

# **bbr**

*Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau*

Sonderdruck aus bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau,  
Ausgabe 3/2009

## **Aus alt mach neu - Sanierung eines Tiefbrunnens in der Süderelbmarsch**

Dipl.-Ing. Lutz-Peter Nolte  
Dipl.-Ing. Sven Tewes  
Dipl.-Ing. Ronald Rogge



**NBB** Nord Bohr und Brunnenbau GmbH

**Zentrale Hamburg**

Randersweide 1  
21035 Hamburg  
Tel. 0 40 / 73 59 56 - 30  
Fax 0 40 / 73 59 56 - 40 / - 66

**Büro Grimmen**

Zum Rauhen Berg 3  
18507 Grimmen  
Tel. 03 83 26 / 41 09  
Fax 03 83 26 / 4 66 22

**Büro Rauda**

Am Fuchsgraben 2  
07613 Rauda  
Tel. 03 66 91 – 83 95 07  
Fax 03 66 91 – 83 95 06

# Aus alt mach neu – Sanierung eines Tiefbrunnens in der Süderelbmarsch

**Grundwassergewinnung** ■ In der Wasserfassung Süderelbmarsch der Hamburger Wasserwerke sind mehrere Brunnen in den Oberen und Unteren Braunkohlensanden (OBKS und UBKS) in Tiefen bis zu 260 Metern bzw. 360 Metern unter Geländeoberkante (GOK) verfiltert. Die örtliche Lage der Brunnen befindet sich in Landschafts- bzw. Naturschutzgebieten mit einschränkenden Vorschriften zum Bau und Betrieb von Förderbrunnen. Die Hamburger Wasserwerke als Auftraggeber der Sanierung des Tiefbrunnens 7 standen vor der Entscheidung, einen Neubau mit vorlaufender Erkundung des Standortes zu realisieren oder vorhandene Altbrunnen mit geeigneter Bauweise und -substanz sowie Standortpotenzial zu nutzen. Dabei wurde auch nach technischen Möglichkeiten gesucht, Verfilterungen in anderen geologischen Niveaus vorzunehmen.

Durch das Fachreferat der Hamburger Wasserwerke wurden die Wirtschaftlichkeit und die technische Machbarkeit einer Sanierung des Altbrunnens (Tiefbrunnen 7) geprüft. Im Ergebnis konnten die vorhandene Idee bestätigt und Kostenvorteile von ca. 50 Prozent gegenüber einem Neubau nachgewiesen werden. Die Aufgabenrealisierung wurde als technisch schwierig eingestuft und in einer beschränkten Ausschreibung Firmen, die sich mit vorhergehenden Auftragsrealisierungen dafür präqualifiziert hatten, zur Auftragsabgabe aufgefordert. Den Zuschlag erhielt danach die NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH Hamburg.

## Hydrogeologische Verhältnisse

Der für die Wassergewinnung genutzte Untergrund besteht aus tertiären und quartären Schichten (Abb. 1). Im Untersuchungsgebiet können generell mindestens drei Grundwasserleiter unterschieden werden:

- quartäre Ablagerungen der Saale- und Weichselkaltzeit
- Obere Braunkohlensande (OBKS) inklusive niveaugleicher elsterkaltzeitlicher Sedimente in den quartären Rinnen
- Untere Braunkohlensande (UBKS) inklusive elsterkaltzeitlicher Sedimente in den quartären Rinnen

Die hydraulischen Trennschichten zwischen den Grundwasserleitern bestehen zwischen Quartär und OBKS aus Glimmerton und zwischen OBKS und UBKS aus Hamburger Ton. Die Oberen Braunkohlensande sind nach den bis zu zwei Meter mächtigen eingelagerten Braunkohleflözen benannt. Diese Ein-

lagerungen wurden nach Rückzug des tertiären Miozänmeeres an den Unterläufen mächtiger Flusssysteme abgelagert, wo sich Sand- und Schlufflagen verzahnen. Im Bereich der Elbmarsch liegt die Oberfläche der Oberen Braunkohlensande bei knapp -200 m NN. An den Rändern ist ein Anstieg der Ober-

