildete Minima der Inphase- und Outphase-Komponenten dar. B und C repräsentieren dagegen jeweils ca. 50 m breite Zonen, deren spezifische Widerstände geringer als die des Nebengesteins sind. Das auf beiden Profilen beobachtete Minimum B ist auf dem Profil 600 E nicht mehr erkennbar. Es endet zwischen 500 E und 600 E. Andererseits fehlt das Minimum C auf dem Profil 400 E. Als Ursache wird im Bereich 400 E - 500 E eine etwa NNW-SSE streichende Lineare vermutet, die beide Zonen abschneidet.

In den Abb. 4 - 5 sind die Meßwerte der 10 Parallelprofile in Form von Isolinienkarten dargestellt. Insbesondere für die Inphase-Werte läßt sich eine Zweiteilung des Untersuchungsgebietes in einen westlichen Teil mit starken Gradienten und einen östlichen homogenen Teil beobachten. Die Grenze verläuft etwa im Bereich 600 E/O S bis 300 E - 400 E/1000 S.

Zwischen 400 E/200 S und 400 E/300 S deutet sich ein Bereich mit hohen Inphase-Werten an (Abb. 4). Die Outphase-Werte zeigen eine breite Zone zwischen 600 E - 1000 E/200 S - 500 S mit negativen Werten (Abb. 5).

In der Ergebniskarte (Abb. 1) sind die Linearen flächenhaft entsprechend ihrer Breite dargestellt. Die Lineare A wurde über eine Entfernung von 1000 m von NNW nach SSE verfolgt. Sie zeichnet sich auch in den Isolinienplänen ab und trennt das Untersuchungsgebiet in einen westlichen Teil mit hohen "Inphase"-Werten und einen östlichen Teil mit niedrigen "Inphase"-Werten (Abb. 4). Im Bereich der Linearen B und K sind bei einer Eigenpotentialkartierung Anomalien in der Größenordnung von -300 bzw. -500 mV festgestellt worden (WINTER 1987).

Die Absicht, die Fichtelnaab-Störung mit den beiden Profilen im NE des KTB-Meßnetzes zu kartieren, ließ sich nicht realisieren, da die im Bereich der Störung verlaufende Eisenbahnlinie die Meßergebnisse zu stark verfälschte.

Als Ergebnis der elektromagnetischen Kartierung kann festgehalten werden, daß im Bereich der Bohrlokation zahlreiche EM-Linearen zu beobachten sind, die auf eine intensive bruchtektonische Verformung und Zerrüttung sowohl im Bereich des KTB-Meßnetzes als auch darüber hinaus hindeuten. Insbesondere geht aus der Anordnung der Linearen hervor, daß die KTB-Vorbohrung auf der Linearen A angesetzt worden ist.

