

Magnet-Resonanz-Sondierungen (MRS) für die Erstellung von hydrogeologischen Schnitten am Beispiel Brandenburgisches Havelland



CAU
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

K. Seibertz (CAU-Kiel; MLU-Halle), T. Günther (LIAG), S. Costabel (BGR)



Motivation

In der Geologie und der Hydrogeologie sowie dem Bauwesen sind Informationen über die Verteilung von Grundwasser im Untergrund von großem Interesse. Normalerweise werden diese Informationen aus Bohrungen gewonnen. In dieser Arbeit wollen wir mit einer Fallstudie untersuchen, inwieweit das MRS Verfahren eine Unterstützung zur Verdichtung von Datensätzen geben kann und somit eine kostengünstige Alternative zu Bohrungen darstellt. Das Testgebiet liegt im Brandenburgischen Havelland in unmittelbarer Nähe der Ortschaft Brädikow. Der damit verbundene Einfluss des elektromagnetischen Umgebungsräuschens, bzw. die Wirksamkeit der Rauschunterdrückung durch das remote-reference-Prinzip, stand dabei ebenfalls im Fokus der Untersuchungen.

Methode

Für eine MRS Messung wird mindestens eine Spule benötigt. Diese dient sowohl zum Anregen, als auch zum Empfangen. Weitere Spulen dienen der Referenzmessung für die Rauschunterdrückung und sind optional. Aus den Amplituden für verschiedene Pulsmomente wird der Wassergehalt als Funktion der Tiefe rekonstruiert sowie die hydraulischen Leitfähigkeiten aus den Abklingzeiten des Signals heraus berechnet. Das Prinzip ist in Lange et al. (2005) nachzulesen.

Auswertung

Die Auswertung der MRS-Daten umfasst die numerische Rauschkompensation mithilfe der Referenzmessungen, sowie die Anpassung der Daten durch Inversion. Einsatz fanden primär die Block-Inversion (Abb. 1) und die QT-Inversion. Diese liefern scharfe Grenzen für Wassergehalte. Bei der QT-Inversion wird zusätzlich eine Abklingzeitenverteilung berechnet, welche Rückschluss auf die Korngrößenverteilung wasserführender Schichten ermöglicht. Hintergründe zu finden in Müller-Petke & Yaramanci (2010).

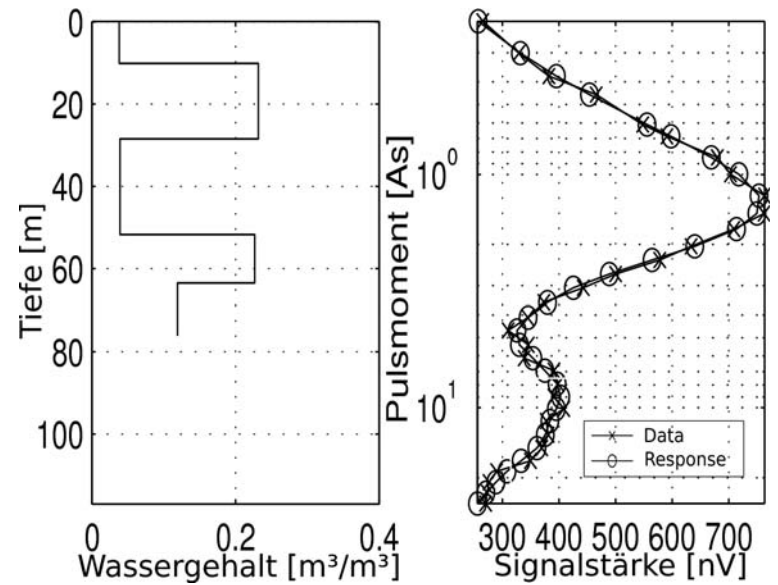


Abb. 1: Darstellung der Anpassung der Sondierungskurve und ihres Ergebnis der Block-Inversion für Sondierungspunkt BRAD4.

