

# Detailausbaukontrolle einer Grundwassermessstelle mit Bohrlochgeophysikalischen Methoden

**Bohrloch- und Ausbauanalyse** ■ Viele Grundwassermessstellen werden nicht nur für die Beobachtung von Grundwasserständen, sondern auch zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit errichtet. Damit eine Grundwassermessstelle beide Aufgaben erfüllen kann, muss die Wirksamkeit der Ringraumabdichtung(en) sowie die Dichtheit der Aufsatzrohre gewährleistet sein. Sonst kommt es bei mehreren, durch stauende Schichten getrennten Grundwasserleitern und entsprechend unterschiedlichen hydraulischen Potenzialen zu Strömungsvorgängen im Messstellenrohrstrang und/oder im Ringraum, wodurch eine repräsentative Probenahme erschwert oder unmöglich gemacht wird. Je nach Größe der Potenzialunterschiede und dem Verhältnis der Durchlässigkeiten kann es durch den Fremdwasserzufluss bzw. eigenständige Strömungsvorgänge auch zu erheblichen Verfälschungen der gemessenen Grundwasserstände kommen.

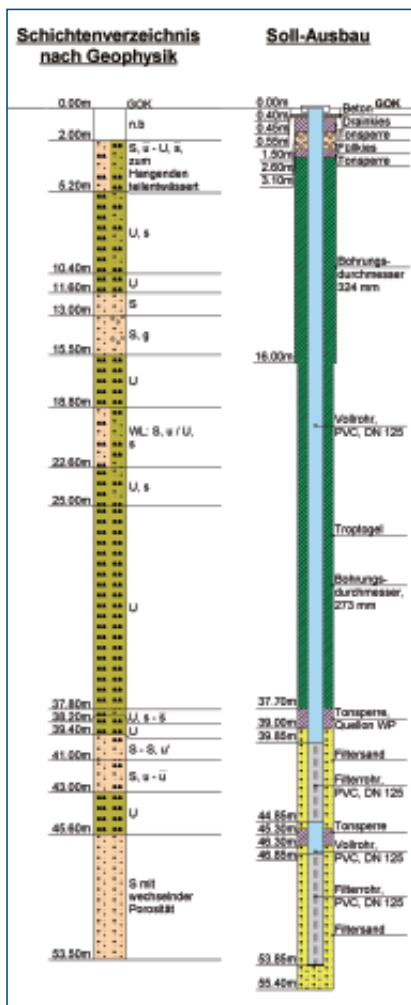


Abb. 1 Geplanter Ausbau der GWM 9861 und Schichtenverzeichnis nach Geophysik

Im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg wurde 2004 im Bereich des Westklinikums im Stadtteil Rissen die Grundwassermessstelle 9861 neu errichtet, um die Herkunft der in einer benachbarten Altmessstelle festgestellten Verunreinigung des Grundwassers durch Leichtflüchtige Chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) besser aufklären zu können. Bereits in der Planungsphase war vorgesehen, die Filterstrecke durch einen Vollrohrabschnitt mit dahinterliegender Tonsperrschicht zu unterteilen, um so durch Abpackerung zwei durch eine geringmächtige Schluffschicht getrennte Grundwasserleiter einzeln beproben zu können und gegebenenfalls einen Teiltrückbau zu ermöglichen (Abb. 1). Oberhalb der Filterstrecken (< 39 m) wurde eine durchgehende Abdichtung des Ringraums mit Ton-Zement-Suspension und gammaaktiv markierten Tonen im Hangenden und Liegenden der Suspension projektiert, um die hydraulische Sperrwirkung des durchteuften bindigen Gebirges wiederherzustellen. Von Seiten des Auftraggebers wurde die Abdichtung der Rohrverbindungen mit Teflonband gefordert und stichprobenartig eine Bauaufsicht durchgeführt. Durch eine erste bohrlochgeophysikalische

Basisuntersuchung zur Neubaubauabnahme im Jahr 2006 wurde der projektgemäÙe Einbau der Verrohrung sowie – bis auf geringe Abweichungen – der Ringraumverfüllgüter nachgewiesen. Allerdings ergab die FEL-Messung (fokussiertes Elektro-Log) unterhalb des Wasserspiegels an fast allen Aufsatzrohrverbindungen Hinweise auf mögliche hydraulische Durchlässigkeiten. Da die entsprechenden FEL-Anomalien jedoch nur mäßig ausgeprägt waren und das projektgemäÙe Vorhandensein der dahinterliegenden Ton-Zement-Suspension (TZS) durch die Verfahren GR (Gamma-Ray-Log), NN (Neutron-Neutron-Log) und GG.D (Gamma-Gamma-Dichte-Log) nachgewiesen werden konnte, wurde vermutet, dass die Dichtheit der Grundwassermessstelle im Aufsatzrohrabschnitt dennoch gegeben ist.

