

„Bohrlochgeophysik an Grundwassermessstellen des Freistaates Sachsen in den Untersuchungsgebieten des Ziel 3 – Projektes GRACE“ Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Die vorgelegten Ergebnisse wurde im Rahmen des grenzüberschreitenden Projekts „Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet“ (GRACE) in den Jahren 2013/ 14 erarbeitet. Leadpartner des Projekts ist das Wasserwirtschaftsforschungsinstitut T.G. Masaryk, öffentliche Forschungseinrichtung (VÚV TGM, v.v.i.), Projektpartner das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).

Die Untersuchungen wurden im Auftrag des LfULG durch die Firma Bohrlochmessung-Storkow GmbH (Blm) durchgeführt.

Ziel- und Aufgabenstellung: Ziel des Auftrages war die Prüfung der Funktionsfähigkeit ausgewählter Grundwasserpegel im deutschen Teil der beiden Untersuchungsgebiete Hřensko-Křinice/ Kirnitzsch (Sächsisch-Böhmische Schweiz) und Petrovice-Lückendorf-Jonsdorf-Oybin (Zittauer Gebirge) sowie die Ableitung geohydraulischer und geochemischer Eigenschaften der Messstellen sowie ihres näheren Umfeldes. Dafür wurden Methoden der Messstellengeophysik angewendet.

Bearbeitung: K. Baumann
L. Kuschel

Messtechniker: J. Pauli
U. Schwarz
Bohrlochmessung-Storkow GmbH (Blm)
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

Geländearbeiten und bohrlochgeophysikalische Messverfahren

Die Bohrlochgeophysik wurde an einem Messstellenbündel im Gebiet Hřensko-Křinice/ Kirnitzsch (Messstellenkennziffer – MKZG: 50516023, 50516024, 505106025, 505106026) und an fünf Grundwassermessstellen (GWM) im Gebiet Petrovice-Lückendorf-Jonsdorf-Oybin (51540600, 51546006, 51546007, 51546014, 51546016) durchgeführt. Die Messungen erfolgten Ende 2013/ Anfang 2014.

An den GWM kamen die folgenden Messverfahren zum Einsatz:

- Kamerabefahrung (OPT)
- Kaliber-Log (CAL)
- Segmentiertes-Gamma-Ray-Log (SGL)
- Gamma-Gamma-Dichte-Log (GG-D)
- Neutron-Neutron-Log (NN)
- Salinitäts-Log (SAL)
- Temperatur-Log (TEMP)
- Flowmeter-Log (FLOW)
- Optisches Fluoreszenz-Log (OF)

Mit den aufgeführten geophysikalischen Bohrlochmessverfahren können folgende Aussagen über die GWM selbst, ihren Ringraum sowie den unmittelbar an die GWM angrenzenden Gesteinsraum gemacht werden:

Tab. 1: Übersicht der verwendeten Messverfahren und deren Aussagen

Bohrlochphysikalische Messung	Mess-Aussage
Kamerabefahrung (OPT)	Optische Zustandsbewertung von GWM, Aufsatzrohren, Filterrohren, Rohrverbindungen, Ringraumverfüllung im Filterbereich, Fremdkörper, Auflandungen
Kaliber-Log (CAL)	Rohrinnendurchmesser, Rohrdefekte, Hindernisse, Lokalisierung Rohrverbindungen und Filterstrecken, Ablagerungen
Segmentiertes-Gamma-Ray-Log (SGL)	Räumlich gerichtete Aussagen zu Lithologie, Lagerungsverhältnisse Ringraum, Feinkornmaterial im Filterkies, Kolmation im Filterbereich
Gamma-Gamma-Dichte-Log (GG-D)	Stückelung Stahlrohrstränge, Rohrschäden, Wanddicke Stahlrohre, Abgrenzung Stahlvoll- und -filterrohr, Lagerungsverhältnisse, Wasserspiegel an Rohraußenwand
Neutron-Neutron-Log (NN)	Nachweis bindiger Abdichtungen (Tonsperre)
Salinitäts-Log (SAL)	Grundwassermineralisation in Bohrlochumgebung, Wasserspiegel und Mineralisationsprofil im Bohrloch, Zufluss- und Verlustbereiche, Fließvorgänge, Rohrundichtigkeiten, Hinterrohrzirkulation, Herkunftsprognose Grundwasser
Temperatur-Log (TEMP)	Temperaturmessung, Temperaturprofil, Zufluss- und Verlustbereiche, Fließvorgänge
Flowmeter-Log (FLOW)	Zuflussprofilierung, Klärung hydrodynamische und -statische Verhältnisse, Lokalisierung/ Quantifizierung von Zufluss- und Verlusthorizonten, Fremdzufüsse
Optisches Fluoreszenz-Log (OF)	Grundwasserdynamik, Grundwasserfließgeschwindigkeit

