

bbr

Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau

Sonderdruck aus bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau,
Ausgabe 5/1999

Sanierung eines Tiefbrunnens (Mittelpolen)

Ersetzen stark korrodierter Filterrohre mit
Wickeldrahtfiltern und Vollrohren aus Edelstahl

Benno Grassl
Thomas Rudlicki



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

In der Region Lodz in Mittelpolen entnehmen eine Reihe von Brunnen das Wasser aus der Unterkreide und erreichen damit Entnahmetiefen von bis zu 1000 m. Viele dieser Brunnen sind in den 70er und 80er Jahren gebaut worden und zeigen aufgrund des damals verfügbaren Ausbaumaterials häufig Korrosionsschäden. Im Zuge der Sanierung wurde die Filterstrecke bis zu einer Tiefe von 510 m ausgebaut, die Bohrung im Bereich von 450 bis 510 m aufgeweitet und anschließend mit Wickeldrahtfiltern und Vollrohren ausgebaut.

1. Einleitung

In der Großregion Lodz (Mittelpolen) wird zur Trinkwasserversorgung der Bevölkerung das Wasser entweder aus dem Tertiär oder aus der tiefliegenden Unterkreide entnommen. Dabei erreichen die Brunnen nicht selten Teufen von bis zu 1000 m.

Viele dieser Tiefbrunnen wurden in den 80er Jahren abgeteuft und weisen heute aufgrund des damals verfügbaren Ausbaumaterials aus Stahl schwarz beziehungsweise verzinkt, häufig starke Korrosionsschäden auf. Dies führt oft zu anthropogenen Grundwasserbelastungen, starker Brunnenalterung und/oder zu Sandführung der Brunnen, so daß zum Teil Tiefbrunnen schon aufgegeben werden mußten.

Im vorliegenden Fall wies der 1989/90 erstellte Brunnen in Skierniewice seit vielen Jahren eine zunehmend stärker werdende Sandführung und Wassertrübung auf, so daß er vor 3 Jahren stillgelegt werden mußte. Zur Aufrechterhaltung der Förderung mußten schon in den Jahren davor die Förderraten in Schritten von 214 m³/h Ausgangsleistung immer weiter gesenkt werden, um die Trübung und Sandförderung in vertretbarem Rahmen zu halten.

2. Vertragssituation

In Zusammenarbeit mit Preussag Pol-Bud-Spolka, Lodz, einem Tochterunternehmen der Preussag Wasser und Rohrtechnik GmbH, wurde der Auftrag zur Sanierung des Tiefbrunnens mit einer Teufe von 583 m in Skierniewice, in der Nähe von Lodz, von Preussag Spezialtiefbau GmbH, NL Zwingenberg, im Juli 1997 hereingenommen. Auftraggeber war ein privatrechtlich organisierter Wasserversorger, der im Rahmen der Privatisierung in Polen die Wasserversorgung von der Stadt Skierniewice übernommen hatte.

Die Erteilung des Auftrages wurde, entsprechend den Gepflogenheiten in Polen, von folgenden Bedingungen abhängig gemacht:

- Übernahme der Arbeiten zum Pauschalpreis
- Übernahme einer Wassermengengewährleistung von 200 m³/h
- Prozentuale Preisabschläge bei Minderleistung des Brunnens bis zu 150 m³/h. Bei noch geringerer Ergiebigkeit des Brunnens hätte die Leistung als nicht ausgeführt gegolten und wäre nicht bezahlt worden.

- Vertragsstrafe bis max. 20 % bei Nichteinhaltung des vereinbarten Endtermins.

Entscheidend für die Vergabe des Auftrages war neben der Wassermengengewährleistung vor allem auch die Bauzeit, die Preussag mit 3 Monaten angeboten hatte, während polnische Mitbewerber 6 Monate für notwendig hielten.

Um den polnischen Markt für zukünftige Aktivitäten kennenzulernen, wurden diese erheblichen Risiken akzeptiert.

Zur Vertragsabwicklung ist anzumerken, daß von den Anbietern ein brunnenbautechnisches Konzept vorgelegt werden mußte, welches nach Auftragserteilung anschließend vom zuständigen Wasserwirtschaftsamts des Kreises geprüft wurde und erst nach Freigabe die Durchführung der Arbeiten genehmigt wurde.

