

bbr

Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau

Sonderdruck aus bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau,
Ausgabe 2/2007

Sanierung eines Tiefbrunnens der MVV Mannheim

Dipl.-Ing. Peter Melzer
Dipl.-Ing. Rüdiger Mess
Dipl.-Ing. Lutz-Peter Nolte
Tiefbohr-Ing. Bernd Pfeiffer



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 Tiefbrunnens der MVV Mannheim

Brunnenundichtigkeiten ■ Anhand der Rohwasseranalysen einzelner Brunnen wurde ein Tiefbrunnen als möglicher Verursacher für Grundwasserverunreinigungen lokalisiert. Zum Erhalt der vollen Funktionstüchtigkeit des Brunnens waren Abdichtungsstrecken sowohl im äußeren Ringraum als auch im inneren Ringraum herzustellen.

Das Müllheizkraftwerk Mannheim der MVV Energie AG gewinnt das Rohwasser zur Erzeugung des Kesselspeisewassers aus sechs Tiefbrunnen. Bei Untersuchungen des mittleren Grundwasserleiters auf der Friesenheimer Insel ergaben sich Hinweise auf Brunnenundichtigkeiten. So zeigten Isotopenuntersuchungen der Rohwässer einen Zufluss jungen Grundwassers aus dem oberen Grundwasserleiter in den mittleren Horizont an. Anhand der Rohwasseranalysen der einzelnen Brunnen wurde ein Tiefbrunnen als möglicher Verursacher lokalisiert. Es musste geschlossen werden, dass die Verunreinigungen über die undichte Zementation (**Abb. 1a**) zwischen Bohrloch (Ø 1.200 mm) und Sperrrohr DN 800, oder aber über Leckagen in den Stahlrohren DN 800 in den Brunnen gelangten. Zum Erhalt der vollen Funktionstüchtigkeit des Brunnens waren demnach Abdichtungsstrecken sowohl im äußeren (Gebirge zum Stahlrohr DN 800) als auch im inneren Ringraum (Stahlrohr DN 800 zum Brunnenaufsatzrohr DN 400, stahlbeschichtet) herzustellen.

Sanierungskonzept

Nach Abstimmung mit dem zuständigen Regierungspräsidium Karlsruhe über die weitere Vorgehensweise wurde unter verschiedenen Angeboten zur Sanierung ein Vorschlag der Firma NBB, Hamburg, favorisiert. Diese schlug ein Sanierungsverfahren vor, das bereits bei mehreren Objekten erfolgreich angewandt worden war und sich als relativ kostengünstig darstellte (**Abb. 1b**). Im Detail waren folgende Arbeitstakte vorgesehen:

- Brunnenuntersuchung mittels geophysikalischer Messverfahren (GGD,

NN, SGL, Cal) und eine TV-Befahrung

- Zeitversetzte Herstellung von zwei Erosions-Perforationsebenen in Höhe der Gebirgstonschichten, wobei der Erosionsstrahl beide Rohrtouren (DN 400 und DN 800) und in der unteren Ebene zusätzlich auch noch den Zementmantel durchdringen sollte
- Verpressen einer definierten Menge Ton-Zement-Suspension (z. B. Brutoplast) über ein Doppelpackersystem in die Ringräume zur Herstellung einer wirksamen Nachdichtung
- Abdecken und Abdichten der Perforationslöcher in den Brunnenaufsatzrohren mittels patentierter Edelstahlmanschetten
- Belegmessungen und Zustandskontrollen im Brunnen

