

Geoelektrik und VLF zum Störungsnachweis

F. Donner (TU Bergakademie Freiberg)
email: folker@geophysik.tu-freiberg.de

1 Einleitung

Im Rahmen von studentischen Praktika werden über der 'Karsdorfer Störung' verschiedene geophysikalische Meßverfahren eingesetzt, um den Charakter dieser geologischen Störung möglichst umfassend aufzuklären. Die Störungszone, die sich am südwestlichen Rand der Elbtalzone befindet (Bild 1.1), wurde in den vergangenen Jahren von Geologen intensiv und umfassend kartiert. Die dabei erstellte Karte zeigt den gestörten Bereich im Untersuchungsgebiet als eine nahezu geradlinig durchgehende Zone, wobei über dem Grundgebirge aus Gneis eine Kontaktzone zwischen Rotliegendem im Nordosten und Kreide im Südwesten gebildet wird. Überdeckt ist dieser Bereich von Quartärablagerungen. Von den geophysikalischen Messungen sind die Ergebnisse von Gleichstromgeoelektrik und VLF besonders interessant, weshalb sie hier vorgestellt werden.

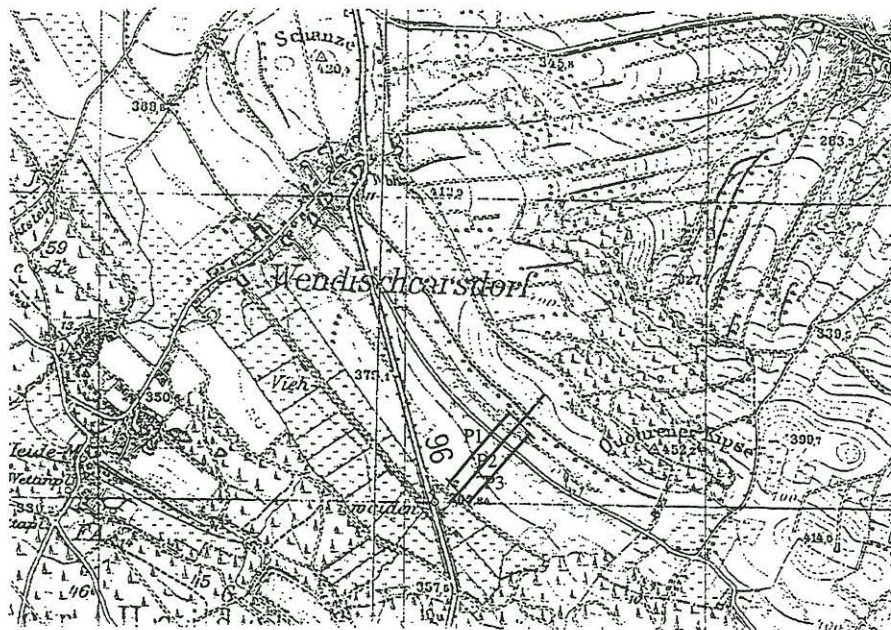


Abbildung 1.1: Lage des Meßgebietes und Profilanlage

2 Messung und Interpretation

Die Messungen der Geoelektrik wurden mit der am Institut für Geophysik der TU Bergakademie Freiberg entwickelten Multielektrodenanlage MEA 02 vorgenommen (DONNER 1997). Diese Anlage arbeitet mit 'intelligenten Elektroden', d.h. an jeder Elektrode befindet sich eine Elektronik, die auf Befehl des Zentralcomputers die Zuschaltung des Strompfades A oder B bzw. des Spannungspfades M oder N an diese Elektrode vornimmt. Von den 126 möglichen Elektroden der Anlage werden jeweils nur 4 Elektroden für die Messung eines Punktes ausgewählt, die dann über das Meßgerät Syscal R2E angesteuert werden. Dieses Gerät wird ebenfalls vom Zentralcomputer bedient. Die Multielektrodenanlage kann in einer Auslage eine Profillänge von 500 m überstreichen, wobei verschiedene Elektrodenkonfigurationen ausgewählt werden können. Das VLF-Gerät VLF-M02 ist ein Gerät für den Frequenzbereich 15 bis 25 kHz. Die Meßgrößen R_e (Hz/Hy) bzw. H_z (Hz/Hy) werden über die Messung von Vertikalkomponente H_z und Horizontalkomponente H_y berechnet, die über zwei Induktionsspulen aufgenommen werden.

