

K. Knödel, W. Losecke, W. Müller (Hannover, BGR):

MAGNETOTELLURIK-MESSUNGEN AUF EINEM PROFIL ZWISCHEN
VERSMOLD UND NIENBURG

1. Geophysikalisch-geologische Situation

Das Profil verläuft etwa in SW-NE-Richtung zwischen den Tiefbohrungen Versmold 1 und Anderten T1. Der Profilverlauf, die Lage der Magnetotellurikmeßpunkte sowie die Lage einiger Bohrungen sind der Abb. 3 zu entnehmen.

Das Profil quert den Ostteil des Niedersächsischen Tektogens. Die nachfolgende geophysikalisch-geologische Übersicht stützt sich wesentlich auf Arbeiten von BARTENSTEIN u.a. (1), (2), BOIGK (3), NODOP (4) sowie STADLER und TEICHMÜLLER (5).

Als Niedersächsisches Tektogen wird eine geologische Großstruktur bezeichnet, die sich zwischen der Ostniederländischen Trias-Platte im Westen und der Steinhuder Meer-Linie im Osten erstreckt (Abb. 1). Dieser Raum zeichnet sich durch eine ziemlich einheitliche epirogene Entwicklung und ähnlichen Bau aus. In ihm werden vielerorts Gesamtmächtigkeiten des Oberjura und der Unterkreide von 3000 - 4000 m angetroffen. Der Sedimentationstrog, an dessen Rändern z.T. große Brüche nachzuweisen sind, erstreckt sich über 170 km von Westen nach Osten bei einer Breite von 60 km.

Im oberen Jura kam es zu größeren Zerrungsbewegungen, die zum Absinken eines breiten Krustenstreifens einerseits und zum Aufstieg von Magmen andererseits führten. Nach den geotektonischen und geomagnetischen Fakten schließen u.a. STADLER und TEICHMÜLLER (5), daß primär ein basaltisches, aus großer Tiefe kommendes Magma vorgelegen haben muß. Durch Kristallisationsdifferentiation und Aufnahme fremder Gesteine in das Magma kam es wahrscheinlich zu einer Gesteinsippe mit unterschiedlichem petrographischen Charakter. Das

Vorhandensein stark differenzierter Magmen mit unterschiedlichem Chemismus würde auch zu der Vorstellung passen, daß das Niedersächsische Tektogen ein Aulakogen im Sinne von SCHATZKI ist.

In der Oberkreide kam es im Niedersächsischen Tektogen zu einer "orogenen" Phase (zeitlich entsprechend der subherzynen Phase), die zu recht verschiedenen Strukturen führte. Im Inneren des Tektogens kam es zu einer Bruchschollentektonik. Am Nord- und Südrand stellten sich Überschiebungen ein. Im Laufe der Oberkreide entstanden im Norden und Süden des Niedersächsischen Tektogens die subsequenten Senken.

Auf dem oben angesprochenen Profil wurden refraktionsseismische Messungen von NODOP (4) durchgeführt. Dabei konnten im Präzechstein zwei Refraktionshorizonte verfolgt werden. Der tiefere, nur stückweise erfaßte Horizont wird von NODOP dem präkambrischen Kristallin zugeordnet. Der höhere Horizont entspricht bei der Bohrung Versmold 1 der Oberkante des devonischen Massenkalks, weiter im Nordosten aber wahrscheinlich der Oberfläche eines Lakkolithen. Stützen für die Hypothese sind die hohe Inkohlung in diesem Gebiet und die sehr hohen seismischen Wellengeschwindigkeiten im Deckgebirge.

Abb. 2 zeigt ein aus (1) entnommenes geologisches Vormodell für das Profil.

Die in Abb. 1 dargestellten Isoreflexionen zeigen regional den Grad der Inkohlung. Auf die Beziehungen zwischen Inkohlungsgrad und dem Auftreten von Kohlenwasserstoff-Lagerstätten haben BARTENSTEIN und TEICHMÜLLER wiederholt hingewiesen (1), (2). Dafür ist es notwendig, Intrusivkörper geophysikalisch nachzuweisen, die als Wärmequelle zu einer höheren Inkohlung führten.