3. Grenzformalitäten, Zölle

Die Verbringung der Gerätschaften und Werkzeuge erwies sich als wenig problematisch. Über eine Carné ATA konnte die notwendige Ausrüstung für einen Zeitraum von 6 Monaten nach Polen eingeführt werden, wobei jedoch die Dokumentation der Zollpapiere sehr detailliert anzugeben und für den Rücktransport die Sortierung der Packlisten je Lkw genau einzuhalten waren. Eine Zollgarantie mußte nicht hinterlegt werden.

Es soll jedoch hier darauf hingewiesen werden, daß sich das Zollregime seither geändert hat und daß auch für vorübergehende Einfuhr von Geräten heute Zoll entrichtet werden muß.

4. Geologisch/hydrologische Situation

Der Brunnen im Bereich des Wasserwerkes von Skierniewice befindet sich in einer flachgelagerten Abfolge von Sedimentgesteinen, die von oben nach unten mit

- Quartär aus einer Folge mit einer Mächtigkeit von ca. 35 m aus Sanden, Schluffen und Tonen aufgebaut ist. Das darunterliegende
- Tertiär besteht ebenfalls aus einer Wechsellaagerung von Tonen und Sanden, wobei der sandig ausgebildete untere Teil bis ca. 95 m Teufe häufig zur Wassergewinnung genutzt wurde. Heute sind diese Brunnen wegen Schadstoffbelastung oft außer Betrieb genommen. Die nach unten folgenden Gesteine der

- Ober- und Mittelkreide bestehen vorwiegend aus grauen bis weißlichen Kalken, Mergeln und Kalkmergeln und erstrecken sich im Arbeitsgebiet bis in eine Tiefe von etwa 450 m.

- Die Unterkreide besteht aus z.T. tonigen Fein- bis Mittelsanden, mit Einschaltungen von Kohle, Sandsteinen, Mergeln und schwarzen Tonen, und wird durch den Brunnen bis in eine Tiefe von 583 m erschlossen. Diese Abfolge wird durch die Tiefbrunnen in dieser Gegend häufig ausgebeutet.

5. Zustand des Brunnens

Der Brunnen 1a des Wasserwerkes in Skierniewice wurde 1989/90 von einer polnischen Bohrfirma bis auf eine Tiefe von 583 m erstellt.

Die Bohrung wurde bis 113 m unter Geländeoberkante im Durchmesser von 670 mm abgeteuft und mit einem Stahlsperrohr von 20" ausgebaut und abzementiert. Danach wurde die Bohrung bis 453,6 m im Durchmesser 470 mm abgeteuft und mit Stahlsperrohren 16" ausgebaut und ebenfalls einzementiert. Der Bohrdurchmesser bis zur Endteufe von 583 m lag laut Zeichnung bei 370 mm.

Danach wurde die Bohrung mit Filter und Vollrohren als verllorener Ausbau im Durchmesser 9⁵/₈" zwischen 410,5 m und 583 m ausgebaut, wobei sich die Filter auf 2 Strecken zwischen 453,6 bis 495 m und 520 m bis 558 m verteilte. Als Filtermaterial wurden groß gelochte Stahlrohre API Durchmesser 9⁵/₈" verwendet, die mit einem verzinkten, 2 mm starken Schlitzblech ummantelt wurden.

Die Schlitzweite wurde mit 1 mm gewählt und der Brunnen mit einem Quarzkies der Körnung 1,4 bis 2 mm verfiltert (Bild 1).

Aus den vorhandenen Unterlagen ließ sich entnehmen, daß der Brunnen nach dem Neubau eine Förderleistung von 214 m³/h bei einer Absenkung von 13,1 m zeigte. Eine schwache Sandführung war von Anfang an vorhanden.

Bereits nach ca. 3 bis 4 Jahren zeigte der Brunnen eine immer stärker werdende Feinsandführung mit einer Körnung bis max. 0,4 mm, der mit einer schrittweisen Reduzierung der Fördermenge begegnet wurde. Etwas später trat dann noch zusätzlich eine schwärzliche Wassertrübung auf, so daß der Brunnen 1995 stillgelegt werden mußte.