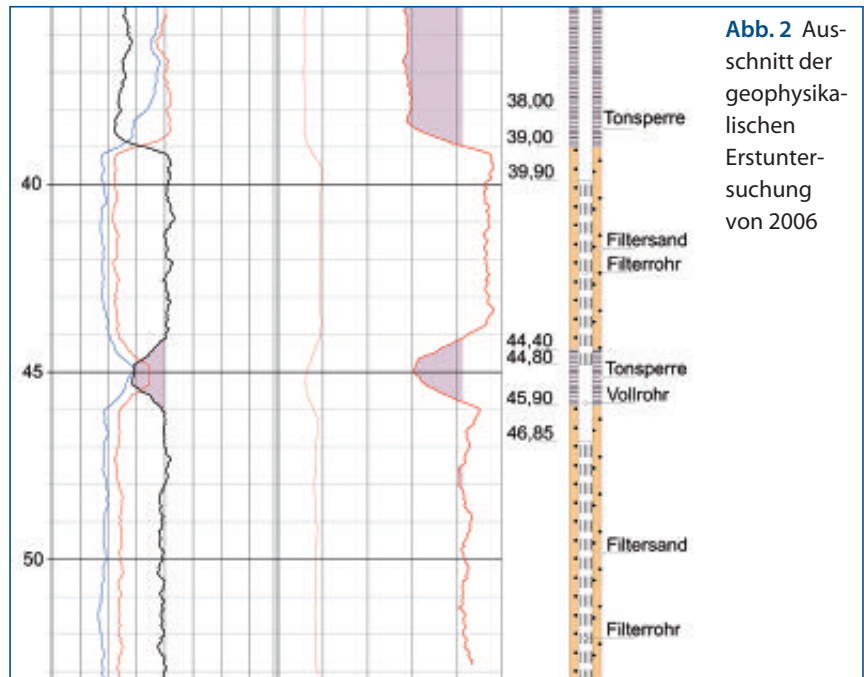
Bei der Untersuchung 2006 wurde außerdem ein etwas zu hoher Einbau der Tonsperrschicht im Bereich des Blindrohrs festgestellt, wodurch diese Tonsperrschicht mit den untersten 0,5 m der oberen Filterstrecke überlappt (Abb. 2).

Um die Grundwassermessstelle 9861 in das hydrologische Landesmessnetz zu übernehmen, wurde zur Bestands-

aufnahme im Jahr 2008 eine Kamera-  
befahrung durchgeführt. Dabei zeigten  
an allen Aufsatzrohrverbindungen  
Fließspuren einen starken Eintrag  
dunkler Fremdstoffe, wobei es sich aller  
Wahrscheinlichkeit nach um Material  
aus der Ton-Zement-Suspension han-  
delte (Abb. 3a, 3b). Allerdings konn-  
te allein durch die Kamerabefahrung  
nicht beurteilt werden, inwiefern der  
Fremdstoffeintrag noch aktiv stattfand  
oder bereits durch Abbinden der Ton-  
Zement-Suspension zum Erliegen ge-  
kommen war. Eine Recherche in den  
Unterlagen der Bauaufsicht ergab keine  
Hinweise auf mögliche Fehlerquellen  
bei der Errichtung der Grundwasser-  
messstelle. Da nach den neuen Befun-  
den der Kamerabefahrung jetzt Zweifel  
an der hydraulischen Dichtheit des  
Aufsatzrohrstrangs sowie der dahinter  
liegenden Ton-Zement-Suspension  
bestanden, wurden zur definitiven  
Klärung dieser Fragen weitere bohr-  
lochgeophysikalische Detailunter-  
suchungen in der Grundwassermess-  
stelle beauftragt.

**Detailuntersuchung der  
GWM 9861 in Hamburg-Rissen**

Die Grundwassermessstelle 9861 wur-  
de im Frühjahr 2009 mit den bohr-  
lochgeophysikalischen Messverfah-  
ren Segmentiertes Gamma-Ray-Log  
(SGL®), Dichte-Ringraumscanner-Log  
(RGG.D®) und Gasdynamischer Test  
(GDT) im Detail auf das Vorhandensein  
und die Dichtheit der Tonsperren und  
der eingebrachten Ton-Zement-Sus-  
pension untersucht. Aufgrund der sek-  
toriellen (SGL) bzw. „abtastenden“  
(RGG.D) Erfassung der Messwerte  
können mit Hilfe dieser Messverfahren



**Abb. 2** Aus-  
schnitt der  
geophysika-  
lischen  
Erstunter-  
suchung  
von 2006

Quelle: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Freie und Hansestadt Hamburg

im Gegensatz zu klassischen ungerich-  
teten Logs (GR und GG.D) gerichtete  
Aussagen zur Homogenität der Ring-  
raumverfüllung getroffen werden. Die  
eingesetzte SGL-Sonde misst dabei die  
Gammaeigenstrahlung in drei festen  
Sektoren, während bei der RGG.D-Sonde  
durch eine rotierende Quelle-Detektor-  
Anordnung die Dichte des Ringraums  
in elf Punkten pro Messebene unter-  
sucht wird. Beim Gasdynamischen Test,  
welcher eine aktive Dichtheitsprüfung dar-  
stellt, wird unterhalb eines pneuma-  
tischen Packers Stickstoff durch die Filter-  
schlitze in den Ringraum verpresst. Der  
Aufstieg des Stickstoffs durch den  
Porenraum des Filterkieses bzw. das  
„Einfangen“ des Gases unterhalb von  
wirksamen Ringraumabdichtungen wird  
dann durch aufeinanderfolgende Neu-  
tron-Neutron-Logs (NN) beobachtet.

Kommt es zur Ausbildung einer Gas-  
blase an der Unterkante von Tonsperren  
oder in mit TZS verpressten Bereichen,  
kann mit Sicherheit davon ausgegangen,  
dass diese Ringraumabdichtung auch  
hydraulisch wirksam ist.

