

Auswirkungen von Spülmittelzusätzen und Ausbaumaterialien auf das Grundwasser

24.06.2014 in Idstein

in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie

Bohren: Bohr-, Ausbau- und Rückbauverfahren im Überblick

Dipl.-Ing. Christian Etschel
H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbaugesellschaft mbH

Einführung

Bohrverfahren

- Trockenbohrungen
- Hammerbohrungen
- Spülbohrungen
 - Zweck des Spülungskreislaufs
 - Zweck der Spülmittelzusätze

Ausbauverfahren

- Brunnen
 - Mit Sperrohr
 - Ohne Sperrohr
- Messstellen
- Erdwärmesonden

Ausbaumaterialien

Sanierungs-/Rückbauverfahren

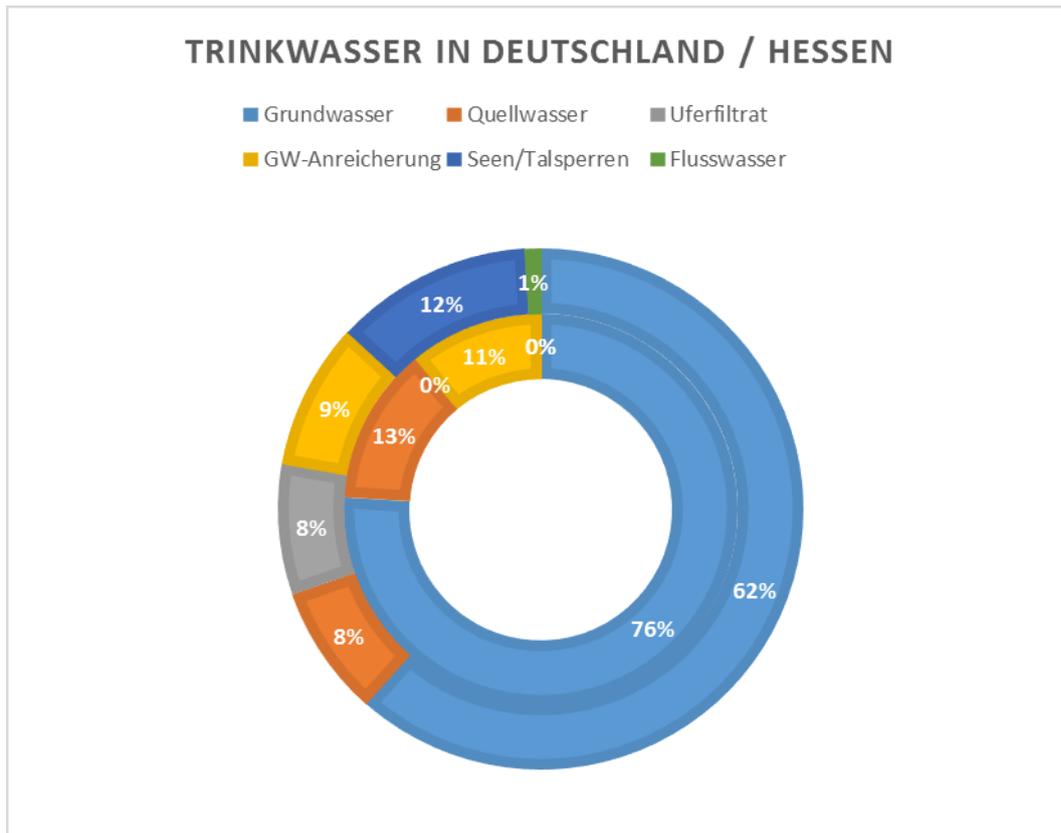
- Teilverfüllung
- Einschub
- Verfüllung mit verbleibender Verrohrung
- Ausräumarbeiten und Neuausbau oder Rückbau

Qualitätssicherung und SGU

Einführung: Bedeutung des Grundwassers für die öffentliche Trinkwasserversorgung

Trinkwasserherkunft 1998 / 2010 bundesweit (UBA (2001) / Stat. Bundesamt (2013))
bei insgesamt 5.597 / 5.080 Mio. m³ gefördertem Trinkwasser :

- 73 / 69 % aus Grund- und Quellwasser (ca. 65 / 61 % Brunnen, 8 / 8 % Quellen)
- 22 / 22 % Oberflächenwasser
- 5 / 8 % aus Uferfiltrat



Bohrungen und ihre Auswirkungen auf das Grundwasser

Bereits im Zweck der Trinkwasser- und Meßstellenbohrung ist ein Eingriff und eine Auswirkung auf das Grundwasser gegeben. Es wird in jedem Falle eine Verbindung zur Oberfläche geschaffen, die sicher und kontrollierbar sein muss. Das Bewusstsein bei diesen Maßnahmen ist heutzutage im Allgemeinen hoch, da negative Auswirkungen sich direkt negativ auf alle Beteiligten auswirken.