Verursacht durch die politische Umstellung in Polen und die dadurch bedingten finanziellen Verhältnisse, konnte der Kunde erst 1997 die Sanierung des Brunnens in Auftrag geben, obwohl bereits vorher ein problematischer Engpaß in der Wasserversorgung vorlag. Daraus resultierte ein starker Zeitdruck bei der Durchführung der Arbeiten.

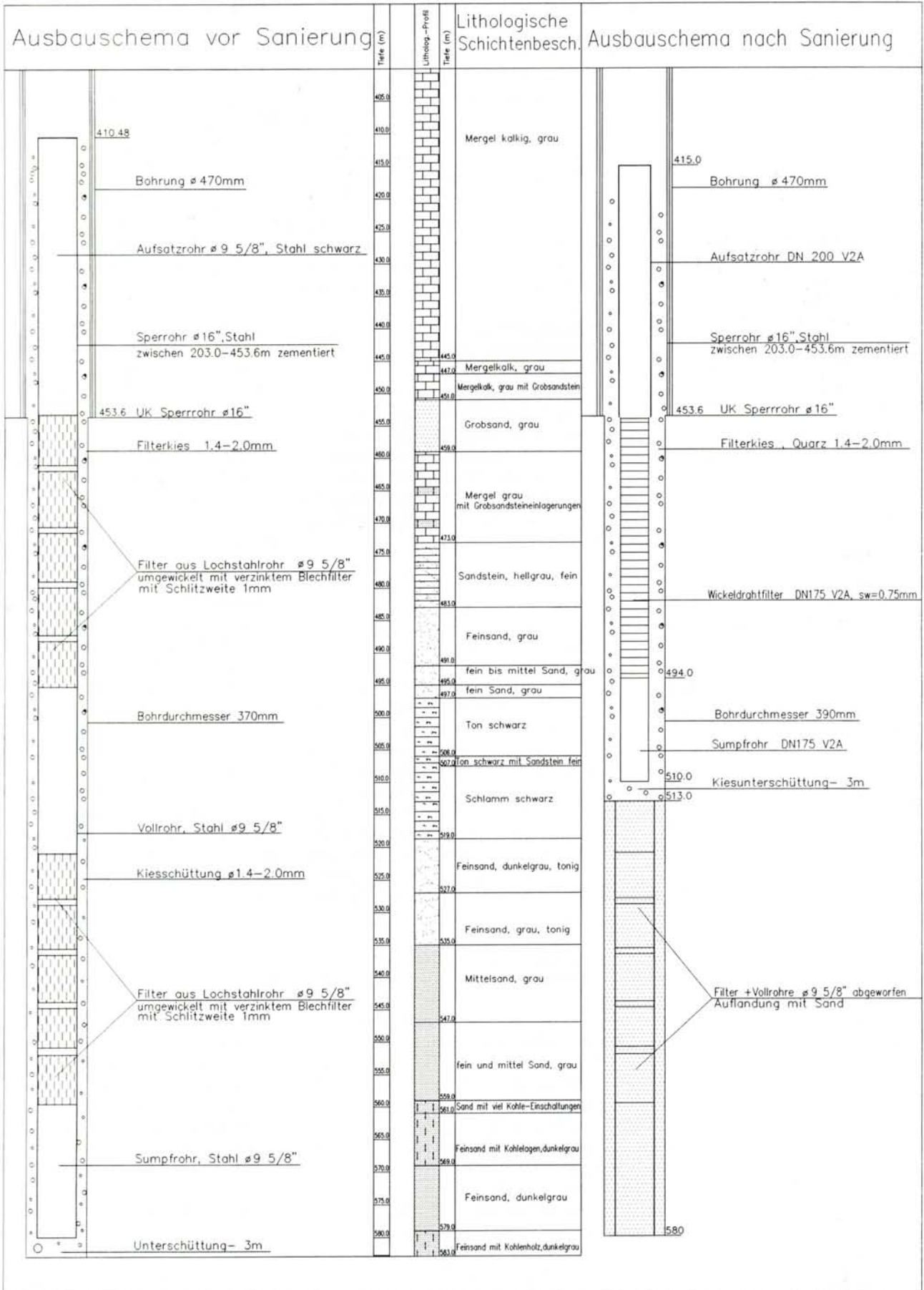


Bild 1: Brunnenausbauplan; alter und neuer Ausbau

6. Sanierungskonzept

Auf dieses Projekt wurde Preussag Spezialtiefbau durch seine polnische Schwesterfirma Pol-Bud-Spolka in Lodz angesprochen. Durch eingehende Diskussion beim Kunden in Polen stellte sich heraus, daß nur wenig aussagekräftige Detailinformationen zu dem Brunnen und den Betriebszuständen vorlagen. Es gab keine Siebkurven der relevanten verfilterten Schichten, die zur Bestimmung der Filterkieskörnung hätten herangezogen werden können. Zudem war nicht befriedigend erklärbar, woher die später eingetretene schwarze Eintrübung des Wassers herührte. Als wichtige Information wurde mitgeteilt, daß die untere Filterstrecke des Brunnens (520 m bis 558 m unter Geländeoberkante) keinen nennenswerten Beitrag zur Brunnenenergiebigkeit leistete.

Vom Kunden wurde zunächst favorisiert, den Brunnen mit einer Einschubverrohrung zu versehen, um die Sandförderung zu beenden. Diese Lösung wurde jedoch nach intensiver Beratung verworfen, da die notwendigen Durchmesser für das Setzen eines entsprechend dimensionierten Einschub-Filterrohres mit ausreichender Kiesummantelung zur Förderung von 200 m³/h nicht zur Verfügung standen. Somit wurde das im untenstehenden Kasten zusammengestellte Konzept erarbeitet und dem Kunden angeboten.

- **Voruntersuchung** des Brunnens mit
 - TV Befahrung zur Feststellung des Brunnenzustandes
 - Kalibermessung zur Festlegung der genauen Rohrdimension und Probepumpversuche (bauseits)