Bei der Grundwassermessstelle 9861  
wurde der Gasdynamische Test der  
oberen Ringraumabdichtung in zwei  
getrennten Messeinsätzen wiederholt  
ausgeführt, während die untere Ton-  
sperre im Blindrohrbereich nur beim  
ersten Messeinsatz durch einen GDT  
überprüft wurde. Zusätzlich kamen bei  
der Detailuntersuchung die Bohrloch-  
messverfahren Kaliber-Log (CAL) und  
Fokussiertes Elektro-Log (FEL) zur  
Klärung des Rohraufbaus und Loka-  
lisierung von Rohrleckagen, das Induk-  
tions-Log (IL.RA) zur nachträg-



GmbH  
Systempartner für Bohr- und  
Installationsunternehmen

- Der Spezialist für Sonderlösungen
- Breites Angebotsspektrum und eigene Produkte wie das innovative HDG-Verpressmaterial
- Jahrelange internationale Erfahrung

**+++ Der HDG - NEWS EXPRESS läuft an! +++**

Abfahrt: 2. Mai 2011

Registrieren Sie sich für die Erst-Ausgabe mit exklusiven News und Insider-Tipps.

Sichern Sie sich jetzt unser Willkommensgeschenk: einen von 10 robusten Bauhelmen als optimalen Kopfschutz bei der Arbeit!

Ein Klick auf unsere Homepage genügt.

[www.hdg-umweltechnik.de](http://www.hdg-umweltechnik.de)

Quelle: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Freie und Hansestadt Hamburg

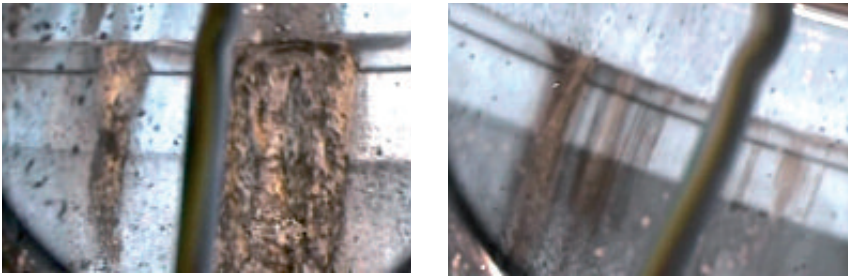


Abb. 3a, b Bilder der Kamerabefahrung von 2008 – Fremdstoffeintritt an Rohrverbindungen



Quelle: Bohrlochmessung - Storkow GmbH

Abb. 4 Bohrlochmessfahrzeug im Einsatz an Unterflurmessstelle

lichen Überprüfung des Bohrschichtenverzeichnisses sowie das SAL-/TEMP-Log zur kombinierten Messung der Salinität und Temperatur des Wassers im Messstellenrohrstrang zum Einsatz. Außerdem wurden Summenpackertests zur direkten Prüfung der Dichtheit der Aufsatzrohre auch oberhalb des Ruhewasserspiegels durchgeführt. Dabei wurde das unterste Vollrohr oberhalb des Filters durch einen pneumatischen Packer abgesperrt und durch Einstellen eines Differenzdrucks mittels Absenken und Auffüllen der Wassersäule um jeweils maximal 10 m die Aufsatzverrohrung einer Zusatzbelastung unterzogen.

#### Untersuchungsergebnisse – Dichtheit der Aufsatzrohre

Wie auch schon bei der ersten geophysikalischen Basisuntersuchung zeigte die FEL-Messung an fast allen Aufsatzrohrverbindungen gering bis mäßig

ausgeprägte Anomalien, die durch die elektrische Durchlässigkeit der betreffenden Rohrverbindungen hervorgerufen werden. Dieses Messergebnis war auf Grund der Befunde der Kamerabefahrung (Fremdstoffeintritt) zu erwarten. Die FEL-Messung liefert jedoch nur in „positiver Richtung“ eindeutige Aussagen. Werden nämlich keine elektrischen Durchlässigkeiten durch FEL verzeichnet, dann ist der Rohrstrang auch hydraulisch dicht. Sind dagegen Rohrverbindungen elektrisch durchlässig, dann bedeutet das noch nicht automatisch, dass diese Rohrverbindungen auch hydraulisch undicht sein müssen. Vereinfacht gesagt heißt das, dass dort, wo Strom durchfließt, nicht zwangsläufig auch Wasser durchfließen kann. Durch außen anliegende Tonsperren oder Ton-Zement-Suspensionen können z. B. Rohrleckagen sekundär gegen Wasserzufluss abgedichtet werden. Zur definitiven Über-

prüfung der hydraulischen Dichtheit der Aufsatzrohre bei Vorliegen von FEL-Anomalien sollte daher immer ein Packertest durchgeführt werden. Während der ca. 30-minütigen Packertests in der GWM 9861 wurden keine Veränderungen bzw. nur nicht-signifikante Änderungen (~ 1 bis 2 cm) der aufgefällten bzw. abgesenkten Wassersäule festgestellt. Der Aufsatzrohrstrang ist daher trotz des optisch festgestellten Feststoffeintrags als hydraulisch dicht zu bewerten. Es wird vermutet, dass der Eintrag nur kurze Zeit nach dem Einbringen der Ton-Zement-Suspension stattgefunden hat und dann durch Abbinden/Aushärten der Suspension die Rohrverbindungen nachträglich abgedichtet wurden. Einen weiteren Hinweis darauf, dass kein aktiver Eintrag von Ton-Zement-Suspension mehr stattfindet, stellt die bei der Detailuntersuchung erzielte maximale Untersuchungsteufe von 53,80 m dar, was der 2006 erzielten Untersuchungsteufe nahezu entspricht. Wenn seit 2006 aktiv Fremdstoffeintrag stattgefunden hätte, wären im Messstellensumpf Auflandungen zu erwarten gewesen.