Der Nachweis von Intrusionen ist aber auch deshalb wichtig, weil magmatische Gesteinskörper in einem frühen Explorationsstadium als Hochlagen präpermischer Horizonte mißdeutet werden können, was dann zu erheblichen Fehlinvestitionen führt. Daher sollte auf dem Profil ein Versuch zum Nachweis des von NODOP vermuteten Intrusivkörpers mittels Magnetotellurik gemacht werden.

2. Darstellung der Meßergebnisse und Interpretation

Auf dem Profil Versmold-Nienburg liegen Magnetotellurikmessungen an 7 Stationen mit einem Stationsabstand zwischen 8 und 19 km vor. Die Verteilung der Meßpunkte wurde von geologischen Gegebenheiten (Abstandhalten von Störungszonen und Gebieten mit stärker geneigten mesozoischen Schichten) ebenso beeinflusst, wie von der Notwendigkeit den Quellen künstlicher Störfelder auszuweichen. Eine weitere Bedingung ergab sich durch die enge Begrenzung der für die Profilvermessung und -auswertung zur Verfügung stehenden Zeit. Da ein großes Interesse bestand an der Versmold 1, einer der wenigen Bohrungen, die das Devon erreicht hat, eine MT-Sondierung durchzuführen, wurde der Punkt 5 in die Nähe der Versmold 1 gelegt und ein "Kontrollpunkt" in etwa 8 km Abstand vermessen. Die große Distanz zwischen den Meßpunkten 4 und 6 mußte aus dem oben geschilderten Gründen in Kauf genommen werden.

Abb. 4 zeigt die Darstellung der Isolinien des scheinbaren spezifischen Widerstandes in $\text{Ohm} \cdot \text{m}$ für das Profil. Im Isolinienbild der Abb. 4 fällt eine Dreiteilung des Profils auf. Die Stationen 5 und 6 zeigen höhere Werte des scheinbaren spezifischen Widerstandes im Periodenbereich 20 - 1000 Sekunden, die Stationen 4, 3, 2 und 5. 4. 1 weisen

mittlere Werte im gleichen Periodenbereich auf, während die Station 1 extrem niedrige Werte des scheinbaren spezifischen Widerstandes erbrachte. Eine ähnliche Dreiteilung ist auch aus der Darstellung der mittleren Drehwinkel bei der Hauptachsentransformation zu erkennen. Die Hauptachsenrichtungen (Drehwinkel), die in Abb. 3 dargestellt sind, unterscheiden sich zwischen den drei Abschnitten des Profils erheblich, innerhalb der Abschnitte (Stationen 5, 6 und 4, 3, 2, 5.4.1) sind sie recht einheitlich.

Abb. 5 zeigt das aus Widerstands-Tiefen-Funktionen nach BOSTICK ermittelte Schichtenmodell für das Profil Vermold-Nienburg. Die Untergliederung in Resistor und Konduktor, d.h. in Schichten mit geringerer und höherer Leitfähigkeit, stellt eine Vereinfachung dar, da laterale Widerstandsänderungen innerhalb von Resistor und Konduktor bis zu einem gewissen Grade vernachlässigt werden. Durch diese Vereinfachung trifft jedoch das Strukturbild für das Profil deutlicher hervor. Es bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Refraktionsseismik und der Magnetotellurik.

Wesentlich besser ist die Übereinstimmung zwischen dem geologischen Modell (Vormodell) in Abb. 2 und dem Schichtenmodell (Abb. 5). Im Bereich des sauren Plutonits stellt die Magnetotellurik einen Resistor, d.h. eine Schicht mit hohem spezifischen Widerstand fest. Der Resistor dehnt sich im Bild der Magnetotellurik jedoch nicht so weit nach Südwesten aus, wie im geologischen Vormodell. Die genaue Grenze nach Südwesten, die mit Sicherheit zwischen den Punkten 3 und 4 zu erwarten ist, kann nur durch einen wesentlich herabgesetzten Meßpunktabstand erfaßt werden. Das trifft auch für den Nachweis des Aufstiegsweges der Magmen (Schlot oder Förderspalte) zu. Daten zur Klärung

dieses Problems könnten auch durch die Auswertung der H_z -Anomalien gewonnen werden.