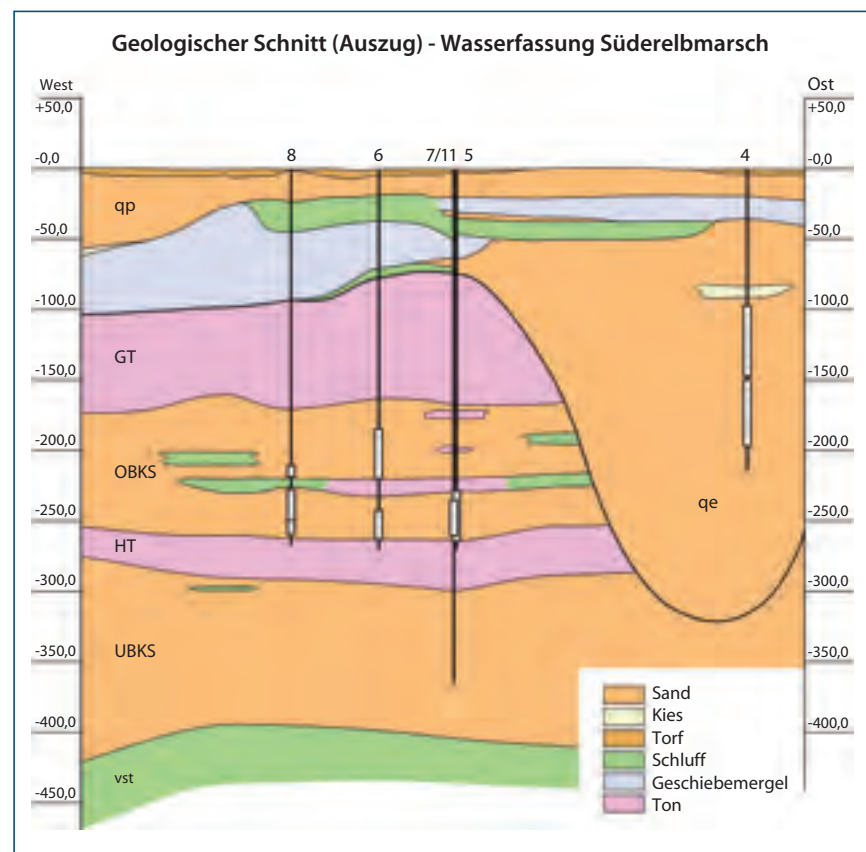


Abb. 1 Geologischer Schnitt im Bereich des Wasserwerkes Süderelbmarsch

fläche der OBKS auszumachen. Die Mächtigkeit der OBKS liegt in der Wasserfassung Süderelbmarsch zwischen 40 und 100 Metern. Der dritte Hauptgrundwasserleiter befindet sich im Bereich der Unteren Braunkohlensande. Die UBKS sind feine bis grobe Quarzsande mit eingelagerten Braunkohlenflözen aus küstennahen Holzablagerungen in Wechsellagerung mit dünnen Tonlagen. Sie sind 70 bis 100 Meter mächtig. Die Oberfläche der UBKS liegt zwischen -150 m NN und -350 m NN. Bei einer nord-südlichen Betrachtung steigt die Oberfläche der UBKS von Norden nach Süden an.

### Zustand des Altbrunnens

Der zu sanierende Brunnen 7 ist ein „typischer“ norddeutscher Tiefbrunnen mit verloren eingebautem Filterrohrstrang, der hier in den UBKS verfiltert ist. Diese Bauweise bildet die Grundvoraussetzung für das Sanierungskonzept (Abb. 2). Der Brunnen 7, Baujahr 1989, war in seiner spezifischen Ergiebigkeit stark zurückgegangen. Vorgelagerte Sanierungen und

