

# Mechanische Brunnenregenerierung nach DVGW-Merkblatt W130

**Online-kontrollierte Regenerierung** ■ Anhand von zwei mechanischen Druckwellenimpulsverfahren, erzeugt durch Wasserhochdruck oder komprimierten Gas, soll gezeigt werden, auf welche Details bei der Brunnenregenerierung zu achten ist, und wo die Einsatzgrenzen liegen bzw. ab welchem Zeitpunkt eine chemische Brunnenregenerierung sinnvoll ist. Jeder Brunnenbetreiber sollte dies bedenken, wenn er seine wertvollen Brunnen zeitgemäß, fachgerecht, ökologisch und somit nachhaltig regenerieren und nutzen möchte.

Natürliche Alterungserscheinungen an Brunnen, wie Verockerung, Versandung oder Verschleimung sind bekanntermaßen für das Nachlassen der Förderleistung verantwortlich. Beschädigungen der Rohrtour oder Korrosion können außerdem zu erheblichen Produktionsausfällen führen. Ziel der Erhaltungsmaßnahmen von Brunnen ist deshalb neben regelmäßigen Kontrollarbeiten insbesondere die schonende und nachhaltige mechanische Brunnenregenerierung. Das DVGW-Merkblatt W130 – Brunnenregenerierung, in der Ausgabe vom Juli 2001, empfiehlt daher die Anwendung Online-kontrollierter Verfahrenstechniken, um eine nachhaltige Brunnenregenerierung durchführen zu können.

## Leistungsmindernde Ablagerungen entfernen

Beim Brunnenneubau sollten die Verrohrung, der Brunnensumpf sowie die Kiesschüttung komplett frei von Ablagerungen sein (**Abb. 1**). Nach einer gewissen Betriebsdauer eines Brunnens bilden sich z.B. allmählich Verockerungen, bei denen man zwischen inneren und äußeren Ablagerungen unterscheidet. Die Alterung eines Brunnens ist abhängig von den geologischen Gegebenheiten und somit von der chemischen Zusammensetzung des Wassers und der Mächtigkeit des Wasserleiters, von der Dimensionierung des Brunnens und der Wahl des Standortes (Brunnenbau) sowie von der Belastung des Brunnens durch den Brunnenbetreiber. Daraus können entsprechende Regenerierungsintervalle abgeleitet werden.

## Funktionsschritte der Regenerierungsarbeiten

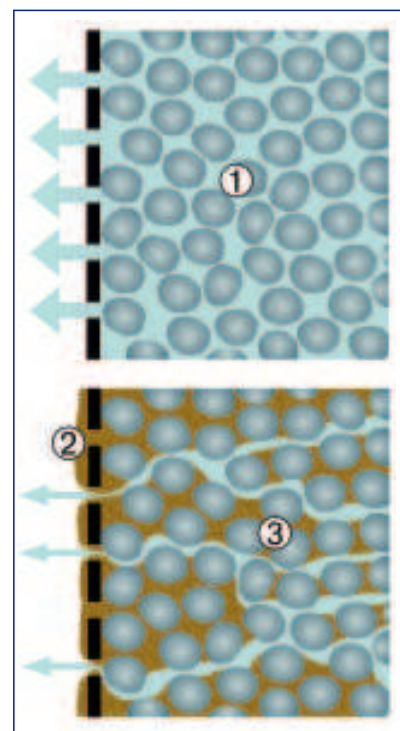
Aufgabe einer Brunnenreinigung ist es, nicht nur die optisch sichtbaren inneren Ablagerungen, sondern vor allem die hinter der Verrohrung liegenden äußeren Ablagerungen zu entfernen, um einen nachhaltigen Regenerierungserfolg zu erzielen. Hier liegt insbesondere die Stärke der Online-Regenerierung nach DVGW-Merkblatt W130. Alle Regenerierungsverfahren müssen die folgenden Funktionsschritte optimieren.

### Trennung

Durch die mechanische Einwirkung auf Grund des Hochdruckstrahls bzw. der resultierenden Druckwellen erfolgt ein Ablösen bzw. Absprengen von weichen und auch harten Ablagerungen

- an der Rohrwand und in den Filterschlitzten,
- in der Kontaktzone Filterrohr/Filterkies,
- in den Porenräumen des Filterkieses,
- in der Kontaktzone Filterkies/Bohrlochwand und
- im anstehenden Boden (Gebirge).