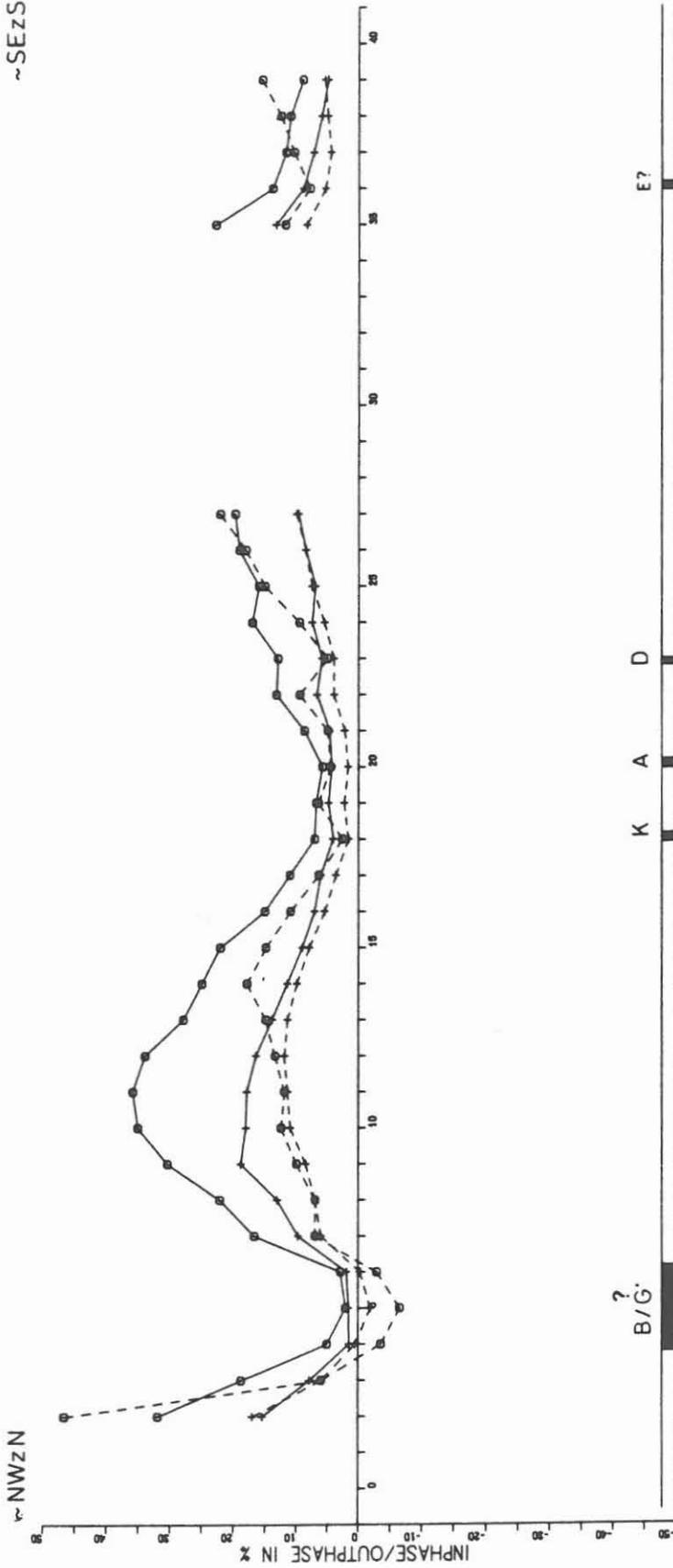
NLFB-GEMEINSCHAFT
ELEKTROMAGNETIK

ERBENDORF

MASSTAB 0 50 100m

PROFIL 400E
PUNKTABSTAND[m]: 25.0
AUSLAGE[m]: 100

~SEzS



LEGENDE

- INPHASE ○ 3555 HZ
- - - OUTPHASE + 888 HZ

Abb. 2: Elektromagnetische Kartierung: Profil 400 E

NLFB-GEMEINSCHAFT
ELEKTROMAGNETIK

ERBENDORF
MASSTAB 0 50 100 m

PROFIL 500E
PUNKTABSTAND[m]: 25.0 AUSLAGE[m]: 100

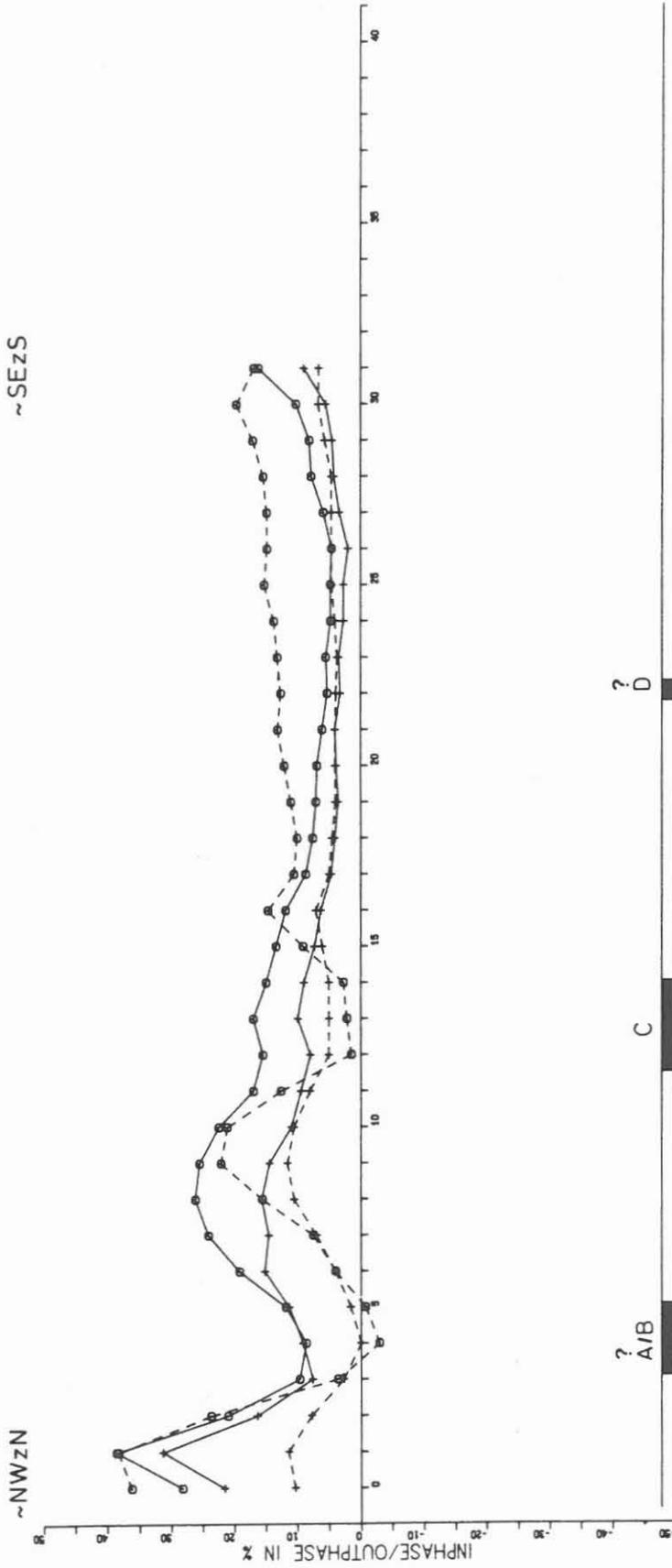
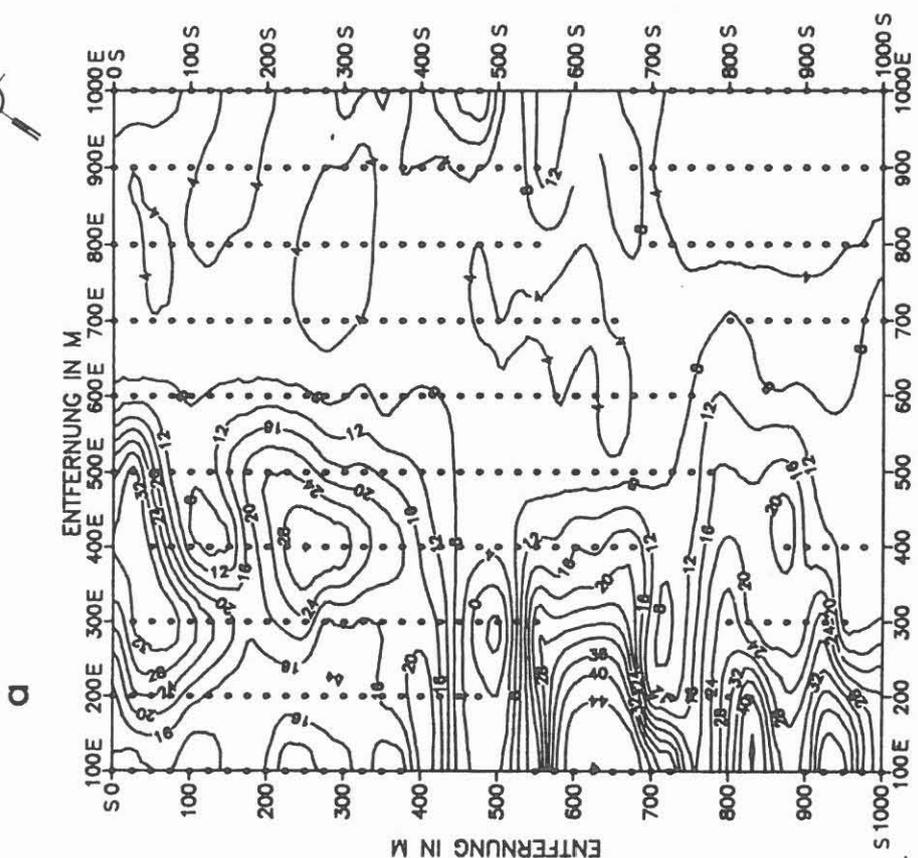


