

Sonderdruck aus bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau, Ausgaben 10/1991 und 11/1991, Überarbeitung 1999

Pflege, Regenerierung, Sanierung und Rückbau von Brunnenanlagen

Dipl.-Ing. Lutz-Peter Nolte Dipl.-Ing. Uwe Rübesamen



Pflege, Regenerierung, Sanierung und Rückbau von Brunnenanlagen



Dipl.-Ing. Lutz-Peter Nolte, seit 1972 bei der PREUSSAG SPEZIALTIEFBAU GmbH, Brunnenbau, Hamburg



Dipl.-Ing. Uwe Rübesamen, seit 1971 bei der PREUSSAG SPEZIALTIEFBAU GmbH, Brunnenbau, Hamburg

1. Einleitung

Grundwasservorkommen müssen generell so geschützt werden, daß das Lebensmittel »Wasser« langfristig in seiner natürlichen Beschaffenheit gesichert und frei von den vielfältigen anthropogenen Einflüssen ist. Die sprunghafte Entwicklung der Wirtschaftsverhältnisse nach dem 2. Weltkrieg, verbunden mit einer intensiven Flächennutzung durch Industrie, Verkehr und Landwirtschaft, haben vor allem in Ballungsgebieten zu einem zunehmenden Grundwasserbelastungsrisiko geführt. Dies gilt gleichermaßen für oberflächennahe als auch tiefergelegene Grundwasserstockwerke.

Eine wachsende Gefährdung geht hierbei vor allem von dem in zunehmendem Maße belasteten oberflächennahen Grundwasser aus. Schadhafte Brunnenanlagen und Grundwassermeßstellen sowie unwirksame, nicht vorhandene oder nicht auf die jeweiligen hydrogeologischen Verhältnisse abgestimmte Ringraumabdichtungen, stellen nur einige von vielen Möglichkeiten dar, oberflächennahe Kontaminationen durch Vertikaldrainage über den Ringraum bzw. über den Brunnen selbst in tiefergelegene Grundwasserstockwerke einzuleiten

Eine zunehmende konsequente Anwendung der einschlägigen Wasserhaushaltsgesetze veranlaßt viele Betreiber von Brunnenanlagen, sich intensiv mit Vorbeugungs- und Sanierungsmaßnahmen zur Bestandssicherung zu beschäftigen. Dieser Bericht soll ohne Anspruch auf Vollständigkeit die verschiedenen Möglichkeiten der Brunnenpflege, -sanierung, -regenerierung und des Brunnenrückbaues aufzeigen.

2. Brunnenüberwachung und Pflege

Für die Entnahme von Grundwasser sind bei den zuständigen Wasserbehörden Bewilligungen oder Erlaubnisse zu beantragen. Die Erteilung solcher Entnahmerechte beinhaltet unter anderem die regelmäßige Kontrolle und den Nachweis über Wassermenge, Grundwasserstände und Wasserbeschaffenheit.

Die wesentlichen Kontrollen für die Be-

triebsüberwachung von Brunnen sind:

- Wasserspiegellage im Brunnen
- Wasserspiegellage des Peilrohres in der Kiesschüttung des Brunnens
- Brunnenförderleistung, Entnahmemenge
- Manometerdruck an der Förderanlage
- Stromaufnahme der Förderanlage
- Kontrolle des Förderstromes auf Sand- und Trübstofführung
- chemisch-physikalische Wasseruntersuchungen
- bakteriologische Wasseruntersuchungen
- je nach dem möglichen Gefährdungspotential chemisch-physikalische Untersuchung des Brunnenwassers auf Umweltparameter
- Wasserspiegellage von Meßstellen in Brunnennähe
- chemisch-physikalische Wasseruntersuchungen von Meßstellen in Brunnennähe.

Diese Daten sollten zur Dokumentation und Interpretation regelmäßig festgestellt und schriftlich in einem Wasserbuch niedergelegt werden. In der Regel wird der Meßrhythmus durch die wasserwirtschaftlichen Aufsichtsbehörden vorgegeben. In modernen Wasserwerken werden einige Kenndaten bereits durch Fernübertragung in den Meßwarten kontinuierlich angezeigt und gespeichert.

Eine weitergehende Betriebsüberwachung sollte sich auf mögliche Alterungserscheinungen erstrecken. Derartige Untersuchungen, wie nachfolgend aufgeführt, können im Zuge von Brunnenreinigungs- bzw. Montagearbeiten an Förderanlagen durchgeführt werden:

- grafische Auswertung der Betriebs- und Ruhewasserspiegel zum Erkennen des Nachlassens der Brunnenergiebigkeit
- Lotung der Brunnentiefe und Kontrolle auf Ablagerungen im Brunnen
- Kontrolle der Steigleitungen, der Unterwasserpumpe und der Schachtarmaturen auf Ablagerungen, Verockerungsbeläge und Korrosionserscheinungen
- chemische sowie mikroskopische Untersuchung dieser Beläge
- geophysikalische Untersuchungen.

Für Wartungsintervalle von Förderanlagen gibt es keine allgemein gültigen Regeln. Jeder Einzelfall ist aufgrund der unterschiedlichen Kenndaten eines Brunnens und vor allem unterschiedlicher Grundwasserbeschaffenheit anders gelagert. Bei Brunnen, die stark zur Verockerung und Korrosion neigen, sollte ein Wartungsrhythmus von 1–2 Jahren, bei gutartiger Wasserbeschaffenheit von 5–7 Jahren gewählt werden. Damit ist in der Regel eine wirtschaftlich vertretbare Überholung der Unterwasserpumpe und eine regelmäßige Brunnenüberwachung und Brunnenpflege gewährleistet.

3. Alterungserscheinungen (Bildseiten 14, 18 und 19)

Brunnen verlieren mit zunehmender Nutzungsdauer ihre ursprüngliche Leistungsfähigkeit, d.h., sie »altern«. Hierbei neigen Flachbrunnen zu einem wesentlich schnelleren Leistungsrückgang als Tiefbrunnen.

Die Ursachen dieser Erscheinung sind in der Hauptsache:

- Verstopfung der Porenräume der Filterkiesschüttung durch Schluff und Feinsand
- Inkrustationen durch Verockerung und Versinterung
- biologisch bedingte Ausfällung
- Korrosion.

Versandung, Korrosion, Ausfällungen und Inkrustationen sind in ihrer Gesamtwirkung auf die Fassungsanlage selten getrennt zu sehen. Meistens treten diese Erscheinungen gleichzeitig, sehr unterschiedlich ausgeprägt und nur selten aufeinander folgend auf. Der Rückgang der Brunnenleistung, verbunden mit einer verstärkten Absenkung, veranlaßt viele Betreiber, Manipulationen an der Maschinentechnik des Brunnens vorzunehmen. Häufig geben sie sich mit der verminderten Leistung zufrieden und wenden sich erst, wenn auch die Verlängerung der Steigeleitung nichts mehr bringt, an eine Fachfirma.

3.1 Sandführung

Die Sandführung beruht auf der Schleppkraft der Grundwasserströmung.

Die Ursachen für die unerwünschte Sandführung können vielfältig und sehr unterschiedlichen Ursprungs sein wie z.B.:

- bohrtechnische Fehler
- fehlerhafte Entnahme der Bodenproben und damit Fehler bei der Bestimmung des Filterkornes
- mangelhafte Siebanalyse
- exzentrische Lage des Filterrohres
- unkontrollierter Schüttvorgang des Filterkieses
- Einbringen des Kieses in zu schwere Bohrspülung und dadurch »Schwimmen« bzw. Verzögerung des Setzungsvorganges.

Auch während der betrieblichen Nutzung der Brunnen können Schäden auftreten, die zu einer vorübergehenden oder ständigen Sandförderung führen:

- Überbeanspruchung eines Brunnens durch zu hohe Entnahme und damit Steigerung der Anströmgeschwindigkeit
- Schäden durch die Regenerierung eines Brunnens
- mechanische Beschädigungen bei Montageund Brunnenreinigungsarbeiten
- Beschädigungen durch unsachgemäße Montage von U-Pumpen und Steigeleitungen
- Alterungsschäden durch Erosion und Kolmationen.

Unabhängig von der Ursache des Entstehens hat das Mitfördern von Sand unangenehme Folgen, die zu erheblichen Betriebsstörungen und Kosten führen können wie z. B. ein erhöhter Verschleiß an Lagern, Lauf-, Leiträdern und Pumpengehäusen. Die vorzeitige Reparatur oder das Ersetzen der Pumpe können die Folge sein. Ablagerungen in Wasseraufbereitungsanlagen, Rohrleitungen, besonders aber in Armaturen und Meßgeräten, können zu unangenehmen Funktionsstörungen führen. Ein ständiger Sandentzug aus oberflächennahen Bodenformationen kann zur Trichterbildung mit gravierenden Folgen führen.