#### Untersuchungsergebnisse – Ringraumabdichtungen

Durch die SGL-, RGG.D- und NN-Messungen konnte – wie bereits 2006 – das Vorhandensein der projektierten Ringraumabdichtungen sicher nachgewiesen werden. Durch die sektoriellen bzw. „scannenden“ Verfahren SGL und RGG.D wurde zusätzlich gezeigt, dass die Tonsperren sowie die Ton-Zement-Suspension allseitig den Rohrstrang umschließen (Abb. 5). Die im RGG.D-Plot sichtbaren geringen Dichteveriationen entlang des Rohrumfanges, die sich mit nahezu gleichem Azimuth über die gesamte Messstellenteufe zeigen, gehen auf eine leicht exzentrische Lage der Ausbauverrohrung im Bohrloch zurück. Dadurch wird bei jeder Messumdrehung der RGG-Sonde das einseitig näher liegende Gebirge stärker mit erfasst, was in diesem Messsektor zu etwas höheren gemessenen Dichten führt als in der dem Gebirge abgewandten Seite mit einem höheren Anteil von TZS oder Abdichtton.

Interessanterweise wurde bei der Detailuntersuchung 2009 eine Verschiebung

der Ringraumabdichtungen gegenüber der 2006 verzeichneten Teufenlage festgestellt. Statt wie 2006 im Teufenbereich 38,00 bis 39,00 m befindet sich die untere Tonsperre der oberen Ringraumabdichtung 2009 zwischen 38,40 und 39,40 m. Die Tonsperre im Blindrohrbereich, die 2006 im Teufenabschnitt 44,40 bis 45,90 m lokalisiert wurde (und damit etwa 0,5 m mit der oberen Filterstrecke überlappend), wurde während des ersten Messeinsatzes 2009 zwischen 45,30 und 46,40 m angetroffen, was einer Abwärtsbewegung um 0,5 m bei gleichzeitiger Verringerung der Mächtigkeit um 0,4 m entspricht. Zwischen der Hangendtonsperrre der oberen Ringraumabdichtung sowie der darunter liegenden Ton-Zement-Suspension wurde wie bereits 2006 ein un-  
verfüllter Bereich festgestellt, dessen Mächtigkeit und Teufenlage (2,00 bis 2,60 m) sich seit 2006 aber nicht verändert hat. Aus dem Gesamtbild der Teufenverschiebungen seit 2006 können folgende Schlussfolgerungen über den primären Zustand bzw. seither erfolg-

te Veränderungen der Ringraumverfüllung gezogen werden:

In der unteren Filtersandschüttung ist es wahrscheinlich zur Setzung gekommen. Sie betrifft die gesamte Filtersandschüttung gleichmäßig, da 2006 wie 2009 jeweils ein konstantes GG.D-Level über die gesamte Erstreckung der unteren Filtersandschüttung verzeichnet wurde. Alternativ könnte es zur Schließung von Verfülllücken unterhalb der Bodenkappe gekommen sein, deren mögliches Vorhandensein dort durch die Bohrlochmesssonden nicht nachgewiesen werden kann, da diese konstruktiv auf eine seitliche Erfassung der angrenzenden Materialien ausgelegt sind.

Die Abwärtsbewegung und Setzung der Tonsperre im Blindrohrbereich wurde durch eine vermutlich primär unzureichende Verfestigung/sehr plastische bzw. sehr lockere Konsistenz ermöglicht. (Nicht vollständig gequollene Tonpellets 2006?)

Die Abwärtsbewegung der Basistonsperre sowie der Ton-Zement-Suspension um den gleichen Betrag der Mächtigkeitsverringerung der Tonsperre im Blindrohr bewirkt keine entsprechende Änderung der Teufenlage der Oberkante der TZS (2006 und 2009 bei 2,60 m). Da die „Ausdehnung“ des mit TZS verfüllten Bereiches ohne erkennbare Brückenbildung einhergeht, ist wahrscheinlich Nachrücken des angrenzenden schluffigen Gebirges in die TZS hinein erfolgt, was aufgrund ähnlicher petrophysikalischer Eigenschaften nicht durch SGL, NN oder RGG.D nachgewiesen werden kann. Denkbar ist auch, dass das Materialdefizit bei Abwärtsbewegung durch TZS-Reserven aus möglichen unbekanntem Kalibererweiterungen des Bohrlochs kompensiert wurde.

Zu der Ausbildung der Verfülllücke zwischen 2,00 und 2,60 m unterhalb der festhaftenden Hangendtonsperrre muss es bereits zwischen dem Baujahr 2004 und der Erstuntersuchung 2006 gekommen sein. ▶

**GESER**  
Für Erdwärme.  
Das Beste.

Die werksgeschweißte Erdwärmesonde.  
Der jahrelang bewährte, massive  
GESER-Fuss jetzt CNC-verschweißt.