Erdwärmesondenbohrungen, die eigentlich einen anderen Zweck verfolgen, haben jedoch ebenso (und vielleicht deswegen umso gefährlichere) Auswirkungen auf das Grundwasser, da sie in den meisten Fällen mit Grundwasser in Verbindung stehen. Das Bewusstsein bei diesen Bohrungen muss in vielen Fällen im Vorfeld der Maßnahme geschaffen oder geschärft werden.

Weitreichender als die Auswirkungen der Bohrmaßnahme selbst sind letztlich die durch die Bohrungen entstehenden Verbindungen zur Oberfläche bzw. von verschiedenen Grundwasserleitern untereinander. Das A und O bei allen Planungen und Arbeiten in diesem Bereich bleibt die gewissenhaft auszuführende Abdichtung des natürlichen Grundwassers gegen negative Einflüsse aller Art.

Weil beim Bohrprozess jedoch zwangsläufig eine offene Verbindung innerhalb der Bohrung und von der Bohrung zur Oberfläche vorliegt, sind hier besondere Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers zu treffen. Unter diesen Gesichtspunkten sollen zunächst die einzelnen Bohrverfahren betrachtet werden.

Bohrverfahren und ihre Auswirkungen auf das Grundwasser

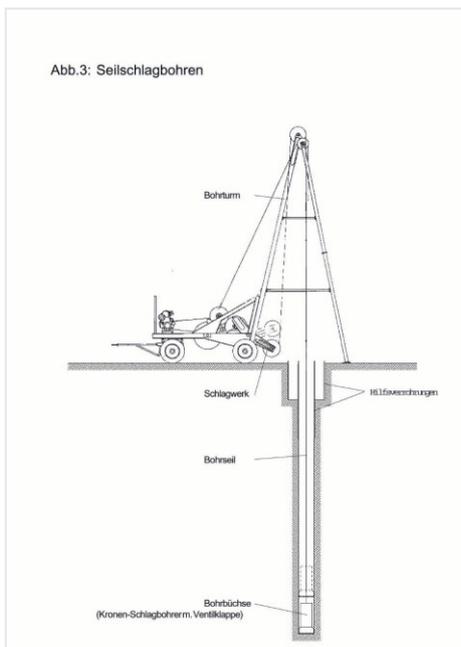
Die Auswahl des Bohrverfahrens erfolgt nach unterschiedlichen Gesichtspunkten:

- Geologie des zu erbohrenden Gesteins
- Durchmesser und Tiefe der Bohrung
- Grundwasserverhältnisse, insbes. Wasserspiegel
- Wirtschaftlichkeit der Technologie
- u. a. (Probenahme, Standort ...)

Dies macht bereits deutlich, dass die Auswirkung auf das Grundwasser nicht der maßgebende Faktor in der Methodenwahl ist.

Daher ist ein grundsätzlicher Vergleich der Methoden zwar sinnvoll, es wird aber vor allem darauf ankommen, in den einzelnen Methoden die jeweiligen Auswirkungen zu beachten und zu minimieren.

Trockenbohrverfahren



Bei Trockenbohrungen erfolgt die Bohrgutförderung diskontinuierlich, z. B. mit Schappen, Greifern, Büchsen. Die Förderwerkzeuge werden an einem Seil ins Bohrloch abgelassen, nehmen das Bohrgut auf und bringen es zutage. Im Gegensatz zur Spülbohrung erfolgt eine unmittelbare Probenahme. Beim Trockenbohren wird das Bohrloch in der Regel mit einer Verrohrung gesichert. Diese gewährleistet gleichzeitig,

- eine sichere Trennung verschiedener Grundwasserleiter, so dass die Stockwerksverhältnisse im Verlauf der Bohrung festgestellt werden können
- einen möglichen Nachfall zu vermeiden und somit unverfälschte Proben zu fördern.