Durchführung

Am 10. Januar 2006 wurden die genannten Arbeiten aufgenommen. Die untere Perforation bei ca. 40,4 m u. GOK verlief aus „übertägiger“ Sicht und Kontrolle normal. Beim Ausbau des Perforators (**Abb. 2**) klemmte dieser bei ca. 30 m u. GOK fest, konnte nach unten jedoch frei bewegt werden. Bei den letztendlich erfolglosen Versuchen, den Perforator auszufahren, wurde festgestellt, dass die Ringraumverfüllung zwischen den Rohren DN 800 und DN 400 im oberen Bereich nicht mehr vorhanden war und die Brunnenrohre DN 400 oben frei bewegt werden konnten. Da offensichtlich ein Kollaps der Brunnenrohre den Ausbau des Perforationsstranges verhinderte, der Perforator aber nach unten frei war, wurden die Rohre DN 400 bei Teufe 42,5 m komplett aberodiert und zusammen mit dem Perforationsstrang ausgebaut (**Abb. 3**). Das restliche Hinterfüllmaterial lief dabei in den Brun-

nen und verursachte temporäre Probleme beim Ausbau, da der „Sandspiegel“ im Brunnen anfangs über der Rohrschnittstelle lag.

Zwischenbilanz, Ursachenforschung

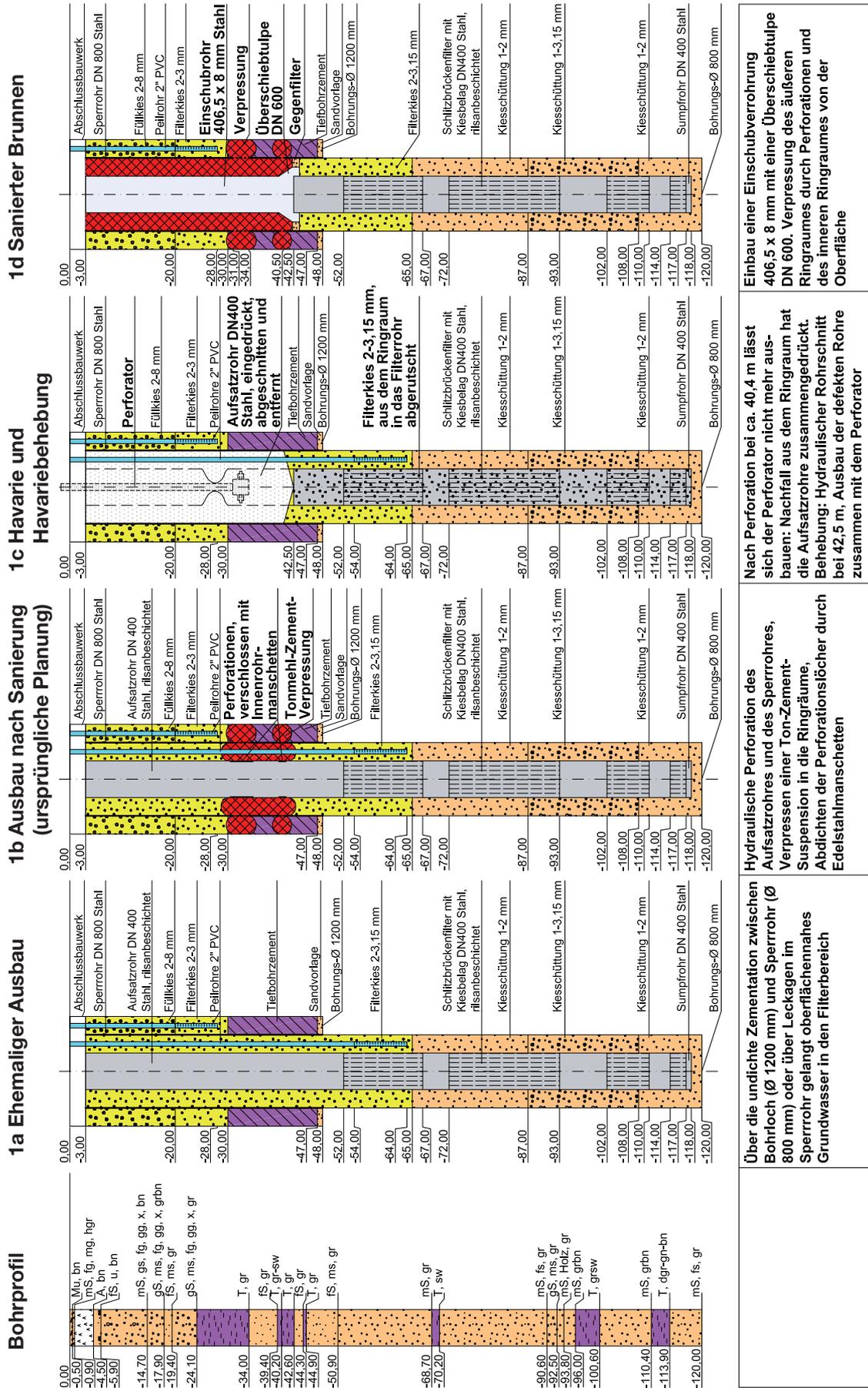
Nach dem Ausbau der abgetrennten Brunnenrohre zeigte sich, dass eine komplette Rohrlänge (ca. 25–30 m u. GOK) zwischen den Rohrverbindern stark deformiert war (**Abb. 1c + 4 + 5**) und den Perforationsstrang eingeklemmt hatte. Die nachfolgend durchgeführte Lotung erbrachte eine Aufklärung im Brunnen bis ca. 38 m u. GOK. Die Deformation des Brunnenrohres ist nur so erklärlich, dass es infolge der Perforation zu einer schlagartigen Setzung der im Ringraum vorhandenen Verfüllung gekommen sein muss. Die nachrutschende Ringraumverfüllung erzeugte einen Druckstoß und deformierte die Brunnenrohre DN 400. Bei diesen Rohren handelte es sich um gerollte Blechrohre mit 5 mm Wandstärke nach DIN 4922. In Abstimmung mit der MVV-Projektleitung wurden die Arbeiten am 12. Januar 2006 unter Sicherung der Baustelle und der Maßgabe, ein Sanierungskonzept zu erarbeiten, vorübergehend eingestellt.