Besuchen Sie uns vom 02. - 05. Mai 2011  
auf der Wasser Berlin Halle 4.2 Stand 204

GESER Erdwärme GmbH & Co. KG  
Mywiler 160 1/4 • D 88145 Opfenbach  
www.geser.eu • mail@geser.eu

**WWW.BRUNNENFILTER.DE**

Die Firma Stockmann blickt auf eine über 70-jährige Handwerkstradition in der Herstellung von Brunnenfiltern zurück. Vertraut mit allen gängigen Materialien führen wir Standardarbeiten – wie Schlitzten, Fräsen, Gewindschneiden, Warmverformen, Schweißen, und Kleben – mit Sorgfalt und Präzision schnell und routiniert aus.  
Auf dem Stand der Technik.

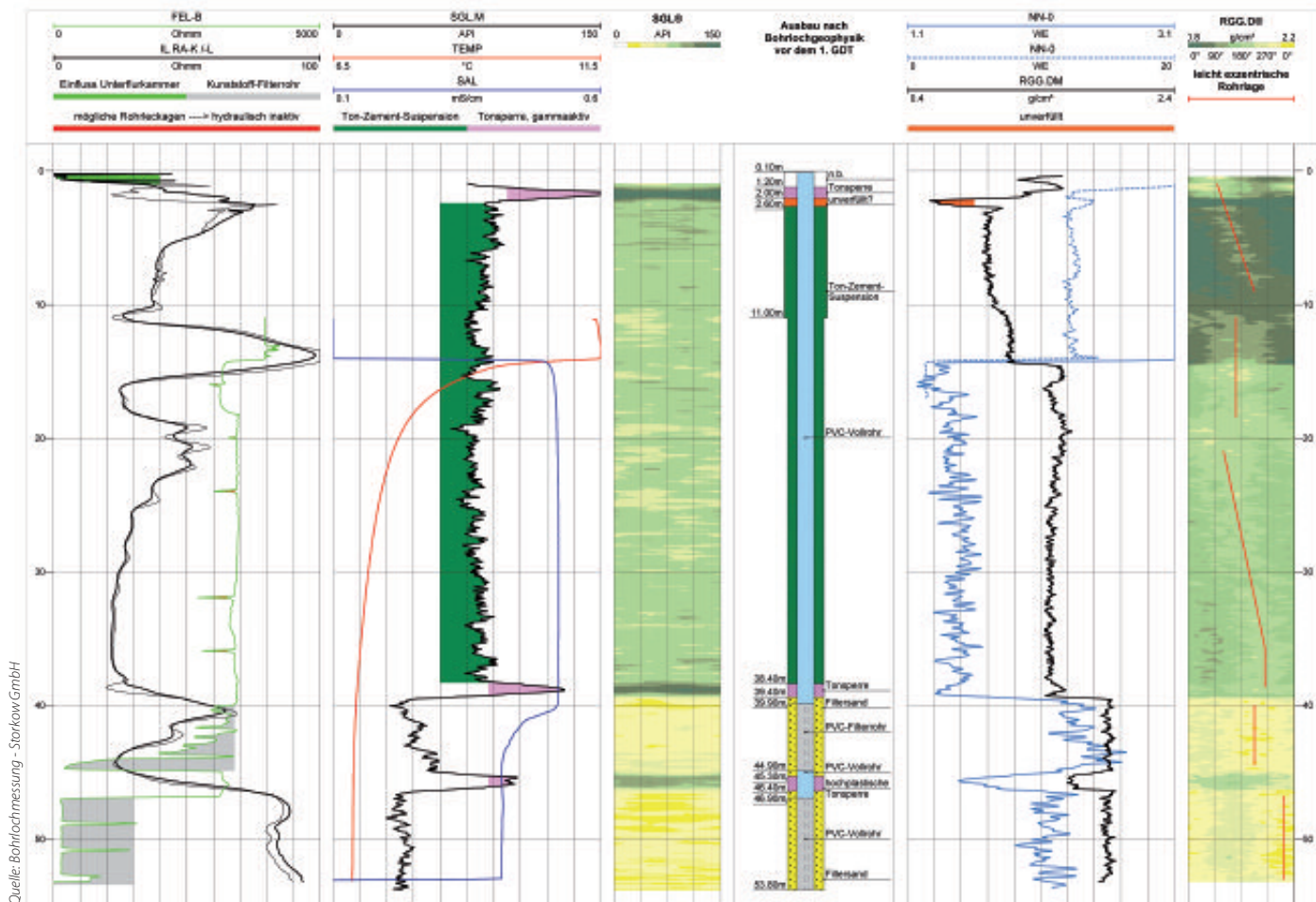
**2011 Wasser Berlin**  
Halle 4.2 · Stand 101

