

# **bbr**

*Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau*

Sonderdruck aus bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau,  
Ausgabe 12/2010

## Sanierung eines 38 Jahre alten GFK-Brunnens

Dipl.-Ing. Daniel Lang  
Dipl.-Geol. Benno Grassl



**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

# Sanierung eines 38 Jahre alten GFK-Brunnens

**Perforation und Verpressung** ■ Bei der routinemäßigen Überprüfung der Wasserqualität in einem oberbayrischen Brunnen wurden durch das Gesundheitsamt erhöhte Nitratgehalte festgestellt. Durch die fehlende Ringraumabdichtung wurden zwei Grundwasserstockwerke miteinander verbunden. Diese fehlende Stockwerkstrennung sollte nun nachträglich durch Perforations- und Verpresstechnik hergestellt werden. Da der Brunnen seinerzeit mit glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) ausgebaut wurde (Abb. 1), stellte das die Fachfirmen vor neue Herausforderungen hinsichtlich der zu wählenden Perforationstechnik.

Für eine Brunnenanierung der ganz speziellen Art wurde in einer Gemeinde in Oberbayern notwendig. Diese verfügt für ihre Trinkwasserversorgung über zwei Tiefbrunnen. Die beiden Brunnenbohrungen durchteufen zwei voneinander getrennte Grundwasserhorizonte mit unterschiedlichen Wasserqualitäten. Bei der turnusmäßigen Analyse der Wasserqualität durch das zuständige Gesundheitsamt wurden erhöhte Nitratgehalte im Rohwasser des Brunnen 1 festgestellt. Das Nitrat gelangte über die fehlende Ringraumabdichtung vom oberen in den unteren Horizont, so die Annahme der zuständigen Unteren Wasserbehörde. Daher empfahl diese eine umgehende Sanierung des Brunnens.

### Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Der Brunnen befindet sich im stark reliefierten Gelände im Bereich eiszeitlicher und tertiärer Lockerformationen. Der Brunnen durchteuft den oberflächennah anstehenden Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel mit einer Mächtigkeit von etwa 15 m. Darunter liegt das obere, etwa 20 m mächtige 1. Grundwasserstockwerk bestehend aus sandigen Kiesen mit stellenweise geringmächtigen Mergelinlagerungen. Basis des ersten Grundwasserstockwerkes bildet eine 25 m mächtige Mergelschicht. Der Nutzhorizont des Brunnens besteht aus einer etwa 13 m mächtigen Kiesschicht, die von Tonstein als Grundwasserstauer unterlagert wird.

Der ungespannte Wasserspiegel des 1. Grundwasserleiters wurde während des Neubaus bei etwa 26,6 m unter Geländeoberkante (GOK) angetroffen. Der Wasserspiegel des erschlossenen 2. Grundwasserstockwerkes steigt im Brunnen bis auf 34,8 m an. Hierbei handelt es sich um einen Mischwasserspiegel, da im Ringraum des Brunnens keine wirksame Abdichtung eingebaut wurde. Durch diese fehlende Abdichtung kommt es zu einem hydraulischen Kurzschluss beider Horizonte, was dazu führt, dass nitrathaltiges Wasser vom 1. Stockwerk über den Ringraum in das verfilterte 2. Stockwerk und somit ins geförderte Rohwasser gelangt.

### Zustand des Brunnens vor der Sanierung:

Der Brunnen wurde 1972 mit einem Durchmesser von 711 mm bis etwa 15,5 m unter GOK und mit 620 mm bis Endteufe als Trockenbohrung im Greiferbetrieb abgeteuft. Die vorliegenden Ausbaudaten waren unvollständig. So war beispielsweise unbekannt, ob Bohrrohre im Boden verblieben sind. Bekannt war, dass der Brunnen in dem Tonsteinhorizont bei etwa 63 m unter GOK abgesetzt wurde. Der Brunnen wurde dann als Vollkommener Brunnen im 2. Horizont mit 9 m Filter ausgebaut. Als Ausbaumaterial wurde sowohl für die Filter- als auch für die Aufsatzrohre das Anfang der 70er Jahre gerade für den Brunnenbau auf den Markt gekommene, glasfaserarmierte Polyesterharz, kurz GFK, in DN 300 verwendet. Als Filter wurde ein kiesbeklebt Filterrohr eingebaut. Die Ringraumverfüllung wurde



Abb. 1 Detailansicht Brunnen 1: IST-Zustand und Ausführung

über die gesamten Ausbauteufe mit einem Quarzfilterkies der Körnungsgruppe 2 bis 3 mm geschüttet (Abb. 2).