 - Siebanalysen der Sandführung zur Festlegung der Filterschlitzweiten und Kies-schüttung
- **Sanierung** des Brunnens mit
 - Abwerfen des unteren Filterbereiches von Endteufe bis 513 m durch Sandauffüllung
 - Arbeiten unter Einsatz einer hochviskosen Bohrspülung mit Bentonit/CMC-Zusätzen
 - Mehrmaliges Schneiden der Filter bis in eine Tiefe von ca. 510 m u. GOK
 - Überbohren der Filter- und Vollrohrstrecke von 410 m bis 510 m u. GOK
 - Ziehen des alten Filterrohrbaues Durchmesser 9 5/8"
 - Aufweiten der alten Bohrung auf 390 mm bis zu einer Teufe von 513 m
 - Verlorener Einbau von Wickeldrahtfiltern und Vollrohren DN 175 aus V2A, mit einer Schlitzweite von 0,75 mm
 - Verkiesen des Ringraumes mit Quarzfilterkies, Körnung 1,4 bis 2 mm
 - Entwickeln des Brunnens und Durchführung eines Pumptestes



Bild 2: Baustelleneinrichtung mit Bohrgerät L3 im Betrieb

Zudem wurde vereinbart, das Konzept nach der Voruntersuchung des Brunnens mit dem Kunden auf Durchführbarkeit zu prüfen.

7. Durchführung der Sanierungsarbeiten

7.1 Baustelleneinrichtung

Aufgrund der knappen verfügbaren Mittel des Kunden und der Preisstruktur des polnischen Bohrmarktes wurde entschieden, daß Preussag lediglich das entsprechende Bohrgerät mit Ausrüstung und einen Bohrmeister stellt und vom polnischen Schwesterunternehmen das entsprechende Bohrpersoneil, Hilfsgerätschaften, Unterkünfte und Transportmittel bereitgestellt werden. Mitte August 1997 wurden die Geräte und Werkzeuge nach Polen transportiert. Als Bohrgerät wurde eine Bohranlage Wirth L3 mit einem doppelwandigen Lufthebebohrgestänge 4 1/2 IF eingesetzt (Bild 2).

Die Baustelleneinrichtung, der Aufbau des Bohrgerätes und die vorbereitenden Arbeiten am Brunnen waren Ende August abgeschlossen. Beim Abloten des Brunnens wurde die Auflandung in den Filterrohren bei 483 m festgestellt.

