

Prozessing von Magnetotellurik-Daten aus dem Odenwald

J. Michel, B. Tezkan, Universität Köln

1 Einleitung

Ziel ist es die Leitfähigkeitsstruktur der oberen und mittleren Kruste, in dem Gebiet Odenwald - Spredlinger Horst, zu bestimmen. Dabei soll festgestellt werden, wie sich die von Hofer (1990) im Gebiet des Spessarts gefundene Leitfähigkeitsanomalie (Pfeifenkopf-Anomalie) an der Grenze Rhenohercynikum - Saxothuringikum nach Westen fortsetzt. Zu diesem Zweck wurden im Sommer 1995 vom Institut für Geophysik der Universität zu Köln, im Rahmen eines DFG-Projekts, eine Meßkampagne mit long-offset transient electromagnetics (Thern, H. siehe in diesem Kolloquiumsband) und eine Magnetotellurik-Meßkampagne (MT) durchgeführt.

Das Ziel dieser Arbeit ist die bei diesen Messungen gewonnenen Magnetotellurikdaten zu analysieren. Wegen des enorm hohen Rauschens im Meßgebiet, wurden zusätzlich zu den im Feld benutzten analogen Filtern, digitale Filter, zur Verbesserung des Signal-Rauschverhältnisses entwickelt. Für das Prozessing wurde ein robustes Verfahren (Egbert & Booker, 1986) benutzt.

2 Zur Meßkampagne

In **Abb. 2** bei Thern, H. et al in diesem Kolloquiumsband sind die Lage der Magnetotellurik Stationen und der LOTEM Sender bzw. Empfänger dargestellt. Es wurden an elf Stationen drei magnetische und zwei elektrische Felder aufgezeichnet. Hierzu wurde die vom GFZ-Potsdam zur Verfügung gestellte Meßeinheit, Induktionsspulen der Firma Metronix, Pb-Cd Elektroden und eine PDAS-Aufzeichnungseinheit benutzt.

Die Station GAN (**Abb. 1**) registrierte über den gesamten Meßzeitraum vom 18.09 bis 22.10.95 als Basis, die anderen vier gleichzeitig, für jeweils ca. 18 Tage. Es wurde mit 20 Hz gesampelt, womit man den angestrebten Periodenbereich von 0.2 bis 1000 s gut abdeckt.

3 Datenbeispiel

Um die von Station zu Station unterschiedliche Datenqualität zu demonstrieren werden Datenreihen aller fünf Komponenten (B_x , B_y , B_z , E_x , E_y) in **Abb. 1** am Beispiel von den zwei Stationen Gadernheim (GAN) und Messel (MES) gezeigt.

An beiden Stationen wurde analog, mit einem Hochpass von 4000s und mit einem Notchfilter auf 50 und $16\frac{2}{3}$ [Hz], gefiltert. Beide Stationen liegen ca. 50 km auseinander.

Die Zeitreihe beginnt um 11:20 h und endet um 11:27 h am 18.10.95. Dargestellt ist der Beginn eines SSC. Die Station Gadernheim, die als Basis benutzt wurde, zeichnet sich durch glatte Zeitreihen, sowohl in den elektrischen, wie auch in den magnetischen Feldern aus. Die Station Messel, die sich geographisch näher an Darmstadt befindet, unterliegt stärkerem künstlichen Rauschen. In den E-Feld Komponenten sind die Amplituden des

