

Läßt sich die Inbetriebnahme des "Baltic Cable" für die geoelektrische Tiefenerkundung im Ostseeraum nutzen?

Porstendorfer, G., Freiberg; Kühn, P., Berlin

Voraussichtlich Ende 1994 plant die Preussen Elektra AG in deutsch-schwedischer Zusammenarbeit die Inbetriebnahme eines Gleichstromkabels (Baltic Cable) mit Erdrückleitung zwischen Lübeck und Malmö (Stromthemen 1991). Abb. 1 zeigt den annähernden Kabelverlauf. Das Kabel soll einen Stromaustausch zwischen Deutschland und Schweden ermöglichen.

Maximale Stromstärke: 1333 A

Kabellänge: 250.000 m

Das Kabel überquert so wichtige geologische Einheiten wie die Tronquist-Teisseyre-Linie und die Kaledonische Deformationsfront und verläuft im Bereich aus magneto-tellurischen Messungen vermuteter gut leitender Bereiche in ca. 11 km Tiefe (Porstendorfer 1964 und Kühn 1969). Eine mögliche Ausnutzung des Kabels für die geoelektrische Tiefenerkundung mit einer "Controlled Source"-Methode steht deshalb zur Diskussion. Zwei Varianten der Kabelausnutzung erscheinen möglich:

1. Gleichstrom-Abstands-Sondierungen, z.B. auf radialen Profilen um Elektrode A im Raum Lübeck
(Spacing r = Abstand A - Mittelpunkt MN, Elektrode B $\rightarrow \infty$)
Die aufgenommenen Spannungen U_{MIN} entsprechen dann dem halben Meßwert einer Schlumberger-Sondierung mit gleichem Spacing. Sie fallen für homogenen Halbraum mit $\rho = 10 \Omega \text{ m}$, $I = 1000 \text{ A}$, $MN = 1000 \text{ m}$ erst für Entfernungen $r \geq 30 \text{ km}$ unter 1 mV.
2. Transient-Sondierungen bei Ein- oder Ausschaltvorgängen des Kabels (z.B. Beobachtungspunkt Darßer Ort). Aufzunehmende Feldkomponenten:
Elektrische Feldkomponente E_x parallel zur Kabelrichtung x
Magnetische Feldkomponente B_z oder von ihr induzierte Spannung U_z in einem vertikalen magnetischen Dipol (Spule) der effektiven Fläche $F = 10^5 \text{ m}^2$
Offset = Kabelentfernung = 20.000 m
Abb. 2 zeigt die zu erwartenden Meßeffekte beim Einschaltprozeß eines Linienstromes mit einer Sprungfunktion für homogenen Halbraum mit $\rho = 10 \Omega \text{ m}$, $I = 1000 \text{ A}$.

Beispiele zu erwartender Sondierungskurven lassen sich für das geoelektrische Modell der MT-Station Gingst/Rügen (Porstendorfer 1964) berechnen. Für die Transient-Variante wurde das gut ausgearbeitete LOTEM-Verfahren gewählt (Strack 1992). Der dabei angenommene Stromdipol mit einer Kabellänge von 5000 m stellt nur ein Element der realen Kabellänge und des realen Kabelverlaufs dar. Die Bedingungen des realen Kabels von ca. 250.000 m Länge würde man aus einer zusammengesetzten Folge von Stromdipolen von variablem Offset und Azimut nach dem LOTEM-Verfahren erhalten. Eine weitere "Idealvorstellung" betrifft die zunächst angenommene exakte Sprungfunktion der Schaltvorgänge. Tatsächlich wird es sich vermutlich um belastungsabhängige Rampenfunktionen handeln (Keussen 1994). Es muß experimentellen Versuchen vorbehalten bleiben, inwieweit eine Rückrechnung auf eine Sprungfunktionsanregung durch Deconvolution möglich erscheint.