Hier hat es sich gezeigt ([2], [3]), dass insbesondere durch die direkte mechanische Einwirkung des langsam rotierenden Hochdruckstrahls, der natürlich von entsprechen Druckwellen begleitet wird, eine Eindringtiefe von bis zu 40 Zentimetern in den Filterkies erreicht werden kann. Auch ein geringer Abstand der Düsen zur Rohrwand ist dabei sehr wichtig, da unterhalb des Wasserspiegels der Hochdruckstrahl durch das Wasser entsprechend gedämpft wird und z.B. bei



**Abb. 1** Nach einer gewissen Betriebsdauer eines Brunnens bilden sich im Filterbereich allmählich Verockerungen, bei denen man zwischen inneren (2) und äußeren (3) Ablagerungen unterscheidet.

Brunnen mit einem Durchmesser von DN1000 eine Regenerierung nur schwer möglich wäre.

Natürlich muss auch bei langsam drehenden und zwangsgetriebenen Rotationsdüsen (ca. 60 UPM) durch eine Onlineüberwachung ein Düsenstillstand und somit Reinigungslücken oder auch eine Beschädigung des Ausbaumaterials bzw. Filterkieses ausgeschlossen sein.

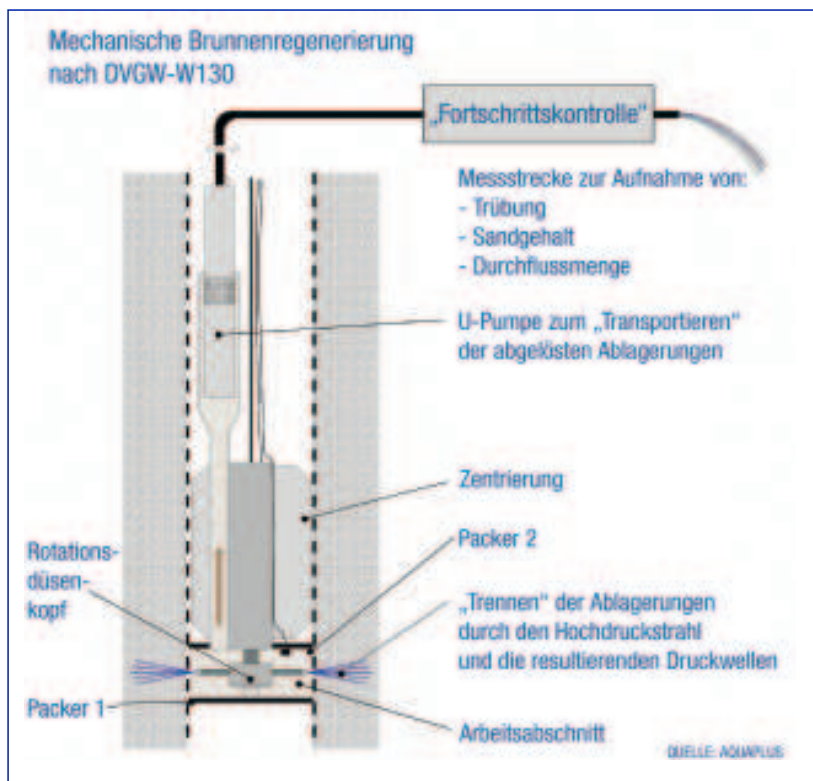
Dennoch kann festgestellt werden, dass das Druckwellenimpulsverfahren durch komprimiertes Gas, bei dem die Pulsdauer, die Pause zwischen den Pulsen und der Pulsdruck einstellbar sind, eine wesentlich größere Tiefenwirkung erreichen kann. Hier hat es sich gezeigt, dass nicht nur ein hoher Pulsdruck (z.B. von 70 bar), sondern auch die Pulsdauer (Pulsvolumen) entscheidend für eine entsprechende Tiefenwirkung ist. Durch zu hohe Pulsdrücke steigt wiederum das Risiko einer Setzung des Kieses sowie einer Beschädigung des Ausbaumaterials (z.B. bei OBO oder Steinzeug).