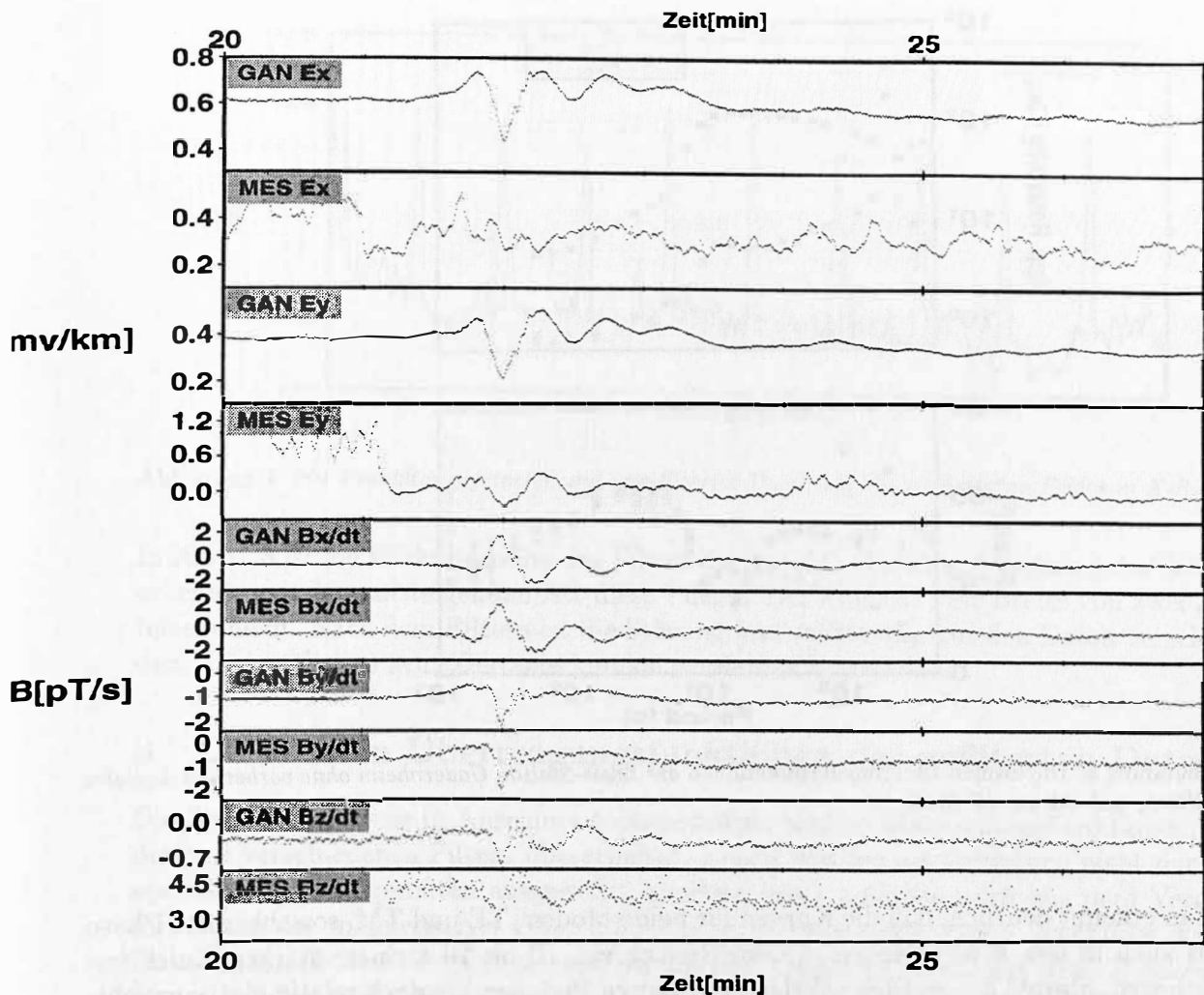


Abbildung 1: Datenbeispiel der Stationen Gadernheim und Messel am 18.10.95 von 11:20 h bis 11:27 h.

künstlichen Rauschens zum Teil größer als das Signal des SSC. In den Feldern B_x und B_y erkennt man deutlich die Übereinstimmung mit den Magnetfeld-Komponenten der Basisstation. Es läßt sich aber auch hier ein signifikant stärkeres Rauschen ablesen. Besonders deutlich wird dies in der Z -Komponente des Magnetfeldes, wo die Amplituden doppelt so groß sind.

Diese Kennzeichen sind für die Stationen, die sich in der Nähe des Ballungsraums Frankfurt/Darmstadt befinden, charakteristisch. Mit zunehmender Entfernung nach Süden hin, nimmt der kulturell bedingte Noise ab, was die Auswertung erleichtert.

4 Die lokalen Übertragungsfunktionen

In Abb.2 sind die scheinbaren Widerstände und die Phasen der Basisstation Gadernheim graphisch dargestellt. Der Impedanztensor wurde nach Swift um 45 Grad gedreht. Die analysierten Zeitreihen wurden optisch ausgewählt, so daß starke Sprünge und durch die Geräte bedingte Störungen nicht in die Analyse mit eingingen. Spikes und jede Art von Ausreißern wurden durch ein Säuberungsprogramm (Egbert & Booker, 1986) aus den Daten entfernt. Insgesamt gingen ca 160 Stunden an aufgezeichneten Daten in die Analyse ein.