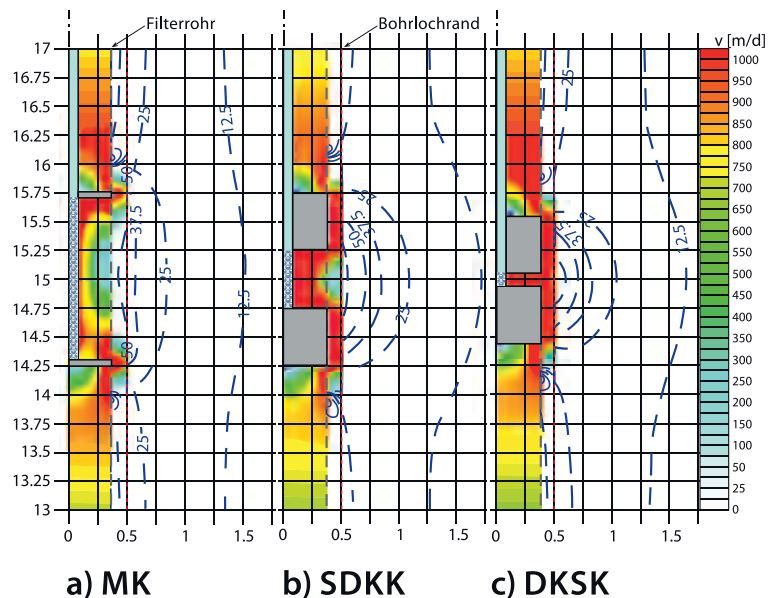
Regenerierungen hatten nur zu kurzfristigen Verbesserungen der Ergiebigkeit geführt, sodass der Brunnen mittelfristig zurückgebaut werden sollte. Aus dem vorhandenen Bohrprofil des Brunnens 7 und dem des benachbarten Brunnens 5 wurde deutlich, dass nach dem geologischen Erkenntnisstand eine Verfilterung in dem höher gelegenen Niveau des Aquifers der OBKS möglich ist. Eine optische und geophysikalische Untersuchung des Mantelrohrstranges von 0,0 bis 210,0 Meter unter GOK ergab, dass dieser sich in einem guten baulichen Zustand befindet.

### Geplantes Sanierungskonzept des Auftraggebers

Der vorhandene Brunnen 7, der im Bereich der Unteren Braunkohlensande (UBKS) von 317,0 bis 357,0 m unter der Geländeoberkante (u. GOK) verfiltert ist, soll für die Grundwasserförderung aus dem Niveau der Oberen Braunkohlensande (OBKS) umgebaut werden (Abb. 2). Dabei sollte der vorhandene Stahltypenschacht für die

Sanierungs- bzw. Umbauarbeiten nicht demontiert werden. Nachfolgende Arbeiten sollten zur Projektrealisierung ausgeführt werden:

- Verfüllung des Filterstranges DN 250 von 300,0 bis 360,0 m u. GOK mit Filterkies und Abdichtung der Filteraufsatzrohre DN 250
- Überbohren des vorhandenen Filteraufsatzrohres DN 250, Stahl beschichtet
- mechanische oder hydraulische Abtrennung des Aufsatzrohres DN 250 bei 269,0 m u. GOK
- Fangen und Ausbau des Aufsatzrohrstranges DN 250
- Aufbohren des neu zu verfilternden Bereiches von 233,0 bis 268,0 m u. GOK mit einem unterschneidenden Bohrwerkzeug auf 1.000 mm Ø
- Geophysikalischer Nachweis des Bohrlochkalibers
- vor dem Einbau des Filterrohrstranges Überprüfung der Kaliberhaltigkeit der Mantelrohrtour 473 mm Ø im Bereich des Rohrschuhs von 220,0 bis 230,0 m u. GOK



## Brunnenentsandung bei Neubau & Regenerierung

Beratung | Planung | Technik | Realisierung

Teftorec GmbH | Liebrechtstraße 87d | 47445 Moers  
E-Mail: info@teftorec-gmbh.de  
Tel.: +49 28 41-1 69 56 89  
Fax: +49 28 41-1 69 56 88



