



Auswertung von transient elektromagnetischen Messungen auf einer graphitisierten Störzone bei Bramsche



S. Janser*, M. Seidel, B. Tezkan

* janser@geo.uni-koeln.de, Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln

Einleitung

Auf einer geologischen Verdachtsfläche in der Ortschaft Wallenhorst bei Bramsche wurden drei transient elektromagnetische (TEM) Profilmessungen über einem geologisch interessanten Gebiet durchgeführt. Dieses Gebiet wurde bereits mit anderen Messmethoden, passiver als auch aktiver Natur, untersucht. Zu diesen zählen unter anderem die Gleichstromgeoelektrik, Radiomagnetotellurik und die Eigenpotentialmethode, wie sie durch Gurk et al. [2013] verwendet wurden. Die TEM-Inversionsergebnisse der Messungen eines Profils werden hier vorgestellt.

Geologie

Die gesamte Region um Bramsche herum wird im Untergrund durch einen großen Intrusivkörper geprägt, auch als Bramscher Pluton oder Bramscher Massiv bekannt, welcher die umliegenden und darüber gelegenen Schichten sowohl aufgewölbt als auch eine thermische Erwärmung zugeführt hat. Dies hatte zur Folge, dass sich oberflächennah eine fast senkrecht stehende Verwerfung gebildet hat, die zu großen Teilen aus elektrisch gut leitfähigem Graphit besteht. Diese Verwerfung soll zwischen zwei anderen geologischen Strukturen liegen, die vergleichsweise schlecht leitend sind. Somit liegt ein Leitfähigkeitskontrast vor, der mit elektrischen und elektromagnetischen Methoden untersucht werden kann.

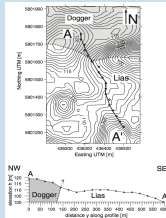


Abb. 1.: Lage der Verwerfung als gestrichelte Linie und Messprofil der DC-Messung [Gurk et al., 2013]

Messgebiet

Die TEM-Daten wurden mit dem „TEM FAST 48“ der Firma AEMR erhoben. Gemessen wurde dabei mit einer quadratischen single loop Auslage mit einer Kantenlänge von 25 m.

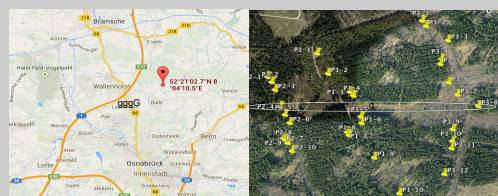


Abb. 2: links: Übersichtskarte zur Orientierung des Messgebiets. Rechts: Messprofile P1, P2 und P3. Als Oval gekennzeichnet ist die vermutete Lage der gutleitenden Verwerfung.

Die Transienten wurden im Zeitbereich von $4 \cdot 10^{-6}$ - $9,57 \cdot 10^{-4}$ s aufgenommen. Da keine Rauschmessungen durchgeführt wurden, wurden die Transienten in ungeschnittener Form bearbeitet.

Methodik

Die erhaltenen Transienten lagen in dekonvolutionierter Form vor und mussten nur noch auf Strom und Empfangsfläche normiert werden. Die nun vorliegenden Daten konnten anschließend mit dem Programm „emuplus“ der Universität zu Köln 1D invertiert werden.

Zunächst wurden Occam R1 und R2 Inversionen durchgeführt um auf derer Grundlage Startmodelle für die RMS-gewichteten Marquardt Inversionen zu erstellen. Um die erhaltenen Ergebnisse adäquat beurteilen zu können wurden außerdem Äquivalenzmodelle erzeugt. Neben dem RMS der Anpassungen wurden auch die Importancewerte der einzelnen Modellparameter in die Analyse mit einbezogen, die während der Marquardt Inversion mit errechnet wurden. Eine qualitative Untersuchung der Transienten in Hinsicht auf mögliche Schichtungen erfolgte durch die Darstellung der Latetime-Näherung.