Konzept zur Erreichung des Auftragszieles

Grundlage der Überlegungen waren die folgenden Bedingungen bzw. Annahmen:

- Der Brunnen als Bauwerk war durch die verbliebenen Rohre DN 400 sowie die Sperrrohrtour DN 800 gesichert.
- Die untere Perforation war hergestellt, die obere musste noch durchgeführt werden.

Sanierung eines Tiefbrunnens der MVV, Mannheim



Einbau einer Einschubverrohrung 406,5 x 8 mm mit einer Überschiebltule DN 600. Verpressung des äußeren Ringraumes durch Perforationen und des inneren Ringraumes von der Oberfläche

Nach Perforation bei ca. 40,4 m lässt sich der Perforator nicht mehr ausbauen: Nachfall aus dem Ringraum hat die Aufsatzrohre zusammengedrückt. Behebung: Hydraulischer Rohrschnitt bei 42,5 m, Ausbau der defekten Rohre zusammen mit dem Perforator

Hydraulische Perforation des Aufsatzrohres und des Sperrrohres, Verpressen einer Ton-Zement-Suspension in die Ringräume, Abdichten der Perforationslöcher durch Edelstahlmanschetten

Über die undichte Zementation zwischen Bohrloch (Ø 1200 mm) und Sperrrohr (Ø 800 mm) oder über Leckagen im Sperrrohr gelangt oberflächennahes Grundwasser in den Filterbereich

NBB NORD Bohr- und Brunnenbau GmbH, Hamburg

Abb. 1 Zusammenfassende Darstellung zur Sanierung eines Tiefbrunnens der MVV, Mannheim



Abb. 2 Hydraulischer Perforator vor dem Einbau in den zu sanierenden Brunnen

- Der komplette Filter und auch die Aufsatzrohre sind bis ca. 38 m u. GOK mit Sand verfüllt.
- Die Herstellung einer Ringraumverpressung über Doppelpacker ist durchmesserbedingt nicht mehr möglich.