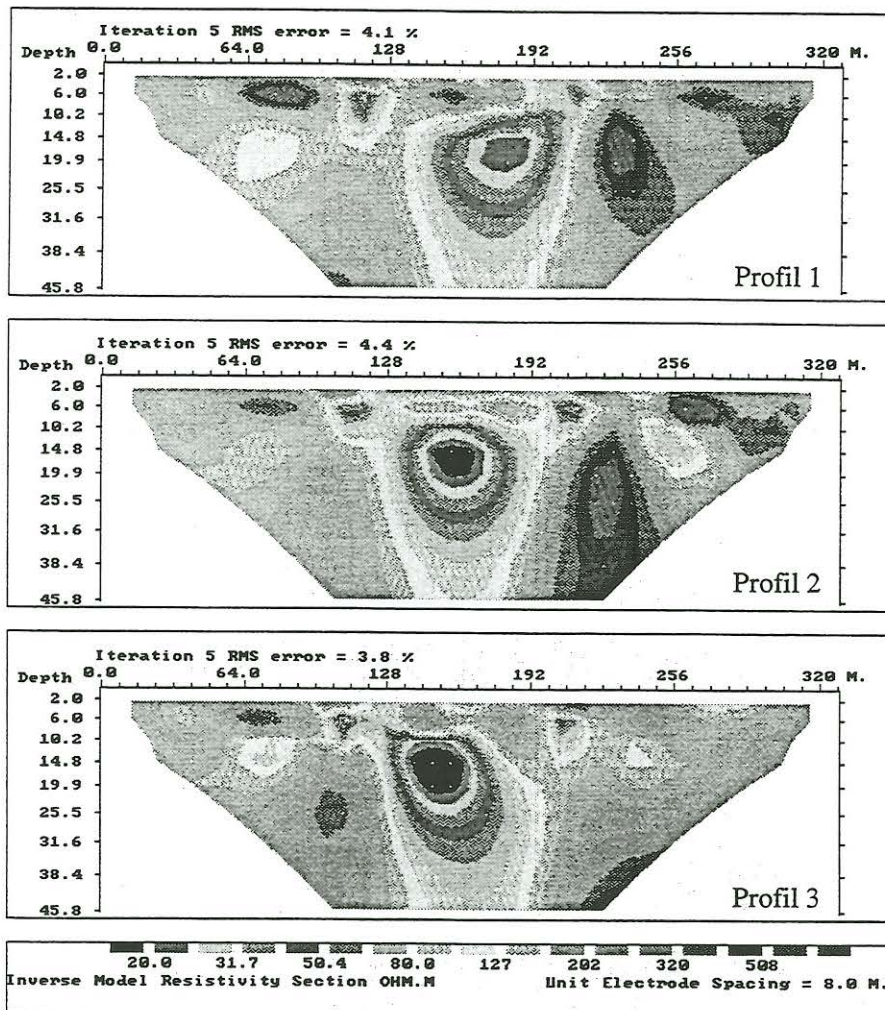


Abbildung 2.1: Inversionsergebnisse für die Geoelektrik auf den Profilen 1 bis 3 (Messung 1997)

Im Bild 2.1 sind die Inversionsergebnisse der Geoelektrik auf drei Parallelprofilen vorgestellt, deren Meßwerte im Jahre 1997 aufgenommen wurden. Die dargestellten Widerstands-Tiefenmodelle wurden mit dem Programm RES2DINV (LOKE 1997) berechnet. Interessanterweise stellt sich die Störungszone als ein ca. 100 m breiter niederohmiger Bereich dar, und nicht, wie zunächst erwartet, als ein einfacher Kontakt zwischen Rotliegendem und Kreide. Wasseraustritte an der Oberfläche deuten darauf hin, daß hier Wasser aus der Tiefe nach oben gedrückt wird (gespanntes Wasser) und damit die niedrigen Widerstände in diesem Bereich hervorgehoben werden. Mit dem VLF-Meßgerät wurden Real- und Imaginärteil der magnetischen Vertikalkomponente bestimmt. Beide Meßgrößen zeigen an den Rändern der Störungszone nahezu sprunghafte Änderungen, was ebenfalls auf eine plötzliche Widerstandsänderung hinweist (Bild 2.2). Wegen der großen Breite der gestörten Zone werden in den VLF-Meßkurven nur deren Ränder als Anomalien angezeigt. Diese stellen für die Messung einen geologischen Kontakt zweier unterschiedlicher Gesteinstypen dar, die über den dadurch entstehenden Widerstandscontrast eine entsprechende Verformung des Meßbildes hervorrufen.