Die Auswirkungen von Trockenbohrungen auf das GW sind verfahrensbedingt am geringsten. Wesentlich

kommt es darauf an, dass die verwendeten Werkzeuge keinen schädlichen Stoffeintrag bringen. Der „worst case“ ist die Verwendung kontaminierten Materials, das z. B. vor einer Trinkwasserbohrung bei einer Deponiebohrung im Einsatz war.

Daher gehört die gründliche Reinigung des Materials nach dem Einsatz in jede Ausschreibung, und natürlich auch vor Ort bzw. auf dem Bauhof des Unternehmers realisiert. Hinweis für Zertifizierer: Lassen Sie sich doch mal den Waschplatz zeigen.

Unvermeidlich kann eine Verschleppung von Boden-Material (somit also auch von dort bereits geo- oder anthropogen vorhandenen Verunreinigungen) durch die Bohrröhre sein. Dies sollte man jedoch nicht dramatisieren, da die Röhre sowieso i.d.R. im nächsten Grundwasserstauer abgesetzt werden.

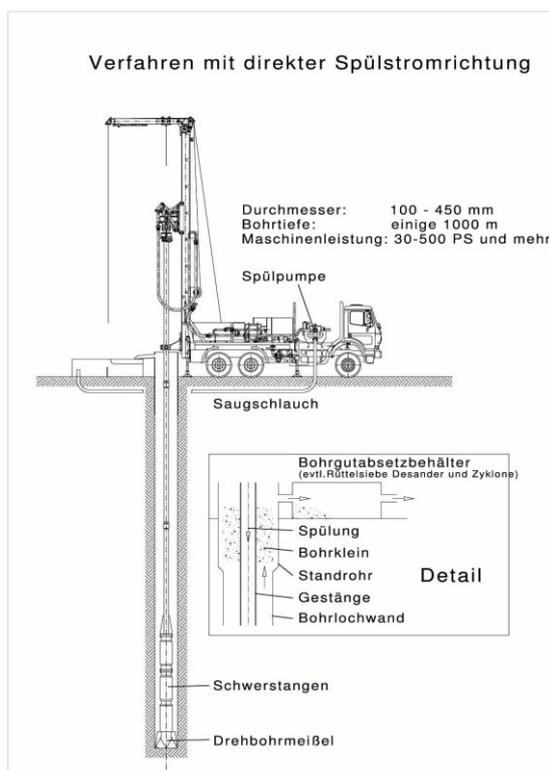
Hinter den Rohren besteht keine Abdichtung. Daher ist auf einen kompletten Ausbau zu achten. Bei nicht ziehbaren Rohren sind ggf. besondere Maßnahmen (z. B. nachträgliche Abdichtung durch Perforation) durchzuführen.

Spülbohrverfahren

Der Großteil der Bohrungen wird in Spülbohrverfahren niedergebracht. Generell unterscheidet man nach W 115

- Direkte Spülbohrverfahren
 - Mit Drehbohrmeißel
 - Imlochhammerbohren
 - Kernbohren
- Indirekte Spülverfahren
 - Lufthebebohren
 - Saugbohren
 - Indirektes Imlochhammerbohren

Direktspülen mit Wasserspülung



Für dieses Verfahren gibt es noch eine Reihe weiterer Bezeichnungen wie Druckspülbohrverfahren, Rotarybohren, Rechtsspülbohren.

Dieses Bohrverfahren ist das Verfahren, mit dem bis jetzt wohl die meisten Bohrmeter gebohrt worden sind, da es in der Tiefbohrtechnik praktisch ausschließlich und für kleinkalibrige Brunnen- oder Messstellenbohrungen überwiegend eingesetzt wird.

Die Wahl der geeigneten Bohrspülung und ihre Hilfsmittel ist vielmehr eine komplexe Aufgabenstellung und im Wesentlichen bestimmt durch

- Die Geologie (den Baugrund)
- Verfahrenstechnische Aspekte (z. B. Bohrgutaustrag, Erzielung einer Standfestigkeit, Kühlung/Schmierung des Bohrwerkzeuges, Probengewinnung)

Aus der Vielzahl der Funktionen der Bohrspülung wird klar, dass sowohl der Bohrunternehmer als auch der Auftraggeber (als späterer Brunnenbetreiber) ein besonderes Interesse an einer gut geplanten und realisierten Spülung haben sollten.