**Wir freuen uns auf Ihren Besuch**

48231 Warendorf · Bartholomäusstraße 1  
Fon 0 25 84/93 00-0 · Fax 0 25 84/93 00 40  
info@brunnenfilter.de

*individuell & schnell*

**JOHANN STOCKMANN**  
BRUNNENFILTERBAU · KUNSTSTOFFTECHNIK

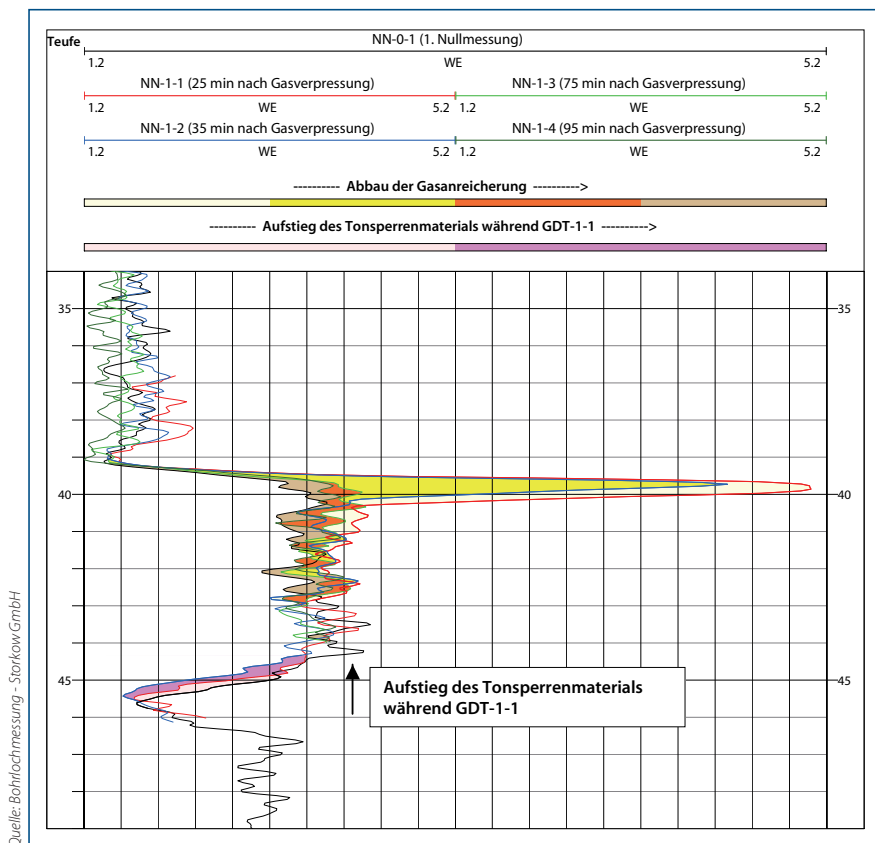


Quelle: Bohrmessung - Storkow GmbH

Abb. 5 Ergebnis der geophysikalischen Detailuntersuchung von 2009 (vereinfacht)

### Ergebnis der Gasdynamischen Tests (GDT)

Der erste Gasdynamische Test wurde beim ersten Messeinsatz zur Überprüfung der oberen Ringraumabdichtung durchgeführt. Dazu wurde mit einem pneumatischen Packer der Rohrstrang bei 39,90 m, d. h. direkt an der Oberkante der oberen Filterstrecke, abgesperrt und unterhalb des Packers 500 l Stickstoff durch die Filterschlitz in den Ringraum verpresst. Durch den Vergleich mit der NN-Nullmessung vor Gasverpressung (NN-0-1-Kurve, siehe Abb. 6) zeigen die erste und zweite NN-Folgemessung (NN-1-1 und NN-1-2, 25 min bzw. 35 min nach Gasverpressung) die Anreicherung von Stickstoff direkt an der Unterkante der Basistonperre der oberen Ringraumabdichtung. Die abnehmende NN-Anomaliestärke deutet auf den langsamen Abbau der Stickstoffanreicherung hin. Etwa 60 min nach der 1. Gasverpressung des 1. GDT zeigt die 3. NN-Folgemessung (NN-1-3), dass sich die Gasanreicherung an der Tonsperrunterkante bis auf geringe Reste



Quelle: Bohrmessung - Storkow GmbH

Abb. 6 Dokumentation des 1. Gasdynamischen Tests

bereits weitgehend abgebaut hat. Es ergeben sich jedoch durch die drei NN-Folgemessungen keinerlei Hinweise auf einen weiteren Gasaufstieg durch die Basistonsperre oder die Ton-Zement-Suspension hindurch, sodass der Abbau der Gasanreicherung durch Migration in das angrenzende rollige Gebirge erklärt werden kann. Der Stickstoff kann nicht dauerhaft eingefangen werden, da die Unterkante der Basistonsperre genau mit der Liegendgrenze der Schluffschicht im Gebirge (wie mit Induktions-Log nachgewiesen) übereinstimmt. Da zunächst aufgrund der geringen Anzahl der NN-Folgemessfahrten sowie deren relativ großen zeitlichen Abständen Zweifel an diesem Untersuchungsergebnis bestanden, wurde der Gasdynamische Test der oberen Ringraumabdichtung bei einem zweiten Messeinsatz zwei Wochen später mit insgesamt 5 NN-Folgemessfahrten 5, 15, 25, 35 und 45 min nach erneuter Gasverpressung (500 l unterhalb 39,90 m) wiederholt (Abb. 7). Diese zeitlich höher aufgelöste Wiederholung ergibt den gleichen Befund wie der 1. GDT, nämlich Abbau der Gasanreicherung unterhalb Basistonsperre ohne Aufstieg durch die Ringraumabdichtung, also durch Migration in das angrenzende rollige Gebirge. Nach den beiden Gasdynamischen Tests kann somit ganz sicher von einer hydraulischen Dichtwirkung der oberen Ringraumabdichtung ausgegangen werden, wobei darauf hingewiesen werden muss, dass mit dem GDT streng genommen nur der untere Teil der oberen Ringraumabdichtung (Basistonsperre) einer Überprüfung unterzogen wird. Die anderen Untersuchungsergebnisse, darunter vor allem die homogenen RGG.D- und SGL-Logs sowie die positiven Summenpackertests, legen jedoch den Schluss nahe, dass auch die Dichtwirkung der Ton-Zement-Suspension sowie der Hangendtonsperre gegeben ist.