3.2 Korrosion (Bildseiten 18+19)

Unter Korrosion ist die Gesamtheit der chemischen Angriffe von Wasser und Boden besonders auf den Ausbauwerkstoff aus Stahl zu verstehen. Die Auswirkung der Korrosion kann schließlich die teilweise oder völlige Zerstörung des ungeschützten metallischen Brunnenausbaumaterials zur Folge haben. Von entscheidender Bedeutung sind Sauerstoffgehalt, freie Kohlensäure und Mineralfracht im Grundwasser sowie metallurgische Effekte.

3.3 Inkrustation (Bildseiten 18+19)

Zur Inkrustation zählen feste Erscheinungen, die sich aus der Beschaffenheit des Wassers am Filterrohr, Filterkies oder im Gebirge ablagern. Die Folge ist, daß der freie Eintrittsbereich zum Brunnen allmählich zuwächst, bis eine völlige Verstopfung eintritt. Bilden sich

als Inkrustationsmaterialien vorwiegend Eisen- und Manganverbindungen, so spricht man von Verockerung, bei Bildung von Kalkausscheidungen von Versinterung.

3.4 Biologisch bedingte Ausfällungen

Diese Art von Ausfällung ist überwiegend auf die Tätigkeit von Eisen- und Manganbakterien zurückzuführen. Diese sind imstande, das im Wasser auch in geringen Mengen gelöste Eisen bzw. Mangan zu verarbeiten und Ablagerungen unterschiedlichster Art von weich bis schleimig zu bilden.

4. Dokumentationen und Bestandsaufnahme

(Tab. Seite 12 + 13, Bildseiten 18 + 19)

Zur Erfassung und Beurteilung einer Brunnenanlage ist auf jeden Fall zunächst eine Datensammlung und Aufbereitung aller verfügbaren Informationen erforderlich.

Die erfolgreiche Ausarbeitung von Sanierungskonzepten kann nur anhand umfangreicher technischer Unterlagen und Kenndaten eines Brunnens durchgeführt werden.

Dem Fachmann sind folgende Unterlagen zur Verfügung zu stellen:

- die Brunnenausbauzeichnung mit den erforderlichen Eintragungen über den Ausbau und die Ringraumverfüllung
- das höhenmäßig zugeordnete Bohrprofil und die Siebanalysen der verfilterten, wasserführenden Schichten
- Pumpversuche und deren Auswertung
- laufende Wasserstandsmessungen von Brunnen und Peilrohren
- regelmäßige Wasseruntersuchungsbefunde
- Montageberichte über Pumpenwechsel und sonstige Brunnenreinigungsarbeiten
- geophysikalische Meßdiagramme
- Aufzeichnungen von Fernsehbefahrungen.

Nach Auswertung aller aufgeführten verfügbaren Informationen sind, abhängig von dem jeweiligen Sanierungsziel, gegebenenfalls noch weitere spezielle Untersuchungen durchzuführen:

- Untersuchung des Brunnenkopfes
- Durchführung eines Kurzpumpversuches zur Erkundung des »Ist-Zustandes«
- Lotung der Brunnentiefe und Kalibrierung des Brunnenausbaues
- ergänzende Untersuchung des Brunnens durch Befahrung mit einer Fernsehkamera vor und nach einer Brunnensanierungsmaßnahme
- ergänzende Untersuchung des Brunnens mit Hilfe geophysikalischer Meßverfahren vor und nach einer Brunnensanierungsmaßnahme.

5. Reinigungs- und Regenerier- verfahren (Übersicht Seite 11)

Vor jeder Reinigung bzw. Regenerierung sollte, wie vorstehend beschrieben, eine aktuelle Bestandsaufnahme durchgeführt und der bautechnische Zustand des Brunnens überprüft werden, um über das einzusetzende Reinigungs- bzw. Regenerierverfahren entscheiden zu können. Die Reinigung bzw. Regenerierung eines Brunnens hat nur dann Sinn, wenn der eingesetzte Aufwand eine Verbesserung des »Ist-Zustandes« verspricht.

Vorhandene, nicht erkannte bzw. erkennbare Schäden am Brunnenausbau bilden bei den nachfolgend beschriebenen Arbeitsgängen ein Risiko für den Bestand des Brunnens. Schäden durch diese Maßnahmen, wenn keine Fahrlässigkeit vorliegt, sind i.d.R. nicht versichert.

Unvollständig und unsachgemäß ausgeführte Regenerierungen bzw. in der Kiesschüttung verbleibende Kolmationen führen zu einem progressiven Verlauf der Wiederverockerung bzw. -verstopfung.

5.1 Mechanische Maßnahmen (Bildseite 14)

Unter diesem Verfahren wird das Bürsten der Filter- und der Aufsatzrohre verstanden.

Die Bewegung der Bürsten kann sowohl hebend und senkend als auch rotierend vorgenommen werden. Die Bürsten sind speziell auf die Innendurchmesser des Brunnenausbaues auszulegen. Der gelöste Schlamm kann kontinuierlich abgesaugt oder nach dem Bürsten mit der Mammutpumpe entfernt werden. Eine Einwirkung auf die Filterkiesschüttung wird nicht erreicht. Gelegentlich wird beobachtet, daß durch bloßes Bürsten der Filterstrecke ein Verschmieren der Filterschlitze auftritt, was zu einer Verschlechterung der Brunnenleistung führen kann.

5.2 Hydraulische Maßnahmen (Bildseite 14)

Diese Maßnahmen werden im Filterbereich eingesetzt. In der Regel sind es pulsierende Beanspruchungen bzw. die Erzeugung von Stoßwellen, die Auflockerungen im Filterkies und den Porenräumen herbeiführen sollen. Die üblichen Techniken sind das Kolben, das schockweise Abpumpen zwischen Manschetten mit Druckluft- oder Unterwasserpumpe, des weiteren, ähnlich wie bei den chemischen Reinigungsverfahren, das wechselseitige Einpressen von Druckluft oder Wasser sowie Entlasten und Absaugen. Nicht unerwähnt bleiben sollte das Druckspülen mit Wasserdüsen und hoher Spülgeschwindigkeit über Hochdruckpumpen. Hierbei können Ablagerungen am Brunnenausbau abgestrahlt und Feinteile freigespült sowie Auflockerungen im Filterkiesraum erreicht werden. Die Wirksamkeit dieses Verfahrens ist jedoch stark abhängig von der Ausbildung der Filterschlitze, dem Verhältnis Filter- und Bohrenddurchmesser, dem Ausbaumaterial sowie dem zur Verfügung stehenden Druck.

5.3 Chemische Regenerierverfahren (Bildseite 14)

Diese Verfahren werden zur Lösung der Inkrustationen biologischer oder chemischer Beläge auf dem Ausbaumaterial und in den Filterkiesschüttungen eingesetzt. Zur Durchführung werden chemische Arbeitsflüssigkeiten über Seiher sowie Pumpsystem im Filterbereich abschnittsweise eingebracht. Durch absperrende Gummischeiben- bzw. aufblasbare Packer über und unter den Austrittsöffnungen des Verteilers wird die Durchströmung der Filterschlitze und das Eindringen in den Filterkies erreicht. Durch den Einsatz von Pumpen bzw. Druckluft in den Seihersystemen ist eine zusätzliche Durchströmung des Filterkieses zu erreichen. Nach unterschiedlichen Einwirkzeiten werden durch schockweises Abpumpen die gelösten Beläge abgepumpt. Der Erfolg der Maßnahme wird durch Kontrolle verschiedener chemischer Parameter, wie pH- und Redox-Werte, an einem Durchlaufbehälter kontrolliert, ausgewertet und daraus die Dauer der Maßnahmen bestimmt. Nach diesem Vorgang ist die Durchführung eines Pumpversuches zur Erfolgskontrolle erforderlich. Auf eventuelle Aufkeimungen sei hingewiesen. Desinfektionsmaßnahmen und Neutralisationsmaßnahmen können erforderlich werden. Die Pumpversuche zur Leistungskontrolle sollten so lange durchgeführt werden, bis das Wasser frei von der Arbeits- oder Desinfektionsflüssigkeit ist. Vor Einleitung des geförderten Wassers in ein Vorflutsystem ist darauf zu achten, daß der ursprüngliche pH-Wert erreicht wird.

Auf die notwendige wasserrechtliche Genehmigung gem. § 3, Abs. 1 und 2 WHG wird ausdrücklich hingewiesen.

5.4 Dynamische Verfahren (Bildseite 14)

Bei diesen Maßnahmen wird versucht über Detonationen und Schwingungen Kolmationen von den Ausbaurohren und aus der Kiesschüttung zu lösen. Man unterscheidet diese Maßnahmen in sanfte und schonende wie Ultraschall und Knallgasdetonation und brisante, hochwirksame Sprengschnur-Detonation. Die Entscheidung über die Verfahrensweise ist abhängig vom Brunnenausbaumaterial und sollte mit einer Fachfirma abgestimmt werden. Nach der Durchführung dieser Maßnahmen sind die Arbeitsgänge Inten-

siventsandung und Pumpversuche zur Leistungskontrolle erforderlich.