Abb. 3: Elektromagnetische Kartierung: Profil 500 E

EM KTB-OBERPFALZ: F = 3555 Hz IN PHASE



EM KTB-OBERPFALZ: F = 888 Hz IN PHASE

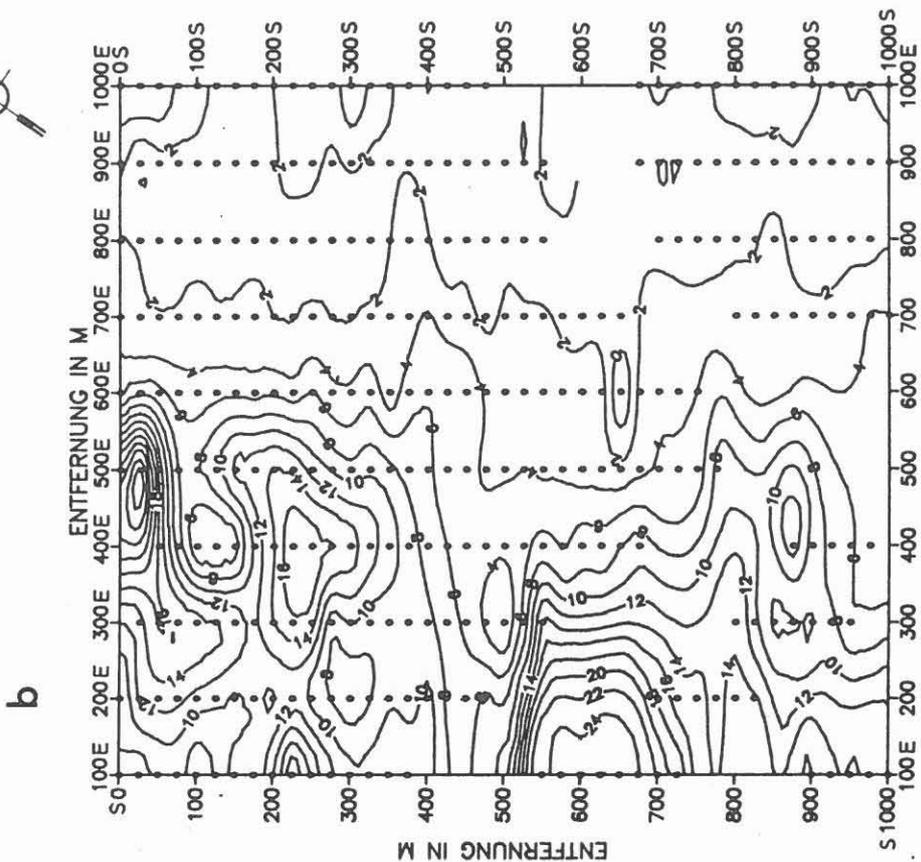
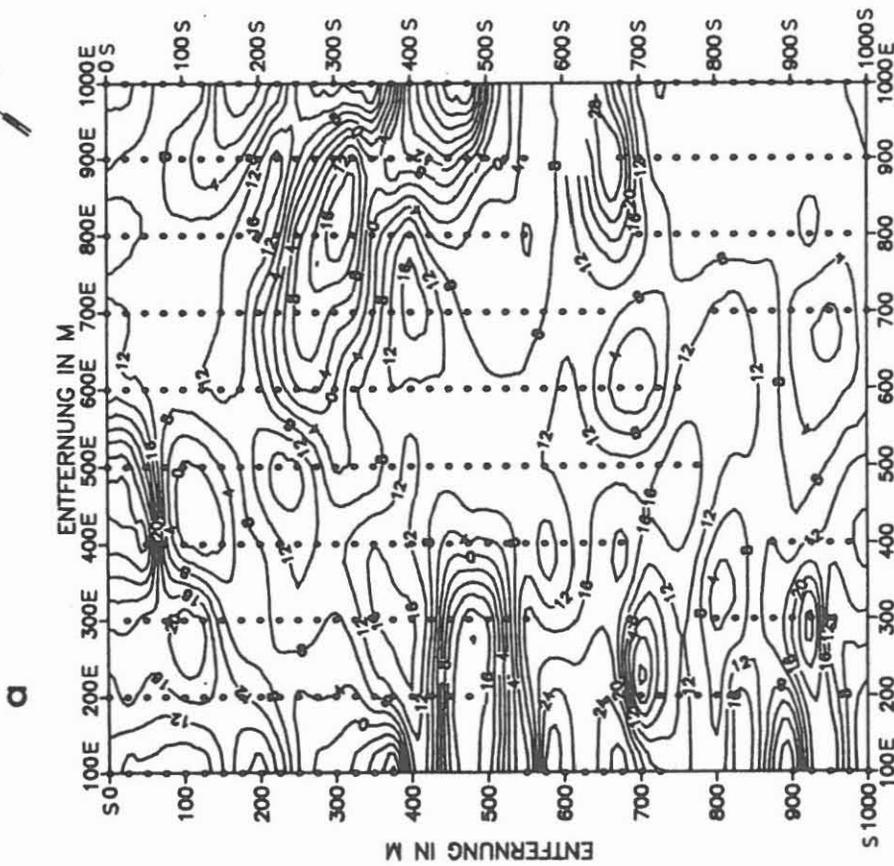