Beim ersten Messeinsatz wurde ca. 60 min nach Beginn des ersten GDT zusätzlich ein zweiter GDT zur Überprüfung der Dichtheit der Tonsperre im Blindrohrbereich durchgeführt. Dazu wurde der pneumatische Packer kurz oberhalb der unteren Filterstrecke gesetzt (bei 46,80 m) und es wurde damit be-

gonnen, Stickstoff darunter zu verpressen. Nach der Verpressung von etwa 350 l Stickstoff musste der Vorgang abgebrochen werden, da es zwischenzeitlich zu einem Wasseraustritt am Messstellenkopf gekommen war, der durch im Rohrstrang aufsteigendes Gas ausgelöst wurde. Ausgehend von einer wirksamen Absperrung des Blindrohres (der korrekte Sitz des Packers wurde überprüft), kann dieser Gasaufstieg nur dadurch erklärt werden, dass der Stickstoff die geringmächtige Tonsperre durchströmt hat und durch die Schlitze der oberen Filterstrecke wieder in den Messstellenrohrstrang eingetreten ist. Neben der „plastischen“ Konsistenz dieser Tonsperre, die bereits zu den oben beschriebenen Setzungserscheinungen zwischen 2006 und 2009 geführt hat, ist dafür vermutlich auch der Umstand förderlich, dass die ohnehin bereits relativ geringmächtige Blindrohr-Tonsperre nur teilweise mit der im Gebirge angrenzenden Schluffschicht überlappt. Bei den drei NN-Folgefaharten, die 15, 25 und 35 min nach der abgebrochenen Verpressung stattfanden, wurde dementsprechend keine signifikante Gasanreicherung unter der Tonsperre im Blindrohrbereich festgestellt.

Dass diese Tonsperre trotz ihrer Durchlässigkeit für Gas dennoch zumindest eine gewisse Hemmwirkung auf vertikale Durchströmungen mit Wasser ausübt, zeigte ein einfacher Versuch, mit dem die Druckverhältnisse zwischen beiden verfilterten Grundwasserleitern überprüft wurden. Dazu wurde mit dem pneumatischen Packer die Blindrohrstrecke abgesperrt und durch Lotungen darauf eintretende mögliche Veränderungen der Wasserspiegelhöhe beobachtet. Tatsächlich kam es nach Absperrung des Blindrohres zu einem Anstieg des Wasserspiegels um ca. 13 cm, was auf ein etwas höheres hydraulisches Potenzial des oberen verfilterten Grundwasserleiters im Vergleich zu dem unteren GWL und eine hydraulische Hemmwirkung der Blindrohr-Tonsperre schließen lässt. Die Druckdifferenz hat eine eigenständige, von oben nach unten gerichtete Strömung zwischen den Filterstrecken zur Folge, die auch in den SAL-/TEMP-Kurven sichtbar ist (Abb. 5). ▶

## AQUAPLUS®

Die Zukunft der  
Brunnenregenerierung

Brunnen benötigen eine  
individuelle Reinigung  
entsprechend den  
Ablagerungen und  
dem Ausbaumaterial.

**WellJet®** und

**WellPuls®**

Patenterte  
Perfektion in der  
mechanischen  
Brunnenregenerierung.

**WellReg®**

Optimierte und  
patenterte  
Verfahrenstechnik  
zur chemischen  
Regenerierung  
Ihrer Brunnen.

**WellSpec®**

Kamerabefahrung  
mit modernster  
Zoomtechnik.  
Regelmäßige Kontrollen  
bewahren Sie vor  
kostspieligen  
Überraschungen

## AQUAPLUS®

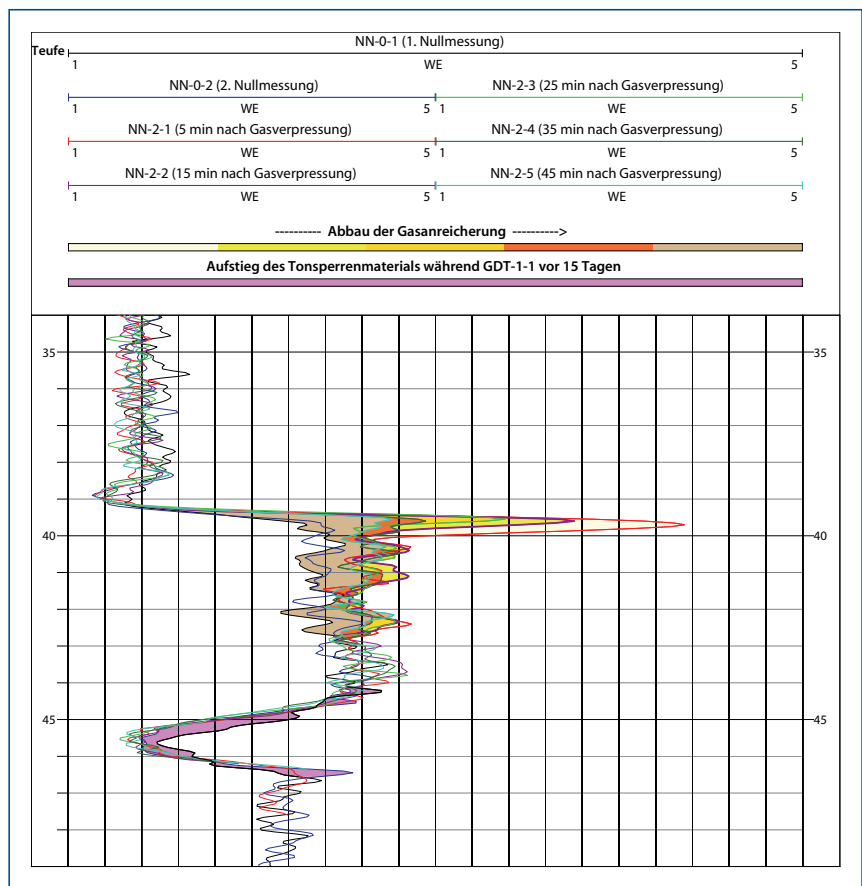
Brunnensanierung  
H. Munding GmbH & Co. KG  
96317 Kronach, Fischbach 29  
Telefon 09261 / 6251-0  
Telefax 09261 / 6251-62  
info@brunnenservice.de  
www.brunnenservice.de