### Das Sanierungskonzept

Die betroffene Gemeinde beauftragte die Firma BHG Brechtel GmbH aus Ludwigshafen mit der Durchführung der Sanierungsarbeiten. Das Sanierungskonzept sah eine Nachdichtung des Ringraumes über fünf Perforationsebenen mit anschließender Verpressung über eine Doppelpackergarnitur vor. Als Besonderheit sollten die Perforationslöcher in dem für den Brunnenbau eher seltenem Material GFK durch ein schonendes Verfahren hergestellt werden. Die dafür notwendige moderne Perforationstechnik wurde von der Firma NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH, Hamburg, bezogen. Die geophysikalischen Kontrollmessungen wurden von der Firma BLM Storkow GmbH durchgeführt.

Im Einzelnen sollten zur Realisierung des Sanierungskonzeptes folgende Arbeitsschritte ausgeführt werden:

- Geophysikalische Voruntersuchung des Brunnens zur Ermittlung folgender Parameter: Kaliber, Ringraumverfüllung (Art und Lagerungsdichte), Lithologie, Rohrverbindungen, Stahlrohrtouren hinter dem Ausbau, Neigung der Ausbauverrohrung,

- Abschütten der Filterrohrtour mit einem Quarzkies, um diese während der Arbeiten zu schützen,
- schonende Perforation der GFK-Rohre im Bereich des Mergelhorizontes bei 45 bis 40 m unter GOK in fünf Ebenen im Abstand von 1 m,
- Verpressen der Perforationsebenen mit einer flüssigen Tonmehl-Zement-Suspension zur Herstellung der nachträglichen Ringraumabdichtung zwischen aufblasbarem Doppelpacker,
- Absaugen des Filterkieses,
- schonende Reinigung des Brunnens insbesondere der Perforationshorizonte mechanisch mittels Kunststoffbürsten,
- Geophysikalische Nachkontrolle der Ringraumabdichtung,
- Setzen von Edelstahl-Innenrohrmanschetten zum Abdecken der Perforationslöcher und
- Abschließende TV-Befahrung.

### Glasfaserarmiertes Polyesterharz

Während der Baustellenvorbereitung wurden Informationen über das Ausbaumaterial glasfaserarmiertes Polyesterharz, besser bekannt als glasfaserverstärkter Kunststoff, abgekürzt GFK, eingeholt. Die in den 70er Jahren im Brunnenbau verwendeten Rohre aus GFK wurden überwiegend von der Firma J. F. Nold & Co. in Stockstadt am Rhein unter dem Namen Nolco-Pol vertrieben. Dieser für den Brunnenbau

neuartige Werkstoff hatte Vor- und Nachteile. Ein Hauptgrund für die Wahl des GFK war eine relativ große Zug- und Druckfestigkeit bei geringer Wandstärke, was zu einem sehr geringen Eigengewicht führte.

Um Erkenntnisse über das Perforieren der GFK-Rohre zu erlangen, wurden verschiedene Methoden zum Öffnen der Rohre gegeneinander abgewogen. Aufgrund des unsicheren Ausbaustandes kam eine Perforation über Hohlchargen (Jet-Streaming-Verfahren) oder HD-Technik mit Schneidsand nicht infrage. Die Gefahr der vollständigen Zerstörung des Brunnens wurde als zu groß eingeschätzt. Ein Perforieren der Rohre mittels reinen Hochdruckwasserstrahls wurde im Vorfeld an einem Muster DN 200 auf dem Betriebsgelände der Firma NORD Bohr und Brunnenbau GmbH getestet. Die Ergebnisse dieses Versuches waren eindeutig und auch zu erwarten: eine Perforation mit Wasserhochdruck ist möglich, allerdings fransen die Löcher so stark aus, dass sich der Durchmesser leicht verringert. Somit kann nicht gewährleistet werden, dass die vorgesehenen Innenrohrmanschetten diese aufgetulpten Löcher abdecken können. Zusätzlich wurde auch das Schneiden durch Wasserhochdruck getestet; wie beim Perforieren zerfranst das Material erheblich (Abb. 1). Aus den vorher beschriebenen Gründen ent- ►

