

Magnetotellurik im Odenwald

L. Mailänder, A. Junge und P. Hering

Institut für Geowissenschaften, Frankfurt am Main
 laura.mailaender@gmx.de

Motivation

Das Ziel der AMT- Messung (Metronix ADU 07) im nördlichen Odenwald, vom 26.09.2016 bis 14.10.2016, ist der Nachweis der geologischen Scherzone zwischen dem Frankenstein- Massif und dem Flasergranitoid (Abb. 2). Die Schwierigkeit liegt hierbei auf den, im gleichen Wertebereich gelegenen, elektrischen Leitfähigkeiten von Gabbro im Frankenstein- Massif und von Flasergranitoid in gleichnamiger Zone. Der Aufzeichnungserfolg hängt somit von einer anderen elektrischen Leitfähigkeit innerhalb der geologischen Scherzone.

Messgebiet

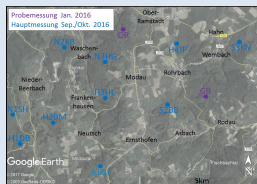


Abb.1: Das Messgebiet liegt in den Gemeinden Ober-Ramstadt und Groß Biebrerau, 80km südlich von Frankfurt und 10km südöstlich von Darmstadt. Die beiden Probemessungen (lila) vom Januar 2016, diente der Abschätzung des Noise innerhalb der stark besiedelten Region und der Erfolgchancen einer Hauptmessung. Diese besteht aus 10 Messstationen (blau), die flächenhaft über der Scherzone verteilt sind. Simultan dazu wurden magnetische und elektrische Feldkomponenten an der permanenten Referenzstation des GFZ Potsdam in Wittstock aufgezeichnet. Sie liegt ca. 460km nordöstlich des Messgebiets.

Geologie

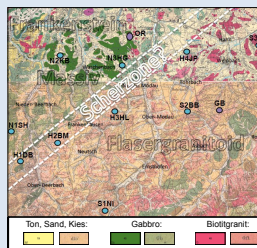


Abb.2: Die Stationen der Probemessung (lila) und die der Hauptmessung (blau) sind flächenhaft über die Scherzone verteilt. Aufgrund der Überdeckung aus Tonen und Sedimenten, kann eine genaue geologische Abgrenzung der Scherzone mittels Handstücken nicht durchgeführt und deshalb nicht exakt in geologische Karten (HLNUG 1994, 2004) eingezeichnet werden.

Methodik

Der *Impedanztensor* enthält die komplexen Transferfunktionen, die im Frequenzbereich die magnetischen und elektrischen Felder in NS-(x) und OW-(y) Richtung miteinander verbinden.

$$\begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \end{pmatrix}$$

Mithilfe der Transferfunktionen können die *Phasen* für jede Tensorkomponente berechnet werden.

$$\varphi_{ij} = \tan^{-1} \left(\frac{\Im(Z_{ij})}{\Re(Z_{ij})} \right)$$

Der *Phasentensor* reduziert den Impedanztensor auf seine Phasenbeziehungen.

$$\underline{\underline{\phi}} = \left(\underline{\underline{\Re Z}} \right)^{-1} \left(\underline{\underline{\Im Z}} \right)$$

Die Beziehung zwischen dem vertikalen (B_z) und den horizontalen (B_x, B_y) Magnetfeldern wird durch den *Tipper- Vektor* angegeben (Wiese- Konvention).

$$B_z = \begin{pmatrix} T_x & T_y \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \end{pmatrix}$$

Ergebnisse der Probemessung

Die Zeitreihen wurden mit der Software EGstart ausgewertet, basierend auf einem robusten multivariaten Verarbeitungsalgorithmus (Hering et al, 2016). Gleichzeitig aufgezeichnete Daten von zwei oder mehr MT- Standorten werden verwendet, um den Grad an inkohärentem Rauschen abzuschätzen. Zusätzlich können Effekte, die aus kohärenten Rauschen resultieren, durch Anwenden eines Eigenwertwahlkriteriums (Hering, 2015) minimiert werden.

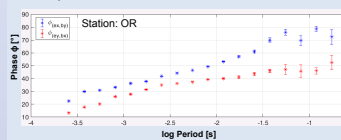


Abb. 3: Wie die Phasenwerte und die Fehlerbalken am Beispiel von Station OR zeigen, ist es möglich innerhalb dieser stark besiedelten Region gute Messergebnisse zu erhalten. Die Phasenaufspaltung in den langen Perioden ist ein erster Hinweis auf eine Grenzschicht mit unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeiten.

Ergebnisse der Hauptmessung

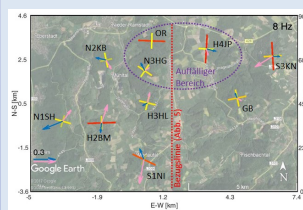


Abb.4: An den Stationen sind die Tipper- Vektoren (Realteil (rosa) und Imaginärteil (blau)) und die Hauptachsen des Phasentensors (ϕ_{min} , ϕ_{max}) dargestellt. Durch die Länge und Farbe der Balken werden die Werte von ϕ_{min} und ϕ_{max} angegeben. Auffällig sind drei Stationen (lila), deren Hauptachsen sich stark voneinander unterscheiden.

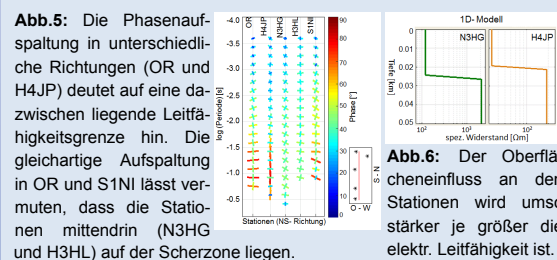


Abb.5: Die Phasenaufspaltung in unterschiedliche Richtungen (OR und H4JP) deutet auf eine dazwischen liegende Leitfähigkeitsgrenze hin. Die gleichartige Aufspaltung in OR und S1N1 lässt vermuten, dass die Stationen mittendrin (N3HG und H3HL) auf der Scherzone liegen.

Abb.6: Der Oberflächeneinfluss an den Stationen wird umso stärker je größer die elektr. Leitfähigkeit ist.

Ergebnis

Abschließend kann festgestellt werden, dass für die 3D- Modellierung mit der COMSOL Multiphysics® Software weitere Messungen durchzuführen sind, deren Schwerpunkt auf den längeren Perioden liegt.

Danksagung

Wir bedanken uns beim Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum GFZ und bei Herrn Prof. Dr. Ritter für die Bereitstellung der Messdaten von der permanenten magnetotellurischen Referenz- Station in Wittstock. Des Weiteren bedanken wir uns beim Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie für die freundliche Unterstützung und die Ausstattung mit geologischen Karten.

Referenzen

- Hering P, Junge A, Nynne L (2016) Multivariate evaluation of magnetotelluric data—processing methods and practical application, EMTF—Posterbeitrag, Goethe- Universität Frankfurt am Main, Technical University of Denmark;
- Hering P (2015) Magnetotellurische Messungen im Westerwald- Eine Studie zur Detektion und Minimierung von anthropogenen Rauschsignalen. Masterarbeit, Goethe- Universität Frankfurt am Main;
- HLNUG (1994) Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Behelfsausgabe der Geologischen Karte von Hessen, Blatt 6218 Neunkirchen, faksimilierter Nachdruck der 2. Auflage, erschienen 1919 - Wiesbaden;
- HLNUG (2004) Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Geologische Karte von Hessen (GK 25), Blatt 6118 Darmstadt Ost, 4. Auflage - Wiesbaden;