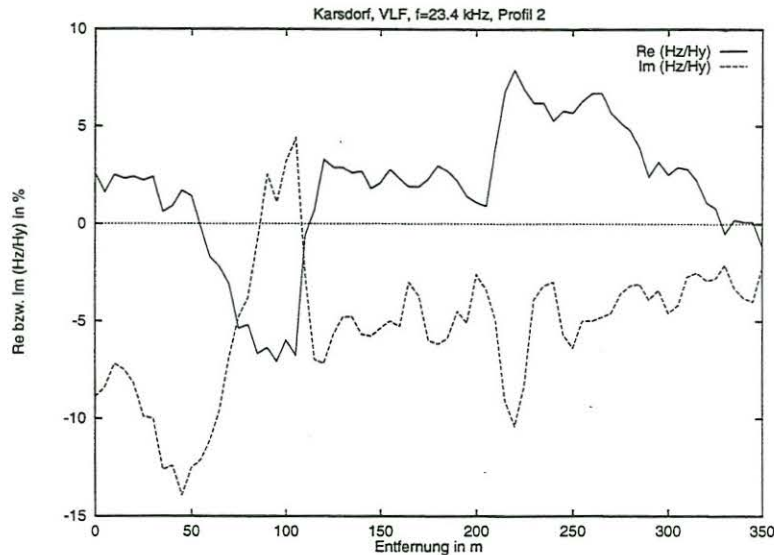


Abbildung 2.2: Real- und Imaginärteil der magnetischen Vertikalkomponente auf Profil 2, VLF-Messung mit der Frequenz 23.4 kHz

Es wurde versucht, die VLF-Aussage durch eine Vorwärtsmodellierung mit dem Programm VLFMOD (EDSEN et al 1997) zu bestätigen. Die Modellierung geht von einem Halbraum vorgebbaren spezifischen Widerstandes aus, in den gut- oder schlechtleitende Körper mit quadratischem Querschnitt eingebaut werden. Die Größe dieser Körper und deren Widerstand kann verändert werden. Die Widerstandskörper kann man sich als stromführende Leiter senkrecht zur Bildebene vorstellen, die zum Magnetfeld an der Oberfläche entsprechend ihres jeweiligen Widerstandes einen Beitrag leisten. Aus dem Summenfeld aller Leiter werden letzten Endes Real- und Imaginärteil der vertikalen magnetischen Komponente berechnet. Bild 2.3 zeigt das Ergebnis - ein gutleitender Körper in einem mehr oder weniger schlechtleitenden Halbraum. Die Anpassung der Modellkurven an die Meßwerte gelingt nur teilweise. Besonders problematisch gestalten sich die Randbereiche - hier müßten sicherlich Widerstandselemente in die Rechnung einbezogen werden, die außerhalb der Profildaten anzuordnen wären.

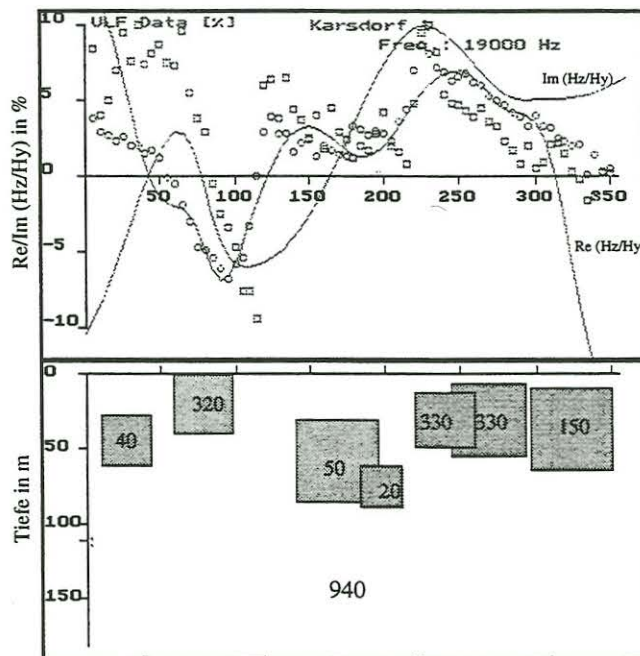


Abbildung 2.3: VLF-Modellierungsversuch nach EDSEN und NISSEN. Spezifische Widerstände in $\Omega \cdot m$

Die geoelektrischen Messungen wurden im Januar 1998 für das Profil 2 wiederholt, wobei das Profil nach beiden Seiten verlängert wurde. Das Ergebnis der Inversion ist in Bild 2.4 unter Berücksichtigung der Topographie dargestellt. Im Bereich 0 bis 320 m bestimmt das Rotliegende weitestgehend das Meßbild, während oberhalb von etwa 420 m die Kreide dominiert.