In W 116 werden die möglichen Vorteile der Spülungszusätze genannt, darunter

- Schutz des Grundwasserleiters und des Grundwassers durch vorübergehendes Abdichten der Bohrlochwände

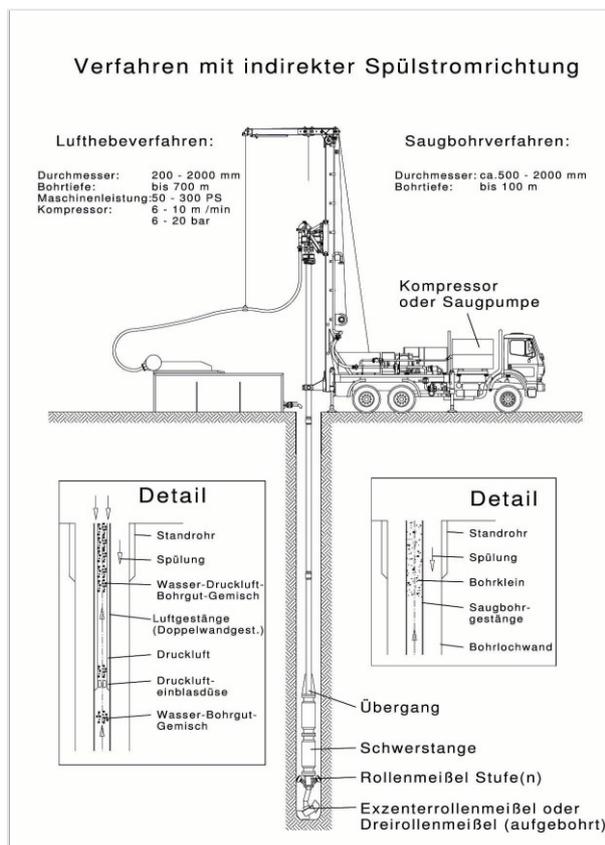
Auch die Nachteile werden nicht verschwiegen:

- Mögliche Verstopfung des GWL
- Eintrag von Schadstoffen in die Bohrung durch ungeeignetes Spülwasser (am besten also immer Trinkwasser verwenden)
- Spülmittel als Nährstoff für Bakterien

Weiterhin ist der direkte Eintritt der Spülung in den Grundwasserleiter möglich (sog. Spülverluste).

Ein nachfolgender Beitrag wird die Materie tiefer behandeln.

Lufthebebohren



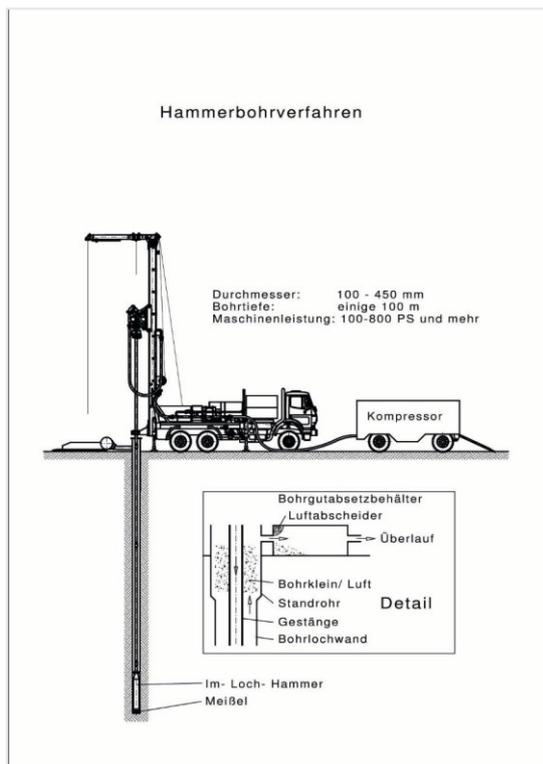
Das Lufthebebohrverfahren ist das für Brunnenbohrungen, vor allem ab Durchmessern von ca. 400 mm und mehr - was meistens der Fall ist, damit sich noch Ausbaurohrung und Unterwasserpumpe einbauen lassen - das am häufigsten eingesetzte Verfahren.

Auch hier finden sich wieder andere Bezeichnungen wie z.B. indirektes Spülbohrverfahren, Linksspülen.