Zusammenfassung

Die bei magneto-tellurischen Messungen auf Rügen zuerst festgestellte gutleitende Schicht in 11-13 km Tiefe wird von Schlumberger-Sondierungen und Transient-Sondierungen des elektrischen Feldes nicht aufgelöst. Dagegen gibt die Transient-Sondierung des vertikalen magnetischen Feldes ähnlich wie im Fall der Magneto-Tellurik einen Hinweis auf diese Zone durch

eine treppenförmige Sondierungskurve (Abb. 3). Magnetische Transient-Sondierungen erscheinen deshalb erfolversprechend für eine gemeinsame Interpretation mit magneto-tellurischen Ergebnissen. Damit würde ein entscheidender Beitrag geleistet zur Lösung der geologischen Grundfrage:

Gibt es gutleitende Schichten (Schwarzschiefer) im kambro-ordovizischen Teil der Ostsee als mögliche Kohlenwasserstoff-Muttergesteine?

Dank

Die Autoren danken Herrn Dipl.-Geophys. R.-U. Börner für die Unterstützung bei rechentechnischen Arbeiten und Herrn Prof. Dr. P. Weidelt für freundliche Hinweise zur Arbeit von Ward u.a. (1987).

Anschriften der Autoren

Prof. em. Dr. habil. G. Porstendorfer
TU Bergakademie Freiberg
Institut für Geophysik
09596 Freiberg

Dr. P. Kühn
Landsberger Allee 130/5.06
10369 Berlin

Literatur

1. Kameneckij, F.M. und G. Porstendorfer: Die Skin-Tiefe in der Magneto-Tellurik und bei elektromagnetischen Sondierungen mit künstlichen Quellen in der Fernzone. Gerl. Beitr. Geophysik, 92, 465-470, 1983
2. Kühn, P.: Ergebnisse und Erfahrungen der Sektion Geowissenschaften der Bergakademie Freiberg zur Magneto-Tellurik auf See (1964-1969)
Unveröff. Forschungsbericht der Sektion Geowissenschaften, 1969. Siehe auch Diss. an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Bergakademie Freiberg (1970).
3. Porstendorfer, G.: Rückschlüsse auf den Verlauf des hochohmigen Grundgebirges in Norddeutschland aus Variationen des natürlichen elektromagnetischen Erdfeldes. Monatsberichte der DAW Berlin, 6, 543-547, 1964
4. Porstendorfer, G.: Methodische und apparative Entwicklung magneto-tellurischer Verfahren mit Anwendung auf die Tiefenerkundung im Bereich der norddeutschen Leitfähigkeitsanomalie.
Veröff. des Institutes für Geodynamik Jena, 3, 1965
5. Keussen, Preussen Elektra: Hauptverwaltung (persönliche Mitteilung v. 17.05.1994)
6. Preussen Elektra: Strom: Daten, Fakten, Kommentare, Januar 1994
7. Seifert, M., P. Mayer und H. Glöss: Geologisch-geophysikalischer Kenntnisstand im Bereich des ostdeutschen Ostseeschelfs. Vortrag DGG-Koll. "Marine Geophysik", Kiel, 1993
8. Strack, K.-M.: Exploration with deep transient electromagnetics. Elsevier, 1992
9. Stromthemen. 8. Jahrgang, Nr. 12 (1991)
10. Vanyan, L.L.: Grundlagen der elektromagnetischen Sondierung (in russ.). Nedra Moskau, 1965
11. Ward, H. und G.W. Hohmann: Electromagnetic theory for geophysical applications. In: Nabighian (Herausgeber): Soc. of Expl. Geophysicists, 1987, s.a. Bd. 2, Electromagnetic methods in applied geophysics, (spez. überarbeitete Formeln in Tab. 2).