Die Mächtigkeitzunahme des Plutonits bzw. des Resistors am Meßpunkt 3 ist in beiden Modellen gleichsinnig und signifikant. An den Punkten 5.4.1 und 1 liegt der Resistor höher als der Plutonit des Vormodells. Das muß aber keineswegs gegen die Aussagen der Magnetotellurik sprechen, da das geologische Vormodell naturgemäß in weiten Bereichen hypothetisch ist. Bei dem komplizierten Erkundungsobjekt kann ohnehin nur eine Komplexinterpretation aller vorliegender Daten zu einem brauchbaren geologisch-geophysikalischen Modell führen.

Zwischen Resistor (Plutonit) und Basement werden gutleitende Schichten - sehr wahrscheinlich Sedimente - nachgewiesen. Das Basement der Magnetotellurik stimmt zwischen den Punkten 1 und 4 etwa mit der Tiefenlage des Präkambriums im geologischen Vormodell (Abb. 2) überein. An den Meßpunkten 5 und 6 liegt das Basement tiefer als erwartet. Diese Aussage muß dahingehend eingeschränkt werden, daß das Basement an den Punkten 5 und 6 nicht so sicher bestimmt werden kann als anderenorts da der Widerstandskontrast offensichtlich geringer ist und Ausschlußmessungen nach Nordosten fehlen. Ebenso ist die Untergrenze des 2. Resistors an diesen Punkten unsicher, was durch Strichelung markiert wird.

Das Laterolog der Bohrung Versmold 1 zeigt in ca. 4700 m Tiefe eine geringmächtige, sehr gutleitfähige Schicht, die dem Unterkarbon zuzuordnen ist. Diese Schicht wird an den Stationen 5 und 6 im Ergebnis der MT-Messungen (Abb. 5) in der richtigen Tiefe wiedergegeben.

Auf dem Profil und in dessen Umgebung sind weitere Messungen und für das gesamte Profil Versmold-Nienburg sind weitere Auswertungen und Modellrechnungen geplant.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Energieforschungsprogramms des BMFT durchgeführt.

3. Literatur

- (1) BARTENSTEIN, H., TEICHMÜLLER, M., TEICHMÜLLER, R.:
Die Umwandlung der organischen Substanz
im Dach des Bramscher Massivs. Fortschr.
Geol. Rheinl. u. Westf. 18 (1971), 501-538.
- (2) BARTENSTEIN, H. TEICHMÜLLER, R.: Inkohlungsuntersuchungen,
ein Schlüssel zur Prospektierung von paläozoi-
schen Kohlenwasserstoff-Lagerstätten? Fortschr.
Geol. Rheinl. u. Westf. 24 (1974), 129-160.
- (3) BOIGK, H.: Gedanken zur Entwicklung des Niedersächsischen
Tektogens. Geol. Jb. 85 (1968), 861-900.
- (4) NODOP, I.: Tiefenrefraktionsseismischer Befund im Profil
Versmold-Lübbecke-Nienburg. Fortschr. Geol.
Rheinl. u. Westf. 10 (1971), 411-422.
- (5) STADLER, G., TEICHMÜLLER, R.: Zusammenfassender Über-
blick über die Entwicklung des Bramscher
Massivs und des Niedersächsischen Tektogens.
Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. 18 (1971),
547-564.