1/8 Seite  
Klaas

1/8 Seite  
Weikert

1/8 Seite  
Colshorn

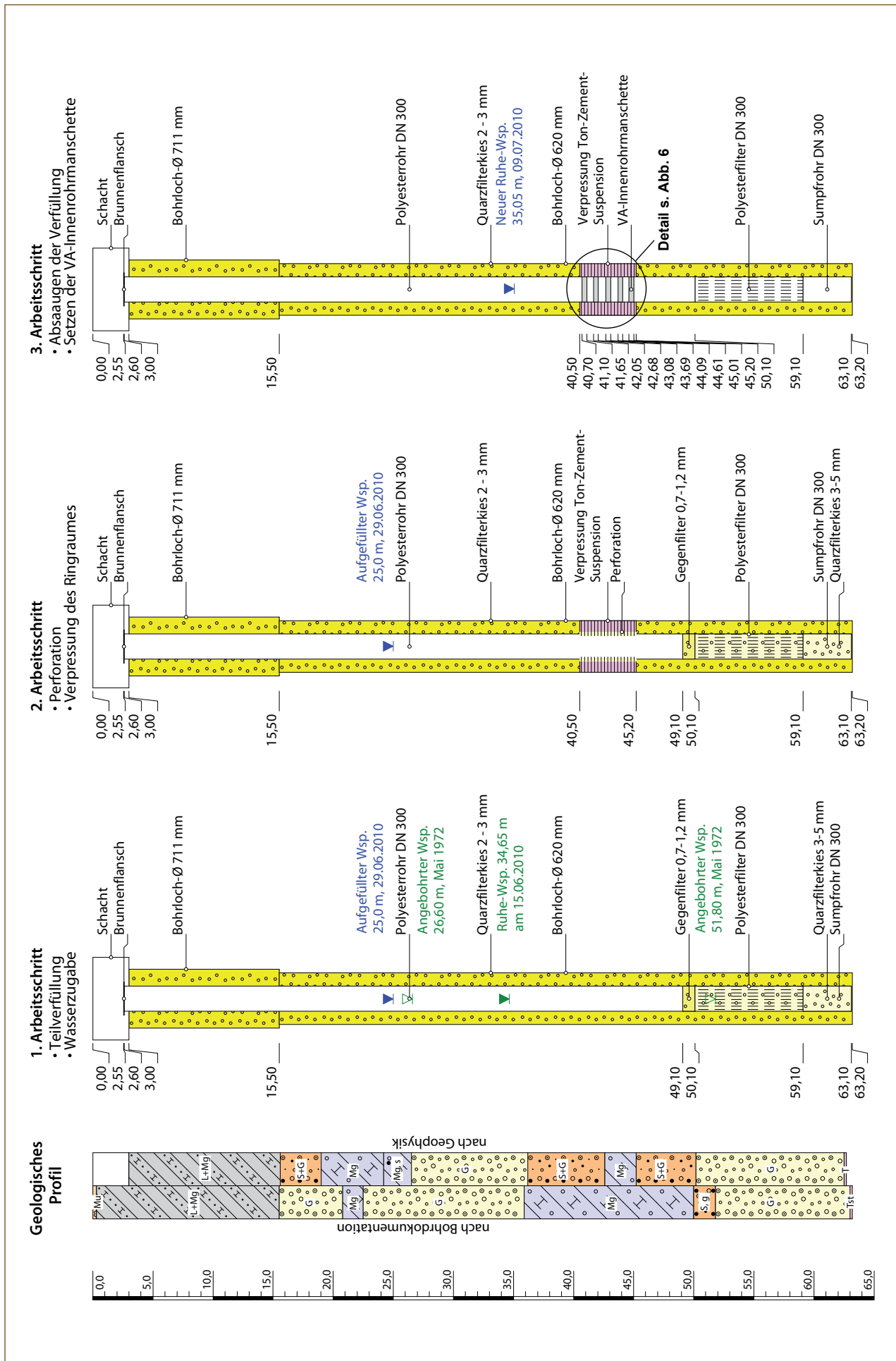


Abb. 2 Detailsicht Brunnen 1: IST-Zustand und Ausführung

schied man sich, ein schonendes Verfahren zur Perforation der GFK-Rohre einzusetzen. Die Rohre sollten mittels eines 10 mm-Bohrers perforiert werden.