Prinzipiell gelten für die Lufthebebohrung hinsichtlich der Spülung die gleichen Aussagen wie bei der Direktspülung. Durch die umgekehrte Spülrichtung und die demzufolge unterschiedlichen Druckverhältnisse ergeben sich gewisse Nuancen.

Beim Direktspülen tritt die Spülung unter hohem Druck am Meißel auf und hat daher generell eine höhere Neigung zur Infiltration in die Bohrlochwand als beim Luftheben. Beim Luftheben kann unter Umständen sogar mit einem tiefliegenden Wasserspiegel gebohrt werden. Vorausgesetzt, der Spülungsdruck im Ringraum ist immer noch etwa 0,2 bar höher als der Druck des Grundwassers und das Kompressorsystem funktioniert noch physikalisch, ist in diesem Falle die Gefahr von Spülungsverlusten und wiederum die Neigung zur Infiltration in die Bohrlochwand geringer.

Hammerbohren



Das Hammerbohrverfahren (auch „Imlochhammerbohren“ genannt) entspricht im Prinzip der Spülbohrung. Als Bohrspülung wird hier jedoch keine Flüssigkeit, sondern Luft eingesetzt. Damit das Verfahren funktioniert, sind hohe Drücke des Kompressors (ca. 15-25 bar) und große Luftmengen (je nach Durchmesser ca. 20-40 cbm/min) erforderlich. Die Druckluft dient nicht nur als Fördermedium des Bohrgutes, sie treibt auch einen permanent schlagenden Bohrhammer an (ca. 250 Schläge pro Minute), der das Bohrgut durch Zertrümmern löst.

Die Druckluft an sich hat keine Auswirkungen auf das Grundwasser, gelegentlich werden jedoch Schaumbildner eingesetzt.

Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass eine vorsichtige Ölschmierung zur Pflege der Bohrhämmer seitens der Hersteller empfohlen wird.

Ausbauverfahren

- Brunnen
 - Mit Sperrohr
 - Ohne Sperrohr

Die direkten Auswirkungen auf das Grundwasser unterscheiden sich bei den Ausbauverfahren nur dadurch, dass beim Ausbau mit Sperrohr die Komponente „schwarzer Stahl“ hinzukommt, ansonsten werden die gleichen Abdicht- und Ausbaumaterialien verwendet. Durch Korrosion können Eisen-Ionen aus dem Sperrohrmaterial ins Grundwasser gelangen. Bei einer wirksamen Abdichtung und kompletten Hinterfüllung tritt dieser Effekt jedoch kaum auf, ebenso bei einem durch Zementleim geschützten Sperrohr.

Indirekte Auswirkungen entstehen dann, wenn mit der Unterkante des Sperrohrs auch die Geologie wechselt. Hier kann evtl. der Grundwasserleiter geschont werden. Durch die Zwischenverrohrung kann ein instabiles bzw. Lockergesteins-Gebirge, das eine aufwändige und mit zahlreichen Spülmitteln angereicherte Spülung erfordert, gesichert werden, sodass beim weiteren Bohren, z.B. in einem Festgestein, mit einer wesentlich leichteren Spülung oder sogar mit Klarwasser gebohrt werden kann, mit entsprechend weniger Auswirkung auf das Grundwasser

- Messstellen

Auch Messstellen können mit und ohne Sperrohr ausgebaut werden. Somit gilt hier das Gleiche wie bei Brunnen. Auch die Ausbaumaterialien sind prinzipiell die gleichen, nur die Durchmesser sind geringer.

- Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden in der Regel mit dem gegenüber Grundwasser neutralen PE-Material ausgebaut, die als Doppel-U-Rohr vorkonfektioniert auf einer Rolle geliefert und ins Bohrloch unter Ergänzung von Abstandshaltern eingelassen werden. Durch das Abdrücken dieser Verrohrung wird gewährleistet, dass sie dicht ist, und somit kein Austritt von Wärmetauscherflüssigkeit ins Gebirge erfolgen kann.