Vorteilhaft wirkt sich bei beiden Verfahren aus, dass höhere Frequenzen von über 5.000 Schwingungen pro Sekunde vermieden werden, um Setzungen im Filterkies und im angrenzenden Boden zu minimieren. Diese Setzungen würden ja gerade den positiven Reinigungseffekt, der durch die wieder freien Porenräume entsteht, aufheben bzw. reduzieren. Es wurden auch schon „Betonrüttler“ zur mechanischen Brunnenregenerierung eingesetzt und auch zum Patent angemeldet, die mit Frequenzen von ca.10.000 Hz arbeiten.

Hierbei traten insbesondere negative Setzungseffekte im Filterkies auf.

Noch schlimmer wäre es, wenn das Brunnenrohr oder der Filterkies durch zu hohen Wasserdruck (ab ca. 300 bar) bzw. Pulsdruck (Sprengstoff oder über 70 bar Gasdruck) beschädigt werden würde. Die als Beispiel dienenden Regenerierungsverfahren kommen ohne derart hohe Arbeitsdrücke aus. Das Ausbaumaterial und der Filterkies werden somit nur minimal gefährdet. Dennoch kann es bei alten Ablagerungen, die in der Regel entsprechend hart (dehydriert) sind, vorkommen, dass beide Verfahren, besonders im Porenraum der Kiesschüttung, an ihre Einsatz- und Wirkungsgrenze stoßen. Eine nachgeschaltete chemische Regenerierstufe ist dann in der Regel zu empfehlen.

Bei einer chemischen Regenerierung bewirkt ein Kieswäscher mit regelbarer Umkehrspülung die Trennung und den anschließenden Austrag der gelösten Ablagerungen ohne diese negativen Setzungserscheinungen. Im Allgemeinen ist dies, neben der sehr guten Tiefenwirkung, als ein wesentlicher Vorteil der chemischen Regenerierung anzusehen. ▶



**Abb.2** System für mechanische Brunnenregenerierung mit Onlinekontrolle

## AQUAPLUS®

### Die Zukunft der Brunnenregenerierung

Jeder Brunnen ist anders.

Deshalb benötigen Brunnen eine individuelle Reinigung entsprechend der Ablagerungen und des Ausbaumaterials.

## WellPuls®

Druckwellen/Impulsverfahren mit komprimiertem Gas.

## WellJet®

Patentierter Perfektion in der kontrollierten, mechanischen Brunnenregenerierung.

Wir stellen aus:

### WAT 2005

05.-06.04. in Magdeburg  
Stand B 3

### IFAT 2005

25.-29.04. in München  
Halle A3, Stand 401

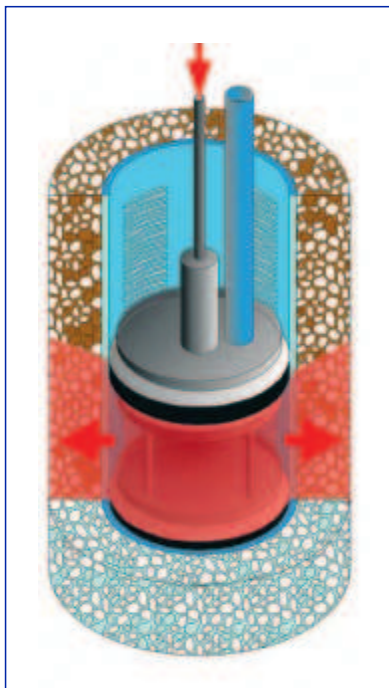
## AQUAPLUS®

### Brunnensanierung

H. Munding GmbH & Co. KG  
96317 Kronach, Fischbach 29  
Telefon 09261 / 6251- 0  
Telefax 09261 / 6251- 62  
info@brunnenservice.de  
www.brunnenservice.de

### Austrag

Parallel zur Trennung ist die gleichzeitige Entfernung der abgelösten Ablagerungen aus dem Brunnen von entscheidender Bedeutung, damit sich die noch in Bewegung befindlichen Partikel nicht wieder festsetzen können. Da bei den mechanischen Regenerierungsverfahren die Ablagerungen nicht in gelöster Form, sondern in Partikelform vorliegen, benötigt man eine höhere Schleppkraft, um diese aus dem Porenraum des Filterkieses und aus dem angrenzenden Boden entfernen zu können. Hierbei gilt die einfache Formel: Die Geschwindigkeit des Wasserstromes ist abhängig von der Fördermenge der Pumpe und der durchströmten Fläche ( $V = Q/A$ ). Daher erscheint es einleuchtend, dass nur durch die Schaffung einer Arbeitskammer durch den Einsatz von Packern (Verkleinerung der Fläche A) eine notwendige hohe Geschwindigkeit V bei einer vertretbaren Pumpmenge Q erreichbar ist. Diese Arbeitsweise ist bereits aus der partiellen Entsandung nach den DVGW-Hinweisen W117 und W119 bekannt. Qualitativ hochwertige, gutdichtende Packer (Packerlänge ca. 20 cm) können die Fläche A nochmals reduzieren, sodass der vertikale Wasserstrom tiefer in den

