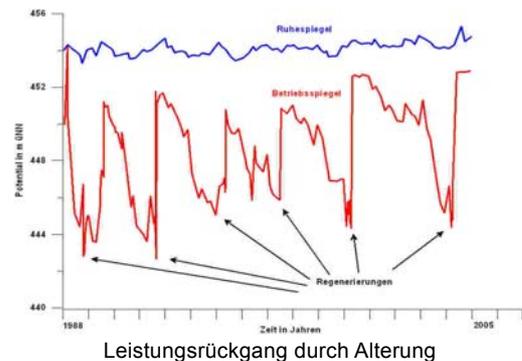


Brunnenregenerierungen

Ansprechpartner:
Ulrich Kwasnitschka
Telefon: 0821 267886 0
Fax: 0821 267886 15
E-Mail: info@ingeo-gmbh.de

Ursachen der Brunnenalterung und Entscheidungshilfen für die Wahl von Regenerierungstechniken

Brunnen zur Grundwasserentnahme, Schluckbrunnen, aber auch zur Altlastsanierung eingesetzte Brunnen, unterliegen, wie jedes Bauwerk, Alterungserscheinungen. In der Praxis beschränkt sich die Wartung der Anlagen meist nur auf die obertägigen Bauteile. Wenn erst beim Rückgang der Förderleistung/Schluckleistung des Brunnens Maßnahmen ergriffen werden, bedeutet dies oft höhere Kosten als bei periodischer Inspektion und Wartung.



Ursachen

Die Brunnenalterung kann folgende Ursachen haben:

Korrosion und **Versandung** sind in der Regel auf bauliche Mängel zurückzuführen. Brunnenausbaumaterial aus Edelstahl kann z.B. rasch angegriffen werden, wenn durch den Brunnen in ihren Redoxpotentialen unterschiedliche geologische Einheiten verbunden werden. Die Versandung wird in der Regel durch eine mangelhafte Filterkiesschüttung verursacht. Eine Überlastung des Brunnens, gelegentlich in Verbindung mit anderen Alterungserscheinungen, führt ebenfalls häufig zur Sandführung. Die **Verschleimung** wird durch das massenhafte Auftreten von (Faden-) Bakterien hervorgerufen, die nur dann gedeihen können, wenn Nährstoffe zugeführt werden. Dies können nach dem Brunnenbau Reste der Bohrspülung sein, oder es handelt sich um vermehrte Einträge aus oberflächennahen z.B. überdüngten Wässern.

Die Ausfällung und Ablagerung von Karbonaten (Kalk) nennt man **Versinterung**. Dies ist ein chemisch-physikalischer Vorgang, der auf Störungen des Lösungsgleichgewichtes beruht.

- Ursachen
- Korrosion**
- Versandung**
- Verschleimung**
- Versinterung**
- Verockerung**

Die Versinterung tritt daher insbesondere bei der Wiedereinleitung von Kühlwasser auf, ist also eine häufige Erscheinung bei Schluckbrunnen.

Die verbreitetste Alterungserscheinung ist jedoch ein Belag aus rostbraunen bis schwarzen Eisen- und Manganablagerungen, die als **Verockerung** bezeichnet wird. Man führt sie auf physikalische, chemische und biologische Vorgänge zurück.

Die **physikalisch** bedingte **Verockerung** soll beim Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung beim Eintritt des Wassers in den Brunnen erfolgen, ist jedoch in jedem Fall auch ein chemischer Prozeß, der ohne die Mitwirkung von Sauerstoff nicht denkbar ist. Zu hohe Eintrittsgeschwindigkeiten sind also nie alleinige Ursache.

Die **chemische Verockerung** hat ihren Grund zunächst in der Überführung des 2-wertigen Eisens und Mangans in die unlöslichen 3- bzw. 4-wertigen Formen (Hydroxide und Oxide). Dies sind Gleichgewichtsreaktionen, abhängig von Temperatur, Druck, Redoxpotential, pH-Wert und von den Konzentrationsverhältnissen. Im Brunnen findet die Verschiebung dieser Gleichgewichtsverhältnisse ständig im Schwankungsbereich des Wasserspiegels statt, wo eine Belüftung bei entsprechenden Eisengehalten zu Ablagerungen führt. Häufiger noch führt die Mischung unterschiedlicher Wässer Tiefbrunnen zu Eisen- und Manganausfällungen, was insbesondere in den Tertiärgebieten Bayerns der Fall sein kann.