Abb. 4: Isolinienpläne der In-phase-Komponenten:

a. Frequenz 3555 Hz

b. Frequenz 888 Hz

EM KTB-OBERPFALZ: F = 3555 Hz OUT PHASE



EM KTB-OBERPFALZ: F = 888 Hz OUT PHASE

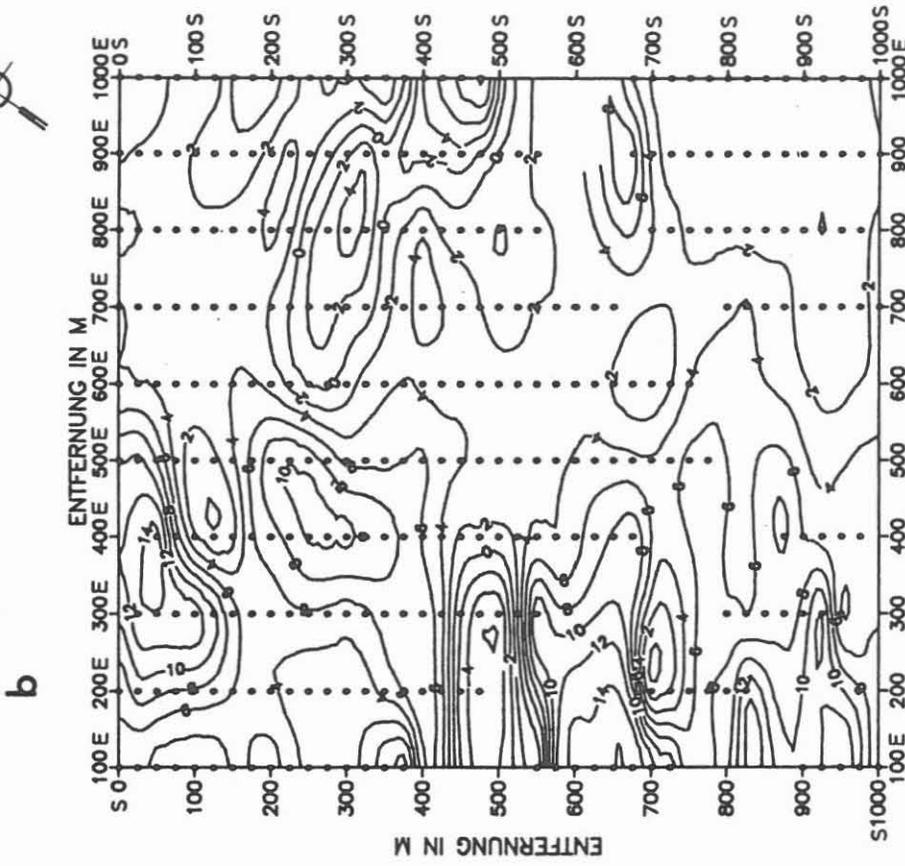


Abb. 5: Isolinienpläne der Out-of-phase-Komponenten:

a. Frequenz 3555 Hz

b. Frequenz 888 Hz

3 Geoelektrische Tiefensondierungen im Umfeld der KTB-Lokation

3.1 Untersuchungsumfang und Methodik

Die Meßpunkte der geoelektrischen Tiefensondierung zeigt Abb. 6. An den Meßpunkten P_1 und P_2 sind drei bzw. zwei Messungen mit unterschiedlicher Auslagerichtung durchgeführt worden: an P_1 die GTS 01, 04 und 06, an P_2 die GTS 09 und 15. Die maximale AB/2-Auslagenlänge betrug 4900 m.