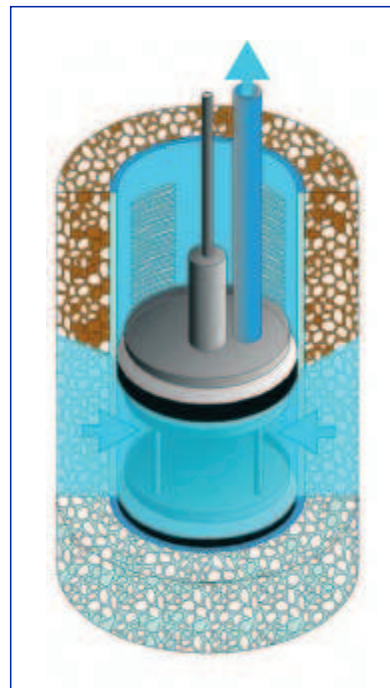


**Abb. 3** Druckphase: Durch Druckwellen lösen sich Ablagerungen und Sand vom Filterkies.

Filterkies (entspricht einer höheren Tiefenwirkung) gezwungen wird. Durch den Einsatz einer Pumpe knapp unterhalb des Wasserspiegels können die besagten notwendigen Schleppkräfte kaum erreicht werden. Das Wasser wird sich immer den gleichen, leichtesten Weg suchen und dadurch bleiben noch verstopfte Filterbereiche ungereinigt. Dies kann dann natürlich auch nicht durch die Kontrolle des ausgepumpten Wassers erkannt werden. Somit ist die Bildung einer Arbeitskammer bzw. eines Arbeitsabschnittes von z.B. ein bis drei Meter durch die eingesetzte Gerätetechnik für den Austrag der leistungsmindernden Ablagerungen von entscheidender Bedeutung.

### Kontrolle

Überwachung des Reinigungsfortschrittes zur Steuerung des Arbeitsablaufes, d.h. jeder Arbeitsabschnitt, wird kontrolliert und individuell behandelt. Im Zeitraster von beispielsweise fünf Minuten erfolgt die Entnahme einer Messprobe aus dem Volumenstrom der Entnahmepumpe und die Messung mit dem Spitzglas und/oder mit der Trübungsmessung zur Bestimmung der abgelösten Ablagerungen und des Sandes aus dem aktuellen Arbeitsabschnitt.



**Abb. 4** Sogphase: die gelösten Ablagerungen werden aus der Arbeitskammer transportiert.

Die Messwerte werden in eine Tabelle eingetragen. So kann beurteilt werden, ob ein Arbeitsabschnitt bereits ausreichend gereinigt wurde, wenn keine wesentliche Abnahme des Messwertes mehr erfolgt. Ein Umsetzen auf den nächsten Arbeitsabschnitt kann jetzt erfolgen. Um nun diese optimale Vorgehensweise in einem Leistungsverzeichnis zu beschreiben, können keine Pauschalpositionen formuliert werden, sondern es muss nach Stundenaufwand abgerechnet werden. Da Kaufleute diese Art der Leistungsbeschreibung nicht schätzen, muss hier erst noch ein Umdenken erfolgen, denn es ist offensichtlich, dass mit Anwendung des DVGW-Merkblattes W130 die wirtschaftlichere Regenerierungstechnik und Abrechnungsmethode gewählt wurde. Bei Beachtung der genannten Funktionsschritte und der Individualität der Brunnen ergeben sich grundlegende Anforderungen an ein kontrollierbares Regenerierungssystem:

- Brunnendurchmesser von DN 50 bis DN 1500 sind möglich,
- das System muss abschnittsweise arbeiten können,
- universell einsetzbar für alle Ausbaumaterialien, von OBO über Steinzeug, PVC, Stahl (beschichtet, verzinkt), Edelstahl, Wickeldraht, Kieslebefilter etc.,
- alle wichtigen Funktionen des Reinigungsgerätes müssen permanent von der Steuerstation aus überwacht und protokolliert werden, um eine gleichbleibende und nachhaltige Reinigungsqualität zu erreichen.