Die Hauptproblematik beim EWS-Bau ist die Verpressung der Bohrung. Wenn es richtig gemacht wird erfolgt

- Die Bohrung mit einem ausreichend großen Durchmesser
- Ein Mitführen von einem bzw. bei längeren Abdichtstrecken mehreren Verpressschläuchen
- Die Abdichtung mit einer wirksam abdichtenden Suspension und einem professionellen, genügend Druck aufbauendem Verpressgerät von unten nach oben
- Die Arbeit kontrolliert durch einen Sachverständigen, zumindest aber protokolliert durch die Bohrfirma (Mengenvergleich Soll/Ist)

Gegenbeispiele gibt es genügend, mit z.T. gravierenden negativen Folgen für das Grundwasser: Verbindung von verschiedenen Horizonten, Verbindung zum Oberflächenwasser etc. mit vorprogrammierter Schadstoffverschleppung. Die Problematik ist vor allem deswegen gravierend, weil eine Sanierung bei Festgestein sehr schwierig und bei Lockergestein kaum möglich ist, da sich das ursprüngliche Bohrloch kaum oder nur mit extrem hohem technischen Aufwand wieder freilegen lässt, und zudem ein Arbeiten vom Inneren des Ausbaumaterials heraus im Gegensatz zu Brunnen und Messstellen wegen der geringen Durchmesser nicht möglich ist.

Da helfen zum vorsorgenden Grundwasserschutz eigentlich nur Verbote:

- Keine EWS in Wasserschutzgebieten
- Keine stockwerksübergreifenden EWS-Bohrungen

Und die Pflicht zur Komplettverpressung beim Antreffen eines Artesers.

Brunnen- und Messstellenausbaumaterial

An sich wird im Brunnenbau umgekehrt vorgegangen: Das Brunnenausbaumaterial wird nach Auswirkungen des Grundwassers auf die Verrohrung ausgewählt. Dies ist auch der Grund für die große Bandbreite der verwendeten Materialien.

Rohre

Die am häufigsten verwendeten Ausbaumaterialien für Brunnen und Messstellen in Deutschland sind heutzutage PVC/PE und Edelstahl. Alle anderen Materialien haben nur noch eine untergeordnete Bedeutung.

Diese Materialien verhalten sich gegenüber Grundwasser weitgehend neutral. Potentielle ist natürlich eine Lösung von Rohrmaterialien im Grundwasser denkbar, beim Edelstahl kommen Beizstoffe hinzu – jedoch praktisch eliminiert durch Passivierung.

In der Vergangenheit verwendete Materialien reichen von dem praktisch als Naturprodukt anzusehenden Steinzeug bis hin zu OBO (Preßholzfilter) – welches in den Anfangsjahren (1960 er) noch mit phenolhaltigem Kunstharz imprägniert wurde. Dies ist der einzige mir bekannte Fall, wo ein Material nachträglich aus dem Sortiment genommen wurde wegen schadhafter Wirkung auf die Umwelt. Die allermeisten OBO-Brunnen dieses Materials dürften auch bereits mittlerweile saniert sein.

Die weiteren, im Brunnenbau verwendeten Materialien sind beschichtete Stahlrohre, verzinkte Stahlrohre (meist im Ausland eingesetzt) und GFK (Glasfaserverstärkter Kunststoff), daneben Kiesklebe- und Kiesbelagfilter.

Generell können über das Ausbaumaterial (unabhängig von dessen Art) Verschmutzungen oder Verkeimungen ins Grundwasser eingeschleppt werden, deswegen ist die Beachtung von Hygieneregeln bei Transport, Lagerung und Einbau der Materialien zu achten.

Kies

Filtersande und –kiese sind ein Naturprodukt und daher generell unbedenklich im Brunnenbau. Auch hier gelten besondere Hygieneanforderungen bei der Produktion (Waschen, Desinfizieren, Feuerrocknen) und bei der Verwendung auf der Baustelle.

Glaskugeln

Glas ist ebenfalls ein inertes, aber künstliches Material. Es wird alternativ zu Filterkies eingesetzt. Allerdings hat sich mittlerweile gezeigt, dass es ebenso zur Verockerung neigt wie das natürliche Material.

Als weitere negative Auswirkung auf das Grundwasser ist zu beachten, dass für Glaskugeln das Sanierungsverfahren der Überbohrung nicht verwendet werden kann. Während von den Bruchstücken des Filterkieses nach Überbohrungen nichts Negatives in Hinsicht auf die Wirkung im Trinkwasser bekannt ist, muss bei Glaskugeln grundsätzlich Splitterbildung

besorgt werden. Da das Material immer noch als relativ neu anzusehen ist, sind die Erfahrungen in dieser Richtung jedoch ebenso entsprechend begrenzt.