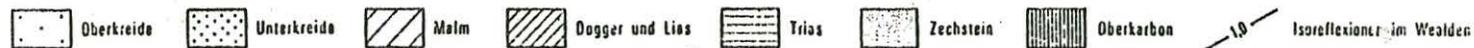
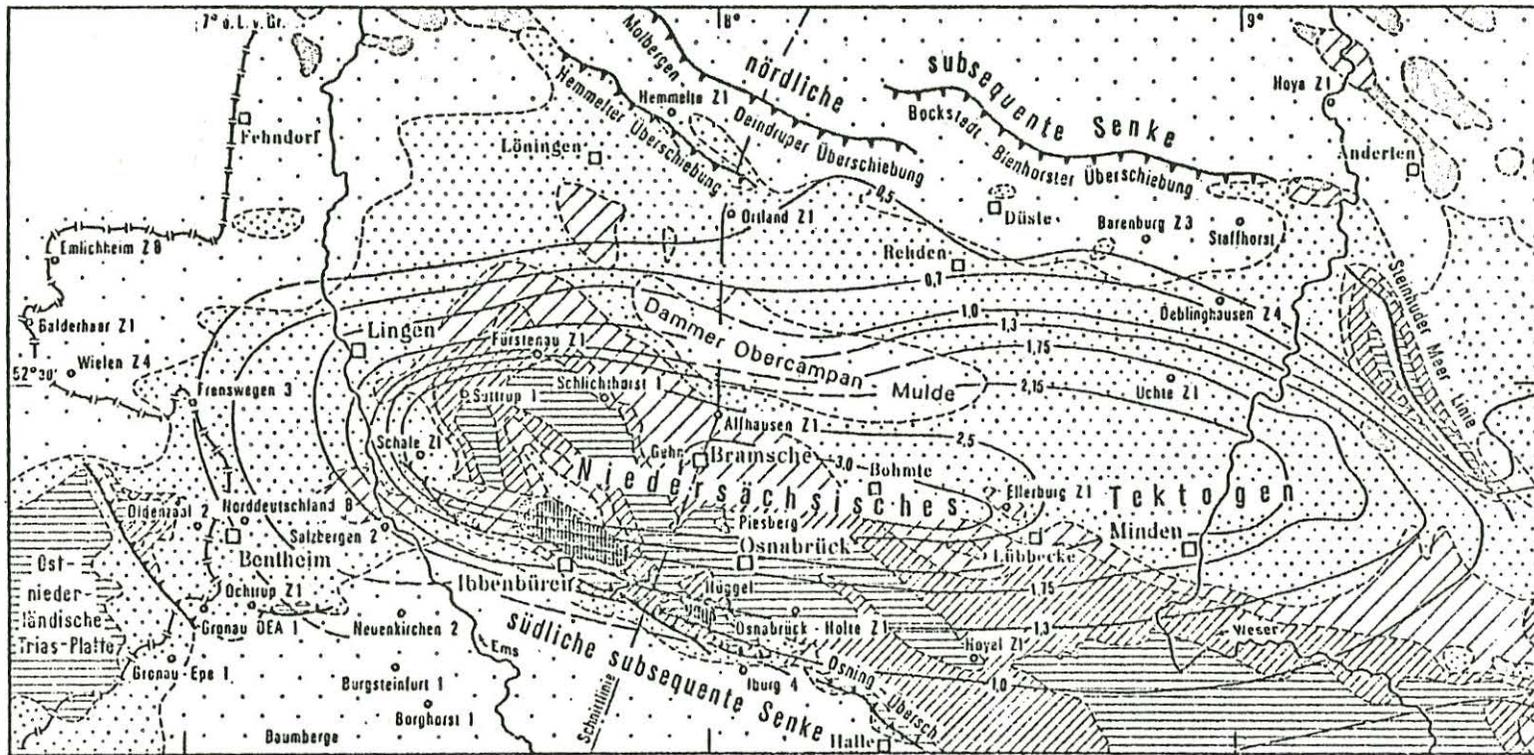
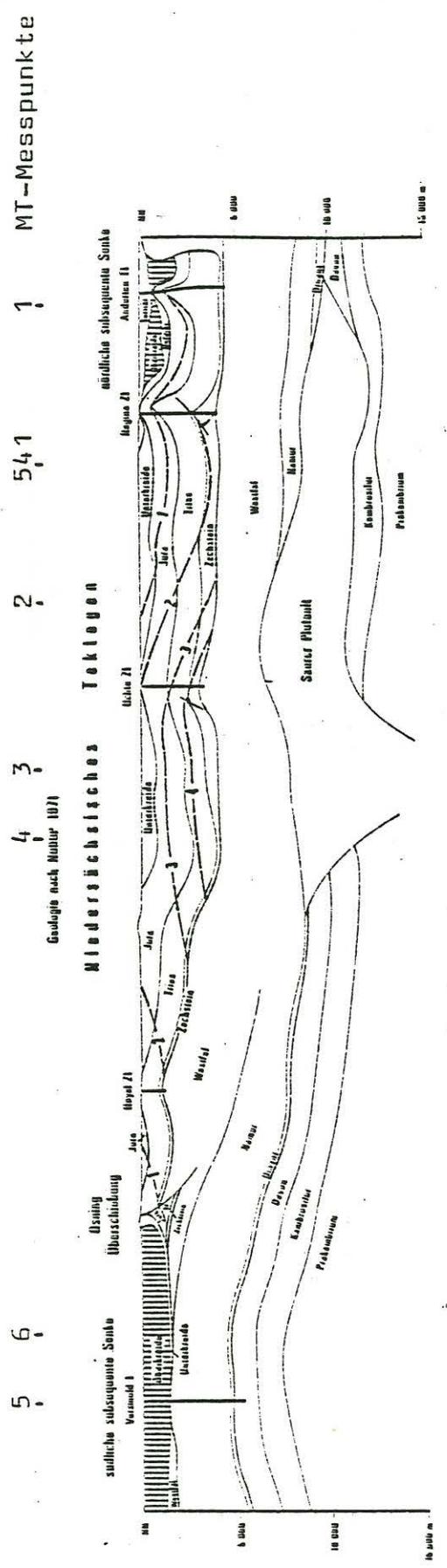