# WW Süderelbmarsch, Tiefbrunnen 7/11 Detailansicht Planung und Ist-Zustand

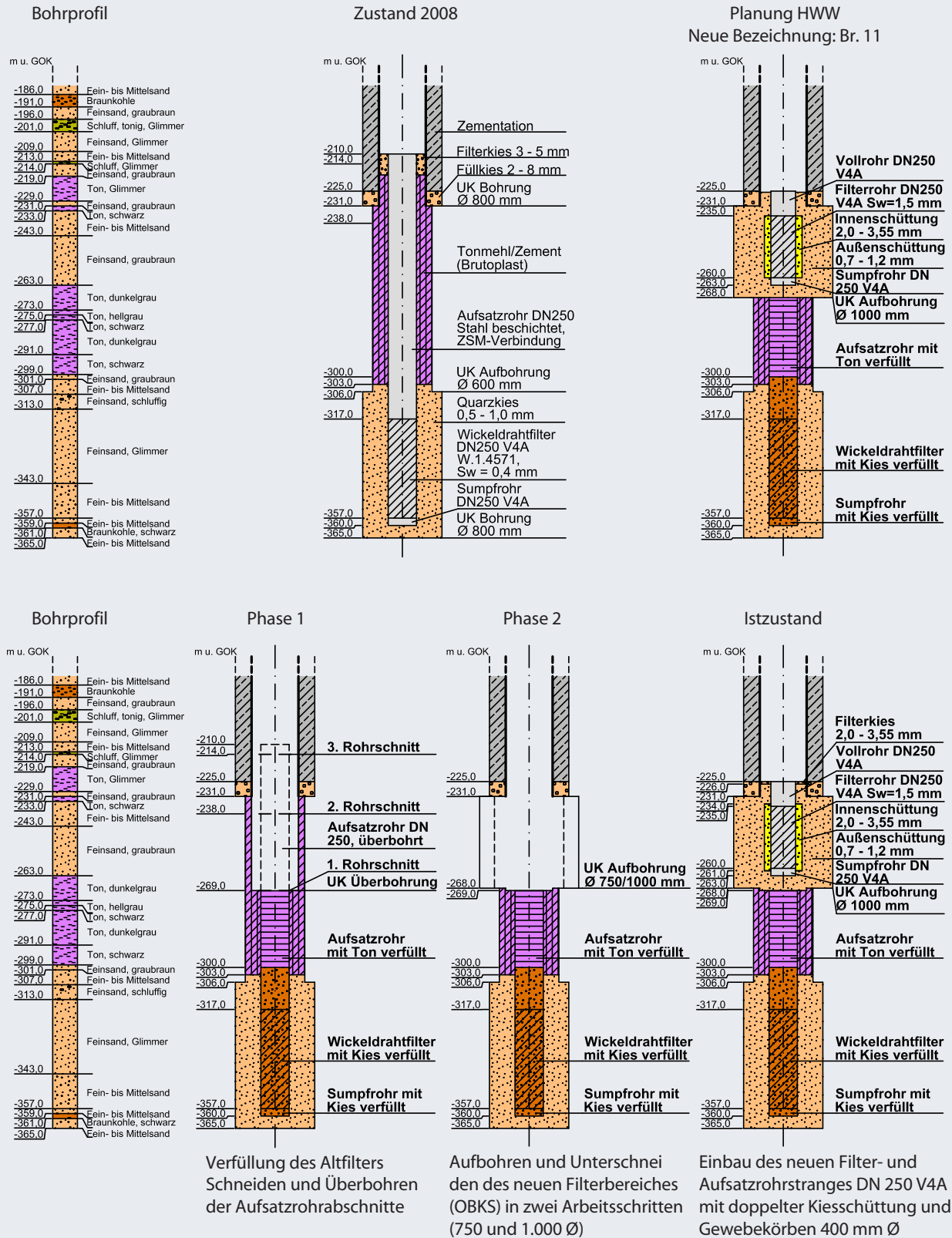


Abb. 2 Detailansicht Tiefbrunnen 7/11: Planung und Ausführung





**Abb. 3** Mechanisch-hydraulischer Innenrohrschneider

Aus geophysikalischen Vermessungen liegen Hinweise vor, dass der Rohrschuh der Rohrtour 473 mm Ø nicht kaliberhaltig ist. Dieser Baufehler entstand offensichtlich beim Neubau des Brunnens durch Reste des Betonbodens, der zum Einschwimmen des Rohrstranges eingebaut wurde. Im Rohrschuh werden verbliebene Stahlbolzen und Zementrückstände vermutet.

Diese stellen eine Gefahr für den Einbau des neuen Brunnenausbaues mit doppelter Kiesschüttung dar, da die Gewebekörbe aufreißen könnten. Die Kaliberhaltigkeit ist daher mit einem Rohrkaliber zu überprüfen. Während der Überbohr- und Aufweitungsarbeiten sind so viele Informationen wie möglich über den freien Durchgang im Bereich des Rohrshuhs zu sammeln:

- Die Brunnenkonstruktion sieht einen verlorenen Ausbau des Filter- und Aufsatzrohrstranges DN 250 mit einer doppelten Kiesschüttung vor.
- Die Schlitzweite und Filterkieskörnung wird auf der Basis der vorliegenden Siebungen des benachbarten Altbrunnens 5 festgelegt.
- Ergänzend dazu sind beim Erweiterungsbohren Siebproben in der Filterstrecke zu gewinnen, zu sieben, auszuwerten und mit den Siebungen des Brunnens 5 abzugleichen.
- Der Einbau der Filter- und Aufsatzrohrtour ist mit einer Abwerfgarnitur (Linksgewinde) vorzunehmen.

