



In-Loop Transient Elektromagnetische Messungen im Kölner Grüngürtel: Vergleich der KMS-820 Empfangs-Einheit mit dem Zonge GDP32-II



M. Küpper, B. Tezkan, P. Yogeshwar, A. Haroon, R. Bergers, T. Hanstein

kuepper@geo.uni-koeln.de

Einleitung

In dieser Arbeit wurde erstmals eine KMS-820 Empfangsapparatur von KMS Technologies für In-Loop TEM-Messungen im typischen Zero-TEM-Zeitbereich eingesetzt. Dabei wurden Vergleichsmessungen in der Kölner Umgebung mit dem GDP32-II von Zonge Engineering durchgeführt.

Am Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln wird seit Jahren der GDP32-II als Empfänger für TEM-Messungen verwendet, sodass dieses Gerät und seine Eigenschaften bereits bekannt sind und sich die Ergebnisse gut als Referenz für Vergleiche mit der neuen KMS-820 Empfangseinheit eignen.

Das KMS-820 System ist für eine allgemeine Anwendung in der Elektromagnetik und Mikroseismik entwickelt worden. Zur Zeit ist der Haupteinsatz in der Magnetotellurik und LOTEM Sondierung. [1].

Messungen

Erste Messungen wurden im Vorgebirgspark in Köln durchgeführt mit typischen Senderkantenlängen von 50 m und 100 m.

In Abb. 2 ist der Messaufbau skizziert. Hierbei wurde bei allen Messungen der GDP-32 zum Triggern des Senders NT-20 genutzt. Die Synchronisation der Zonge Apparatur erfolgt über eine Triggerverbindung, wohingegen mit der KMS-820, zusätzlich zur induzierten Spannung, die Stromfunktion über einen Shunt aufgezeichnet wurde. Bei LOTEM Anwendungen erfolgt die Zeit-Synchronisation typischerweise über GPS-Uhren und könnte hier alternativ auch verwendet werden.

Als Cycle-Frequenz wurde 32 Hz genutzt und an der KMS-820 die höchste Samplingrate (80 kHz) eingestellt.



Abb. 1: Foto der verwendeten Messgeräte, NT-20 (vorne), GDP32-II von Zonge Engineering und KMS-820 von KMS Technologies (rechts)

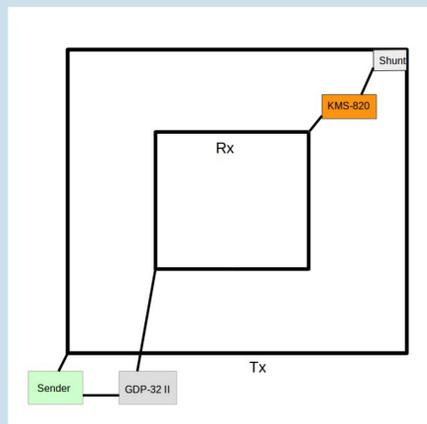


Abb. 2: Skizze des Messaufbaus. Bei der KMS-820 muss zusätzlich die Stromfunktion mitgeschnitten werden

Bestimmung des Zeitnullpunktes bei der KMS-820

Zur Bestimmung des Zeitnullpunktes wurde bei den Feldmessungen die gesendete Stromfunktion aufgezeichnet. Anhand derer wird der Zeitnullpunkt an den Punkt gesetzt, an dem der Strom komplett ausgeschaltet ist.

Dieser Punkt ist in der Praxis jedoch nicht eindeutig erkennbar, da die Stromfunktion Überschwingen haben kann oder oszilliert. Es kommen immer mehrere Punkte als Nullpunkt in Frage (vgl. Abb. 3). Da bei den Einstellungen der KMS-820 eine Samplingrate von 80 kHz gewählt wurde, liegen diese Punkte jedoch jeweils 12,5 μ s auseinander.