Abb. 1. Tektonische Skizze des Niedersächsischen Tektogens (nach Boick 1968, umgezeichnet). Die Isoreflexionen (nach BARTENSTEIN & M. u. R. TEICHMÜLLER 1971) veranschaulichen die Zunahme der Inkohlung in den zentralen Teilen des Tektogens und damit auch zum Massiv von Bramsche (entnommen aus [5])



H. BARTHOLOMÄUS & M. H. TIEBER: Die Umwandlung der organischen Substanz im Dach des Bramacher Massivs [1]

Abb. 2

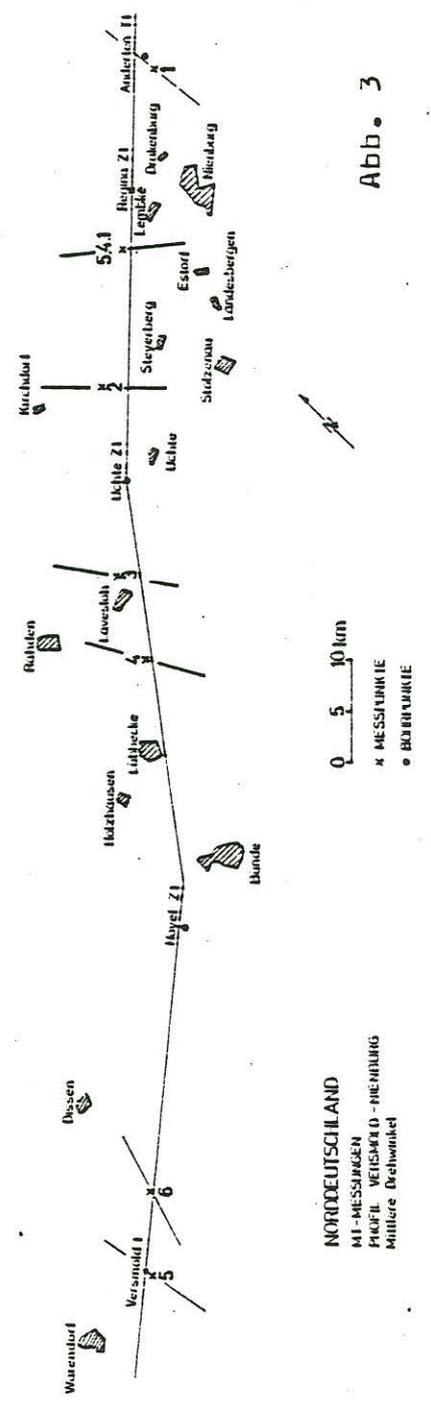