5.5 Kombinierte Maßnahmen

Kombinierte Maßnahmen aus Punkt 5.0 bis 5.4 können erforderlich werden, wenn nach längeren Betriebszeiten feste, vererzte Belagsbildungen mit der einen oder anderen Maßnahme nicht mehr lösbar sind.

6. Sanierungsmaßnahmen (Übersicht Seite 11)

Nach dem Regelwerk des DVGW-Arbeitsblattes W 135 ist die Sanierung eine bauliche Maßnahme zur Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Brunnen. Sanierungen können auch aufgrund falscher Dimensionierung, Baufehler oder ungeeigneter Materialien notwendig werden, des weiteren sind Maßnahmen zur Vermeidung von Verunreinigungen des Grundwassers (z. B. durch Oberflächenwasserzutritt) sowie zur Unterbindung von Wasserwegsamkeiten zwischen verschiedenen Grundwasserleitern ebenfalls Sanierungsmaßnahmen.

6.1 Filterrohreinschub

Die Festlegung des Ausbauplanes für einen Filterrohreinschub richtet sich nach dem zur Verfügung stehenden Ausbauquerschnitt. Die Wahl der Filterkieskörnung als Stützschicht für den Ringraum ist besonders sorgfältig auszuführen, da bei starker Sandführung meistens sehr gleichförmiger Sand eingetragen wird. Das Schüttkorn muß darauf sorgfältig abgestimmt werden.

Bei loser Kiesschüttung sollte der Unterschied zwischen den beiden Filterrohrtouren möglichst 100 bzw. 150 mm betragen. Unabdingbar ist die zentrische Einführung der Einschubfiltertour, damit eine gleichmäßige Kiesummantelung erreicht wird. Bei ausreichenden Ringräumen empfiehlt sich die Kiesschüttung über Spülgestänge einzuspülen.

Um die spezifische Förderleistung eines Brunnens durch das Einbringen eines Einschubfilters möglichst wenig zu vermindern, bieten sich Wickeldrahtfilter mit kontinuierlicher Schlitzung aus rostfreiem Stahl an. Diese Filterkonstruktion bietet eine wesentlich größere freie Eintrittsfläche im Vergleich zu anderen konventionellen Filtertypen. Die Spaltbreite kann auf kleinste Schüttkörnungen abgestimmt werden.

Bei der Verwendung von Filterrohreinschüben aus Kunststoff sind Rohre mit nicht auftragenden Gewindeverbindungen einzusetzen.

6.2 Vollrohreinschub (Beispiel Seite 20)

Der Rohreinschub im Aufsatz-bzw. Mantelrohrbereich zur Abdichtung von Korrosionsschäden oder anderer Undichtigkeiten kann mit Stahl-bzw. Kunststoffrohren erfolgen.

Die Materialwahl und Dimensionierung richtet sich nach dem vorhandenen Ausbaumaterial und dem zur Verfügung stehenden Restquerschnitt sowie nach dem größten Außendurchmesser der Förderanlage. Durch Befahrung des Brunnenausbaues mit einem Kaliber ist der freie Durchgang vor der Sanierung festzustellen.

Nach Beseitigung der Inkrustrationen auf den Rohrwandungen durch Bürsten bzw. mittels Hochdrucktechnik sind durch eine Fernsehuntersuchung mögliche Schadstellen vor der Sanierung zu lokalisieren.

In der Regel wird der Ringraum – Ausbauverrohrung zur Einschubrohrfahrt – am Rohrfuß durch ein Packersystem verschlossen. Die Auffüllung des Zwischenraumes kann entsprechend den Erfordernissen mit Kies, Tongranulat oder Tonmehl-Zement-Suspension erfolgen. Das Rohr muß derart gesichert werden, daß es weder in der Lage verändert noch durch den Ein- und Ausbau der Förderanlage oder Reinigungsvorrichtungen gelockert werden kann. Eine mögliche Aufhängung besteht im Bereich des Brunnenkopfes bzw. im Bereich von Übergängen.

6.3 Neuverfilterung durch Herausbohren des alten Filterstranges (Bildseite 17, Beispiele Seite 21 + 22)

Die bei Tiefbrunnen im norddeutschen Raum häufig vorkommende Bauart des verloren ausgebauten Kiesschüttungsbrunnens läßt bei Leistungsrückgang, Versandung und Filterbruch sowie bei Korrosionslochfraß die Erneuerung der gesamten Filtergarnitur zu. Der Rohrdurchmesser des vorhandenen Sperrohres sollte hierbei nicht kleiner als 368 mm sein, da bei kleinerem Durchmesser die Bohrwerkzeuge nicht stabil genug ausgelegt werden können. Bei der zur Anwendung kommenden Technik kann das Filterausbaumaterial aus Holz oder Kunststoff zerbohrt, das aus Stahlbzw. Kupfermaterial überbohrt bzw. freigespült und gefangen werden.

Im Nachgang zu dieser Maßnahme erfolgt der eigentliche Bohrvorgang mit dem Ausbohren der Füllmaterialien, der Filter- und Gewebekorbreste und der Erweiterung des Filterkiesraumes. Um den Bereich der Verockerungs- und Verdichtungszone zu entfernen, reicht erfahrungsgemäß ein Bohrenddurchmesser aus, der ca. 100 mm größer ist als der Ausgangsdurchmesser bei Herstellung. Mit dem nachfolgenden Filtereinbau wird dann

wie bei der Herstellung des Brunnens verfahren

Bei im Trockenbohrverfahren hergestellten Brunnen haben im allgemeinen die Mantelrohre direkten Kontakt zum anstehenden Gebirge. Das Mantelrohr ist im Gebirge durch Reibungskräfte gesichert. Ein Setzen der Mantelrohrtour und Nachfall aus den anstehenden geologischen Schichten ist nicht zu erwarten. Wasserwegsamkeiten können allerdings nicht ausgeschlossen werden. Anders ist dies bei Brunnen, die bereits im Saugbohrverfahren hergestellt wurden. Hier sind Setzungen des Mantelrohrstranges, Nachfall aus dem verfüllten Ringraum und den anstehenden geologischen Schichten während der Bohrarbeiten und vor allem bei der Erweiterung bzw. dem Aufbohren des Kiesraumes möglich. Ein Nachfall aus dem Ringraum kann zugleich den Sitz der Abdichtungen verändern und zu Wasserwegsamkeiten und damit zu Kontaminationen führen. Zur Vermeidung dieser möglichen Schäden kann eine Perforation der Mantelrohre sowie eine Ringraumzementation erforderlich werden.

Die Anforderung an das Verpreßmaterial wird bestimmt durch die Aufgabenstellung:

- Abfangen und Festsetzen der Mantelrohrtour
- Verfestigung und Sicherung der Ringraumverfüllung.

Die Viskosität der Suspension und der Verpreßdruck der in der Regel üblichen Tonmehl-Zement-Suspension müssen so gewählt werden, daß ein Durchschlagen in den Kiesraum unbedingt vermieden wird. Daher ist zu empfehlen, die Verpreßmenge auf das vorher errechnete Ringraumvolumen zu begrenzen.

Die Einzelheiten des Perforations- und des Verpreßvorganges sind im nachfolgenden Absatz 6.5 beschrieben.

Eine derartige Neuverfilterung durch Herausbohren des alten Filterstranges hat gegenüber einem Brunnenneubau folgende wirtschaftliche Vorteile:

- ein evtl. notwendiger erneuter hydrogeologischer Aufschluß kann entfallen
- Brunnenschacht, Förderanlage und 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 Brunnenteufe zwischen 50% und 75%; in besonders schwierigen Sanierungsfällen können auch fast die Neubaukosten erreicht werden
- lange Wartezeiten auf eine wasserrechtliche Bewilligung oder Erlaubnis entfallen.

Derartige Reparaturen dienen der Bestandssicherung.

6.4 Ringraumnachdichtung durch Überbohren

(Beispiele Seite 23 + 25)

Zur Unterbrechung von Wasserwegsamkeiten im Ringraum zwischen Bohrlochwand und Brunnenausbau ist das Überbohren eine von mehreren möglichen Methoden.

Diese Technik der Nachdichtung von Ringräumen kommt zur Anwendung:

- bei nicht vorhandenen oder schadhaften Abdichtungen im Bereich von wasserundurchlässigen Deckschichten
- bei der Beseitigung von Leckagen durch Korrosionslochfraß, Beschädigungen im Brunnenvollrohrbereich und Undichtigkeiten im Bereich von Verbindungen, verbunden mit Fremdwasserzutritten.

Diese Nachdichtungsmethode kann sowohl im direkten als auch im indirekten Spülbohrverfahren angewendet werden. Die Wahl der Bohrtechnik wird durch die Bohrtiefe, den Durchmesser des Überbohrrohres und die geologischen Verhältnisse bestimmt.

Der Austausch der Spülung nach dem eigentlichen Überbohrvorgang gegen eine reine Tonmehl-Zement-Suspension gewährleistet zum einen eine gute Umhüllung des vorhandenen Brunnenausbaues mit Korrosionsschutzeffekt und zum anderen eine gute Anbindung an die freigebohrte Bohrlochwand. In bestimmten Fällen, z. B. bei sehr angegriffenen Vollrohren, kann das Überbohrrohr als zusätzlicher Schutz im Ringraum verbleiben.