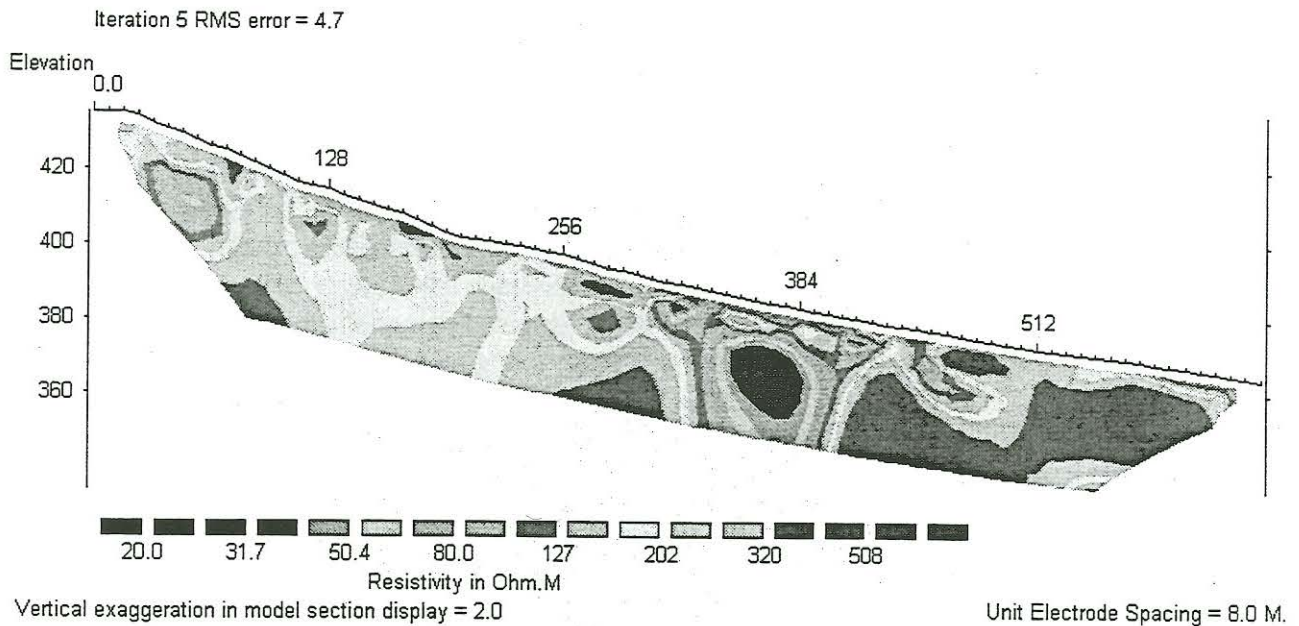


Abbildung 2.4: Geoelektrik-Modellierungsergebnis der Wiederholungsmessung 1998 auf Profil 2 unter Berücksichtigung der Topographie

Das dargestellte Modell entspricht sehr gut dem aus den Meßwerten von 1997 berechneten Modell (Bild 2.1) und bestätigt damit zugleich die Zuverlässigkeit der geoelektrischen Messungen mit der Multielektrodenanlage MEA02.

3 Zusammenfassung

Die Multielektrodenmeßtechnik als Ergänzung zu konventionellen Gleich-stromgeoelektrikapparaturen erweist sich als hervorragendes Instrument zur schnellen Aufklärung von geologischen Störungszonen. Im Zusammenspiel mit moderner Inversionssoftware lassen sich eindrucksvolle Bilder der zweidimensionalen Verteilung des spezifischen Widerstandes erzeugen. VLF-Messungen der magnetischen Vertikalkomponente können als gute Ergänzung zur Bestätigung der geoelektrischen Modelle dienen.

Literatur

- DONNER, F. (1997). *Moderne Meß- und Auswerteverfahren in der Widerstandsgeoelektrik - mit Anwendungsbeispielen*. Z. angew. Geol., 43:137-143.
- EDSEN, N.A. und J. NISSEN (1997). *VLF MOD - VLF-EM Forward Modelling Program*.
- LOKE, M.H. (1997). *2 D Resistivity Inversion - Geoelectrical Imaging Software Vers. 3.1*.