Auf dieser Basis wurden mit dem Auftragegeber die weiteren Arbeitsschritte festgelegt:

- a) Herstellen der oberen Perforationszone von 34 bis 31 m und GOK mittels Schusstechnik (13 Schuss/m)
- b) Freilegen des Rohrkopfes DN 400 und Absaugen des zugehörigen Ringraumes bis ca. 44 m u. GOK mittels Mammutpumpe
- c) TV-Kontrolle der Rohre DN 800 einschließlich der Perforationszonen und des Rohrkopfes
- d) Installation einer Einschubverrohrung 406,4 x 8 mm (Außendruckfestigkeit 32 bar) mit integrierter „Fußtulpe“ DN 600
- e) Abdichten des neuen Ringraumes von 44 bis ca. 41 m u. GOK (Fußzementation)
- f) Vorbereitung des Ringraumabschlusses DN 800 x DN 400 einschließlich eines Verpressstutzens
- g) Steigende Auffüllung des gesamten offenen Ringraumes mit einer Ton-Zement-Suspension
- h) Verpressen der Suspension über den im oberen Bereich des Brunnen-



Abb. 3 Hydraulisch hergestellter Rohrschnitt des Brunnenrohres DN 400 Stahl

- kopfes geschlossenen inneren Ringraum durch die Perforationsöffnungen in den äußeren Ringraum
- i) Absaugen der Auflandung bis zur Endteufe

Realisierung

Nach Lieferung bzw. Herstellung aller benötigten Materialien wurden die Arbeiten am 14. Februar 2006 wieder auf-

genommen. Die Arbeitstakte (a) und (b) wurden planmäßig durchgeführt. Im Rahmen der nachfolgenden TV-Kontrolle musste festgestellt werden, dass die Erosionsperforation die Stahlrohre DN 800 nur unzureichend geöffnet hatte. Die Perforation wurde deshalb als Schussperforation von 40,5 bis 39,0 m u. GOK wiederholt. Da der Brunnen in der Nähe von Gashoch-



Abb. 4 Zusammengedrückte Brunnenrohre DN 400 aus Stahl nach Ausbau

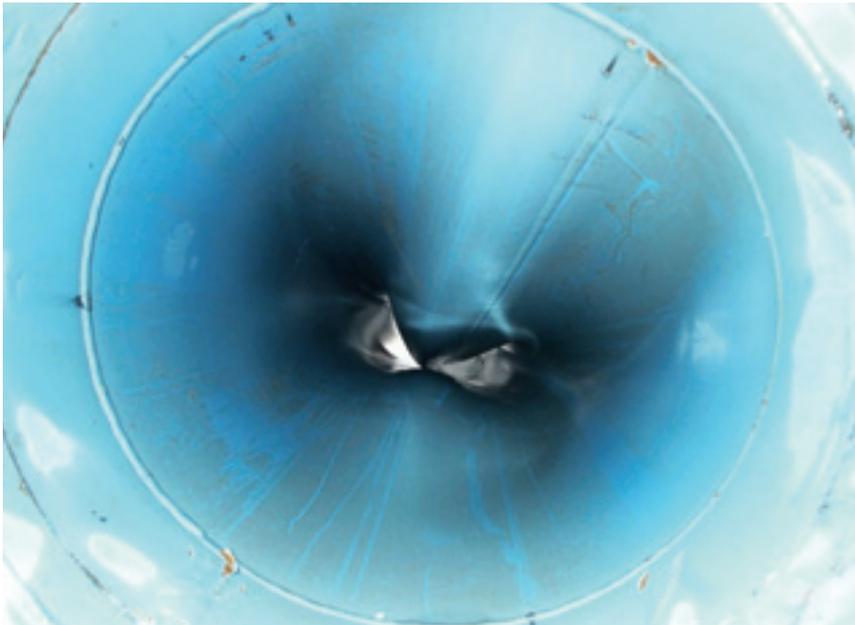


Abb. 5 Durch Nachfall der Ringraumverfüllung zusammengedrücktes Brunnenrohr DN 400 Stahl

druckleitungen liegt, musste die ausführende Firma vorher den Nachweis erbringen, dass die verwendeten Hohlradungen die Gashochdruckleitungen nicht beeinträchtigen können.