7.2 Vorbereitung zur/und TV-Befahrung

Zur Vorbereitung für die TV-Untersuchung des Brunnens sollte die Auflandung von 483 bis mindestens 513 m abgesaugt werden. Bei diesen Arbeiten stellte sich eine Beschädigung der Filterrohre zwischen 493 bis 495 m heraus, durch die große Mengen von Filterkies

gefördert wurden. Die Bohrung füllte sich immer wieder bis auf ca. 485 m mit Sand und Filterkies auf. Um die Bohrung nicht zu gefährden, wurde entschieden, den Brunnen nur bis auf die erreichbare Teufe von 483 m zu befahren. Zu diesem Zeitpunkt konnte noch keine Bohrspülung eingesetzt werden.

Da in Polen keine Brunnen-TV-Ausrüstung bis zur geforderten Tiefe zur Verfügung stand, wurde die Befahrung durch eine deutsche Firma durchgeführt. Die Untersuchung zeigte die Art des Filterrohres als gelochtes Stahlrohr mit z.T. starken Verockerungen. Am oberen Ende der verloren eingebauten Filter-



Bild 3: Ausbau der alten Filter und Vollrohre. Blick auf die Führungseisen

strecke bei 410 m waren 3 Stück um 120° versetzte Führungseisen angeordnet, ausgelegt auf den Sperrrohrdurchmesser von 16" (Bild 3). Aufgrund der Auflandung konnten die Schädstellen am Filterrohr mit der TV-Untersuchung nicht erfaßt werden.

Die Siebanalyse der geförderten Auflandungen zeigte, daß neben dem Filterkies mit 1,4 bis 2 mm ein nicht unerheblicher Anteil an Feinsand der Körnung 0,125 bis 0,4 mm gefördert wurde. Aus diesem Grund wurde an der konservativen Auslegung des Filtersystems mit einer Schlitzweite von 0,75 mm festgehalten.

Entsprechend dem Befund der Voruntersuchungen wurde nach Rücksprache mit dem Kunden und den Vertretern der Behörde das vorgelegte Sanierungskonzept beibehalten.

7.3 Ausführung der Sanierung

Nach der TV-Untersuchung wurde die Bohrung zur Stabilisierung mit einer hochviskosen Bentonit-CMC-Spülung aufgefüllt. Der



Bild 4: Gelochtes Filterrohr mit stark korrodiertem Schlitzblech

Filterbereich konnte bis auf 518 m solange abgesaugt werden, bis keine weiteren Auflandungen mehr auftraten. Die gesamte Förderung betrug 20 m³ Filterkies und Sand. Nach Rückrechnung der entsprechenden Ringraum-Volumina war sehr wahrscheinlich, daß die Filterrohre in der Bohrung frei stehen würden. Aufgrund dieser Situation entschied man, die Rohre nur einmal zu schneiden und die Rohrstrecke zwischen 510 m und 410 m im ganzen zu ziehen.

Danach wurden mit einem Innenrohrschneider passend zum Durchmesser 9³/₈" die Rohre bei 510 m geschnitten.

Um das Risiko beim Ziehen möglichst einzugrenzen und eventuell die Filterrohre nachträglich nochmals schneiden zu können, wurde ein wiederlösbarer Rohrkreis, Typ Bowen Itco, auf eine Tiefe von ca. 500 m eingebaut und die Rohre über hydraulische Pressen langsam angehoben. Mit einem Preßdruck von 65 t lösten sich die Rohre und konnten in einem Zug ausgebaut werden.

Die Filterrohre waren zum großen Teil stark korrodiert, teilweise fehlte die Ummanntelung mit dem Schlitzblech komplett. Die Lochung der Stahlrohre war an vielen Stellen durch Verockerung und schwarze Tonanlagerungen ganz geschlossen (Bilder 3 und 4).

Aufgrund dieses Zustandes war eine Sandführung des Brunnens unausweichlich gewesen.

Zur Feststellung des freien Bohrdurchmessers mußte nochmals ein Kaliber bis auf 510 m Tiefe gefahren werden; ein Durchmesser von 350 mm wurde vorgefunden. Da die Wickeldrahtfilterrohre erst nach Feststellung

des Brunnenzustandes und der Auswertung der Sandführung geordert werden konnten, mußten die Arbeiten für 2 Wochen unterbrochen werden.