Die Eindeutigkeit der Meßwerte wurde durch Mehrfachmessungen, Versetzen der Erdungspunkte und Kabelleck-Kontrollen abgesichert.

3.2 Bewertung der Originaldaten

Die Kurven für den scheinbaren spezifischen Widerstand zeigen bis zu einer AB/2-Auslage von etwa 200 m einen ruhigen Verlauf. Bei längeren Auslagen weisen sie dagegen z. T. deutliche Störungen auf. Eine Korrektur des Sondensprungs ist nicht vorgenommen worden. In der GTS-Kurve 01 beispielsweise (Abb. 7) tritt bei AB/2 = 400 m ein deutlicher Versatz auf. Obwohl bei den Messungen in Schlumberger-Anordnung nicht eindeutig festzulegen ist, welcher Seite der Auslage dieser Effekt zuzuordnen ist, kann davon ausgegangen werden, daß der Versatz mit der Fichtelnaab-Störung in Zusammenhang steht.

Die Sondierungskurven im engeren Umfeld des geplanten KTB-Bohransatzpunktes zeigen allgemein einen Anstieg der ρ_a -Werte von 125 - 300 Ohm.m für die kleinsten AB/2-Auslagen auf 300 Ohm.m bis über 1000 Ohm.m für Auslagen um 100 m.

Die GTS-Kurve 02 (Abb. 8) weist einen hiervon deutlich abweichenden Verlauf auf: Von hohen ρ_a -Werten um 400 Ohm.m für kleine AB/2 fällt die Sondierungskurve mit zunehmender Auslage auf Werte um 150 Ohm.m ab. Der Wiederanstieg bei Auslagen über 100 m (AB/2) wird durch einen zweimaligen Versatz unterbrochen.

3.3 Versuch einer Interpretation

Abb. 9 zeigt einen Isolinienplan des scheinbaren spezifischen Widerstandes (Pseudosection) für die auf einem Profil angeordneten GTS 04, 14, 11, 05, 10 und 12 (vgl. Abb. 6). Pro Dekade wurden 6 äquidistante AB/2-Auslagen ausgewählt. Die zu diesen gehörenden ρ_a -Werte wurden auf einer logarithmischen Skala gegen die Entfernung vom Sondierungspunkt GTS 04 (P_1 in Abb. 6) aufgetragen.

Diese als qualitativ zu wertende Darstellung zeigt, daß eine horizontale Schichtung für GTS 04, 14, 11, 05 und 10 nur bis zu einer AB/2-Auslage von etwa 30 m gegeben ist.