Der Einbau des Inliners gelang ohne technische Probleme. Der innere Ringraum wurde steigend vollständig aufgefüllt. In den äußeren Ringraum wurden ca. 1,6 m² Suspension verpresst, was bei einem angenommenen Porenvolumen von 25 Prozent ca. 10 m Dichtstrecke im Ringraum entspricht. Das Entsandern des Brunnens gestaltete sich zeitaufwändig, aber problemlos. Da die abschließende TV-Belegkontrolle Reste der abgerutschten Ringraumverfüllung in den oberen Filterschlitz zeigte, wurde der Brunnen abschließend einer HD-Reinigung unterzogen. Der Ist-Zustand des Brunnens ist in **Abbildung 1d** dargestellt.

Resümee

Die positiven Erfahrungen der Firma NBB mit Ringraumverpressungen über perforierte Brunnenrohre waren Anlass, im vorliegenden Fall dem Auftraggeber dieses Verfahren vorzuschlagen.

Im Rückblick ist festzuhalten, dass bei Arbeiten an vorhandenen älteren Bauwerken unvorhersehbare Ereignisse eintreten können. In diesem Fall musste nach dem Aussaugen des in den Brunnen eingelaufenen Hinterfüllmaterials festgestellt werden, dass die Körnungsangaben in der Dokumentationszeichnung nicht mit dem tatsächlich eingebrachten Material übereinstimmten. Es war wesentlich feineres, z. T. schluffiges Material in den Ringraum verfüllt worden, das durch die Perforationslöcher in den Brunnen auslaufen konnte.

Die Firma NBB hat im Rahmen ihrer Verantwortung bei dem Vorhaben schnell und umfassend reagiert, sodass die Sanierung letztlich noch erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Der Erfolg der Maßnahme beruht neben der Erfahrung des Auftragnehmers auch auf der guten unbürokratischen Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber, die schnelle operative Entscheidungen als Reaktion auf unvorhergesehene Geschehnisse möglich machte. So konnte trotz der nicht unerheblichen „Überraschungen“, die den ganzen Sanierungserfolg zeitweilig in Frage stellte, der MVV Umwelt GmbH ein gut saniertes, stabiler Brunnen zur langfristigen Nutzung wieder übergeben werden. Die nachfolgende Isotopenuntersuchung hat für den sanierten Brunnen Gehalte jungen Grundwassers gezeigt, die dem normalen Gehalt im mittleren Grundwasserleiter der Friesenheimer Insel entsprechen.

Die realisierte Sanierungsvariante stellt aus Sicht von NBB keine Notlösung dar, sondern erfüllt voll und ganz die geforderten Aufgaben und ist in einigen Punkten (z. B. Rohrstabilität, verdämmter innerer Ringraum) besser als ursprünglich geplant. Aus Auftragnehmersicht ergibt sich die Erkenntnis, dass bei der Kostenberechnung für eine solche Maßnahme zukünftig nicht nur der Fall des Gelingens, sondern auch der Fall des Misslingens berücksichtigt werden sowie eine Risikoabwägung erfolgen muss. Auch ein Totalverlust des Brunnens muss in die Überlegungen einfließen.

Alle Abb.: NBB NORD; außer Abb. 2: HWW

Autoren:

Dipl.-Ing. Peter Melzer
MVV Energie AG

Luisenring 49
68159 Mannheim
Tel.: 0621 290-2153
Fax: 0621 290-2606

E-Mail: p.melzer@mvv.de
Internet: www.mvv.de

Dipl.-Ing. Rüdiger Mess
MVV O&M GmbH

Luisenring 49
68159 Mannheim
Tel.: 0621 290-4609
Fax: 0621 290-4108

E-Mail: r.mess@mvv.de
Internet: www.mvv.de

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

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