Ergebnisse

GWM-Bündel Schmilka, Nasser Grund, Hy Sca 21/82/1 bis Hy Sca 21/82/4 (MKZG: 50516023, 50516024, 50516025, 50516026)

Das Messstellenbündel besteht aus vier Beobachtungsrohren, die alle im turonen Grundwasserleiter ausgebaut sind. Davon sind zwei Rohre (50516023, 50516024) im 2. Grundwasserleiter und zwei Rohre (50516025, 50516026) im 3. Grundwasserleiter verfiltert. Das Messstellenbündel wurde 1982 errichtet. Die Beobachtungsrohre sind als Stahlrohre ausgeführt.

Mit dem durchgeführten Messprogramm sind auf Grund der vier Pegelrohre im Bohrloch, ihrer unbekanntenen Lage zueinander sowie der abschnittsweise vorhandenen Ringraumverfüllung Aussagen zur umgebenden Lithologie nicht möglich. Lediglich im Pegelrohr 50516026 weist die Gamma-Eigenstrahlung auf wahrscheinlich vorwiegend bindig aufgebaute Gebirgsbereiche hin.

Die Kamerabefahrung zeigte auf den Rohrwandungen aller Beobachtungsrohre Beläge sowie Korrosions- und Ablagerungskrusten. Die Filterstrecke des Pegels **50516023** war zur Messbefahrung wasserfrei, durch die Filterschlitze war erkennbar, dass der Ringraum unverfüllt ist. Der Pegel **50516024** war weitgehend unauffällig, allerdings endete die Kamerafahrt an einer Rohrverengung oberhalb der Filterstrecke. Im Pegelrohr **50516025** deuten streifenförmige Korrosionskrusten auf Fließspuren in Folge hydraulischer Undichtigkeiten hin. Der Pegel **50516026** zeigt ebenfalls Korrosionsspuren in Form von Fließspuren, die auf hydraulische Undichtigkeiten in den Aufsatzrohren hinweisen. Die beiden zuletzt genannten Pegel sind durch Fremdkörper verstopft.

Společně využívané podzemní vody na česko-saském pomezí (GRACE)

Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet (GRACE)

Die Ringraumverfüllung besteht im oberen Teil der GWM aus einer Zementationsstrecke, die in ihrem unteren Teil erhöhte Kiesanteile besitzt. Daran schließt sich eine ca. 5 m unverfüllte Strecke an. Anschließend folgt eine Filterkiesschüttung mit variierender Lagerungsdichte, die einseitig Zementationsmaterial enthält, aber keine hydraulische Barriere darstellt. Anschließend folgt bis Messendteufe eine Tonsperre.

Die hydraulischen Tests zur Klärung der Hydrodynamik zeigten, dass zwischen den Pegeln 50516023 und 50516024 eine direkte hydraulische Verbindung über die Bohrung besteht und das im Ringraum vorhandene Zementmaterial demnach hydraulisch unwirksam ist. Im Weiteren zeigte sich, dass es zwischen den beiden oberen (50516023, 5016024) und unteren Pegelrohren (50516025, 50516026) keine hydraulische Verbindung gibt, so dass die Tonsperre als hydraulisch wirksam eingeschätzt werden kann.

In Folge der Messungen wird das Messstellenbündel als nicht funktionsfähig eingeschätzt. Die Messstelle wird zurück gebaut. Der Ersatzneubau ist in Planung.

GWM Lückendorf GWBR 1/63 (MKZG: 51540600)

Die GWM besteht aus einem Beobachtungsrohr, welches im turonen Grundwasserleiter ausgebaut ist. Die Messstelle wurde 1963 errichtet. Das Beobachtungsrohr ist als Stahlrohr ausgeführt.

Die Kamerabefahrung zeigte korrodierte Rohre oberhalb des Ruhewasserspiegels sowie Verockerungen der Rohrwände unterhalb des Wasserspiegels. Die Kamerafahrt musste nach ca. 115,70 m an einer Auflandung abgebrochen werden. Die Kalibermessung erfolgte bis 116,45 m unter Geländeoberkante in die Auflandung hinein, was darauf hindeutet, dass es sich um Schwebstoffablagerungen auf einem Fremdkörper im Aufsatzrohrstrang handelt. Möglicherweise besteht auch ein Rohrabsatz, unter dem eine Verengung des Innendurchmessers der GWM von 300 mm auf 180 mm stattfindet.