6.5 Ringraumnachdichtung über Perforation der Vollrohre

(Bildseiten 15 + 16, Beispiele Seite 22 + 24)

Dieses Verfahren der Ringraumnachdichtung aus dem Vollrohr heraus kommt zur Anwendung, wenn aus Platzgründen das Überbohren nicht möglich ist bzw. Bohrgut und Spülung wegen evtl. Kontaminationen unerwünscht sind. Aus technischen und wirtschaftlichen Erwägungen kommt eine Perforation der Vollrohre mit anschließendem Verpreßvorgang auch bei besonders großer Tiefe des Stauhorizontes in Frage. Um den Ringraum zu erreichen, wird im Vollrohr eine Schlitz- oder Lochperforation hergestellt. Sie kann mechanisch über entsprechende Werkzeuge sowie als Schußperforation durch Hohlladungen hergestellt werden. Muß die Perforation schonend und ohne Erschütterungen hergestellt werden, kann die hydraulische Perforation mit einem Wasser-Sand-Gemisch angewandt werden. Das Material der Vollrohre und die Restwandstärke bei Stahlrohren entscheiden über die Perforationsbearbeitung.

Die Lage der Perforation richtet sich nach deren Aufgabenstellung bzw. dem Wasserstauer. Als ausreichend haben sich bei der Perforation über Hohlladungen Lochgrößen von ca. 8 bis 10 mm und die Anordnung von ca. 10 bis 15 Löchern auf den Umfang pro Meter gezeigt. In der Regel werden entsprechend der Stauermächtigkeit 5 m Rohrabschnitte perforiert. Zu beachten ist, daß bei dem Verdacht auf Einbruch der Ringraumverfüllung oder der Gebirgsschichten eine Drucksäule im Vollrohr aufgebaut werden muß. In manchen Fällen ist eine Auflockerung des Ringraummaterials nach der Perforation erforderlich. Erreicht wird dies durch Kolben oder Manschettennumpen

Ein Wasserdruckversuch kann Aufschluß über die Aufnahme und Durchlässigkeit der anstehenden Ringraumverfüllung bzw. Gebirgsformation geben.

Das Eindrücken der Verpreßsuspension erfolgt durch das Zementiergestänge über die mit einem Doppelpacker abgesicherte Perforationszone. Eine andere Möglichkeit ist die Verpressung über einen Einfachpacker. Hierbei ist der Brunnen bis kurz unter die Perforationsstrecke aufzusanden und mit Ton oder Zement nach unten abzudecken.

Nach dem Verpreßvorgang wird der Zementstopfen sowie die Auffüllung durch Ausbohren bzw. Freisaugen entfernt.

Die zu verpressende Suspensionsmenge ergibt sich aus dem Ringraumvolumen zuzüglich eines Verlustzuschlages von ca. 10 bis 20%. Die Kontrolle der Verpreßzone kann durch die beschriebenen geophysikalischen Meßverfahren erfolgen. Vom Verpreßmaterial sind auf jeden Fall, ähnlich den Betonprobewürfeln, entsprechende Proben zu nehmen und deren Druckfestigkeit zu untersuchen. Aus diesem Grund muß auf das Mischungsverhältnis der Verpreß-Suspension geachtet werden. Für die Anmischung stehen heute Aggregate zur Verfügung, die mit Misch- und Vorratsbehältern ausgerüstet sind. Die Verpressung erfolgt über stufenlos druck- und mengenregulierende Injektionspumpen.

Die Zusammensetzung und die Wahl der Verpreßmittel richten sich nach der Aufgabenstellung, z.B. sind Hohlräume aufzufüllen oder ist das anstehende Gebirge nachzudichten und zu verfestigen. Ebenso wird die Viskosität der Verpreß-Suspension nach diesen Kriterien bestimmt. Eine Rezeptur läßt sich nicht generell aufstellen. Als Verpreßmaterial stehen Zemente mit verschiedenen Eigenschaften, Tonmehle und Bentonite zur Wahl. Von chemischen Mitteln wie Wasserglas und Gele sowie den erforderlichen Reagenzien ist abzuraten, weil Anteile zu Verunreinigungen

führen können. Bei Verwendung von Zementen gemäß der API-Klassifikation ist auf betonaggressive Kontaminationen zu achten.

6.6 Teilausbau von Ausbauverrohrungen

(Bildseite 16, Beispiel Seite 20)

Durch Trennung des Ausbaumaterials können Teile des Ausbaues gezogen bzw. nach Überbohrung ausgebaut werden. Es empfiehlt sich besonders bei Brunnenanlagen, die zurückgebaut werden, bei oberflächennahen Stauern die Bohrung für Verpreßvorgänge freizumachen. Die Verpressung von pumpfähigen Dichtmassen erfolgt gleichzeitig mit dem Ziehvorgang.

Bei Brunnenanlagen, die saniert werden sollen, verbleibt die Rohrtour nach dem Überbohrvorgang in der Bohrung, und der Ringraum zwischen Rohrtour und Bohrlochwand wird mit einer pumpfähigen Dichtmasse aufgefüllt. Danach erfolgt der Rohrschnitt und der Ausbau der Rohre. 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, welche über einen Konus mit Wasserdruck gegen die Rohrwandung gedrückt und über ein Gestänge gedreht werden können. Diese Werkzeuge sind im allgemeinen Eigenkonstruktionen und demzufolge unterschiedlicher Bauart. Einschränkungen des Einsatzes durch unterschiedliche Rohrmaterialien bestehen nicht. Die Trennung der Rohre mittels Schußtechnik bzw. hydraulisch erfolgt wie unter Abschnitt 6.5 beschrieben.

6.7 Ringraumnachdichtung über Injektionslanzen

Mit dieser Technik können oberflächennahe Stauer nachgedichtet werden. Besonders bei Umweltschäden, wo schnelles Handeln geboten ist, kann das Einsickern von Schadstoffen auf diese Art abgeschirmt werden. Die Lanzen werden mit den üblichen Bohrverfahren eingespült. Der Abstand untereinander richtet sich nach der Durchlässigkeit des Bodens. Oberhalb des Verpreßbereiches wird die Lanze verdämmt. Der Verpreßvorgang erfolgt über Doppelpacker aus der Lanze heraus durch die in Abständen von ca. 0,3 m angeordneten, mit Gummibandagen abgedeckten Perforationen. Bei der Wahl des Verpreßdruckes und der eventuellen Nachverpressung muß die Stabilität des Brunnenausbaus beachtet werden. Diese Art der Ringraumnachdichtung ist teufenmäßig begrenzt und ist bei Aufsatz- und Mantelrohrschäden nur beim Brunnenrückbau einzusetzen.

7. Brunnenrückbau

(Übersicht Seite 11, Beipiele Seite 24 + 25)

Nach dem Regelwerk des DVGW-Arbeitsblattes W 135 sind Brunnen, die auf Dauer außer Betrieb genommen werden bzw. nicht mehr zu sanieren sind, zurückzubauen. Der Rückbau umfaßt das Verfüllen der Brunnen entsprechend den geologischen Verhältnissen und das Nachdichten. Unter Umständen kann auch das Entfernen bzw. das teilweise Entfernen des Brunnenausbaues und die Abdichtung des Ringraumes gefordert werden. Verfahren, die unter Sanierungsmaßnahmen beschrieben sind, können zugleich Arbeitsschritte eines Rückbaues sein.

Diese Maßnahme ist in ihrer Zielsetzung endgültig. Die Brunnen werden verschlossen und unbrauchbar gemacht. Der Aufwand für die Rückbaumaßnahmen gestaltet sich entsprechend der Gefährdungssituation für das Grundwasser in aufwendige und weniger aufwendige Arbeitsabläufe wie z.B. die einfache Auffüllung des Ausbaues oder die komplette Entfernung. Die Auslegung und Anwendung der behördlichen Auflagen beeinflussen zusätzlich die Konzepterstellung. Diese Maßnahmen sind der Fachbehörde vorzulegen und durch diese zur Ausführung freizugeben. Um die Kosten gering zu halten, ist es sinnvoll, bereits bei der Planung der Brunnen an die Auflagen und Zwänge für den Rückbau zu denken. Zum Beispiel sehr kostenintensiv ist der komplette Rückbau der Filter- und Vollrohre, oder die Unterbrechungen von Wasserwegsamkeiten.

Grundsätzlich ist auch die Rückbaumaßnahme unter dem Gebot des dauernden Schutzes des Grundwassers vorzunehmen.

7.1 Verfüllung von Brunnen (Beispiele Seite 24 + 25)

Die Verfüllung erfolgt nach einem von den Fachbehörden genehmigten Verfüllplan. Der Plan enthält die zur Verwendung kommenden Schüttgüter und Dichtungen entsprechend dem geologischen Schichtenprofil.