- Der Brunnenausbau wird in einer gemeinsamen Ausbaubesprechung zwischen AG und AN nach Vorlage eines Ausbauvorschlages durch den AN festgelegt.
- Nach Ausbau des Entnahmebrunnens ist eine Intensiventsandung durchzuführen.

Daran schließt sich ein 4-stufiger Pumpversuch zur Ermittlung der spezifischen Ergiebigkeit an. Während des Pumpversuches sind Flowmetermessungen für verschiedene Lastzustände vorgesehen.

#### Vorbereitende Arbeiten

Zur Erfüllung der Vorgabe, den vorhandenen Stahltypenschacht für die Sanierungs- bzw. Umbauarbeiten nicht zu demontieren, wurde auf dem Brunnenkopf eine dimensionsgleiche Rohrverlängerung aufgeständert. Ein X-Stück auf der Rohrverlängerung sorgte für die Verschließbarkeit und ein absperrbarer seitlicher Abgang zur Ableitung von Bauwasser. Die Ausrüstungen im Brunnenschacht wurden durch eine Wasserhaltung vor Beschädigungen geschützt. Eine Schleuse zum Schütten des Filterkieses wurde aufgrund des zu erwartenden artesischen Auftriebes vorgehalten. Zur Feststellung des Ist-Zustandes des Brunnenausbaus und zur genauen Positionsbestimmung der notwendigen Rohrschnitte wurde nach erfolgter Aufständigung des Brunnens eine Kamerabefahrung durchgeführt.

#### Verfüllarbeiten

Zum Abwerfen der verfilterten Unteren Braunkohlensande wurde das Altfilter von der Endteufe bis zu 300 Meter unter GOK mit Filterkies aufgefüllt. Zur Stockwerkstrennung UBKS/OBKS, zur Vermeidung von Wasserwegsamkeiten und um hydraulische Kurzschlüsse auszuschließen, wurde im Aufsatzrohr DN 250 von 300 Meter bis 268 Meter unter GOK Tongranulat (Fabr. Claicopack) eingebracht.

#### Teiltrückbau, Rohrschnitte und Fangarbeiten

Der Teiltrückbau der Ausbauperrohrung des Altbrunnens zur Freilegung der OBKS sollte durch drei Rohrschnitte, durch Überbohrung der Rohrstränge und durch Ausbau der ▶

## AQUAPLUS®

### Die Zukunft der Brunnenregenerierung

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

## WellJet®

Patentiert  
Perfektion in der  
mechanischen  
Brunnenregenerierung.

## WellReg®

Optimierte und  
patentiert  
Verfahrenstechnik  
zur chemischen  
Regenerierung  
Ihrer Brunnen.

### Wir stellen aus:



**WASSER BERLIN**  
**30. März - 3. April 2009**  
**Halle 1.2, Stand 300**

**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



◁ **Abb. 4** Überbohrrohr 368 mm mit Überbohrkrone 400 mm

Rohre erfolgen. Die teufengerechte Trennung der Rohre kann mit einem hydraulisch betriebenen Innenrohrschneider bzw. mittels Schusstechnik oder hydraulisch mit einem Wasser-Sand-Gemisch erfolgen. Der Rohrschneider arbeitet mit Hartmetall-Schneidrädern, die über einen Konus mit Wasserdruck gegen die Rohrwandung gedrückt und über ein Gestänge gedreht werden können. Diese Werkzeuge sind in der Regel Eigenkonstruktionen und demzufolge unterschiedlicher Bauart. Einschränkungen des Einsatzes durch unterschiedliche Rohrmaterialien bestehen nicht.

In diesem Fall erfolgten die drei Rohrschnitte mit einem mechanisch-hydraulisch betriebenen Innenrohrschneider (**Abb. 3**), da die Fachfirma für das eigentlich vorgesehene Erosionsschneiden zum Zeitpunkt der Rohrschnitte nicht zur Verfügung stand und die Trennung der Rohre mittels Schusstechnik wegen möglicher Aufwühlungen nicht in Frage kam.