Aus diesen Ergebnissen folgt, dass ein Großteil der GWM bei einer Gesamtteufe von annähernd 498 m nicht zugänglich ist. Sie ist im derzeitigen Zustand für ein Grundwasserstandsmonitoring ungeeignet und wurde daher als nicht funktionsfähig eingestuft.

GWM Lückendorf, 2/77 (MKZG: 51546007)

Die GWM besteht aus einem Beobachtungsrohr, welches im turonen Grundwasserleiter ausgebaut ist. Die Messstelle wurde 1977 errichtet. Das Beobachtungsrohr ist als Stahlrohr ausgeführt.

Mit den SGL- sowie NN/ GG.D-Messungen wurden erwartungsgemäß im Bohrloch durchgängig Sandsteine festgestellt. Unterhalb des Rohrschuhs war der Sandstein im offenen Bohrloch feinkonglomeratisch. Die variierenden NN-Messwerte zeigten außerdem, dass sich die Porosität des Sandsteins kleinräumig relativ stark ändert.

Mittels Fernsehsondierung zeigte sich, dass die Aufsatzrohre durchgehend von Korrosionskrusten bzw. das Filterrohr oberhalb des Wasserspiegels durchgängig von einem Wasserfilm überzogen waren. Zweiteres ist ein deutliches Indiz für einen Grundwasserzufluss aus dem Gebirge oberhalb der Filteroberkante. Inwieweit sich das auf den Wasserstand auswirkt, ist nicht bewertbar. Die Filterstrecke ist durchgehend verockert, die Filterschlitzte sind teils durch Ocker zugesetzt. Kamerabefahrung und Geophysik musste an einem Fremdgegenstand (evtl. Grundwasserförderpumpe) am Boden des Bohrloches beendet werden. Filterkies- und Zementationsstrecken sind homogen und umläufig, der Ringraum im unteren Teil des Filterrohres ist unverfüllt.

Die Untersuchungen zur Hydrodynamik/ Hydrochemie zeigten zunächst eine von oben nach unten abnehmende Wassertemperatur, was wahrscheinlich mit Wasserbewegungen des im Gebirge gespeicherten Porenwassers zusammenhängt. Dazu gleichläufig wurde eine Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit beobachtet, die kurz vor Messendteufe wieder anstieg. Mit dem Tracer-Fluidlogging konnten im Bohrloch

Společně využívané podzemní vody na česko-saském pomezí (GRACE)

Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet (GRACE)

Grundwasserzufluss- und -verlustbereiche mit einer dazwischen abwärts gerichteten Fließbewegung festgestellt werden.

Insgesamt kann die GWM für ein Grundwasserstandsmonitoring als geeignet angesehen werden.

GWM Lückendorf, 3/77 (MKZG: 51546014)

Die GWM besteht aus einem Beobachtungsrohr, welches im turonen Grundwasserleiter ausgebaut ist. Die Messstelle wurde 1977 errichtet. Das Beobachtungsrohr ist als Stahlrohr ausgeführt.

Mit Hilfe der SGL- und NN-Messungen konnte der Ausbau des Pegels im Sandstein bestätigt werden. Es wurde nachgewiesen, dass das Gebirge lagenweise überwiegend aus Schluff- bzw. Tonsteinen aufgebaut ist.

Die Kamerabefahrung zeigte, dass die Aufsatzrohre durchgehend von leichten Korrosionskrusten überzogen sind, ein aktives Einfließen von Wasser war jedoch nicht zu erkennen. Die Filterschlitz des Filterrohres sind bis zum Ruhewasserspiegel frei, die Filterkiesschüttung ist radial umlaufend. Partiiell war direkt das Gebirge zu erkennen, so dass der Rohrstrang wahrscheinlich einseitig an der Bohrlochwand anliegt. Die Filterrohrwandungen sind bis zum Ruhewasserspiegel mit Korrosionskrusten überzogen, unterhalb des Ruhewasserspiegels sind sie verockert. Im unteren Teil des Filters weist die Filterkiesschüttung helles Feinkornmaterial auf, was nach Schichtenverzeichnis Kaolineinlagerungen sein könnten. Die Fernsehsondierung endete am Boden der GWM.

Die Ringraumfüllung des Pegels ist unterhalb von Betonsockel und Aufsatzschutzrohr (ca. 0,4 m) vollständig als Filterkiesschüttung ausgeführt, die in ihrem unteren Teil eine geringfügige Verdichtung aufzeigt.

Die Untersuchungen zur Hydrodynamik/ Hydrochemie wiesen unter Ruhebedingungen keine Wasserbewegung nach.

Die GWM ist wegen ihrer fehlenden oberflächennahen Abdichtung nur eingeschränkt für eine Grundwasserstandsmonitoring geeignet. Da der Ringraum der GWM durchgehend verkiest ist, kann Oberflächen- und Grundwasser über das gesamte Bohrloch in den Pegel einströmen. Es wurde keine eigenständige Fließbewegung im Pegel festgestellt, so dass der Eintrag oberflächennahen Wassers weitgehend limitiert sein muss.