Bakterien wie *Leptothrix ochracea*, *Leptothrix crassa*, *Thiobacillus ferrooxidans* verursachen die **biologische Verockerung**. Diese Bakterien sind nahezu überall im Boden vorhanden, sind aber nicht eigenbeweglich und daher auf Nährstoffzufuhr angewiesen. Die hierdurch hervorgerufenen Ablagerungen finden sich daher in den Zustrombereichen des Brunnens auch weit unterhalb des Wasserspiegels und in größerer Entfernung von der Brunnenmitte.

Tatsächlich handelt es sich bei der Brunnenalterung um eine Kombination der genannten Vorgänge. Kennzeichnend ist in jedem Fall eine mit der Zeit zunehmende Verhärtung der Ablagerungen, die im schlimmsten Fall eine Rückführung unmöglich macht.



Fernsehbild einer Versinterung



Fernsehbild einer Verockerung

Brunnenausbau

Auch der Brunnenausbau selbst hat auf Art und Umfang der Alterung wesentlichen Einfluß.

Zunächst ist zu beurteilen, welche chemischen Eigenschaften das geförderte Wasser hat oder ob verschiedene Wässer im Brunnen gemischt werden und bei welchen Betriebszuständen dies der Fall ist. Dann liegt in der Regel eine mangelhafte Abdichtung gegen Zustrom oberflächennahen Wassers vor und es ist zu prüfen, ob eine Brunnenregenerierung allein überhaupt sinnvoll ist. U.Ust. kann eine nachträgliche Oberflächenabdichtung wirtschaftlicher sein, als häufige Regenerierungen.

Daneben muß selbstverständlich bei der Wahl des optimalen Regenerierungsverfahrens das jeweils vorhandene Ausbaumaterial berücksichtigt werden.

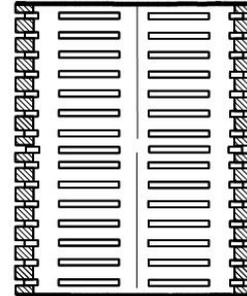
Die heute gebräuchlichsten Bauarten sind nebenstehend skizziert.

Auch der Korngrößenaufbau der Fliterkiesschüttung, der auf die Körnung des angrenzenden Gebirges abgestimmt ist, spielt eine wesentliche Rolle. In Porengrundwasserleitern darf auf keinen Fall das mühsam beim Entwickeln des Brunnens aufgebaute Korngerüst dauerhaft zerstört werden.

Neben diesen heute gebräuchlichsten Filterformen wurden früher auch Steinzeugfilter in unterschiedlichster Ausbildung eingebaut.

Kiesklebefilter, die ohne weitere Abstützung nur aus kunstharzverklebtem Quarzkies bestehen, finden sich ebenfalls häufig in älteren Brunnen ("Willersinn-Brunnen"). Hier muß vor einer Regenerierung immer erst die Standfestigkeit untersucht werden.

Filter mit Längsschlitzung



Öffnungen horizontal oder vertikal gesägt oder gestanzt,

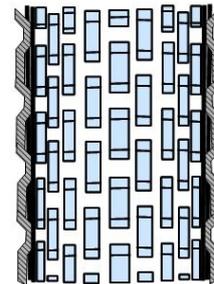
Kunststoffe: PVC, PEHD, Teflon

Stahl, kunststoffbeschichtet, hartgummiert

Edelstahl

Kunstharzpressholz (OBO)

Schlitzbrückenfilter



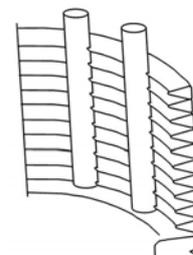
Öffnungen gestanzt

mit und ohne Kiesbelag

Stahl, kunststoffbeschichtet, hartgummiert

Edelstahl

Wickeldrahtfilter



Edelstahl, Kunststoff

Mechanische Verfahren

Regenerierungen erfolgen prinzipiell nach dem nebenstehenden Schema. Die Verfahren unterscheiden sich im wesentlichen durch die physikalischen Verfahren zur Lösung der Ablagerungen.