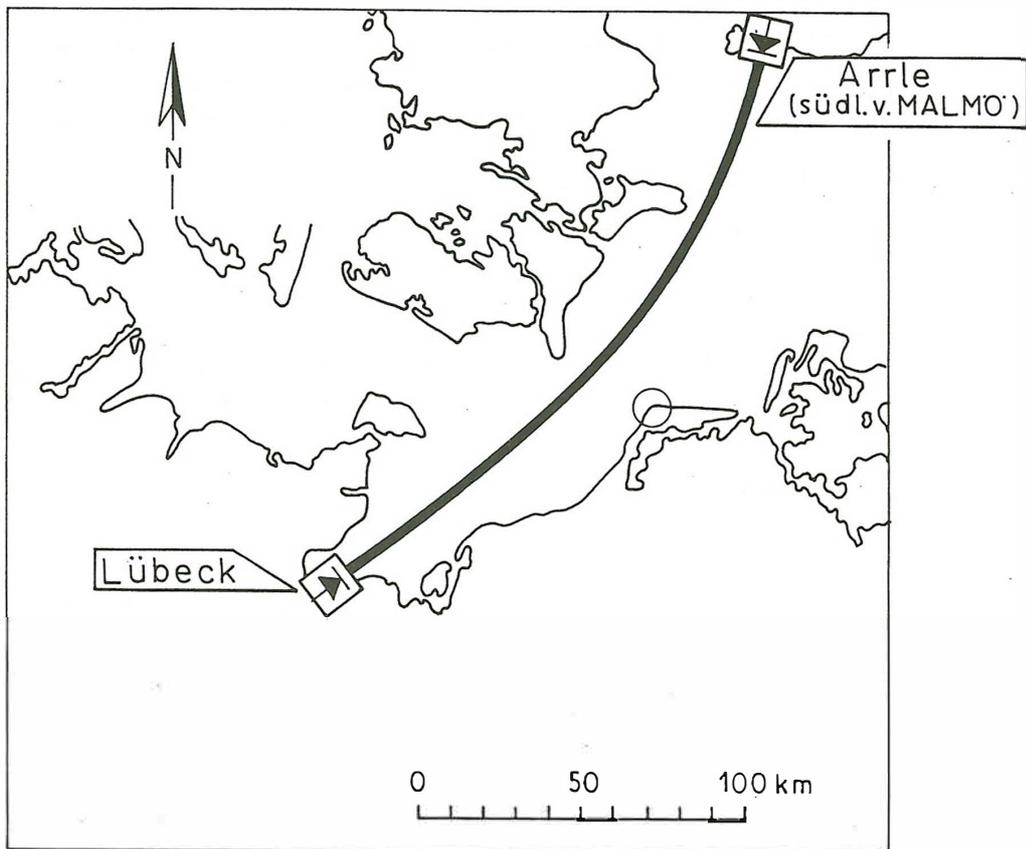


Abbildung 1: Kabellage des "Balitic Cable" (umgezeichnet aus "Stromthemen" (1991)): o angenommener Meßpunkt für eine Transien-Sondierung am Darßer Ort

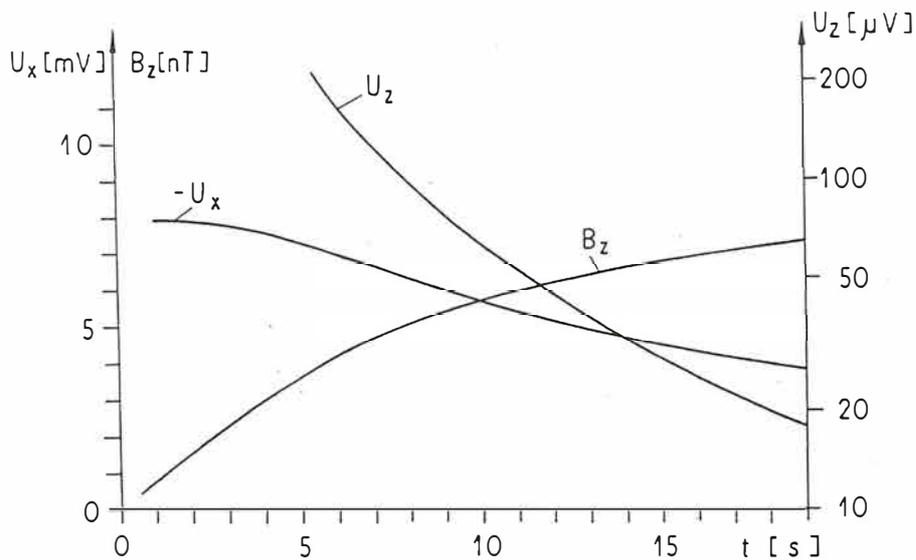


Abbildung 2: Felddaubau-Kurven beim Einschaltprozeß des Kabels (Sprungfunktions-Antwort für ein Linienkabel (berechnet nach WARD u.a. (1987))
 Zu erwartende Meßeﬀekte für homogenen Halbraum $\rho = 10 \Omega \text{ m}$, $I = 1000 \text{ A}$
 $B_z \text{ [nT]}$ = Vertikalkomponente der magnetischen Induktion
 $U_x \text{ [mV]}$ = elektrische Spannung in Kabelrichtung x bei $MN = 1000 \text{ m}$
 $U_z \text{ [}\mu\text{V]}$ = induzierte elektrische Spannung in einem vertikalen magnetischen Dipol (Spule) der eﬀektiven Fläche $F = 10^5 \text{ m}^2$