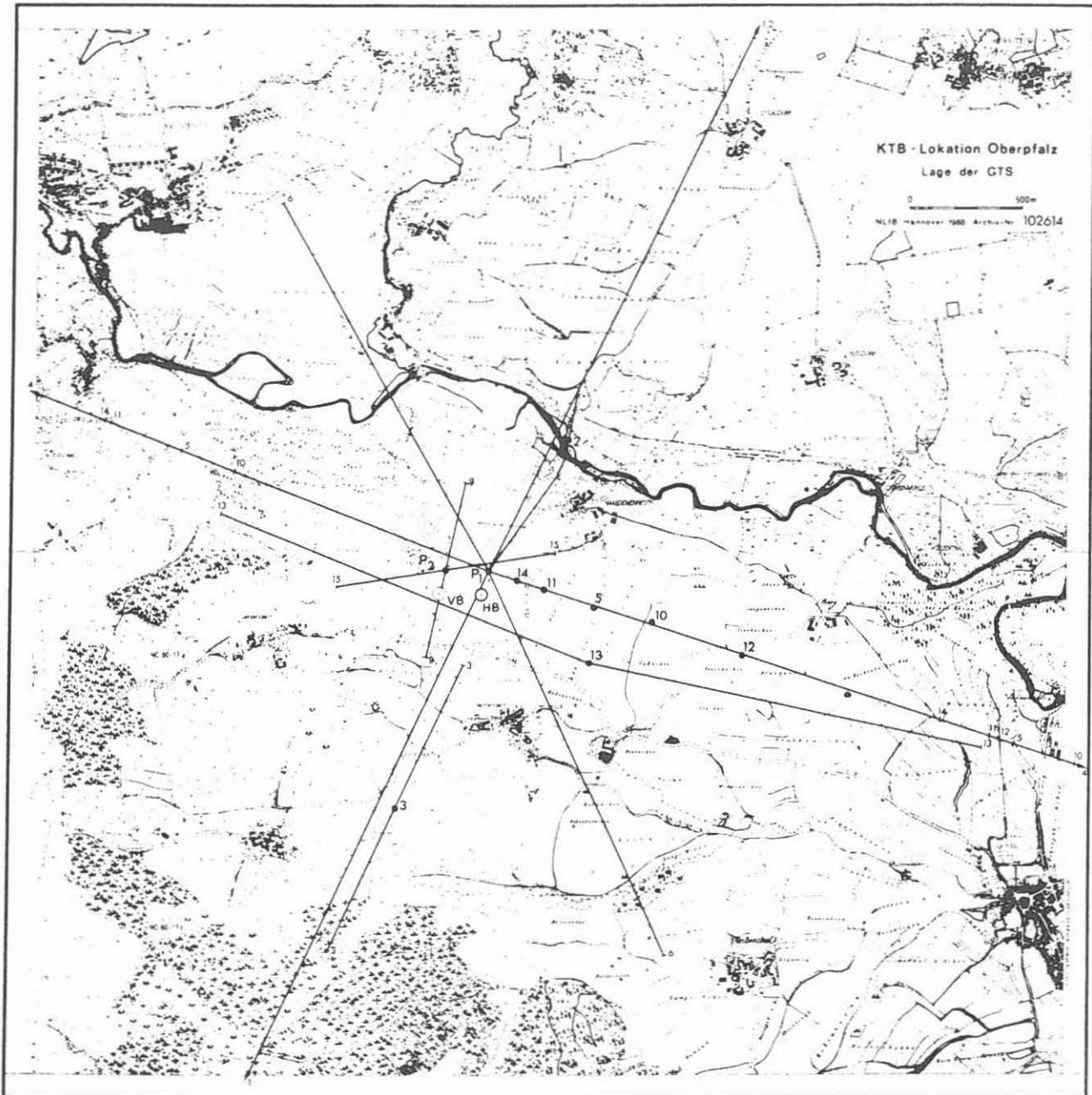
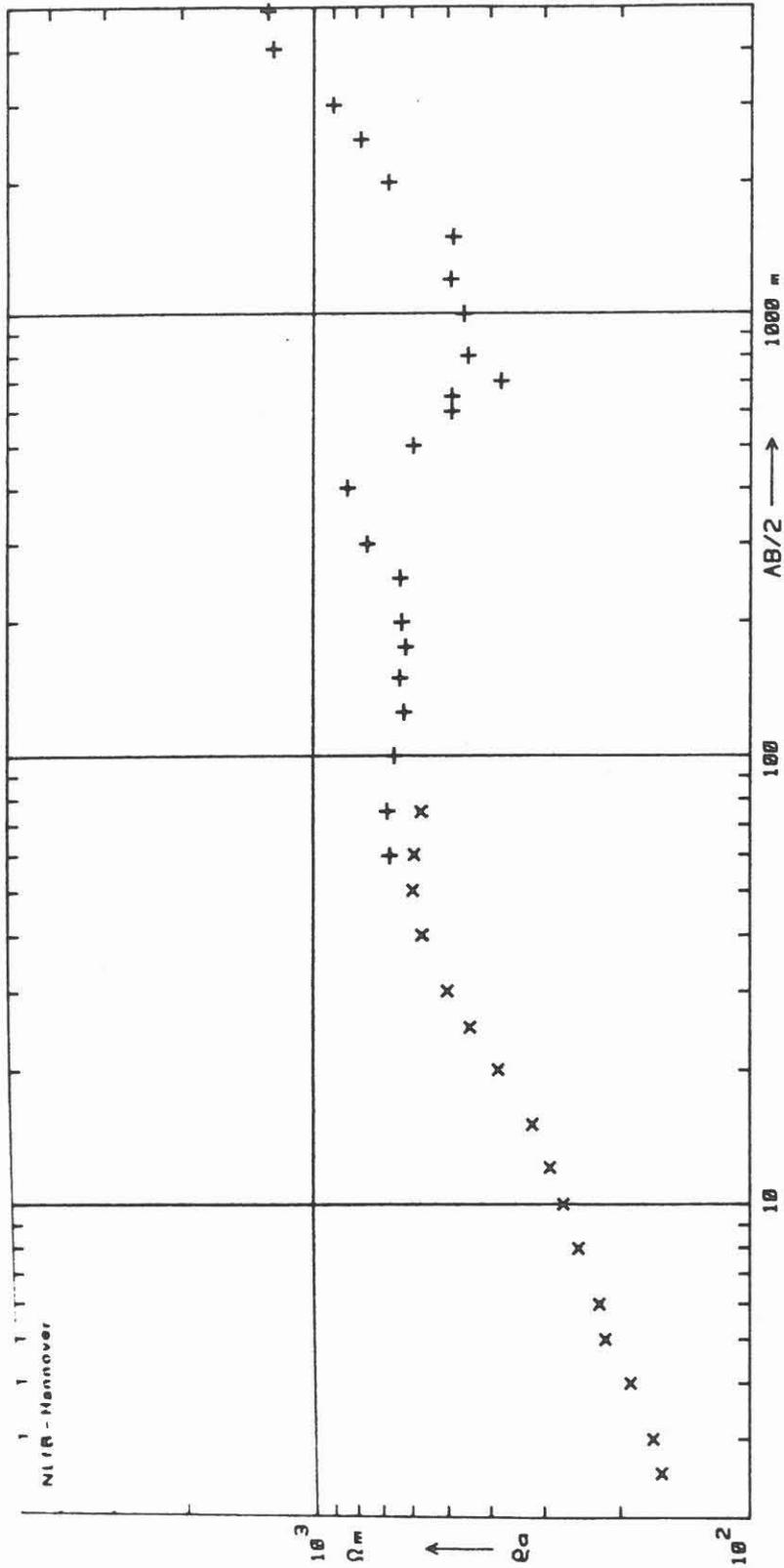