Nach der Kamerabefahrung wurden die Teufen der Rohrschnitte aufgrund der Muffenlagen wie folgt festgelegt:

- Schnitt 1 bei 269,0 m u. GOK (resultierend aus der geplanten neuen Endteufe des sanierten Brunnens)
- Schnitt 2 bei 238,0 m u. GOK (um die später notwendige Überbohrgarnitur nicht unnötig lang und somit instabil zu machen)

- Schnitt 3 bei 214,0 m u. GOK (ca. 5 m unter dem Rohrkopf DN 250, da in diesem Bereich eine stabile Kopfführung vermutet wurde, die den Überbohrvorgang behindern könnte)

Wegen einer möglichen stabilen Kopfführung im Bereich der Überlappung der Rohre DN 250/473 mm Ø von 231,0 bis 210,0 m u. GOK und um den Überbohrvorgang nicht zu gefährden, wurde der dritte Rohrschnitt im Bereich des Rohrschuhs 473 mm Ø bei 214,0 m u. GOK durchgeführt. Nach Absaugen der Ringraumauffüllung konnten fünf Meter Rohr DN 250 einschließlich Kopfführung mittels Fangfänger geborgen werden.

Die Trennung der Rohre und die Fangarbeiten wurden mit einer fahrbaren vollhydraulischen Bohranlage G 600 ausgeführt.

#### **Baustelleneinrichtung**

Nach dem für den eigentlichen Überbohr- und Aufbohrprozess sowie für die Neuverfilterung notwendigen Geräteaustausch erfolgte der Aufbau der Bohranlage Wirth B3A mit einer Kronenlast von 35 Tonnen und die vorbereitenden Arbeiten für die Spülungsbereitung.

#### **Überbohrung der Aufsatzrohre DN 250 und Ausbau der Rohre**

Das Überbohren von Rohrtouren kann sowohl im direkten als auch im indirekten Spülbohrverfahren ausgeführt

werden. Die Wahl der Bohrtechnik wird durch die Bohrtiefe, das Verhältnis von Durchmesser der Überbohrrohrtour zum Bohrdurchmesser sowie den geologischen Verhältnissen bestimmt. In diesem Fall wurde das direkte Spülbohrverfahren gewählt. Die Überbohrrohrtour 368 mm Ø mit Gewindeverbindungen hatte eine Bohrkrone von 400 mm Ø (**Abb. 4**).

Die Gewindeverbindungen wurden aus Sicherheitsgründen jeweils mit zwei Schweißlaschen gegen Verdrehen gesichert. In der ersten Phase wurde der Altausbau bis 239,5 Meter unter GOK überbohrt. Nachdem 24 Meter der Aufsatzrohre DN 250 mit einem Keilfänger einschließlich Fanggestänge gezogen und ausgebaut werden konnten, wurde in der zweiten Phase der Altausbau bis 270,0 Meter unter GOK überbohrt. Anschließend wurde der Altausbau mit einem Innenrohrfänger ausgebaut und das Bohrloch bis 268,0 Meter unter GOK freigeräumt (**Abb. 5**).

Nachdem der Altausbau DN 250 aus dem neu zu verfilternden Bereich der OBKS entfernt worden war (**Abb. 6**), wurde die mit der RR-Dichtmasse (Brutoplast) aufgeladene Spülung gegen frische Spülung ausgetauscht und entsorgt. Die Überbohr- und Aufweitungsarbeiten wurden unter Beachtung der Schraubverbindungen der Brunnenrohre 473 mm Ø und der Verengung im Bereich des Rohrschuhs mit der notwendigen Umsicht durchgeführt.





◀ **Abb. 5** Keilfänger zum Fangen der überbohrten Aufsatzrohre DN 250



▷ **Abb. 6** Ausgebauete Rohre DN 250, Stahl beschichtet

### Aufweitung des zu verfilternden Kiesraumes

Zur Erfassung und Beurteilung einer Brunnensanierung ist zunächst eine Aufbereitung aller verfügbaren Informationen des Brunnenbauwerks erforderlich. Bei dem Aufbohrprozess auf 750 mm Ø sollte festgestellt werden, ob mit Nachfall aus dem Ringraum zwischen dem Mantelrohr 473 mm Ø und der Bohrlochwand 800 mm Ø zu rechnen war. Im Fall von nennenswertem Nachfall hätten vor dem eigentlichen Aufweiten auf 1.000 mm Ø noch Nachdichtungsmaßnahmen ausgeführt werden müssen.

