



EINFÜHRUNG

Das Radiomagnetotellurischen (RMT) Verfahren erlaubt die Messung der elektrischen Leitfähigkeitsverteilung des oberflächennahen Untergrundes. Die Leitfähigkeit wird aus der Übertragungsfunktion zwischen den gemessenen elektrischen und magnetischen Feldern berechnet. Die hierfür genutzten Felder stammen primär von Radiosendern, Funkdiensten und U-Boot Kommunikationssendern des VLF-, LW- und teilweise Mittelwellenbereichs. Sind diese regional nicht oder nur in geringer Anzahl vorhanden, dann bedarf es des Einsatzes einer eigenen Signalquelle.

Grundsätzlich eignen sich hierfür zwei Typen an Transmittern:

- Geerdeter elektrischer Dipol
- Magnetische Dipolantenne

Der geerdete elektrische Dipol erfordert viel Platz für die Ausbringung der zwei orthogonale Auslagen von je bis zu 1 km Länge. Zudem ist eine gute galvanische Ankopplung der Elektroden unverzichtbar. In Wüstengebieten steht zwar in der Regel ausreichend Platz zur Verfügung, jedoch erschwert der trockene Boden eine hinreichende Ankopplung. In klimatisch gemäßigten Gebieten verhält es sich genau umgekehrt. Zudem erfordern dicht bewohnte Gegenden eine lückenlose Überwachung der Dipolstrecken um eine Gefährdung von Personen durch die verwendete Hochspannung (1 kV) auszuschließen.

Der magnetische Dipol erfordert weder viel Platz (<100 qm), noch eine galvanische Ankopplung. Im aktuellen Projekt des GFZ Potsdam (Projektleitung: Dr. Ute Weckmann) überwiegen diese Vorteile den Nachteil einer tendenziell geringeren Anregungsstärke. Das Antennensystem trägt zwei senkrecht aufgerichtete, um 90° gegeneinander gedrehten Spulen.

KONZEPT DES RMT-TRANSMITTERS

Der RMT-Transmitter gliedert sich in zwei Komponenten, den Signalgenerator und das Antennensystem. Abbildung 1 zeigt beide Komponenten bei einem Probeaufbau auf dem Außenstandort des GFZ in Niemegk südlich von Berlin. Während das Antennensystem vom GFZ erstellt wurde, wurde der Transmitter, im Auftrag des GFZ, von der Firma Radic Research (Berlin) entwickelt und gefertigt. Um eine hinreichende magnetische Feldstärke zu erreichen ist es erforderlich die Antenne in Resonanz zu betreiben. Da die Erkundungstiefe des RMT-Verfahrens neben der gegebenen Bodenleitfähigkeit nur noch von der Frequenz abhängt, ist es für eine Tiefensondierung erforderlich mit mehreren Frequenzen anzuregen. Im Standardmodus wird daher nacheinander in jede Richtung mit 8 Frequenzen zwischen 1 kHz und 128 kHz angeregt. Die Anregungsdauer jeder Frequenz kann zwischen 0.1 und 2 Sekunden eingestellt werden. Wählt man für die beiden Anregungsrichtungen leicht abweichende Frequenzen, dann hat dies die erwünschte Folge, dass die beiden Anregungssignale nicht korreliert sind.



Abb. 1: RMT-Transmitter bei einem Testaufbau in Niemegk. Der Signalgenerator (gelbe Box) speist zwei Hochspannungssignale in das Antennensystem. Letzteres besteht aus zwei aufgerichteten Spulen, die azimutal um 90 Grad gegeneinander gedreht aufgehängt sind.

MAGNETISCHE ANTENNE

Die vom GFZ gefertigte magnetische Antenne (Abb. 1) orientiert sich an einer vom Autor 2002 (Radic et al., 2002) vorgestellten Antennenkonstruktion. An einem zentralen 5 Meter hohen Mast wird ein horizontales Kreuz hochgezogen, das zwei zueinander um 90° gedrehte vertikale Antennenkabel 5 Meter weit aufspannt. Jedes Antennenkabel verfügt über 5 Adern, die einzeln am RMT-Generator (gelbe Box) angeschlossen sind. Für den Transport kann die Antenne leicht zerlegt und zusammengeklappt in 3 Transportkisten verpackt werden.

RMT-GENERATOR

Der RMT-Generator wird aus zwei in Reihe geschalteten 12 V Batterien gespeist. Intern befinden sich zwei eigenständige Spannungsquellen, mit denen beiden Antennen-



Abb. 2: Der RMT-Generator gesehen von der Bedienelementenseite, zusammen mit den beiden Batterien und einem zur Initialisierung des Generators benötigten Laptop PC.

richtungen gleichzeitig angeregt werden können. Der RMT-Transmitter arbeitet im Resonanzbetrieb. Hierzu werden die Antennenspule und ein zur aktuell gewählten Frequenz passender Kondensator in Reihe geschaltet. Die vom Generator in den Serienschwingkreis gespeiste Energie führt innerhalb weniger Perioden zu einem Wechselspannungssignal von bis zu 1 kV. Hiermit kann der induktive Widerstand der Antennenspule überwunden werden und es werden Stromstärken von bis zu +/-20 A erzielt.