Bedenkt man, dass die örtliche Zugänglichkeit der Brunnen sehr unterschiedlich und z.T. schwierig ist und dass die benötigten technischen Geräte nicht beim Baumaschinenhändler zu erwerben sind, können nur Fachfirmen mit eigener Sondermaschinenentwicklung in der Lage sein, hier innovative und kostengünstige Regenerierungstechniken anzubieten.

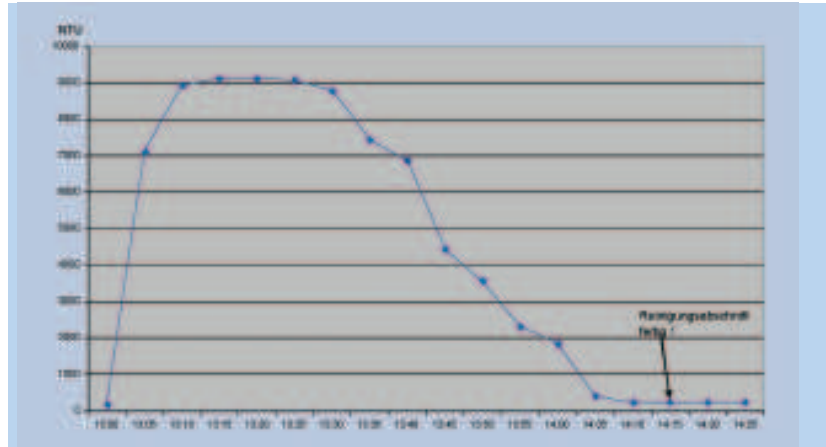
### Mechanische Online-Regenerierung durch Druckwellenimpulsverfahren

Unter den verschiedenen mechanischen Verfahren bewirken die Reinigungseffekte der Wasserhochdrucktechnik sowie die der Druckwellen-



erzeugung durch komprimierte Luft oder Stickstoff sehr gut Ergebnisse und stellen eine sehr effiziente, praxiserprobte und vielseitige Regenerierungstechnik dar. In **Abbildung 2** wird das Kernstück der kontrollierten Wasserhochdrucktechnik gezeigt.

Da die Drehdüsenanordnung durch einen Elektromotor angetrieben wird, ist sie unabhängig vom anstehenden Druck, sodass dieser Wasserhochdruck optimal auf das Rohrmaterial und auf die vorhandenen Ablagerungen eingestellt werden kann. Mit der zwangsgetriebenen Welljet-Drehdüse ist es möglich, die Umdrehungen des Düsenkopfes von 20 bis 100 U/min stufenlos einzustellen. Die Drehgeschwindigkeit des Düsenkopfes wird durch einen Impulsgeber überwacht, sodass ein fehlerhafter Düsenstillstand sofort erkannt und ein Reinigungsausfall oder eine Beschädigung der Rohrwand vermieden werden können. Um die Reinigungswirkung der Drehdüsenanordnung zu kontrollieren, wird per-



**Abb. 5** Trübungsmessung zur Fortschrittskontrolle bei Wasserhochdruck- und Pulsverfahren

manent mit einer Pumpe abgepumpt. Die abgelösten Ablagerungen werden direkt aus dem Reinigungsabschnitt entfernt, sodass sie den austretenden Wasserstrahl nicht mehr behindern und dieser dadurch tiefer in die Kies-schichten vordringen kann. Das ausgepumpte Wasser dient zur Beurteilung des Reinigungsfortschrittes in

dem jeweiligen Abschnitt. So kann mit Hilfe der Parameter Wassertrübung, Sandgehalt oder chemischer Messwerte jeder Arbeitsabschnitt des Brunnens so lange gereinigt werden, bis das ausgepumpte Brunnenwasser entsprechend klar ist und der Sandgehalt oder andere Parameter den Anforderungen entsprechen. ▶



*individuell & schnell*

**JOHANN STOCKMAN**  
BRUNNENFILTERBAU · KUNSTSTOFFTECH








DIN EN ISO 9001

**Filter und Vollrohre aus PEHD:**

Länge: bis 6.000 mm	<b>geloht</b> , auch teilweise
Durchmesser: bis 630 mm	Bohrung: 8,00/ 10,00/ 12,00/ 15,00
Gewindeverbindung möglich	<b>Sonderbauteile:</b>
<b>quergeschlitzt</b> , auch teilweise	Brunnenköpfe, auch in elektrisch leitfähig
Schlitzte ab 0,20 mm abhängig von der Wandstärke	Teleskoprohre
	<b>Kunststoffschweißerprüfung nach DVS 2212</b>