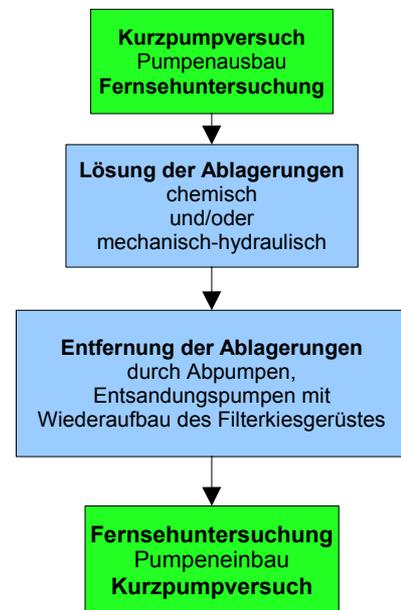
Bürsten können am Seil oder am Gestänge eingebaut und bewegt werden. Sie reinigen immer nur die Innenwand. Rotierende Bewegung ist nur beim Einbau am Gestänge möglich, sollte aber bei allen horizontal geschlitzten Rohren bevorzugt werden. Bürsten müssen einen dem Filter angepassten Durchmesser und Material haben.

Kolben sind am Seil oder am Gestänge vertikal bewegte Gummiteiler mit Lappventilen. Die durch die Auf- und Abwärtsbewegung erzeugte Strömungsenergie ist sehr groß und dringt bis weit in das Gebirge ein. Das Kolben ist auch ein bewährtes Entsandungsverfahren, es konnten Einwirkradien bis zu mehreren Metern ab Brunnenmitte nachgewiesen werden. Bei Kunststoff- und Kunstharzpressholz-Filtern mit horizontalen Schlitzern oder stark korrodiertem Material ist zur Vermeidung von Brüchen eine geringe Fahrgeschwindigkeit erforderlich.

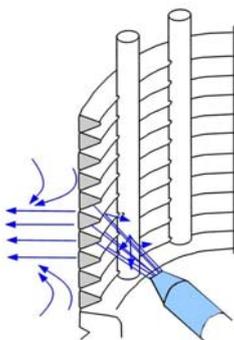
Bei **Hochdruckreinigungsgeräten** wird Wasser unter hohem Druck durch Düsen auf die Filterinnenwand und durch die Schlitzern nach außen gepresst.

Die Wirkung außerhalb der Filterrohre hängt von der Geometrie der Schlitzern ab und ist nur bei Wickeldrahtfiltern, eingeschränkt auch bei Filtern mit Längsschlitzern ausreichend.

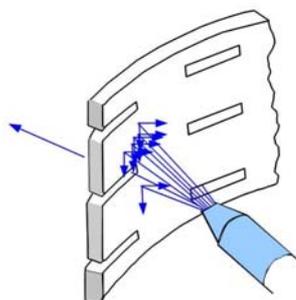
Prinzipielles Ablaufschema



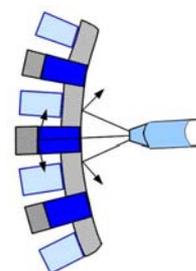
Wickeldrahtfilter



Filter mit Längsschlitzern



Schlitzbrückenfilter



Die Einwirkung auf beschichtetes Material ist, da lokal sehr energiereich, problematisch.

Vom Einsatz von **Hochdruckinjektionslanzen**, die im Ringraum eingespült werden, ist in jedem Fall abzuraten, da die zerstörende Wirkung nicht kontrolliert werden kann. Dies gilt insbesondere für mühsam aufgebaute Kiesschüttungen. Doppelpackersysteme Es handelt sich um Systeme aus drei zusammenhängenden aufpumpbaren Packern zwischen den sich zwei abgeschlossene Kammern bilden. Durch eine im mittleren Packer angeordnete Pumpe oder einen Propeller kann Wasser aus der einen Kammer über den Kiesringraum in die andere Kammer umgepumpt werden. Der Reinigungserfolg beschränkt sich, da der Grundwasserleiter selbst hydraulisch nicht beteiligt wird, auf die Kiesschüttung um die Filterwand.

Aus dem im Brunnenbau üblichen Entsandungspumpen mit lokal erhöhter Strömung zwischen zwei Packern wurden **Abpumpverfahren** insbesondere im Zusammenhang mit Doppelpackersystemen entwickelt. Es kann jedoch nur dort eine ausreichende Strömung erreicht werden, wo das Gebirge ausreichend ergiebig ist. Es kann nur einseitige Strömung erzeugt werden.

Beim **Ausblasen** wird lokal wird zwischen Packern oder auch ohne Packer im Bereich der Brunnensohle Preßluft unter hohem Druck eingebracht. Es entstehen hohe Strömungen durch die aufsteigende Luft und beim Rückströmen in den durch die Luft wasserfrei gepreßten Raum. Bei reduzierten sauerstofffreien Wässern bewirkt dies jedoch eine Anregung der Verockerungstendenz.