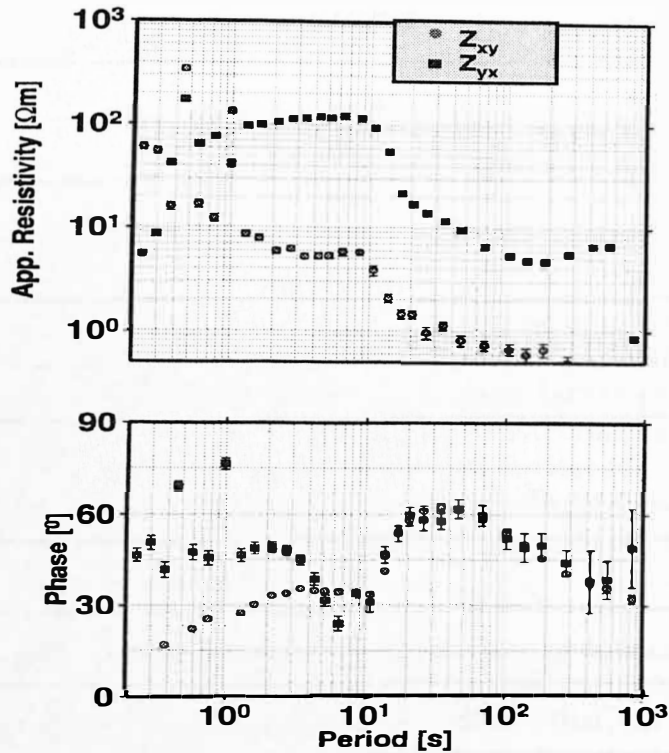


Abbildung 2: Die lokalen Übertragungsfunktionen der Basis-Station Gadernheim ohne vorheriges digitales Filtern, gedreht um 45 Grad

Man erkennt deutlich, daß die Kurven für beide Moden, TE und TM, sowohl in der Phase als auch in den Widerständen in dem Bereich von 10 bis 20 s einem starken Knick unterliegen, obwohl der restliche Verlauf zu höheren Perioden hin doch relativ glatt aussieht.

Die Phase steigt in einem Periodenbereich von 10 s von ca 30 auf über 60 Grad an, die Widerstände fallen im gleichen Bereich von ca. 50 auf unter 10 Ohm. Es liegt die Vermutung nahe, daß diese Änderungen in Phase und scheinbarem Widerstand durch Noise verursacht werden. In der Zeitreihe läßt sich, bei feinerer Auflösung **Abb. 3**, besonders im Feld Ex, aber auch in den übrigen Komponenten, ein Puls erkennen, der regelmäßig zu jeder Sekunde mit einer Breite von 4 Datenpunkten auftaucht.

5 Peakfilter

Zur Bestimmung der Fourierkoeffizienten wird eine Fast-Fourier-Transformation benutzt. Dadurch werden die Frequenzen von einem Hz und den entsprechenden Vielfachen, bei einer Samplerate von 20 Hz nicht exakt aufgelöst. Dies hat zur Folge, daß der Peak ein breiteres Spektrum beeinflusst.

Um diesen Peak aus den Zeitreihen zu eliminieren, wurde ein Peakfilter entwickelt (Hanstein, 1996 pers.Mitt.). Per Mittelung über die entsprechenden Datenpunkte wurde das charakteristische Signal des Pulses gewonnen. Diese Pulscharakteristik konnte dann von den Daten abgezogen werden, so das der Puls gelöscht wurde. Dabei mußte die Segmentlänge, über die gemittelt wurde, bestimmt werden um die Daten nicht zu sehr zu beeinflussen. Diese Segmentlänge wurde empirisch bestimmt.

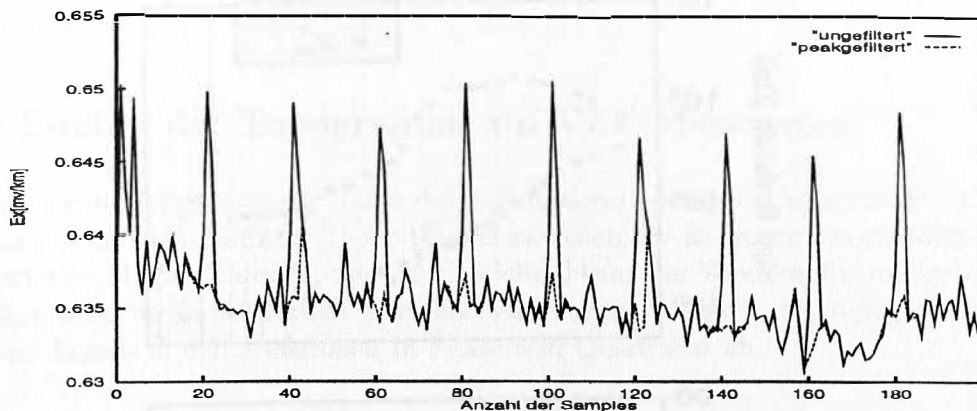


Abbildung 3: Mit Peakfilter gefilterter und ungefilterter Datensatz des elektrischen Feldes in X-Richtung

In Abb. 3 ist die Wirkungsweise des Filters dargestellt. Genau mit Beginn jeder Sekunde erkennt man den aufsteigenden Ast dieser Pulse. Der Puls hat eine Breite von zwei Zehntelsekunden. Nach dem Filtern ist die Störung fast vollständig aus den Daten verschwunden. Die restlichen acht Zehntelsekunden werden nicht verändert.