Mit dem kleineren Anfangsdurchmesser sollte zudem vermieden werden, dass der Aquifer durch die mit der Dichtmasse (Brutoplast) aufgeladene Spülung belastet wird. Vor dem Aufbohrvorgang auf 1.000 mm Bohr-End-

Durchmesser erfolgte ein Spülungsaustausch. Die gesamten Aufweitungsarbeiten wurden im Lufthebe-Bohrverfahren ausgeführt. Im Anschluss an die Aufweitungsarbeiten wurden sowohl die Brunnenrohrtour 473 mm Ø als auch das aufgeweitete Bohrloch mit einem Bohrlochkaliber befahren, um den geophysikalischen Nachweis von Engstellen in der Ausbauperforierung (vor allem im Bereich des Rohrfußes) als auch den Bohr-End-Durchmesser zu belegen.

Die Kalibermessung wurde aufgrund der sehr unterschiedlichen Durchmesser mit verschiedenen Kalibermessern durchgeführt, wobei innerhalb der Rohre 473 mm eine 2-Kanalmessung eingesetzt wurde, um auch eventuelle Durchmesseränderungen speziell im Rohrschubbereich erkennen zu können.

### Einbau von Filter- und Aufsatzrohren, Filterkiesschüttung

Um den Einbau des neuen Brunnenausbaues nicht zu gefährden (vor allem galt es, ein Aufreißen der Gewebekörbe für die Innenschüttung zu verhindern), wurde die Einengung im Bereich des Rohrschuhes mit einem Kaliberrohr 430 mm Ø freigeräumt. Zusätzlich wurde der Filterstrang mit mehr und stabileren VA-Führungen als üblich versehen, um die Filterkörbe sicher vor Zementresten oder Resten von Armierungsmaterial im Rohrschubbereich der Mantelrohrtour zu schützen.

Im Bereich der ausgebohrten Filterstrecke wurden die neuen Sumpf-, Filter- und Aufsatzrohre von 261,0 bis 225,0 Meter unter GOK eingebaut. Verbaut wurden Wickeldrahtfilter DN 250 mit einer Schlitzweite von 1,5 mm ▶

Artikel der bbr 2/09  
ab Seite 46:  
Top-Ergebnisse  
mit Fluid Finder!


Aquifercharakteristik  
Beratung – Planung – Ausführung

Mehrfachbeprobung von  
Grundwasserleitern in einem Bohrloch

---

Hydrogeologie – Explorationsbohrungen – Brunnenbau  
Projektmanagement

National und International



WASSER BERLIN:  
Besuchen Sie uns!  
Halle 10.2 Stand 104

EDI GmbH  
Mendelstraße 11  
48149 Münster  
T: +49 (0)251 980-2030  
URL: [www.edipower.com](http://www.edipower.com)

und Vollrohre DN 250 aus Edelstahl, Werkstoff 1.4571. Als Innenschüttung wurde eine Kieskörnung von 2,0 bis 3,55 mm in Gewebekörben 400 mm Ø zusammen mit dem Filterrohrstrang eingebaut. Der Filterkies für die Außenschüttung wurde entsprechend der anstehenden Körnung des Gebirges abgestuft und in der Körnung 0,7 bis 1,2 mm geschüttet. Nach Einbau des neuen Brunnenausbaues und der Filterkiesschüttung wurde ein Setzungs-pumpen bei gleichzeitigem Auffangen und Entsorgen der Bohrspülung durchgeführt.

### Entwickeln des Brunnens, Leistungspumpversuch

Nach Abschluss der Einbauarbeiten wurde die Entsandung dem Regelwerk entsprechend geplant und durchgeführt. Der Manschettenabstand wurde auf zwei Meter festgelegt, der Brunnen mit einer Förderrate von 50 m<sup>3</sup>/h intermittierend abgepumpt. Der artesische Wasserspiegel stellte sich nach der Entsandung auf 1,65 Meter über Gelände ein. Die zum Pumpversuch erforderliche Unterwasserpumpe wurde bis ca. 25 Meter unter Gelände eingebaut. Die Aufzeichnung der Pumpversuchsdaten erfolgte sowohl durch Handmessungen als auch durch automatische Datenaufzeichnung. Zum Nachweis der Brunneneigiebigkeit wurde ein vierstufiger Pumpversuch mit För-

derraten von 50 m<sup>3</sup>/h bis 120 m<sup>3</sup>/h durchgeführt. Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass eine sanierungsbedingte Leistungseinschränkung nicht gegeben ist.