Schwappen bedeutet, daß am Brunnenkopf über geeignete Ventile Luft eingepreßt wird, die den Wasserspiegel im Brunnen niederdrückt. Nach plötzlicher Entspannung der Preßluft schießt Wasser nach oben und reißt dabei Ablagerungen mit. Die mechanische Belastung für das Filtermaterial ist immens und lokal nicht kontrollierbar.

Unter den Wasserspiegel eingebrachte **Ultraschall**generatoren erzeugen an den Grenzflächen physikalisch unterschiedlicher Stoffe Scheerspannungen, die zur Ablösung von Belägen führen. Der Reinigungserfolg hängt von der eingebrachten Energie ab, die radial schnell abnimmt. Verhärtete mineralisierte Beläge an Kieskörnern sind schwer lösbar. Die Wirkung auf Kunststoff- oder Hartgummibeschichtungen oder kunstharzgebundene Kiesbeläge ist bei hohen Energieeinträgen u.Ust. gefährlich.

Exotische Verfahren wie Dampfinjektion, Einsatz von Rüttlern (Vibratoren) oder Sprengstoff wurden gelegentlich beschrieben, bedürfen aber der detaillierten Prüfung.

Chemische Regenerierung

Im Prinzip lassen sich alle vorstehend genannten Verfahren mit dem Einsatz von Regenerationsmitteln verbinden. Nur das Einfüllen eines chemischen Regenerats ohne weitere mechanische Maßnahmen ist nicht gebräuchlich und nicht sinnvoll. Eine Einwirkzeit durch einfaches „Stehenlassen“ erhöht die Regeneratmenge unnötig.

Der Einsatz von chemischen Mitteln ist ein wasserrechtlicher Tatbestand und bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis, die über das Landratsamt einzuholen ist. Wenn die geplanten Regeneratmengen sowie die Regenerierung an sich plausibel sind, wird die Erlaubnis in der Regel ohne Probleme erteilt.

Das häufigste Regenerat ist **Salzsäure**, die in der Qualität „chemisch rein“ zum Einsatz kommt. Man rechnet ca. 10% des Bohrlochvolumens als Regeneratmenge (je nach Belagsstärke). Die Wirkung beruht auf der Absenkung des pH-Wertes, wo bei pH-Werten um 1 Eisenhydroxide in Lösung gehen. Manganablagerungen werden in der Regel mitgerissen. Salzsäure hat den Vorteil, daß keine organisch abbaubaren Stoffe eingebracht werden, die zur Verkeimung führen können. Säurereste dissoziieren in natürlich überall vorkommende Ionen.

Regenerate auf Basis von **Ascorbinsäure, Essigsäure, Phosphorsäure** gelegentlich mit verschiedenen organisch-anorganischen Inhibitoren erfüllen diese Anforderung nicht.

Wasserstoffperoxid ist ein starkes Oxidationsmittel und kann wie das Einbringen von Luft bereits den Grundstock zu erneuter Belagsbildung geben. Wasserstoffperoxid kann auch zur Desinfektion verwendet werden. Besser ist aus diesen Gründen jedoch **Chlorbleichlaug**e, die gelegentlich sogar präventiv eingebracht wird.

Da alle mechanischen Verfahren in Ihrer Wirkung radial ab Brunnenmitte abnehmen, kommt man insbesondere bei biologisch bedingter Verockerung ohne chemische Mittel nicht aus.

Tipps

Bei Angebotsanfragen muß der zu regenerierende Brunnen genau beschrieben werden. Dies gilt für Ausbaumaterial und Durchmesser, Alter, Leistung, Ruhe- und Betriebswasserspiegel, Typ und Einbautiefe der U-Pumpe, Art und Längen der Steigleitung.

Ohne eine Ausschreibung auf Basis eines Leistungsverzeichnisses werden unterschiedliche Angebote mit verschiedenen Verfahren und vor allem verschiedenen Zeitansätzen eingehen. Eine Gleichstellung ist dann fast nicht möglich, der günstigste Bieter meist nicht der mit dem wirkungsvollsten und kostengünstigsten Verfahren.

Literatur:
DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr 201, Wassergewinnung
DVGW Merkblatt W 119, Entsand
DVGW-Merkblatt W 130, Brunnenregenerierungen

Es gelten die Hinweise und Bestimmungen in den Abschnitten Impressum und Disclaimer unserer Homepage: www.ingeo-gmbh.de