Abdichtmaterialien

Zu Abdichtzwecken gibt es Fertigprodukte auf der Grundlage von Ton in Form von Pellets. Die Materialien unterscheiden sich durch das Quellverhalten, d. h. wann sie beginnen, zu quellen und welches Endvolumen sie erreichen. Bei tief einzubauenden Abdichtungen ist es wichtig, dass diese Pellets erst spät (nach einigen Minuten) beginnen zu quellen, da es sonst zu einer Brückenbildung im Ringraum der Bohrung kommen kann, die einen nicht abgedichteten Hohlraum verursacht. Dadurch, dass diese Materialien geschüttet werden, ergibt sich auch eine begrenzte Anwendbarkeit in die Tiefe, sie liegt bei ca. 50 – 100 m.

Eine andere Art der Abdichtung, bzw. bei größeren Tiefen die ausschließlich verwendete Methode ist die Abdichtung mit einer Flüssigkeit, einer Suspension, die nach dem Einbringen aushärtet. Das gebräuchlichste Produkt hierfür ist Dämmmer, ein Gemisch aus Tonmehl und Zement, das mit Wasser zur Abdichtungsflüssigkeit verarbeitet wird



Auch reine Zementabdichtungen kommen zum Einsatz, i. d. R. aber nur bei größeren Tiefen

Zu Nachweiszwecken werden Abdichtmaterialien gelegentlich Markierungsstoffe (magnetisch oder radioaktiv) zugefügt.

Erdwärmesonden

Für Erdwärmesonden wird in der Regel das Grundmaterial PE in verschiedener Form verwendet. Zur Abdichtung werden wegen der engen Räume Suspensionen verwendet. Hierfür gibt es spezielle Beimengungen, die eine höhere Wärmeleitfähigkeit ermöglichen. Die Eigenschaften der Materialien weichen in der Wirkung auf das Grundwasser nicht von denjenigen im Brunnenbau ab.

Sanierungs-/Rückbauverfahren

- Teilverfüllung
- Einschub
- Verfüllung mit verbleibender Verrohrung
- Ausräumarbeiten und Neuausbau oder Rückbau
 - Freilegung
 - Überbohrarbeiten
 - Rohrschnitte
 - Zerbohren
 - Aufbohren, Nachbohren, Aufweiten

Auch hier gilt wieder (und beim Rückbau noch vielmehr), dass die Folge der Maßnahme unter Umständen wesentlich größerer Auswirkungen auf das Grundwasser hat als die Maßnahme selbst.

Andererseits sind negative Auswirkungen von Brunnen auf das Grundwasser (z.B. Erschließung mehrerer, sich negativ beeinflussender Horizonte) durch Sanierungsverfahren zu beheben.

Sanierung durch Teilverfüllung

Durch dieses Verfahren kann der Zutritt eines (negativ beeinflussenden) Grundwasserleiters im unteren Brunnenbereich unterbunden werden. Wichtig ist die Herstellung bzw. Erhaltung einer wirksamen Abdichtung zu diesem Bereich. Dies wird in der Regel durch das Verpressen von Suspensionen erreicht, die eine gewisse Eindringwirkung haben.