6 Die lokalen Übertragungsfunktionen der gefilterten Daten

Die Zeitreihen, für die in Abschnitt 4 dargestellten lokalen Übertragungsfunktionen, wurden mit verschiedenen Filtern überarbeitet. Zuerst wurden die Zeitreihen nicht nur nach optischen Gesichtspunkten ausgewählt, sondern unter anderem auch aus dem Vergleich mit Daten des magnetischen Observatoriums in Niemegk gewonnen. Verwendet wurden Pulsationen, die von dem Observatorium mit dem Qualitätsmerkmal A bzw. B gekennzeichnet wurden und sich in den Daten auch in entsprechender Form wiederfinden ließen. Des Weiteren wurde der Peakfilter auf alle Feldkomponenten angewendet. Abschließend wurden die Daten noch bandgefiltert. Hierbei handelt es sich um einen rekursiven Butterworth Filter (Hanstein, pers. Mitteilung). Es wurden Bänder der Breite 1-10 s, 10-20 s, 20-50 s, 50-100 s und ein Tiefpass von 100 s gewählt.

In Abb. 4 sind die damit neu berechneten Übertragungsfunktionen dargestellt. Sowohl in der Phase, wie auch in den Widerständen läßt sich im Vergleich zu den Übertragungsfunktionen, die aus den Zeitreihen ohne digitale Filter gewonnen wurden ein deutlicher Fortschritt erkennen. Der Knick, der in den ursprünglichen Widerstandskurven (Abb. 2) zu sehen war ist deutlich geringer geworden.

7 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch intensives Arbeiten an den Daten, wie Vergleich zwischen den einzelnen Stationen, Vergleich mit den Daten eines Observatoriums, digitales Peakfiltern und Bandpassfiltern, die Übertragungsfunktionen eine glattere Gestalt annehmen. Die Kohärenz zwischen den elektrischen und den magnetischen Feldern bewegt sich zwischen 0.65 und 0.95, wobei hier durch das Filtern keine Signifikante Steigerung erzielt werden konnte.

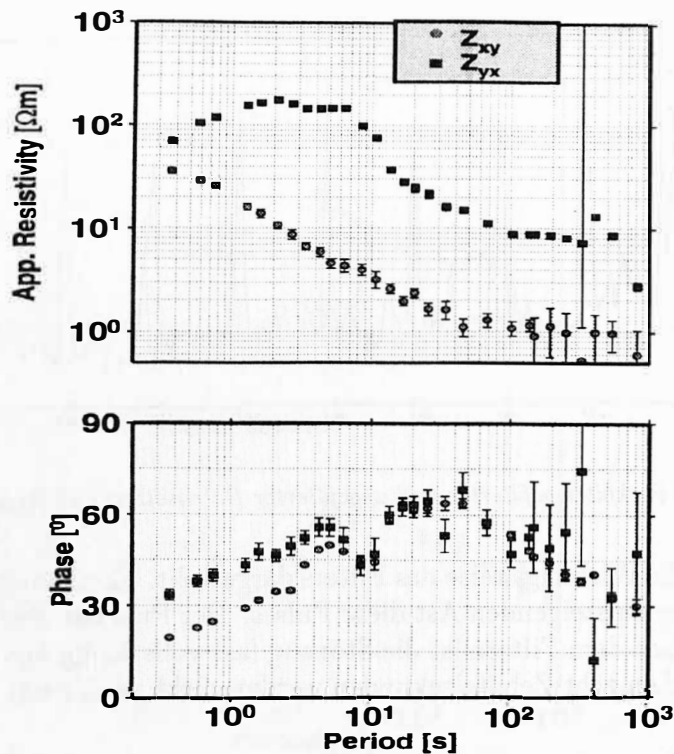


Abbildung 4: Die lokalen Übertragungsfunktionen der Basisstation Gadernheim nach dem digitalen Filtern, gedreht um 45 Grad

8 Danksagung

Wir danken Prof. V. Haak (GFZ, Potsdam) für die Bereitstellung der MT-Meßapparatur und der DFG für die finanzielle Unterstützung (Projektnummer Ne 220/14-1).

9 Literatur

Egbert, G., and J.R. Booker (1986). Robust estimation of geomagnetic transfer functions, *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 87, 173-194.

Hofer, S. (1990). Ableitung der Leitfähigkeitsverteilung in der Erdkruste im Bereich der großtektonischen Grenze Rhenoharzynikum - Saxothuringikum östlich des Rheingrabens, aus einer gemeinsamen Interpretation flächenhafter Messungen der Magnetotellurik und der Erdmagnetischen Tiefensondierung. *Diss. Fak. Geowiss. München*

Thern, H. et al (1996). LOTEM im Odenwald - Auch hier ein Krustenleiter? In diesem Kolloquiumsband.