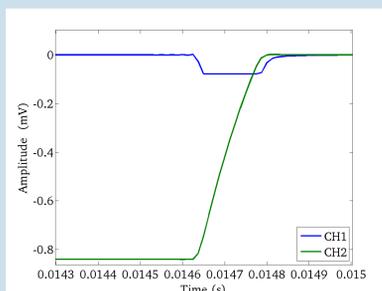
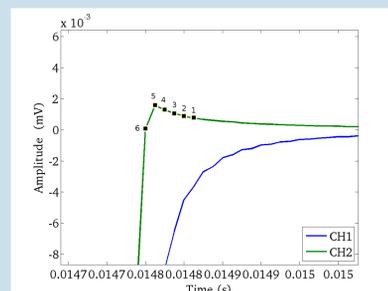


Abb. 3: Darstellung der induzierten Spannung (Channel 1) und der Stromfunktion (Channel 2) bei einer KMS-Messung, rechts: Vergrößerte Darstellung mit sechs beispielhaften Nullpunkten



Leichter ist der Nullpunkt am Anfang der Rampe ablesbar; die Transienten müssten dann um die bekannte Rampenzeit verschoben werden. Jedoch stimmen die Rampenzeiten der KMS-820 Messungen nicht mit den im Feld aufgenommenen Oszilloskop-Daten überein, sondern es gibt deutliche Abweichungen von bis zu 35 μ s und die Rampe erscheint länger als im Oszilloskop. Der Grund hierfür ist der Einfluss des internen 20-kHz-Tiefpassfilters der KMS-820, der für eine zeitliche Verzögerung des Signals von 2-3 Abtastintervallen sorgt.

In Abbildung 3 fällt auf, dass die induzierte Spannung in die Sättigung geraten ist. Dies geschieht durch einen zu hoch gewählten Gain bei den KMS-820 Einstellungen.

Vergleich der Transienten

Die Wahl des Nullpunktes hat einen starken Einfluss auf den endgültigen Transienten. In Abbildung 4 sind beispielhaft die Transienten dargestellt, die durch die verschiedenen Nullpunkte (vgl. Abb. 3) entstehen. Dabei wird die beste Anpassung an den GDP-32 erreicht, wenn Punkt 5 als Nullpunkt gewählt wird. Als Referenz wird jeweils der Transient des GDP-32 (in Grün) betrachtet.

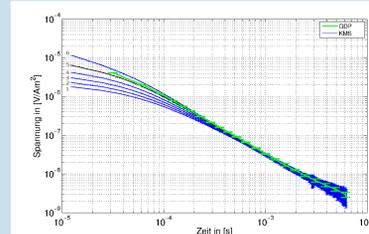


Abb. 4: Einfluss des Nullpunktes auf den KMS-820 Transienten, GDP-32 als Referenz

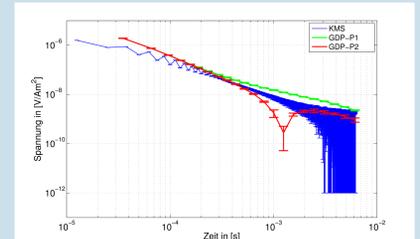


Abb. 5: Einfluss des internen Antialiasingfilters bei Messungen mit Senderkantenlänge 50 m

Um die Transienten quantitativ vergleichen zu können, werden die KMS-Daten auf die GDP-Stützstellen interpoliert (siehe Abb. 6)