Diskussion

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in der für die Geologie typischen Form von Säulendiagrammen für Bohraufschlüsse. Gegenübergestellt werden hierbei die Ergebnisse des HYRA Projektes aus welchem das Vergleichsprofil entstammt (Abb. 2) und die Ergebnisse der MR-Sondierungen.

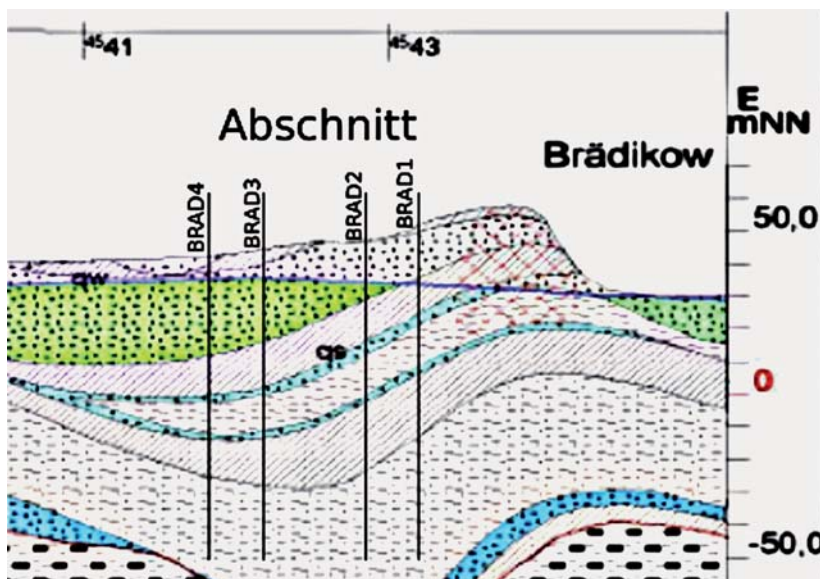


Abb. 2: Hydrogeologisches Profil aus HYRA Daten verändert nach LBGR mit eingezeichneten MR-Sondierungspunkten.

Aus den Ergebnissen der MR-Sondierung lassen sich Wasser und Abklingzeitenverteilungen (durchschnittlich 190 ms) über die Tiefe ermitteln. Daraus lassen sich hydrologische Profile erstellen (Abb. 3). Extrapoliert wurden die Profile auf eine Bohrung als Endpunkt.

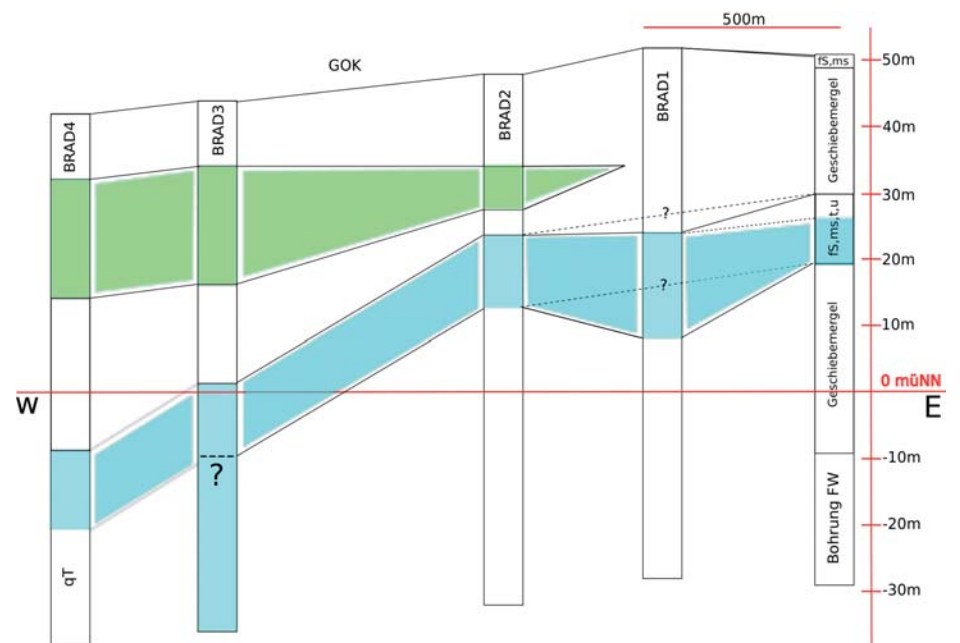


Abb.3: Hydrologisches Profil mit Endpunkt: Bohrung Feuerwehr. Die Fragezeichen kennzeichnen den Bereich von Messungenauigkeiten durch Rauscheinfluss und Auflösungsvermögen