### Wiederherstellung des Brunnenschachtes, Abschlussarbeiten

Durch die umsichtige Vorbereitung des AN und die gute Unterstützung seitens des AG waren die Aufwendungen zum Wiederherstellen des Brunnenschachtes und der Brunnenumgebung von geringem Aufwand. Da der Brunnen bereits vor der Sanierung einen artesischen Wasserspiegel aufwies, konnte der Brunnenkopf übernommen werden. Lediglich durch das Hochsetzen der Bohranlage waren Arbeiten am Bohrplatz und der Zuwegung auszuführen.

### Schlussbetrachtung

Die beschriebenen Sanierungs- und Umbaumaßnahmen und die einzelnen Arbeitsgänge werden in der Regel an alten und mit unterschiedlichen Ausbaumaterialien bestückten Brunnensbauwerken durchgeführt. Hieraus ergibt sich häufig die Frage, inwieweit der Aufwand der Sanierung im Vergleich zum Neubau wirtschaftlich zu vertreten ist. Wenn wasserrechtliche Gründe, beengte Platzverhältnisse und andere Besonderheiten bei einer Sanierungsplanung keine besondere Rolle spielen, liegt die Wirtschaftlichkeit einer ähnlichen Sanierung zum Neubau im Teufenbereich zwischen 100 bis 130 Meter unter GOK. Die Sanierung bzw. der Umbau eines derartig tiefen Brunnens hat gegenüber dem Brunnenneubau folgende wirtschaftliche Vorteile:

- Im vorliegenden Fall blieb der Brunnenausbau bis 231 m u. GOK erhalten.
- Ein evtl. notwendiger, erneuter hydrogeologischer Aufschluss kann entfallen.
- Brunnenschacht, Förderanlage, Rohrleitungs- sowie Elektroanschluss können verwendet werden.
- Die Kosten für den Erwerb eines neuen Brunnengrundstückes entfallen.
- Erfahrungsgemäß wird bei derartigen Brunnenreparaturen die Ursprungsleistung wieder erreicht.
- Rückbaukosten fallen nicht an.

- Die reinen Bohr- und Brunnenausbaukosten gegenüber einem Brunnenneubau betragen je nach Brunnen-teufe zwischen 50 % und 75 %, in besonders schwierigen Sanierungsfällen können auch fast die Neubaukosten erreicht werden.
- Lange Wartezeiten auf eine wasserrechtliche Bewilligung oder Erlaubnis entfallen.

Umfangreiche Sanierungs- bzw. Umbauarbeiten, verbunden mit einer Neuverfilterung an Tiefbrunnen im gleichen oder einem anderen Aquifer sollten in der Planungsphase auf technische Risiken und Wirtschaftlichkeit untersucht werden. Die vorstehend beschriebenen, nicht alltäglichen Sanierungs- und Umbauarbeiten wurden zur vollsten Zufriedenheit des Auftraggebers abgeschlossen.

Abbildungen: Hamburger Wasserwerke, außer Abb. 2: NBB

### Autoren:

Dipl.-Ing. Lutz-Peter Nolte  
Dipl.-Ing. Sven Tewes  
NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH  
Randersweide 1  
21035 Hamburg  
Tel.: 040 735956-30  
Fax: 040 735956-40

E-Mail: nolte@nord-bb.de  
tewes@nord-bb.de  
Internet: www.nord-bb.de

Dipl.-Ing. Ronald Rogge  
Hamburger Wasserwerke GmbH  
Abt. Wasserwirtschaft/  
Ressourcenmanagement  
Billhorner Deich 2  
20539 Hamburg  
Tel.: 040 7888-2464  
Fax: 040 7888-2683

E-Mail: ronald.rogge@hamburgwasser.de  
Internet: www.hamburgwasser.de

**WEIKERT**  
Brunnenbau - Bohrungen  
GmbH & Co. KG

**Wir bieten Ihnen Sicherheit bei Prüfung, Planung und Durchführung von:**

- ▼ Brunnenbohrungen
- ▼ Versuchsbohrungen
- ▼ Regenerierungen, mechanisch/chemisch
- ▼ Brunnenuntersuchung mit Farbfernsehkamera
- ▼ Sanierungen
- ▼ Baugrund- und Altlastenaufschluss
- ▼ Grundwassermeßstellen
- ▼ Erdwärmebohrungen
- ▼ Pumpenservice

**Testen Sie uns!**  
Bamberger Straße 20  
96172 Mühlhausen  
Telefon 0 95 48/80 98  
Telefax 0 95 48/82 60  
info@weikert-brunnenbau.de  
www.weikert-brunnenbau.de

Zertifiziert nach W 120