GWM Lückendorf, 5E/77 (MKZG: 51546016)

Die GWM besteht aus einem Beobachtungsrohr, welches im turonen Grundwasserleiter ausgebaut ist. Die Messstelle wurde 1977 errichtet. Das Beobachtungsrohr ist als Stahlrohr ausgeführt.

Mittels SGL- und NN-Messungen konnte der lithologische Aufbau des bestehenden Schichtenverzeichnisses bestätigt werden.

Das Bohrloch ist nur partiell mit dem Pegelrohr ausgebaut und unter diesem unverbohrt. Die Aufsatzrohre weisen nahezu vollständig Korrosionskrusten auf. An der Filterrohrwandung sind ebenfalls durchgängig Korrosionskrusten zu erkennen, die Filterschlitz jedoch sind frei, so dass die Filterkiesschüttung radial umlaufend über die gesamte Filterstrecke zu erkennen ist. Im unteren Teil des Filterrohres ist einseitig Zementationsmaterial auf der Filterrohrwandung und teils das anstehende Gebirge durch die Filterschlitz erkennbar. Die Ringraumfüllung liegt somit nicht umlaufend am Rohrstrang an. Der Ruhewasserspiegel liegt kurz oberhalb des offenen Bohrlochs. Die Schwebstoffführung und Trübung des Wassers nehmen nach unten hin zu (Abbruch Kamerasondierung).

Der Ringraum der Messstelle ist auf den oberen ca. 50 m zementiert, wobei die oberen 3 m wahrscheinlich nur eine einseitige Zementation besitzen. Dann folgt bis zum Ausbauende ein Wechsel von Filterkiesstrecken, unverfüllten Abschnitten und einseitigen Zementationslagen. Die Zementationsstrecke zwischen 3,0-53,0 m wird als hydraulisch wirksam eingestuft

Společně využívané podzemní vody na česko-saském pomezí (GRACE)

Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet (GRACE)

Die Ergebnisse der Messungen zu Hydrodynamik/ Hydrochemie zeigen keine Grundwasserbewegung im Pegel unterhalb des Ruhewasserspiegels.

Die GWM kann für eine Grundwassermonitoring als geeignet angesehen werden.

GWM Lückendorf, 6/77 (MKZG: 51546006)

Die GWM besteht aus einem Beobachtungsrohr, welches im turonen Grundwasserleiter ausgebaut ist. Die Messstelle wurde 1977 errichtet. Das Beobachtungsrohr ist als Stahlrohr ausgeführt.

Die Aufsatzrohre des Pegels sind über weite Strecken mit Korrosionskrusten überzogen, Tropfen an einzelnen Rohrverbindungen können Hinweise für Wassereintritte über undichte Rohrverbindungen sein. Ab dem Teufenbereich des Wasserspiegels treten verstärkt Verockerungsablagerungen auf der Rohrwandung des Aufsatzrohrstranges auf, unterhalb des Wasserspiegels sind die Belege zunächst schwach, nehmen dann aber Richtung Filteroberkante stark zu, so dass ab Filteroberkante die gesamte Filterstrecke nahezu vollständig von Verockerungsaufwachsungen zugesetzt ist. Das Wasser ist stark getrübt und führt hohe Schwebstoffmengen (Verockerungen, gelartige Komplexe wahrscheinlich biogener Herkunft).

Die Ringraumfüllung ist in den oberen 10 m als Zementationsstrecke ausgeführt, darauf folgen rund 49 m Filterkies. Danach war die Hinterfüllung nicht mehr bestimmbar.

Die Untersuchungen zur Hydrodynamik/ Hydrochemie zeigten, dass direkt an der Filteroberkante Grundwasser mit einem Volumen von etwa 160 l/h in GWM einfließt und abwärts strömt. Wahrscheinlich stammt das zuströmende Grundwasser aus dem verkiesten Bereich des Gebirges oberhalb der Filteroberkante. Während der Abwärtsbewegung wird das Grundwasser relativ gleichmäßig in das umgebende Gebirge infiltriert.

Prinzipiell ist die GWM für ein Grundwasserstandsmonitoring geeignet. Der Pegel ist durch die Zementationsstrecke wirkungsvoll gegen Einflüsse von Oberflächenwasser abgeschirmt. Der Grundwasserzufluss findet unterhalb der Zementation bis zur Endteufe statt. Eine abschließende Beurteilung des Filterrohrmaterials ist erst nach einer Reinigung des Pegels möglich.