Anschließend wurde die Bohrung ab Unterkannte Sperrohr, Durchmesser 400 mm, von 453 m bis auf 514 m im Lufthebeverfahren mit einem Durchmesser von 390 mm nachgebohrt. In der Tiefe 508 m bis 511 m traf man schwarzen Ton an. Mit diesem Befund konnte die Ursache für die schwarze Eintrübung des Wassers eindeutig festgestellt werden.

7.4 Brunnenausbau

Im Bereich der ausgebauten oberen Filterstrecke, zwischen 410 und 513 m Teufe, wurde der neue Rohrstrang am Bohrgestänge über einen Linksverbinder verloren eingebaut. Verbaut wurden Wickeldrahtfilter DN 175 mm zwischen 454 m bis 495 m unter Geländeoberkante mit einer Schlitzweite von 0,75 mm aus Material V2A und 16 m Sumpfrohre des gleichen Materials. Alle 6 m wurden Zentrierungen angebracht; 39 m Aufsatzrohre DN 200, aus V2A, wurden eingebaut. Der Filterkies wurde entsprechend den Ergebnissen der Siebanalysen und der verfügbaren Körnung mit 1,0 bis 2,5 mm festgelegt und geschüttet. Im oberen Vollrohrbereich, ab 427 m, erfolgte der Einbau mit Quarzkies der Körnung 10 bis 20 mm (Bild 1).



Bild 5: Filterausbau; das Schlitzblech ist durch Tonmaterial gänzlich verschlossen

7.5 Brunnenentwicklung und Pumpversuch

Der Filterbereich wurde im Airliftsystem über das Bohrgestänge in Stufen entwickelt. Der unten angebrachte Seiher hatte einen Manschettenabstand von 2 m, und die einzelnen Stufen wurden mit bis zu 10 l/sec Entnahmeleistung entwickelt.

Dabei wurden alle Stufen bis zur technischen Sandfreiheit bearbeitet. Die Kontrolle der Sandführung erfolgte mit einem Sandmeßgerät im Nebenstromsystem.

Der abschließende Pumpversuch wurde in 3 Stufen über insgesamt 160 Stunden durchgeführt und zeigte bei einer Förderrate von 225 m³/h eine Absenkung von 47,74 m. Das Wasser war klar und sandfrei. Die chemischen und bakteriologischen Untersuchungen zeigten keinerlei Auffälligkeiten. Entsprechend der Klassifikation der polnischen Brunnennorm stufte man die Brunnen in die 1. Klasse (oberste Qualität) ein. Die erhöhte Absenkung gegenüber dem alten Brunnen nach Neubau ergibt sich durch die Halbierung der Filterlänge, den engeren Rohrdurchmesser und die generell stärkere Beanspruchung des Wasserleiters durch weitere in der näheren Umgebung später ans Netz angeschlossene Tiefbrunnen.

Entsprechend der Planung des Kunden kann der Brunnen nun mit einer Dauerleistung von 160 m³/h betrieben werden.

8. Allgemeines und Zusammenfassung

Die Sanierungsarbeiten am Brunnen erfolgten unter einer permanenten Überwachung durch Hydrogeologen und Bohrfachleute des Wasserwirtschaftsamtes der Wojwodschaft Lodz. Die gute Zusammenarbeit und die Gastfreundschaft des Kunden wird hier besonders hervorgehoben. Anzumerken ist auch, daß häufig Besuch auf der Bohrstelle durch polnische Bohrunternehmer stattfand, die großes Interesse am eingesetzten Bohrgestänge und der Bohrtechnik bekundeten.

Die Sanierungsarbeiten am Brunnen 1 des Wasserwerkes in Skierniewice, Mittelpolen, konnten zeitgerecht abgeschlossen werden. Durch Ersetzen der stark korrodierten Filterrohre im Bereich zwischen 410 und 513 m unter GOK mit Wickeldrahtfiltern und Vollrohren aus Edelstahl konnte die Sandführung des Brunnens beseitigt und die im Vertrag gewährleistete Ergiebigkeit des Brunnens von 200 m³/h wieder erreicht werden. ≈

Alle Abbildungen: Pol Bud Spolka