Aus den Abklingzeiten (Hinweis auf mittel/grob Sande), Wasserverteilungen und den Ergebnissen der Bohrungen lassen sich nun die geologischen Sedimentklassen ermitteln. Die Kombination ergibt ein hydrogeologisches Profil (Abb. 4) (Seibertz, 2011).

Die MRS-Daten zeigen keine Zweiteilung des Grundwasserleiters K 2 (GWLK 2). Diese Annahme wird durch eine Bohrung der Feuerwehr Brädikows im Jahre 2008 gestützt.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Messungen und Auswertungen zeigen, dass die übergeordneten geologischen Strukturen mit Hilfe von MRS gut abgebildet werden konnten (vgl. Abb. 2, 3 und 4). Vor allem der GWL 1.2 zeigt sehr gute Übereinstimmung mit der geologischen Karte.

Es konnte damit gezeigt werden, dass MRS für Fragestellungen der Aquifererkundung in Bezug vor allem auf die Lage von Grundwasserspiegel sowie Aquifermächtigkeiten zuverlässige Ergebnisse liefert. Weiter war es möglich aus den Abklingzeiten das Aquifermaterial zu rekonstruieren, welches auch gute Übereinstimmung mit der aus den Bohrungen zu erwartenden Geologie zeigt.

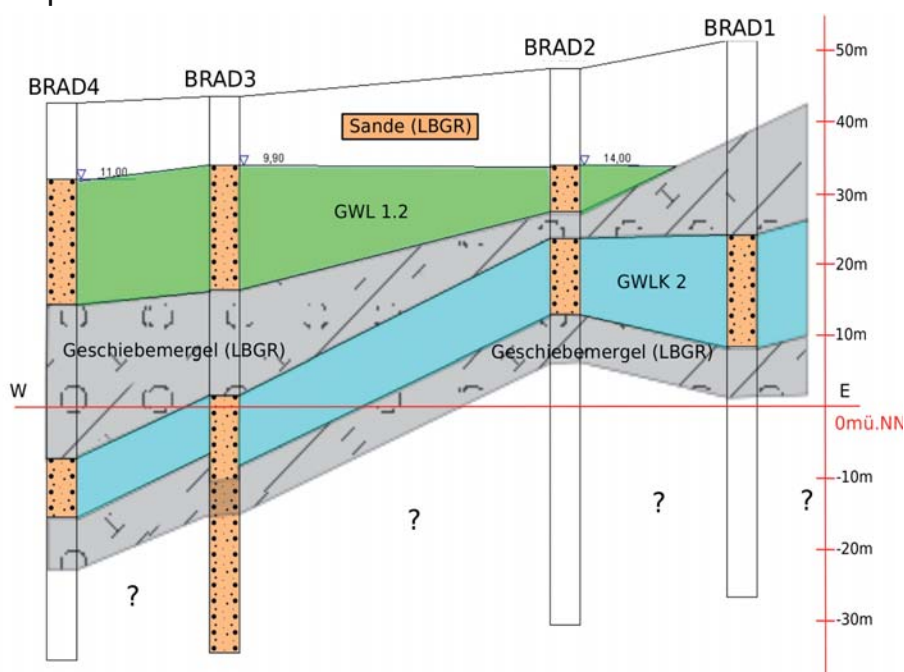


Abb.4: Hydrogeologisches Profil aus der Kombination von MRS Interpretation und Bohrlochdaten. Der weiße Bereich kann aufgrund von mangelndem Wasser mit MRS nicht erkundet werden. Das Stauermaterial wurde aus Bohrdaten ermittelt.