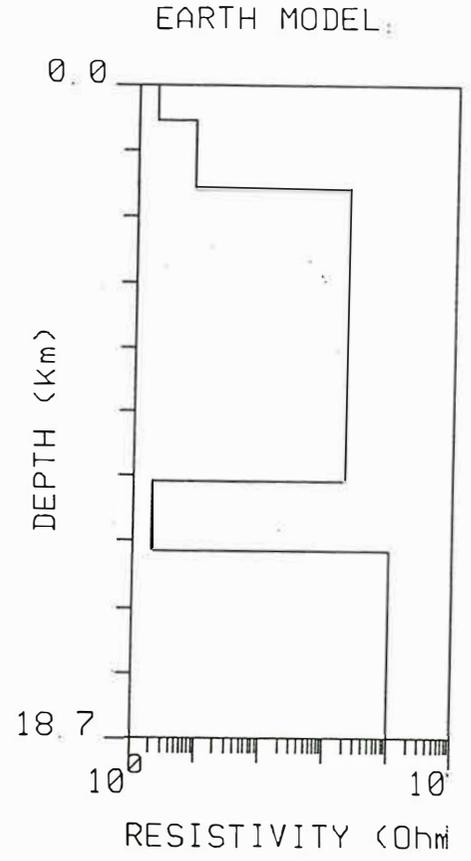
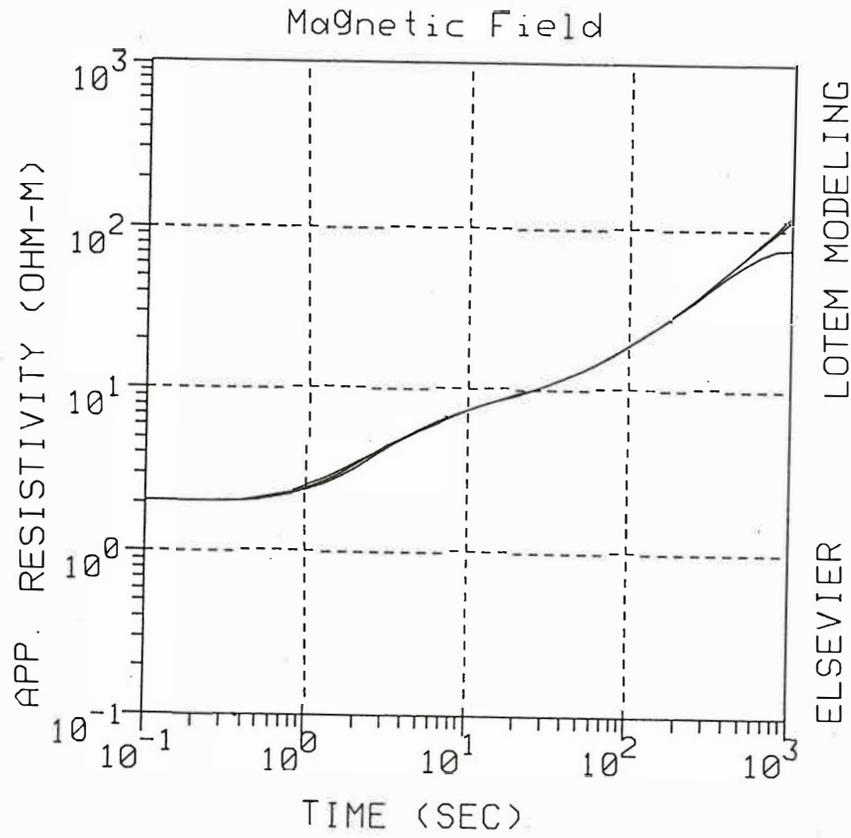


Abbildung 3: All-time-Sondierungskurve, berechnet aus der Variation der Spannung U_z einer horizontal liegenden Spule (= vertikal magnetischer Dipol), nach LOTEM-Programm Strack (1992) für das geoelektrische Modell der MT-Station Gings/Rügen (Porstendorfer 1964). Die Offset-Variation von 10.000, 15.000 und 20.000 m macht sich im Sondierungsverlauf kaum bemerkbar.