Bei fehlenden oder unwirksamen Abdichtungen muß der Ringraum zur Vermeidung von Wasserwegsamkeiten und hydraulischen Kurzschüssen nachgedichtet werden. Nachdichtungen bei Rückbaumaßnahmen im Bereich von Ringräumen wurden unter dem Kapitel 6 Sanierungsmaßnahmen beschrieben. Hierbei werden ausschließlich pumpfähige Dichtmassen eingebracht bzw. verpreßt.

Ist die Wirksamkeit von Tonabdichtungen im Ringraum von Brunnen nachgewiesen, kann wie nachstehend beschrieben verfahren werden: Die oberste Abdichtung erfolgt im allgemeinen durch eine Betonplombe.

Der Schüttvorgang selbst ist entsprechend der jeweiligen Schüttiefe mit außerordentlicher Umsicht, mit laufender Kontroll-Lotung und präziser Protokollführung durchzuführen. Als Schüttmaterial sollte wegen seiner guten Sinkeigenschaften und zur Vermeidung von Setzungen gewaschener Füllkies, im Bereich des Filters Filterkies eingebracht werden.

Besondere Sorgfalt ist beim Einbringen der Tonabdichtungen geboten, um Stockwerke untereinander zu trennen und Umläufigkeiten über den Brunnenausbau direkt zu verhindern. Hier stehen diverse Produkte der verschiedenen Lieferanten als Pellets, Granulat oder gebrochenen Tonschnitzeln zur Verfügung.

Immer häufiger geht man jedoch dazu über, Brunnen mit einer pumpfähigen Dichtmasse zu verfüllen. Die flüssige Suspension sorgt nach dem Abbindeprozeß für eine vollständige Auffüllung und Abdichtung der einzelnen Stockwerke und Trennschichten untereinander. Umläufigkeiten und nachträgliche Setzungen werden dadurch vermieden.

Das Füllmaterial besteht aus einer pumpfähigen Suspension aus Tonmehl-Zement-Wasser (Troptogel, Brutoplast o. g.). Als besonders geeignet hat sich eine Suspension im Verhältnis 70 % Tonmehl und 30 % Zement mit einer Dichte von ca. 1,35 bis 1,45 g/cm³ erwiesen.

Die Suspension bleibt auch nach dem Abbindeprozeß plastisch.

8. Schlußbetrachtung

Die in diesem Bericht beschriebenen Maßnahmen und Arbeitsgänge werden an teilweise sehr alten und mit unterschiedlichen Ausbaumaterialien bestückten Brunnenbauwerken durchgeführt. Hieraus ergibt sich häufig die Frage, inwieweit der Aufwand zum Nutzen bzw. die Wirtschaftlichkeit der Sanierung zum Neubau zu vertreten sind. Nach unserer Feststellung entscheiden sich bei Sanierungsmaßnahmen mehr kommunale Wasserversorger bei entsprechender Risikobewertung den Brunnen aufzugeben als die gewerblichen Betreiber. Die Begründung des Verhaltens der gewerblichen Betreiber liegt an der nicht unbedingt vorausschaubaren Entscheidung der Behörden bei der Bewertung des Wasserrechts- bzw. Bauantrages.

Die Versicherbarkeit der Regenerier, Sanierungs- und Rückbaumaßnahmen an alten Brunnenbauwerken ist von Fall zu Fall zu prüfen. Die Versicherer übernehmen in der Regel Schäden durch schuldhaftes, fahrlässiges Verhalten. Allgemein gilt, daß »Pfusch« nicht versicherbar ist. Aus diesem Grunde gehören die vorgeschriebenen Leistungen in die Hände von Fachfirmen, die über die entsprechenden Erfahrungen verfügen.

Übersicht Brunnenregeneriermaßnahmen (Preussag GmbH - Brunnenbau Hamburg - 040/73 59 56 30)										
X-möglich O-bedingt mögl. nicht mögl.	mechanisch		chemisch Arbeitsflüssigkeit organ. anorgan.		dynamisch Knallgas ViBRO-Clean sprengen Hydropuls Ultraschall "Deto-Reg"			hydraulisch		
Ausbau material										
roh Stahl	Х	Х	Х	0	Х	Х	Х	Х	Х	
beschicht.	X	X	Х	x	Х	X	X	Х	х	
Edelstahl	X	Х	Х	0	х	Х	X	х	Х	
Kunststoff	X	Х	х	х	Х	Х	-	0	х	
Steinzeug	Х	Х	Х	х	0	Х	_	0	X	
OBO (Holz)	Х	Х	Х	х	Х	Х	-	0	Х	

Übersicht			sanierui					
X - möglich O - bedingt mögl nicht möglich	Einschübe		Überbo Voll für Nachdichtung	Filter (überbohr zerbohren		Aufbohren Kiesraum unterschneiden		
Ausbau material								
roh Stahl	Х	Х	Х	Х	Х	-)	(
beschichtet	X	X	Х	Х	X	-	3	(
Edelstahl	Х	Х	Х	X	Х	_)	(
Kunststoff	X	Х	0	0	0	х	0	loch
Steinzeug	X	Х	_	_	_	х	0	em Bohrloch
OBO(Holz)	Х	Х	0	0	0	X	0	bei frejem

Übersicht Brunnenrückbaumaßnahmen (Preussag GmbH - Brunnenbau Hamburg - 040/735 956 30)						
X - möglichO - bedingt mögl.- nicht möglich	Verfüllung entspr.geolog. Bodenprofil	Rückbau de überbohren schneiden ausbauen	r Einbauten zerbohren	Ringraum über Lanzen Verpressungen	nbarrieren Perforationen Verpressungen	
Ausbau material					1	<u> </u>
roh Stahl	Х	х	-	х	2	(
beschichtet	х	х	_	х	2	K
Ede istahi	х	х	-	х	,	K
Kunststoff	х	0	x	0	0	Schutz
Steinzeug	х	_	х	0	0	EE
OBO (Holz)	Х	0	Х	0	0	Perforation der Verprel

Zusammenstellung einiger Aussagen bohrlochgeophysikalischer Messungen bei der Untersuchung von Brunnen und Meßstellen:

Meßverfahren	Aussage
SAL/TEMP (Salinität/Temperatur)	Messung der Temperatur und der Leitfähigkeit des Wassers im Brunnen/Meßstelle
	 zur Bestimmung des Wasserspiegels zur Bestimmung der Temperatur und Einschätzung des Mineralisationsgrades des Wassers im Brunnen/Meßstelle zur Bestimmung von Zufluß- und Verlustbereichen
Video	Optische Begutachtung der Innenwandungen der Brunnenrohre
(Bohrlochfernsehen)	 zur Beurteilung des Zustandes der Verrohrungen zum Erkennen von Belägen und Ablagerungen zum Erkennen von Beschädigungen der Verrohrungen zum Erkennen des Zustandes der Filteröffnungen zur Feststellung von Korrosionserscheinungen
CAL	mechanisches Abtasten der inneren Rohrwandungen
(Kaliber)	 zur Bestimmung des Rohrinnendurchmessers zum Lokalisieren der Rohrverbindungen und der Filterstrecken zum Erkennen von Rohrdefekten, -erweiterungen, -verengungen, -ovalitäten und -deformationen zum Feststellen von Ablagerungen auf den Innenwandungen der Verrohrung zur Volumenberechnung des Brunnens/Meßstelle
IL (C. 11)	induktive Messung der elektrischen Leitfähigkeit
(Induktionslog)	 zum Feststellen von elektrischen Anomalien im Ringraum bei elektrisch nichtleitendem Ausbau (PVC, Steingut, Kiesklebefilter; Obo) zur Aushaltung der Lithologie des Gebirges zur Messung des elektrischen Widerstandes des Gebirges, auch oberhalb des Wasserspiegels, insbesondere für die geologische Gliederung des Gebirges zur Bestimmung der Wassersättigung von Gebirge und Ringräumen
GR	Messung der natürlichen γ -Strahlung von Ausbau und Gebirge
(Gamma-Ray)	 zur Kontrolle des geologischen Profils zur Anzeige von Feinkornanteilen im Filterkies zum Feststellen von Kolmationen im Filterbereich zur Bestimmung der Lage von Tonsperren
GG.D (Gamma-Gamma-Messung)	Messung der gestreuten γ -Strahlung, die umgekehrt proportional der Dichteverteilung ist
	 zur Einschätzung der Lagerungsdichte im Ringraum (z.B. Brückenbildung) zum Tonsperrennachweis zur dichteabhängigen Gliederung des anstehenden Gebirges
NN (Neutron-Neutron-Messung)	Messung der gestreuten Neutronenstrahlung, die ein Maß für den Wassergehalt darstellt
	 zum Erkennen von Tonsperren zur Porositätseinschätzung zur Bestimmung des Wassergehaltes im Ringraum zur Bestimmung der Wassersättigung des Gebirges