### Die Geophysikalische Voruntersuchung

Die Vermessung zur Vorerkundung des Brunnenzustandes ergab im Wesentlichen folgende Ergebnisse: der Brunnen ist mit GFK-Rohren DN 300 in 3 m Längen ausgebaut. Interessant am gemessenen Kaliber war, dass die Messkurve nicht wie bei PVC-Rohren üblich sehr gleichmäßig verlief, sondern durch das herstellungsbedingte Wickeln eine sehr wellige Oberfläche zeigte. Die Neigungsmessung ergab keine Auffälligkeiten. Der Brunnen konnte mit weniger als 1° Neigung als lotrecht angesprochen werden. Die Annahmen über die fehlende Ringraumabdichtung bestätigten sich: der gesamte Ringraum war mit locker gelagertem Filterkies, welcher im unteren Bereich der Filterstrecke Spuren von Verockerungsprodukten aufwies, verfüllt.

Die lithologischen Ergebnisse der Vermessung unterschieden sich deutlich von der ursprünglichen Bohrdokumentation. Die durch die Bodenansprache gemäß Bohrdokumentation angetroffene Mergelschicht bei etwa 35 bis 50 m unter GOK war in dieser Mächtigkeit nicht vorhanden, vielmehr handelte es sich um ein Sand-Kies-Gemisch mit bindigen Einlagerungen bzw. Wechsellagerungen. Eine homogene Mergelschicht bestand nur im Bereich von 42,6 bis 45,2 m unter GOK. Durch den bestehenden Kurzschluss im Ringraum hätte im ungünstigsten Fall bei den Sanierungsarbeiten Abdichtungssuspension in den Filterbereich verschleppt werden können.

### Die Vorbereitungsarbeiten

Zum Schutz der Filterstrecke während der Verpressarbeiten wurde diese mit



Abb. 3 Das Perforationsgerät vor dem Einbau in den Brunnen



Abb. 5 Die Doppelpackergarnitur



Abb. 4 Perforationslöcher: linkes Loch vor und rechtes Loch nach der Verpressung

einem Quarzfilterkies der Körnung 2 bis 3 mm verfüllt. Um ein Einlaufen von möglichen Suspensionsresten zu verhindern, wurde ein Gegenfilter, bestehend aus einem Filtersand mit der Körnung 0,7 bis 1,2 mm in einer Mächtigkeit von etwa 1,5 m, eingebaut. Zur

Überwachung der einzelnen Arbeitsschritte wurde eine Unterwasserkamera mitgeführt. Der Gegenfilter ließ eine Zugabe von Frischwasser in solchem Maß zu, dass immer eine klare Sicht für die TV-Begleitung gewährleistet war. Als weitere Schutzmaßnahme für ►