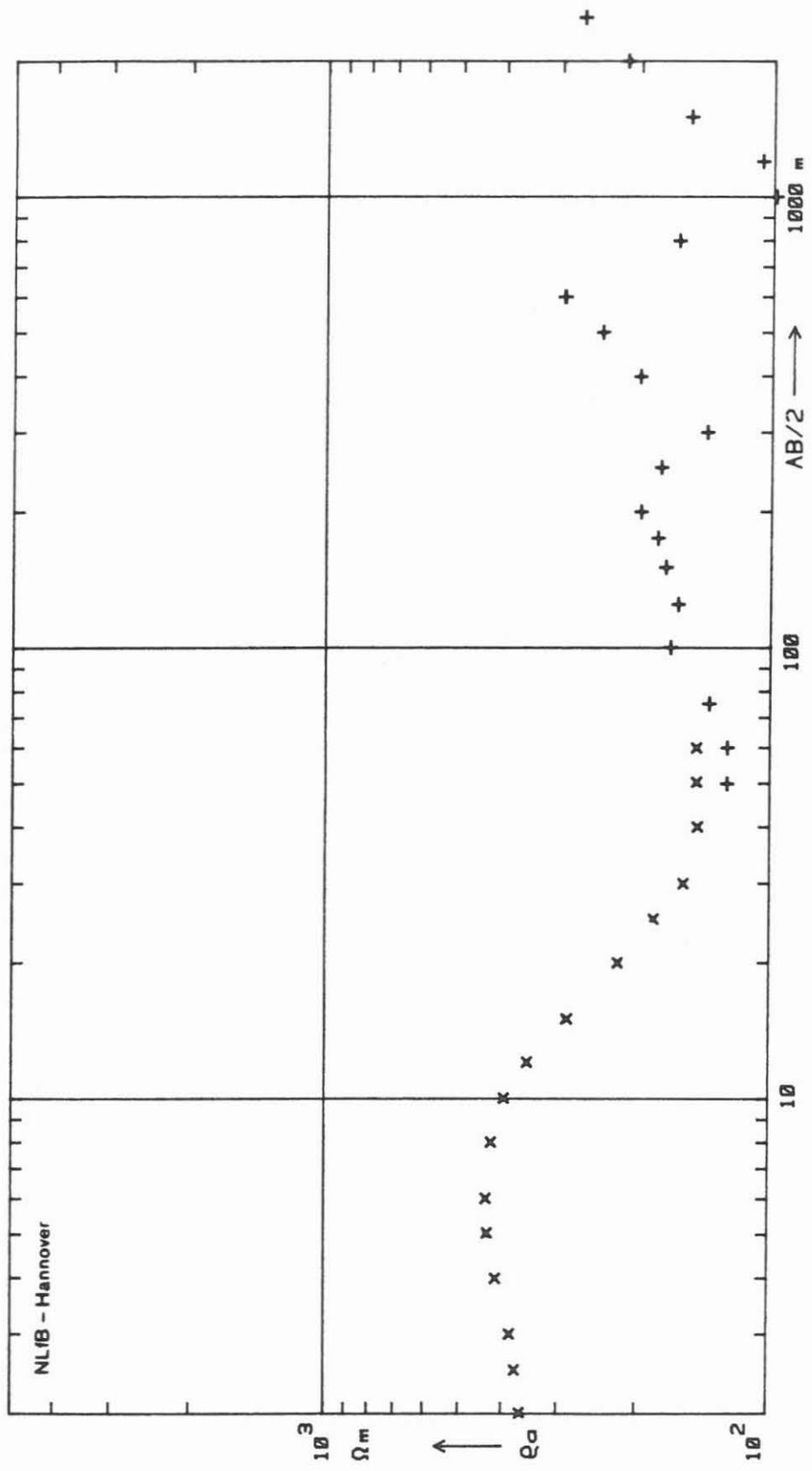