Literatur

Gurk, M., Bosch, F.P. und Togiannidis, N., 2013: Electric field variations measured continuously in free air over a conductive thin zone in the tilted Lias-epsilon black shales near Osnabrück, Northwest Germany, Journal of Applied Geophysics (91)

Exemplarisches 1D-Ergebnis

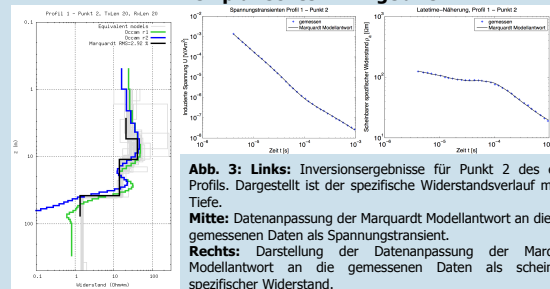


Abb. 3: Links: Inversionsergebnisse für Punkt 2 des ersten Profils. Dargestellt ist der spezifische Widerstandsverlauf mit der Tiefe. Mitte: Datenanpassung der Marquardt Modellantwort an die gemessenen Daten als Spannungstransient. Rechts: Darstellung der Datenanpassung der Marquardt Modellantwort an die gemessenen Daten als scheinbarer spezifischer Widerstand.

Das Marquardtresultat aus Abb. 3 zeigt ein Vierschichtmodell, wobei die ersten beiden Schichten nicht gut aufgelöst sind. Dies hängt unter anderem mit einer minimalen Eindringtiefe von ca. 3 m zusammen. Die folgenden Schichten sind gut aufgelöst mit Importancewerten für die Widerstände und die Schichtdicken zwischen 0,91 - 0,97. Der gemessene Transient zeigt eine gute Übereinstimmung zur Marquardt-Modellantwort mit einem RMS-Wert von 2,92 %. Die Latetime-Näherung zeigt ebenfalls ein mehrschichtiges Modell mit einem guten Leiter in der Tiefe.

Quasi-2D Darstellung des ersten Profils

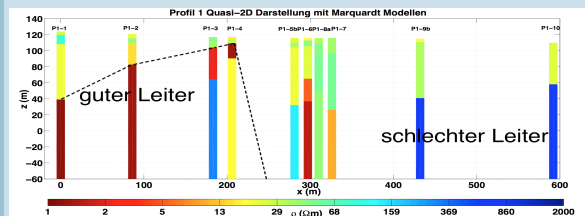


Abb.4: Quasi-2D Darstellung des ersten Profils mit Topographie über NN

Die profilweise Analyse der Marquardtresultate ergab, dass bei den Punkten 1 bis 4 eine gut leitfähige Struktur mit Widerstandswerten zwischen 1,2 – 2 Ohmm detektierbar ist (Oberkante liegt in 8 m und höheren Tiefen Richtung Norden). Diese lässt sich im geologischen Rahmen als die graphitisierte Verwerfung interpretieren. Diese Werte lassen vermuten, dass das Graphit mit Sedimenten verunreinigt ist oder die anisotrope Struktur des Graphits Einfluss auf die Messung genommen hat. Die Mächtigkeit der Störzone nimmt vom vierten zum ersten Profilpunkt zu, wobei die Oberkante in die Tiefe absinkt. Nach Nordwest (linke Seite des Profils) als auch in die Tiefe lässt sich keine Begrenzung der Verwerfung feststellen. Die maximale Eindringtiefe beträgt ca. 80 - 100 m ausgehend von der Divergenz der Occam Modelle.

Vergleich mit einem DC-Inversionsergebnis

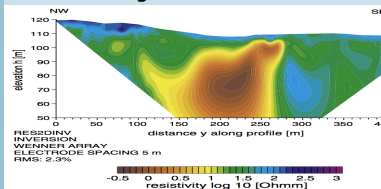


Abb.5: 2D-Inversionsergebnis der DC-Messung über die ersten 400 m des ersten Profils der TEM Messung unter Beachtung der Topographie mit Höhe über NN [Gurk et al., 2013].

Das in Abb. 5 erhaltene DC-Inversionsergebnis zeigt die Lage der Verwerfung, wobei auch hier die Unterkante nicht aufgelöst wird aufgrund einer mittleren Eindringtiefe von ca. 60 m. Die Widerstände variieren im gleichen Bereich wie das TEM-Ergebnis, jedoch wird das Kernmaterial nach dem DC-Ergebnis noch leitfähiger mit bis zu 0,2 Ohm.

Eine laterale Grenze der Verwerfung konnte durch TEM und DC abgeleitet werden. Die Eindringtiefe war jedoch nicht groß genug um die Unterkante aufzulösen.