1/8 Seite  
BPS Celle

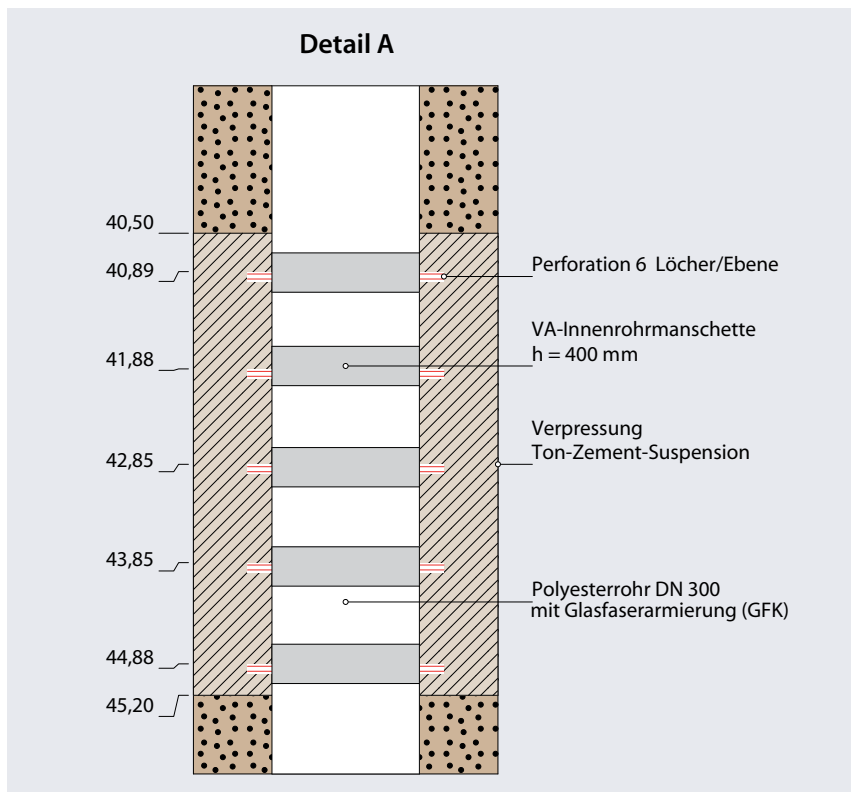


Abb. 6 Detail zur genauen Lage der Verpressung und der Manschetten



Abb. 7 Die Innenrohrmanschette zusammen mit dem Packer vor dem Einbau

den bestehenden Brunnenausbau wurde während der gesamten Arbeitsschritte die Wassersäule durch Frischwasserzugabe auf einem Niveau von etwa 25 m gehalten. Hierdurch sollte einerseits die abwärts gerichtete Strömung im Brunnenringraum unterbunden werden, und andererseits durch Überdruck im Brunneninneren ein Einlaufen der Ringraumhinterfüllung durch die Perforationslöcher in den Brunnen verhindert werden.

### Das Perforationsgerät und sein Einsatz

Da sich der glasfaserverstärkte Kunststoff wesentlich in der Bearbeitung von herkömmlichen Kunststoffen wie PVC und PE-HD unterscheidet, wählte man eine neuartige Perforationsmethode. Verwendet wurde eine Winkelbohrereinheit, die von Übertage aus gesteuert 10 mm große Löcher in die Ausbauperforierung bohrte. Bereits bei früheren Bauvorhaben waren von der Firma NBB, Perforationslöcher mit einer ähnlichen Konstruktion in Brunnenbauten hergestellt worden. Für den Andruck der Maschine wurde eine Scherenkonstruktion angefertigt, welche zeitgleich nach allen Richtungen öffnet (Abb. 3).

Die Perforation selbst erfolgte wie bereits erwähnt unter Zugabe von Frischwasser und unter Begleitung einer handgeführten Unterwasserkamera. Aufgrund der durchgeführten geophysikalischen Voruntersuchung wurden die Perforationsebenen in den Bereichen 45, 44, 43, 42 und 41 m unter GOK durchgeführt, um die Bereiche von störenden Rohrverbindungen zu meiden. Insgesamt wurden je Ebene sechs Löcher mit einem Versatz von 60° in den GFK-Ausbau gebohrt (Abb. 4). Die Perforationen und die Durchführung der Verpressung wurden abwechselnd für jede Ebene als gemeinsamer Arbeitsschritt durchgeführt.

### Doppelpackereinsatz zur Verpressung

Die Doppelpackergarnitur bestand aus zwei Schlauchpackern (Abb. 5). Als Verpressmaterial wurde das Tonmehl-Zement-Fertiggemisch Brutoplast 70 verwendet. Das Gemisch mit 70 % Ton und 30 % Zement wurde zur besseren geophysikalischen Nachweisbarkeit mit einem speziellen Markierungsmittel versetzt. Das Anmischen und Einbringen der Suspension erfolgte über einen Kolloidmischer und eine Doppelkolbenverpresspumpe. Neben dem theoretischen

Porenvolumen wurde als weiteres Abbruchkriterium ein Verpressdruck von 8 bar angesetzt, um die Außendruckfestigkeit der Rohre nicht zu überschreiten. Die Verpressungen verliefen weitestgehend drucklos. Eine Rückstellprobe je Perforationsebene gab Rückschlüsse über den Aussteifungsfortschritt des Materials und diente gleichzeitig als Indikator zum Ausbau der Doppelpackergarnitur, damit diese nicht mit einzementiert wurde.