**Aufwärtsbewegung der Blindrohr-Tonsperre durch den 1. GDT**

Abschließend soll noch auf eine Wirkung des Gasdynamischen Tests in der GWM 9861 eingegangen werden, die so während der langjährigen Anwendungspraxis dieses Verfahrens noch nicht beobachtet wurde. Wie durch den Vergleich der NN-Messungen vor und nach der ersten Gasverpressung (NN-0-1 und NN-1-1/-2, siehe Abb. 6) ersichtlich wird, ist es durch das Eindringen des Gases in den Ringraum zu einer Aufwärtsbewegung der Tonsperre im Blindrohrbereich um ca. 0,5 m an ihrer Oberkante und ca. 0,2 m an ihrer Unterkante gekommen. Allerdings kann nach NN alleine nicht sicher festgestellt werden, ob es zu einer Verschiebung der Tonsperre und einer Verdrängung des darüberliegenden Filtersands gekommen ist oder ob Abdichtung in den Porenraum des Filtersands migriert ist. Auch eine Kombination beider Vorgänge ist denkbar. Beim zweiten Messeinsatz, etwa zwei Wochen später, wurde der gleiche Verschiebungsbetrag gegenüber der Nullmessung festgestellt; der Vorgang ist demzufolge zumindest kurzfristig nicht reversibel. Der Grund für die Verschiebung ist die entlastende Wirkung des eingepressten Gases (vergleichbar dem Mammutpumpenprinzip), welche dadurch fokussiert wird, dass sich die unteren 80 % der oberen Filtersandschüttung in geringer durchlässigem Gebirge (Sand, schluffig bis stark schluffig) befinden. Dass es überhaupt zu einer Verschiebung durch die Gasverpressung kommt, ist neben den zwischen 2006 und 2009 eigenständig aufgetretenen Verschiebungen ein weiterer Hinweis auf die ungewöhnliche, eher plastisch-unverdichtete Konsistenz der Tonsperre im Blindrohrbereich.

**Fazit**

Durch die bohrlochgeophysikalischen Detailuntersuchungen und die Packer-tests konnte die hydraulische Dichtheit des Aufsatzrohrstrangs und der oberen Ringraumabdichtung nachgewiesen werden. Der bei der Kamerabefahrung beobachtete Fremdstoffeintrag an den Rohrmuffen ist somit als nicht mehr aktiv einzustufen. Es ist davon auszugehen, dass durch das Abbinden der Ton-Zement-Suspension die primär undichten Rohrverbindungen nach-



**Abb. 7** Dokumentation des 2. Gasdynamischen Tests

Quelle: Bohrlochmessung - Storkow GmbH

träglich abgedichtet wurden. Die Tonsperre im Blindrohrbereich ist für aufsteigendes Gas durchlässig. Aufgrund der zusätzlich festgestellten „Verschiebbarkeit“ des Tonsperrenmaterials muss mit einer gewissen hydraulischen Durchlässigkeit dieser Tonsperre gerechnet werden, was eine sichere getrennte Beprobung der beiden verfilterten Grundwasserleiter durch Abpackern des Blindrohrs erschwert oder sogar unmöglich macht. Die zwischen 2004, 2006 und 2009 aufgetretenen Setzungs- und Verdichtungsvorgänge in der Ringraum-

verfüllung verdeutlichen den Sinn wiederholter bohrlochgeophysikalischer Kontrollmessungen in Grundwassermessstellen und Brunnen. Gerade wenn von Seiten des Bauherrn oder Betreibers Zweifel an der Qualität der Ausführung bestehen, sollte nicht nur eine geophysikalische Kontrollmessung zur Neubauabnahme, sondern nach einigen Betriebsjahren eine Zweitmessung durchgeführt werden, um mögliche nachträgliche Setzungen und damit verbundene Hohlraum- und Lückenbildungen zu erkennen.

**Autoren:**

Joachim König  
 Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt  
 Freie und Hansestadt Hamburg  
 Billstr. 84  
 20539 Hamburg  
 Tel.: 040 42845-3297  
 Fax: 040 42845-2482  
 E-Mail: joachim.koenig@bsu.hamburg.de  
 Internet: www.bsu.hamburg.de

Dipl.-Geol. Karsten Baumann  
 Dipl.-Ing. Thomas Voß  
 Bohrlochmessung-Storkow GmbH  
 Schützenstr. 33  
 15859 Storkow (Mark)  
 Tel.: 033678 4363-4  
 Fax: 033678 4363-1  
 E-Mail: voss@blm-storkow.de  
 Internet: www.blm-storkow.de