Meßverfahren	Aussage
MAL (Magnetiklog)	Messung der Magnetisierbarkeit des Materials
(~~~8~~~~~8)	 Metallnachweis (verlorene Rohre und Teile, Zentralisatoren, Mantelrohre) zum Erkennen von Tonsperren beim Einsatz von magnetisch markierten Abdichtmaterialien zur Gliederung von Hinterfüllmaterial unterschiedlicher Magnetisierbarkeit
	2 zur Gnederung von Finiterfunnaterial unterschiedlicher Wagnetisierbarken
FLOW 0 FLOW 1	Umdrehungszahl eines Meßflügels im Pumpstrom
(Flowmeter)	 zur Gliederung des Zuflußverhaltens im Filterbereich zum Feststellen der Veränderlichkeit der hydrodynamischen Verhältnisse im Brunnen während des Regenerierungsprozesses zum Erkennen von Fremdzuflüssen
FWPACK 1 FWPACK 2	Messung des Fluiddurchsatzes im Meßquerschnitt eines abgepackerten Flowmeters (Umdrehungszahl Meßflügel)
(Packerflowmeter)	 Einschätzung der Durchlässigkeit der Filterrohre und des brunnennahen Ringraumes
FEL (f	Messung des elektrischen Widerstandes
(focussiertes-Elektrolog)	Bestimmung der Lage der Filterstrecken
	Kontrolle der Dichtheit der Aufsatzrohre
	 Einschätzung des Zustandes der inneren Rohrwandungen (Korrosionserscheinungen, Rohrbeläge, Rohrverkrustungen)
SAL ₀₈ +TEMP ₀₈ (Fluid-Logging)	Beobachtung der Wasserbewegung im Brunnen unter verschiedenen Anregungszuständen und bei gezielter Zugabe eines NaCl-Tracers
	 besonders geeignet zum Nachweis von Wasserbewegungen von geringem Ausma zur Einschätzung der dynamischen Verhältnisse im Brunnen Prüfung auf Leckstellen in den Aufsatzrohren, insbesondere bei Stahlausbau Ermittlung der Filtrationsgeschwindigkeit (Grundwasserfließgeschwindigkeit)
EMDS	Messung der Wanddicke von Stahlrohren
(elektromagnetische Wanddicke)	 Verfahren zur Bestimmung des Rohrzustandes von Brunnenrohren aus Stahl Liefert Aussagen zu Leckstellen und Durchrostungen bzw. Rostansatz und
	Restwandstärke • liefert Angaben über mehrere teleskopierte Rohrtouren
RGG.D	um 360° rotierende Messung der relativen Dichteänderung im Ringraum
(Rotations-Ringraum-Kontrollmessung)	 Nachweis einer rundum homogenen Verfüllung des Ringraums, somit exakte Überprüfung der Wirksamkeit von Tonsperren und Filterkiesschüttungen
BA (Robylochabyroichungamassung)	Messung von Azimut und Neigung
(Bohrlochabweichungsmessung)	 Prüfung, ob Brunnen, Meßstelle oder Brunnenvorbohrung lotrecht verläuft lotrechter Verlauf eines Brunnens/Meßstelle als Voraussetzung für das ordnungsgemäße Einbringen der Brunnenrohre, der Filterkiesschüttung und der Ringraumverfüllung wichtige Information für den Rückbau (Überbohren)
orientierte Probenahme	Einsatz eines motorischen Probenehmers am Bohrlochmeßkabel
	Entnahme teufenorientierter Wasserproben

 $BLM\ GmbH, NL\ Storkow, Straße\ der\ Jugend\ 32, 15859\ Storkow, Tel.:\ 03\ 36\ 78/4\ 36\ 30,\ Fax:\ 03\ 36\ 78/4\ 36\ 31,\ Gf:\ Karsten\ Baumann$

Regenerier- und Reinigungsvorgänge



Bild 1: Mit Ockerbelägen fast zugewachsene Steigleitung

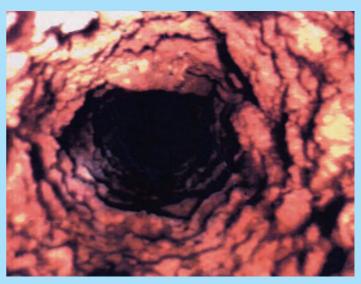


Bild 2: Filter mit Ockerbelägen zugewachsen

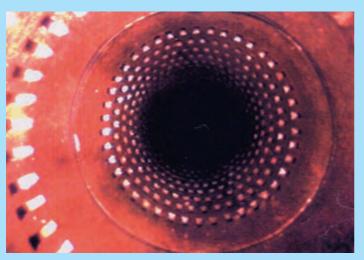


Bild 3: Filter nach der mechanischen und hydraulischen Hochdruckreinigung

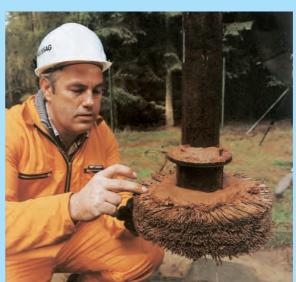


Bild 4: Rundbürste mit Ablagerungen nach mechanischer Reinigung



Bild 5: Verschiedene Sprengschnüre und elektronischer Zündauslöser für das Sprengschocken (Deto Reg.)



 ${\it Bild 6: Vorrichtung zum Waschen von Filterkies und zur Einbringung von Arbeitsflüssigkeiten}$

Perforations- und Schneidvorgänge



Bild 1: Trägerkorb mit Hohlladungen besetzt für Ausbaudurchmesser ab DN 250



Bild 2: Einfädelung des Trägerkorbes in einen Brunnen



Bild 3: Trägerkanone mit Hohlladungen besetzt für Ausbaudurchmesser bis DN 250

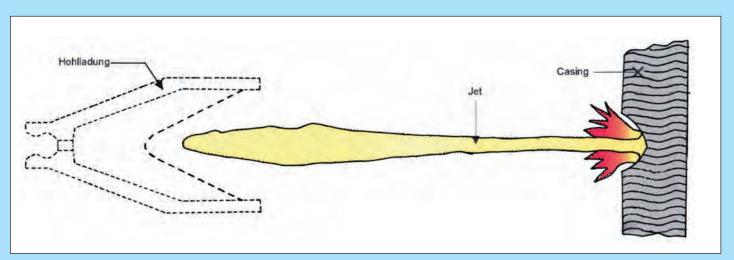


Bild 4: Jetstrahl nach Abschuß einer Hohlladung. Das Material wird verflüssigt und radial verdrängt.

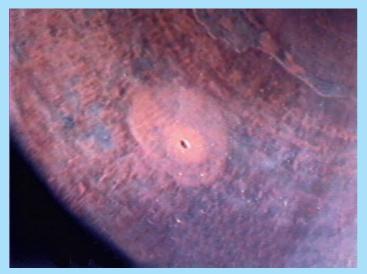


Bild 5: Perforationsloch bei Wasserüberdruck



Bild 6: Perforationsloch bei Wasserunterdruck, Materialeintrieb



Bild 7: Hydraulische Schlitzperforation mit einem Wasser-Sand-Gemisch



Bild 8: Mechanischer Rohrschneider



Bild 9: Rohrschnitt mit einem mechanischen Rohrschneider hergestellt



Bild 10: Aufgetulpter Rohrschnitt mit einer Hohlladung hergestellt

Ausgebohrtes Filter- und Vollrohrmaterial



Bild 1: Erbohrtes Obo-Filtermaterial einschließlich Filtergewebe



Bild 2: Beim Überbohren zerstörter Steinzeugausbau, Muffenabdichtung, Teerstrick und Dichtbänder sowie Reste von PVC-Peilrohren



Bild 3: Zerbohrtes Kupfer-Schlitzbrückenmaterial einschließlich Kupfergewebe



Bild 4: Überbohrte Kunststoff-Aufsatzrohre sowie Stahlführungen



Bild 5: Zerfräste Kunststoffrohre



Bild 6: Mit einer Fangbirne gezogener Wickeldrahtfilter

Schadensbilder von Brunnenanlagen

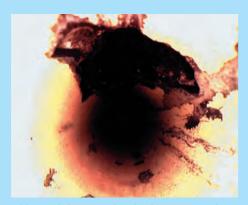


Bild 1: Undichte Gewindeverbindung mit Eintrieb von Huminstoffen

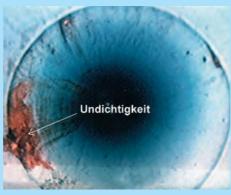


Bild 2: Undichte Gewindeverbindung mit Ausfällungsrückständen



Bild 3: Sanierung einer Undichtigkeit durch abgedichteten Rohreinschub



Bild 4: Korrosionslochfraß; korrodierte Gewindegänge



Bild 5: Deformiertes Kupferaufsatzrohr durch eine reingefallene Unterwasserpumpe sowie querliegende Reste einer Wasserspiegelmeßanlage Fabr. Maelger



Bild 6: Schaden in einem Obo-Filter. Ablösung von Holzschichten

Bild 7: Geborgener Doppelfilter mit starken Korrosions-erscheinungen



Bild 8: Durch unsachgemäße Intensiventsandung hervorgerufener Schaden in einem PVC-Filter