### Die Geophysikalische Nachuntersuchung

Die geophysikalische Nachkontrolle zeigte, dass die drucklos eingebrachte Tonmehl-Zement-Suspension in sämtliche Porenräume des Ringraumes innerhalb der Perforationsebenen eingelaufen war. Die Kornmatrix wurde dabei vollständig erhalten. Durch das verwendete Markierungsmittel konnte die Suspension besonders gut nachgewiesen werden. Die zum Einsatz gebrachte segmentierte Gammamessung wies eine homogene, auf den gesamten Umfang verteilte Abdichtung auf.

Weiterhin bewies die geophysikalische Vermessung, dass die Gegenmaßnahme

zur Vermeidung einer Verschleppung von Suspension in den Filterbereich, erfolgreich war. Es fanden sich keinerlei Suspensionsreste unterhalb der projektierten Nachdichtungsebene (**Abb. 6**).

#### Setzen der Innenrohrmanschetten

Aufgrund von mechanischen und hydraulischen Beanspruchungen im späteren Brunnenbetrieb war es zwingend erforderlich, die Perforationslöcher mit Edelstahl-Innenrohrmanschetten abzudecken. Die verwendeten V4A-Manschetten sind mechanisch verspannbar. Der Verschlussmechanismus ist stufenlos verstellbar, sodass die Manschette passgenau an den Ausbaudurchmesser angelegt werden konnte. Zur Abdichtung gegen die Ausbauperforation befanden sich auf dem trinkwassertauglichen EPDM-Gummi zwei Dichtlippen.

Die Manschette wurde gemeinsam mit einem Setzpacker am Seil in den Brunnen auf die gewünschte Teufe gelassen (**Abb. 7**). Durch Aufblasen des Packers mittels Druckluft wurde die Manschette

geöffnet und an den Brunnenausbau gedrückt. Der Innendurchmesser verjüngte sich durch den Einbau um etwa 1 cm.

#### Zusammenfassung und Ausblick

Das nachträgliche Abdichten von Ringräumen über die Perforations- und Verpresstechnik ist keine neue Technologie. Gerade im norddeutschen Raum werden Altbrunnen mit fehlender oder unzureichender Ringraumabdichtung im Zuge von Sanierungs- oder Rückbaumaßnahmen oftmals perforiert und über eine Verpressung des Ringraumes nachgedichtet. Der in diesem Fall angebotene glasfaserverstärkte Kunststoff stellte die beauftragten Fachfirmen vor neue Aufgaben hinsichtlich der Perforationsmethode, die es zu bewältigen galt. Mittels der gewählten schonenden Perforation durch Bohren von Löchern konnte ohne jegliche Beschädigungen oder Folgeschäden das Brunnenrohr geöffnet werden. Der geophysikalische Nachweis der Ringraumabdichtung zeigte, dass gerade bei tiefen Brunnen eine

wirtschaftliche Nachdichtung über Perforation und Verpressung eine sehr gute Alternative zur Überbohrtechnik darstellt.

Abbildungen: xxxxxx

---

#### Autoren:

Dipl.-Ing. Daniel Lang  
NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH  
Randersweide 1  
21035 Hamburg  
Tel.: 040 735956-30  
Fax: 040 735956-40  
E-Mail: lang@nord-bb.de  
Internet: www.nord-bb.de

Dipl.-Geol. Benno Grassl  
BHG Brechtel GmbH  
Industriestr. 11a  
67063 Ludwigshafen  
Tel.: 0621 69004-0  
Fax: 0621 69004-24  
E-Mail: Grassl.benno@bhg-brechtel.de  
Internet: www.bhg-brechtel.de



1/4 Seite  
EMS

1/4 Seite  
Stüwa