Sanierung durch Einschub

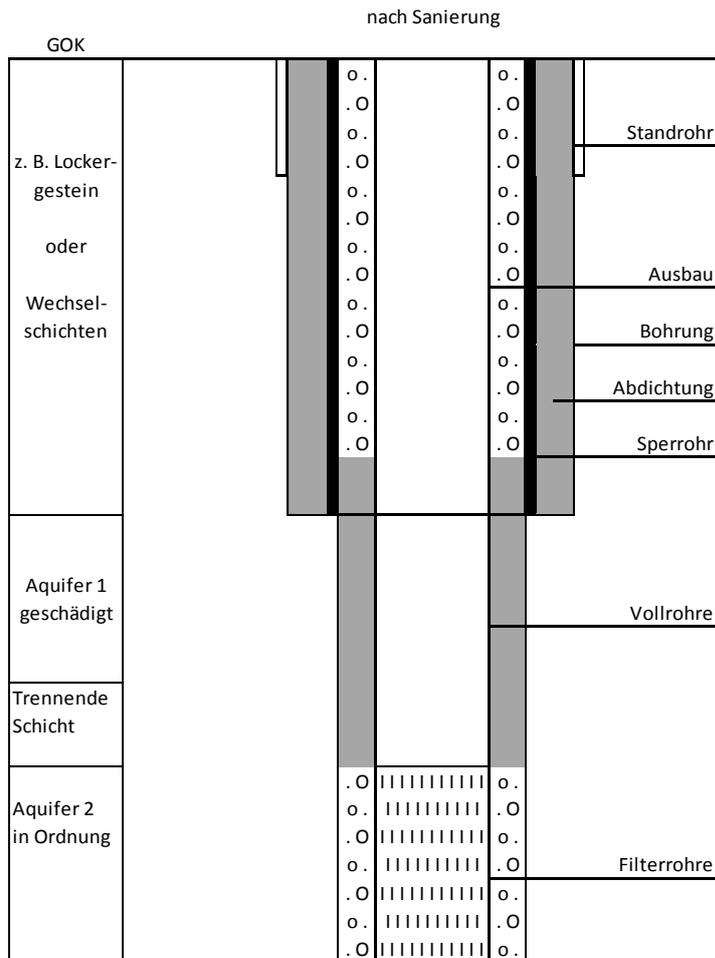
Hier wird zur Sicherung eines statisch schadhaften Ausbaues ein weiteres Rohr ins Innere des Brunnens geschoben. Eine Beeinflussung des Grundwassers entsteht lediglich durch das eingebaute Material.

Rückbau durch Verfüllung mit verbleibender Verrohrung

Ein Rückbau durch Verfüllung mit verbleibender Verrohrung kann erfolgen wenn keine Trennschichten zu berücksichtigen sind, oder der Nachweis der vorhandenen Trennschichten eindeutig geführt und die verwendeten Ausbaumaterialien für einen dauerhaften Verbleib im Erdreich geeignet sind.

Ausräumarbeiten und Neuausbau (Sanierung) oder anschließende Verfüllung (Rückbau)

Ausräumarbeiten haben das Ziel, vorhandene Ausbaumaterialien komplett aus der Bohrung zu entfernen, um sie durch neue zu ersetzen. Dadurch kann auch der Brunnen neu konzipiert werden, um z.B. Abdichtung zur Oberfläche zu verbessern oder verstärken, oder Abdichtungen unerwünschter Zutritte zu eliminieren.



Zum Rückbau werden nach der Ausräumung des Brunnens Verfüllkies und Abdichtmaterialien an die geologische Schichtung angepasst eingebaut.

Ausräumarbeiten sind häufig technisch besonders anspruchsvoll und man arbeitet mit den verschiedensten Verfahren, bzw. Verfahrensschritten:

- Freilegung
- Überbohrarbeiten
- Rohrschnitte
- Zerbohren
- Aufbohren

In den Auswirkungen auf das Grundwasser ergibt sich jedoch bei diesen Techniken grundsätzlich kein Unterschied zu Neubohrungen, letztlich kommen dieselben Verfahren (Direktes und indirektes Spülbohren, häufig auch unter Verwendung von Spülungsmaterialien) in spezieller Anwendung zur Ausführung.

Qualitätssicherung

Eine hohe Bedeutung bei allen Brunnenbauarbeiten hat die Qualitätssicherung. Bei den zu vergebenden Arbeiten sollte der Auftraggeber darauf achten, dass die ausführende Bohrfirma nach W 120 zertifiziert ist.

Stellenwert vom SGU im Unternehmen

Wichtig ist auch der Stellenwert der Bereiche (Arbeits-)Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz im Unternehmen. Besonders engagierte Firmen haben sich in diesem Bereich nach SCC (Sicherheits-Certifikat für Contractoren) zertifizieren lassen.

Autor

Dipl.- Ing. Christian Etschel
Technisches Büro Hof
Ossecker Str. 174
95030 Hof



H. Anger's Söhne
Bohr- u. Brunnenbauges. mbH
Gutenbergstraße 33
37235 Hessisch Lichtenau

Büro:

Zentrale: +49 (0) 5602/ 93 30 0
Büro Hof: +49 (0) 9281/ 77 99 474
Fax: +49 (0) 9281/ 77 99 477

Mobil: +49 (0) 171/ 72 38 474

E-Mail: etschel@angers-soehne.de
Internet: <http://www.angers-soehne.com>