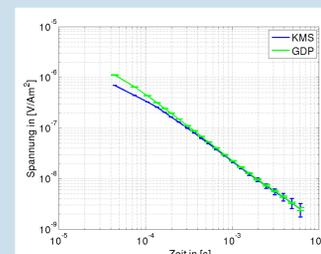


Abb. 6: KMS-820 Daten interpoliert auf GDP-32 Stützstellen

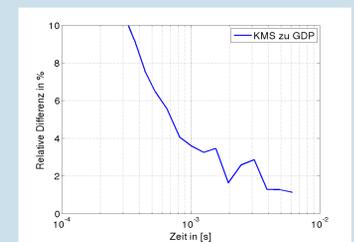


Abb. 7: Relative Differenzen zwischen GDP-32II und KMS820 und Transienten

An den relativen Differenzen ist erkennbar, dass die Transienten zu frühen Zeiten, wegen der Wahl des Nullpunktes, deutlich abweichen. Zu späteren Zeiten ist diese Abweichung deutlich geringer. Problematisch ist ebenfalls der Einfluss des internen Antialiasingfilters der KMS-820. Der digitale Antialias-Filter erzeugt ein oszillierendes Einschwingen bei sehr schnellen Abschaltvorgängen wie bei 50 m X 50 m Senderspulen (vgl. Abb. 5). Bei größeren Sendespulenauslagen wie 100 m x 100 m oder einer Abschaltvorgang mit einer längeren Rampenzeit ist der Einfluss vernachlässigbar.

Vergleich der Inversionsergebnisse

Um abschätzen zu können, wie groß die möglichen Interpretationsfehler bei der Inversion sein können, die durch einen den gewählten Nullpunkt entstehen, werden für drei verschiedene Nullpunkte (Punkte 1, 3 und 5 aus Abb. 3) Inversionen durchgeführt und mit den Inversionsergebnissen des GDP-32 II verglichen (siehe Abb. 8). Im direkten Vergleich lässt sich erkennen, dass es zu Unterschieden bei den oberen Schichten der Modelle kommt.

Wird Punkt 5 als Nullpunkt gewählt, stimmen die Transienten von GDP-32 und KMS-820 überein und auch die Inversionsergebnisse sind vergleichbar. Die Anpassung ist insgesamt gut, mit $\chi \approx 1$.

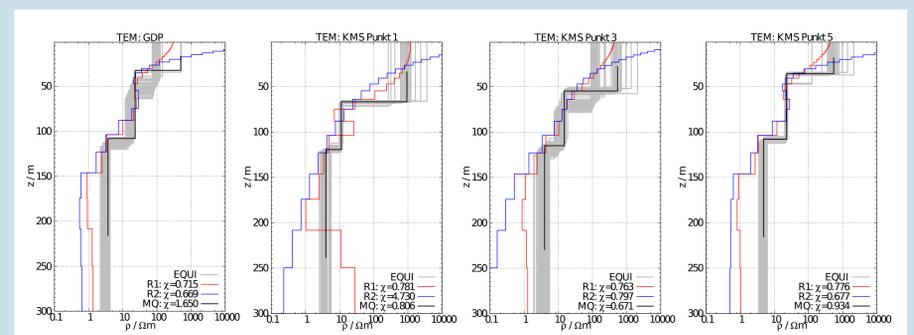


Abb. 8: Einfluss der Wahl des Nullpunktes auf das Inversionsergebnis, GDP-32 als Referenzmodell

Fazit

Erste Messungen ergeben, dass die gemessenen Daten von KMS mit denen vom GDP übereinstimmen. Allerdings sind folgende Probleme bei der Datenprozessierung zu beachten:

- Ungenauigkeit beim Bestimmen des Zeitnullpunktes
- Verfälschung der Daten durch den internen Antialiasingfilter

Mögliche Lösungen:

- Nullpunktbestimmung am Anfang der Rampe (wie bei LOTEM), wenn genaue Verzögerung bei der Stromfunktion durch Tiefpassfilter bekannt ist
- Antialiasing verhindern durch längere Rampenzeit, vorgeschalteten externen Tiefpassfilter oder nachträgliche Dekonvolution

Referenzen:

[1] Haroon, A., Adrian, J., Bergers, R., Gurk, M., Tezkan, B., Mammadov, A. L. and Novruzov, A. G. (2015). Joint inversion of long-offset and central-loop transient electromagnetic data: Application to a mud volcano exploration in Perekishkul, Azerbaijan. Geophysical Prospecting, 63: 478–494. doi: 10.1111/1365-2478.12157