Bild 9: Lochkorrosion einschließlich Materialzulauf

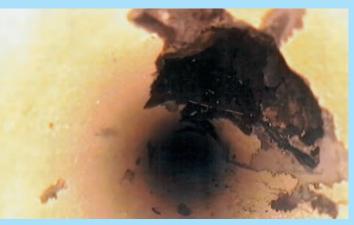
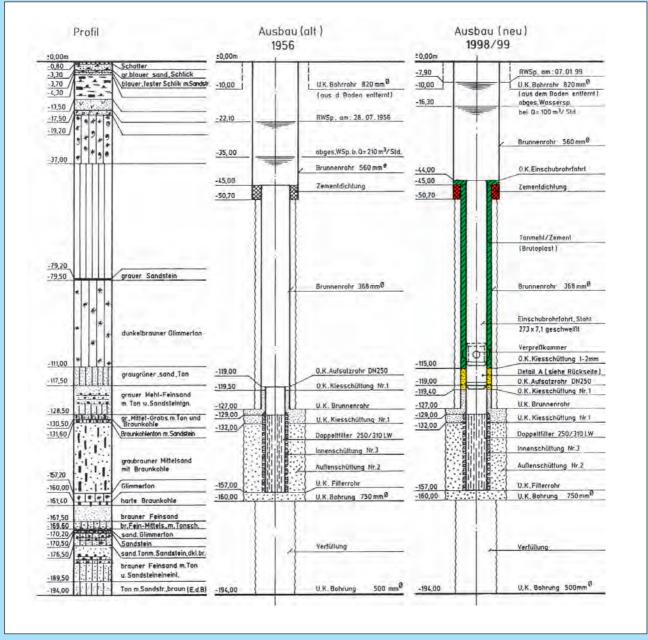


Bild 10: Lochkorrosion mit Blick ins Gebirge

Sanierung eines Brunnens mit Einschubverrohrung und Ringraumverpressung einschließlich Rohrschnitt



Trockenbohrung von 0,00 bis 50,70 m u. GOK. Kein Ringraum vorhanden. Ringraumnachdichtung wurde von der Wasserbehörde nicht gefordert.

<u>Schäden</u>

- leichte Sandförderung
- Lochfraß bei 75,00
 u. 105,00 m u. GOK

<u>Untersuchungsprogramm</u>

- Pumpversuche zur Leistungskontrolle
- Sandmessungen
- Geophysik SAL Temp CAL GR NN OPT

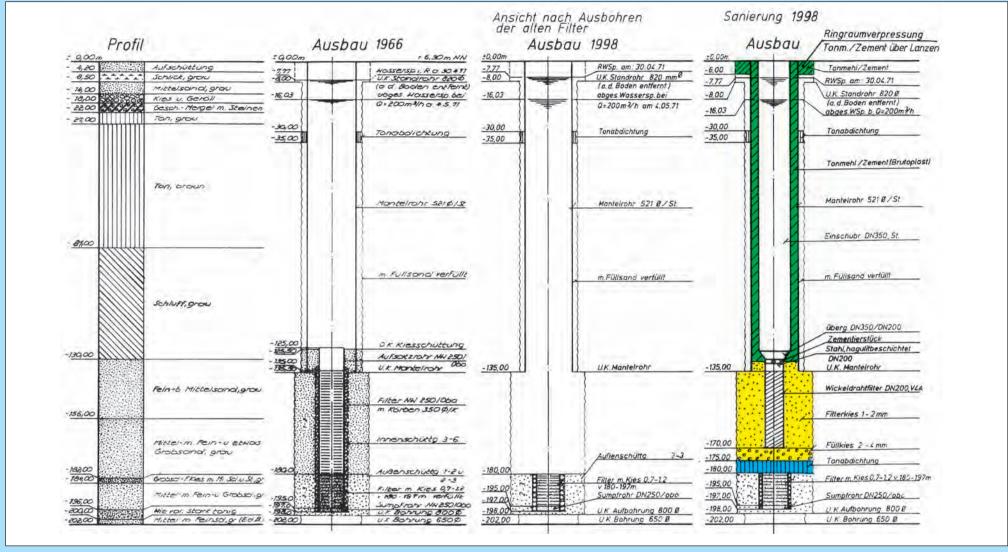
<u>Arbeitstakte</u>

- Einbau der Einschubverrohrung von 0,00 bis 119,40 m u. GOK einschl. Verpreßkammer
- Überfädeln der Rohrfahrt über die Aufsatzrohre mit Kamerahilfe
- Ringraumverpressung mit Tonmehl-Zement
- Rohrschnitt bei 44,0 m u. GOK
- Ausbau der Rohre ab 44,00 m u. GOK
- Intensiventsandung

Erfolgskontrolle

- Leistungspumpversuch
- Wasseranalytik
- Kamerabefahrung

Sanierung eines Brunnens durch Auskernen sowie Neuverfilterung und Ringraumverpressung



Saugbohrung von 0,00 bis 202,20 m u. GOK. Aufbohrung von 135,00 bis 198,00 u. GOK. Hydraulisch wirksame Tonabdichtung konnte durch Geophysik nachgewiesen werden. Eine Ringraumnachdichtung wurde von der Wasserbehörde nicht gefordert.

Schäden

- Sandförderung
- Filterschaden, Schalenbruch
- Lochfraß bei 111.00 m u. GOK
- im unteren Filterbereich erhöhte Leitfähigkeit

Untersuchungsprogramm

 Geophysik SAL, Temp, CAL, GR, GG, NN, OPT

Arbeitstakte

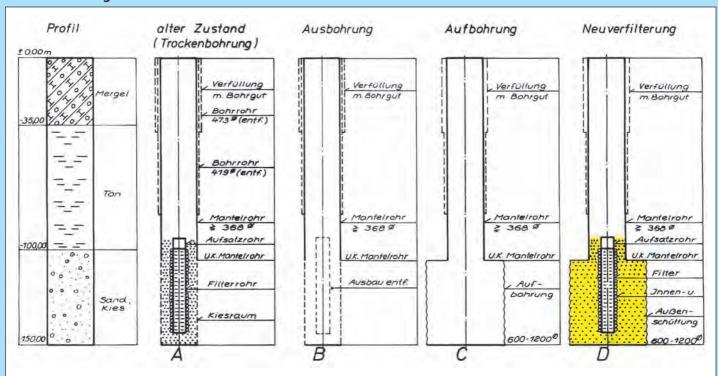
- Auskernen der Obo-Filter- u. Aufsatzrohre von 135,00 bis 180,00 m u. GOK
- Ausbohren der Schüttgüter bis 180,00 m u. GOK
- Einbringen der Tonabdichtung
- Einbau der Filter- u. Mantelrohre
- Einbringen des Filterkieses
- Verpressen des Ringraumes mit Tonmehl-Zement über Verpreßkammer von innen nach außen

Erfolgskontrolle

- Leistungspumpversuch
- Wasseranalytik
- Kamerabefahrung
- Geophysik
 SAL, Temp

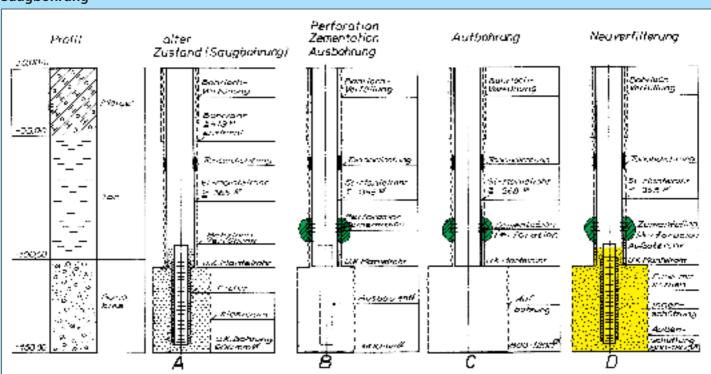
Arbeitstakte für die Neuverfilterung von verloren ausgebauten Brunnen