Bei höheren Frequenzen (ab 16 kHz) wird die Windungszahl von fünf, schrittweise, auf eine Windung verringert. Andernfalls würde die Resonanzspannung über die von uns gesetzte Höchstspannung von 1 kV hinauswachsen. Die Erzeugung der Anregungssequenz, die Zuschaltung des richtigen Kondensators und der Wechsel der Windungszahl erfolgt über hochspannungsfeste Halbleiterschalter vollautomatisch. Vorab wählt der Anwender mit Hilfe eines Steuerrechners die Anregungsfrequenzen, sowie die zu jeder Frequenz gehörige Anregungsdauer und Amplitude aus. Diese Parameter werden in eine Initialisierungsdatei geschrieben und können jederzeit abgerufen werden. Nach dem Start Kommando kann der Steuerrechner abgeschaltet werden, da der RMT-Generator dann die vorgegebene Anregungssequenz eigenständig repetiert.

FELDTTEST

Für den ersten Feldtest wurde eine RMT-Messung im Abstand von 100 Metern vom Transmitter durchgeführt. Zum Einsatz kam eine Apparatur der Firma Metronix (ADU08e). In Abbildung 3 sind exemplarisch die in den E- & B-Kanälen registrierten Transmitter-generierten Signal für die niedrigste (1 kHz) und die höchste Frequenz (126.6 kHz) wiedergegeben.

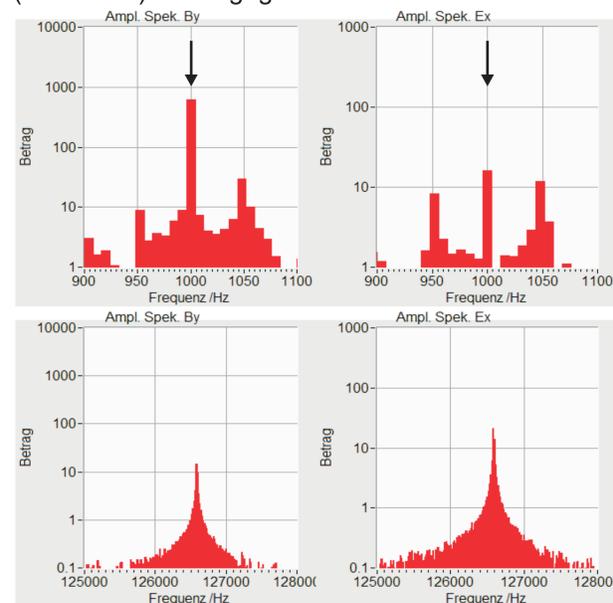


Abb. 3: Transmitter-generierte Signalanteile in den bei der RMT-Messung registrierten Feldern.

Obere Reihe: By und Ex Komponente des elektrischen und magnetischen Feldes bei 1 kHz. Während die magnetische Komponente die benachbarten Netzfrequenzoberwellen klar überragt, bleibt die elektrische Komponente vergleichsweise klein. Grund: Nahfeld Effekt bei 1 kHz.

Untere Reihe: wie obere Reihe, jedoch bei 126.7 kHz. E- und B-Feld heben sich bei dieser hohen Frequenz klar vom Kontinuum ab.

AUSBLICK

RMT-Transmitter und RMT-Receiver sind nicht synchronisiert. Von einer zeitlichen Kopplung können aber eine Reihe von Vorteilen erwartet werden:

1. Die Datenqualität der RMT Messung würde sich verbessern.
2. Möglichkeit von RMT-Messungen im Nahfeld des magnetischen Transmitters.
3. Der Transmitter müsste nur noch "senden" wenn auch eine RMT-Messung stattfindet. In den Umsetzzeiten ruht der Transmitter und die Batterien werden geschont.

Hierzu ist die Erweiterung des Transmitters um einen GPS-synchronisierten, 2-kanaligen Datenlogger geplant.

REFERENZEN

RADIC, T. und BECKEN M. (2002): Neuartige HMD-Quelle für AMT-Messungen oberhalb von 1 kHz. Poster zur 62. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, 3.-5.3.2002, Hannover.

RADIC, T. und BECKEN, M. (2000): Widerstandstensor- und Tippermessungen im Radiofrequenzbereich. - Erste Erfahrungen mit einem an der TU Berlin entwickeltem RMT Messgerät. In (Hrsg.) Bahr K. und Junge A., Protokoll über das 18. Kolloquium Elektromagnetische Tiefenforschung, S. 8-14, 20.-24.3.2000, Altenberg.