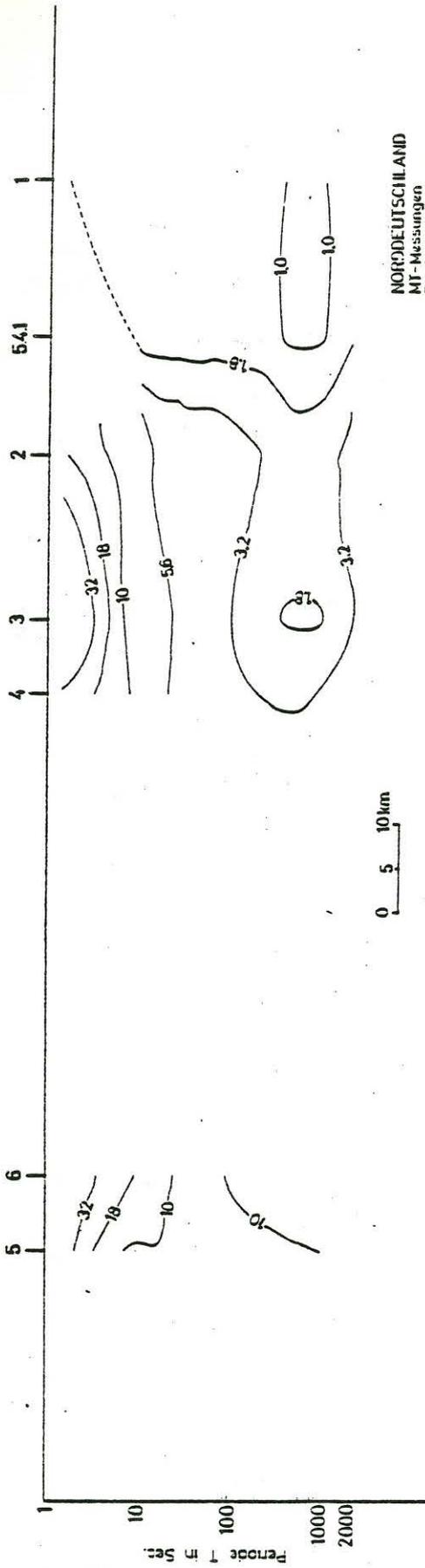
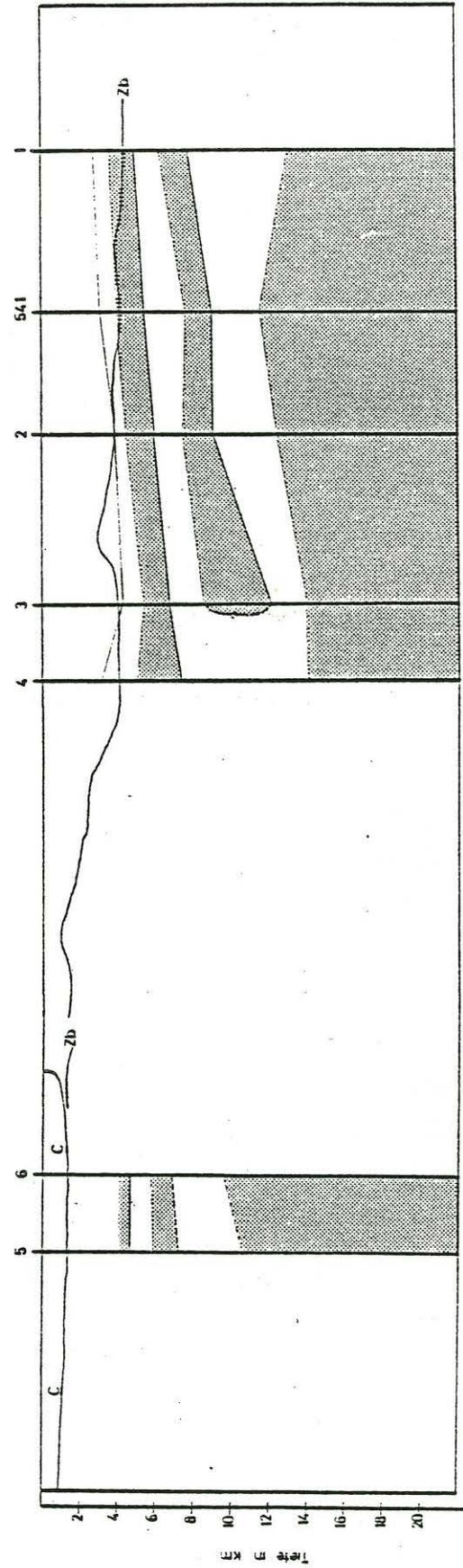


Abb. 3



NORDEUTSCHLAND
 MT-Messungen
 Profil Versinold - Nienburg
 Erläuterung des schichtspez. Widerstandes
 (ρ_s) = $\sqrt{f \cdot T \cdot \rho}$

Abb. 4



NORDEUTSCHLAND
 MT-Messungen
 Schichtmodell (1. Näherung)
 Profil Versinold - Nienburg

Abb. 5

C Oberflächenschicht nach HROOP
 Zb Zwischenschicht nach HROOP
 [] Resistor
 [] Konduktor