Trockenbohrung



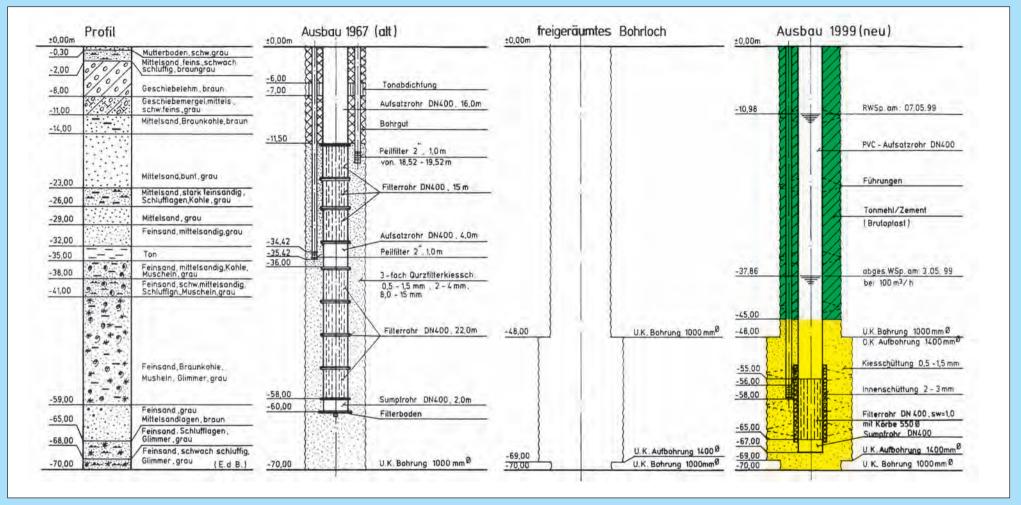
- A Der Brunnen vor der Erneuerung. Die Brunnenleistung ist bis zur Unwirtschaftlichkeit abgesunken.
- B Wurde der Brunnen im Trockenbohrverfahren niedergebracht, brauchen die Mantelrohre im Bereich des Rohrfußes nicht perforiert und zementiert zu werden. Der alte Filterrohrstrang wird freigespült bzw. herausge- oder überbohrt und entfernt.
- C Durch Spezialmeißel wird der Kiesraum auf der gesamten Filterstrecke über den letzten Bohr-End-Durchmesser hinaus erweitert, so daß die Verockerungszone restlos beseitigt wird.
- D Durch den größeren Bohr-End-Durchmesser ist die Brunnenleistung oftmals größer als bei der Herstellung.

Saugbohrung



- A Der Brunnen vor der Erneuerung. Die Brunnenleistung ist bis zur Unwirtschaftlichkeit abgesunken.
- B Wurde der Brunnen bereits im Saugbohrverfahren niedergebracht, sind, um ein Nachfallen der Bohrlochverfüllung aus dem Ringraum während der Bohrarbeiten zu vermeiden, die Mantelrohre im Bereich des Rohrfußes zu perforieren und Zement zu verpressen. Der alte Filterrohrstrang wird freigespült bzw. herausge- oder überbohrt und entfernt.
- C Durch Spezialmeißel wird der Kiesraum auf der gesamten Filterstrecke über den letzten Bohr-End-Durchmesser hinaus erweitert, so daß die Verockerungszone restlos beseitigt wird.
- D Durch den größeren Bohr-End-Durchmesser ist die Brunnenleistung oftmals größer als bei der Herstellung.

Sanierung eines Brunnens durch Überbohrung einschließlich Aufbohrung und Neuverfilterung



Der Brunnen war im Lufthebe-Bohrverfahren abgeteuft und mit Steinzeugfilter und -aufsatzrohren ausgebaut worden.

Schäden

- Leistungsrückgang
- Kurzschluß zweier Stockwerke
- Nitratbelastung aus der oberen Filterstrecke

Untersuchungsprogramm

- Leistungspumpversuch
- GeophysikSALTempFLOWOPT

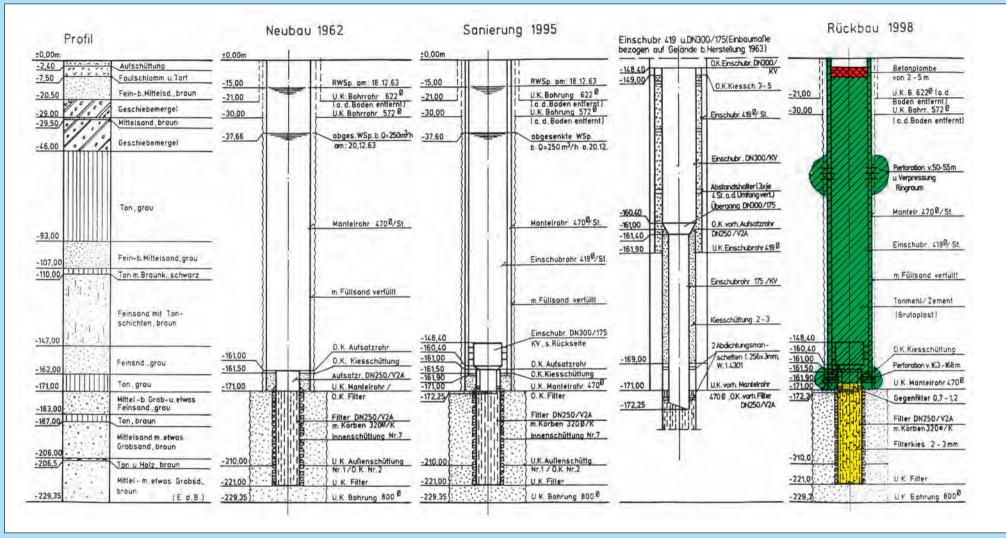
<u>Arbeitstakte</u>

- Überbohren und Auskernen der Steinzeugrohre
- Vertiefung des Brunnens
- Aufbohrung
- Brunnenausbau in Kunststoff und Hinterfüllung mit Filterkies und Tonmehl-Zement

Erfolgskontrolle

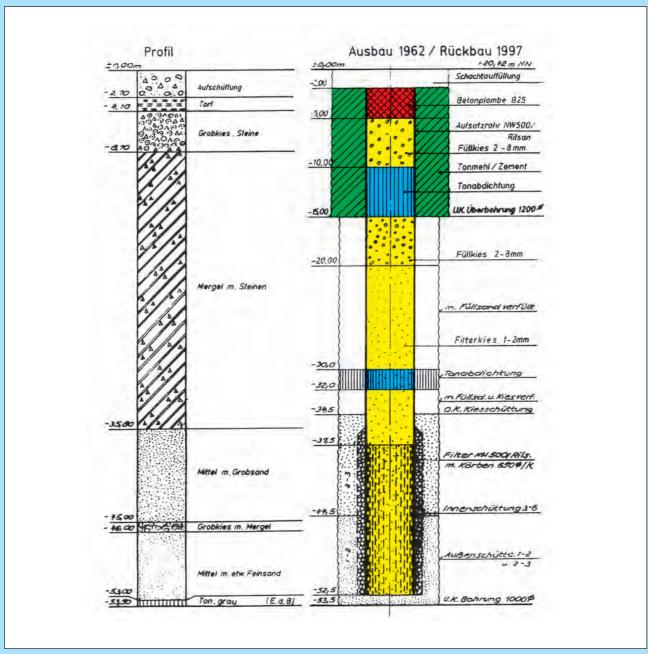
- Leistungspumpversuch
- Wasseranalytik
- Geophysik SAL Temp FLOW OPT

Rückbau eines Tiefbrunnens mittels Schußperforation sowie Ringraumnachdichtung



Nach Ablauf der wasserrechtlichen Erlaubnis und wegen Betriebsaufgabe Rückbau des Brunnens. Tonabdichtungen sind nicht vorhanden. Eiszeitliche sowie obere und untere Braunkohlesande wurden kurzgeschlossen. Ringraumnachdichtungen mittels Schußperforations- und Verpreßtechnik wurden von der Wasserbehörde gefordert.

Rückbau eines Brunnens mittels Überbohrtechnik zur Ringraumnachdichtung



Nach Ablauf der wasserrechtlichen Erlaubnis und wegen Betriebsaufgabe Rückbau des Brunnens. Die hydraulische Wirksamkeit der Tonabdichtung konnte geophysikalisch nicht nachgewiesen werden. Eine Ringraumnachdichtung mittels Überbohrtechnik wurde von der Wasserbehörde wegen einer Grundwasserverunreinigung gefordert.

Literaturhinweise

DVGW-Merkblatt W 130 Entwurf 1/1990 »Brunnenregenerierung«

DVGW-Merkblatt W 110 6/1990 »Geophysikalische Untersuchungen in Bohrlöchern und Brunnen zur Erschließung von Grundwasser; Zusammenstellung und Methoden«

DVGW-Merkblatt W 131 $\,$ 1/1970 »Hinweise zur Verhütung der biologischen Brunnenverockerung«

DVGW-Merkblatt W 115 2/1977 »Bohrungen bei der Wassererschließung«

HAAS, H.: Optische Brunnenuntersuchung »Fernsehbefahrungen in Tiefbrunnen«, bbr, Heft 12/1990

ETSCHEL, H.: Nachträgliche Abdichtungsmaßnahmen an Bohrbrunnen, bbr, Heft 8/1986

EICHHORN, D.: Eine neue Variante der Brunnenregenerierung, *bbr*, Heft 11/1989

KREMS, G.: »Brunnenalterung und Brunnenregenerierung«, »DVGW Schriftenreihe Wasser Nr. 201«, S. 375/1979

PAUL, K. F.: »Instandhaltung von Trink- und Brauchwasserbrunnen«, bbr, Heft 6/1985, S. 238–241

SCHRETZENMAYR, G.: »Regenerierung von Brunnen«, – Berichte aus Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen, Technische Universität München, 1983, Nr. 46, S. 153–170

NOLTE, L.-P. und RÜBESAMEN, U.: »Pflege und Sanierungsmaßnahmen an Brunnenanlagen«, Sonderdruck aus »bbr« Heft 10 und 11/1991