Abb. 6: Lage der geoelektrischen Tiefensondierungen
(P₁: GTS 01, 04, 06; P₂: GTS 09, 15).



Messgebiet: Erbdorf Sondierung: Ø1 14.11.86

Abb. 7: Geoelektrische Tiefensondierung GTS 01



Messgebiet: Erbdorf Sondierung: 02 15.11.86

Abb. 8: Geoelektrische Tiefensondierung GTS 02

PSEUDOSECTION GTS KTB OBERPFALZ

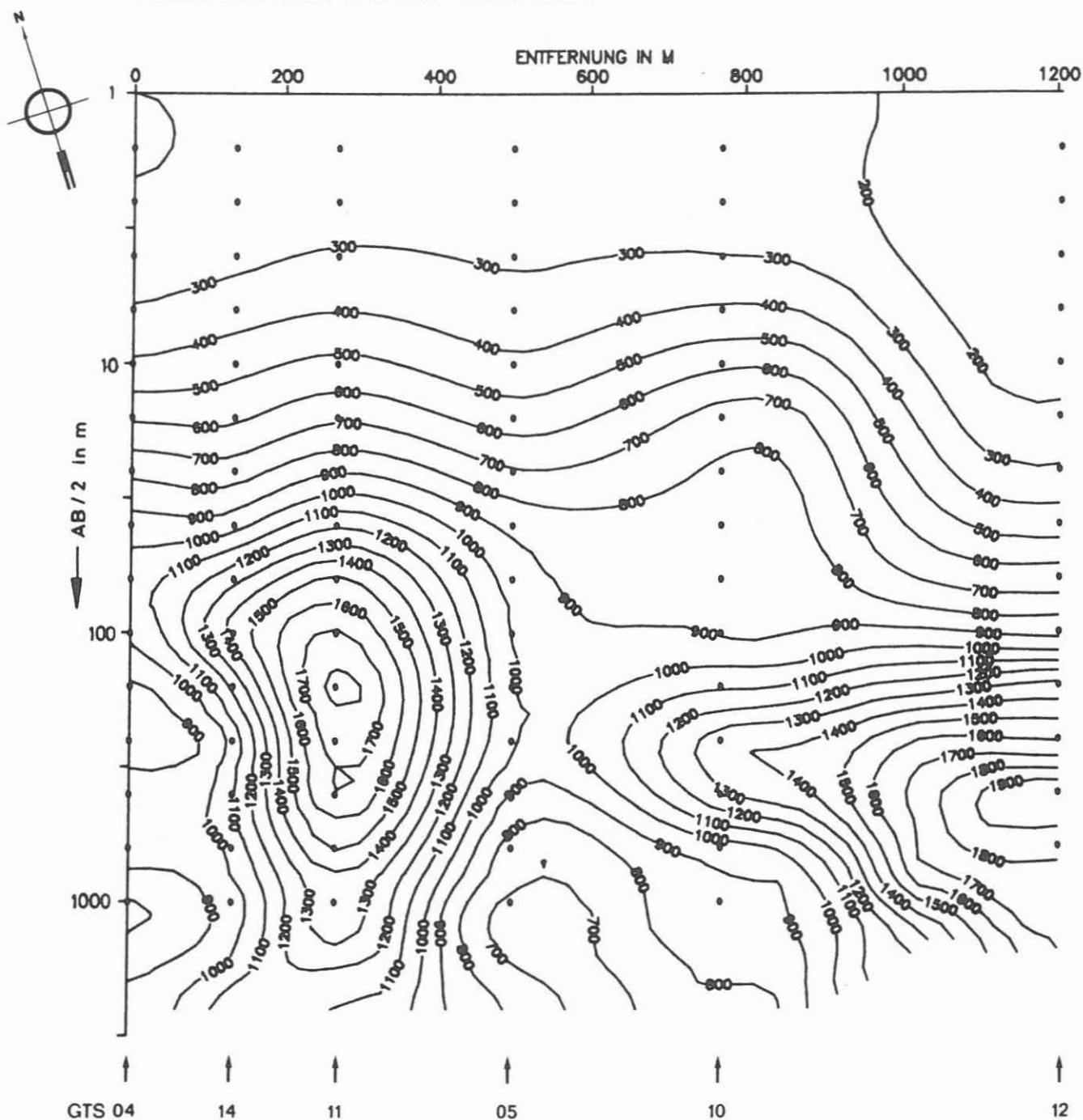


Abb. 9: Aus den Tiefensondierungen GTS 04, 14, 11, 05, 10 und 12 abgeleitete Pseudosektion für den scheinbaren spezifischen Widerstand (Werte an den Isolinien in Ωm).

Im tieferen Untergrund herrschen starke laterale Änderungen vor. Im Bereich der GTS 11 zeigt sich eine hochohmige Struktur. Zwischen GTS 10 und 12 deutet sich auch oberflächennah eine vertikale Struktur an. Die GTS-Kurve 12 zeigt ein von den anderen Sondierungskurven abweichendes Verhalten, das sich in einem kontinuierlichen Anstieg des scheinbaren spezifischen Widerstandes bis $AB/2 = 800$ m äußert. Dies deutet auf eine veränderte geologische Situation im Bereich dieser GTS hin. Diese Beobachtungen, wie auch die Feststellung von Versetzungen in den GTS-Kurven, schränken eine Interpretation auf der Basis horizontaler Schichten sehr ein. Eine mehrdimensionale Auswertung kann zum jetzigen Zeitpunkt jedoch noch nicht durchgeführt werden.

4 Literaturverzeichnis

- VOGELSANG, D., GRINAT, M. & WORZYK, P. (1988): Geoelektrische Untersuchungen im Umfeld der KTB-Lokation Oberpfalz. Geoelektrische Tiefensondierungen mit langen Auslagen und Elektromagnetische Kartierung. - Bericht, NLfB, Archiv-Nr. 102 614; Hannover.
- WINTER, H. (1987): Geoelektrische Messungen an der KTB-Lokation Oberpfalz. - In: BRAM, K. (Hrsg.): Geophysikalische Arbeiten im Bereich der Lokation KTB-Oberpfalz. Protokoll der Arbeitssitzung des Arbeitskreises Geophysik am 01.06.1987: 16-26.