48231 Warendorf · Bartholomäusstr. 1 · Fon 0 25 84/93 00-0 · Fax 93 00 40



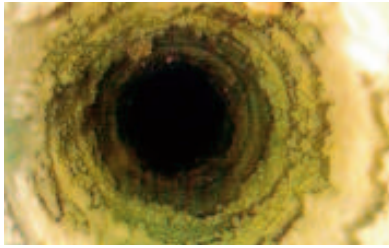
**Wellness für Ihren Brunnen?**  
Höchste Zeit für eine Brunnen-Regenerierung!



**www.em-bohr.de**

E+M Bohr-GmbH · August-Mohl-Straße 38 · D-98030 Hof  
Tel. + 49 (0) 8281 1445-0 · Fax + 49 (0) 8281 1445-590  
info@em-bohr.de

Ihr Bohr- und Brunnen Partner



**Abb. 6** TV-Untersuchung vor einer Brunnenreinigung



**Abb. 7** Gereinigter Steinzeugbrunnen mit Beschädigungen der Glasur, verursacht durch ein unkontrolliertes Wasserhochdrucksystem



**Abb. 8** Gereinigter Steinzeugbrunnen ohne Beschädigungen, regeneriert mittels Druckwellenimpulsverfahren

Nachdem durch die Wasserhochdruckreinigung die Rohrrinnenflächen, die Filterschlitz und der angrenzende Filterkies bereits gereinigt sind, kann durch Druckwellen, die durch komprimiertes Gas erzeugt werden, eine noch bessere Tiefenwirkung der mechanischen Regenerierung erzielt werden. In **Abbildung 3** wird beispielhaft die Wirkungsweise des Druckwellenimpulsverfahrens gezeigt. In einem Druckbehälter wird ein auf das Brunnenausbaumaterial abgestimmter Überdruck aufgebaut. Dann wird in der „Druckphase“ das Gas über ein Ventil schlagartig in die Arbeitskammer geleitet. Die so entstehende Druckwelle breitet sich durch die vorher mit Wasserhochdruck gereinigten Filterschlitz in den Ringraum des Brunnens aus und löst dort Ablagerungen sowie Sand vom Filterkies.

Im zweiten Schritt erfolgt gemäß **Abbildung 4** unmittelbar durch Abpumpen in der „Sogphase“ der Transport der gelösten Ablagerungen aus der Arbeitskammer. Durch stetige Kontrollmessungen begleitet, werden die zwei Arbeitsschritte so lange wiederholt, bis analog zur Wasserhochdruckregenerierung das ausgepumpte Brunnenwasser den Anforderungen entspricht. Das Arbeitsgerät wird dann auf den nächsten Abschnitt umgesetzt.

### Gestaltung des Leistungsverzeichnisses

Bei erkennbaren Abweichungen von den Normalwerten des Brunnens kann dann mit Hilfe eines geeigneten detaillierten Leistungsverzeichnisses, entsprechend dem DVGW-Merkblatt W130, ein Fachunternehmen beauftragt werden. Im Regelfall werden die Positionen folgendermaßen angeordnet sein und müssen natürlich auf den jeweiligen Brunnen angepasst und mit Mengenangaben etc. präzisiert werden:

- Demontage des Brunnenkopfes und der Unterwasserpumpe,
- Kamerabefahrung zur Analyse des Zustandes (**Abb. 6**),
- geophysikalische Messungen (Eventualposition) und
- Leistungstest durch einen Pumpversuch.

Abhängig von den Ergebnissen der Untersuchungen können folgende Arbeitsschritte zur Reinigung eines Brunnens notwendig sein:

- mechanische Vorreinigung: Bürsten der Rohrtour,
- Abpumpen des Brunnensumpfes mit einer Injektorpumpe,
- mechanische Online-Regenerierung mit Wasserhochdruck und gleichzeitigem Abpumpen, permanente Drehzahl- und Wasserhochdruckkontrolle der Drehdüse. Die stetige Messung und Aufzeichnung der Trübung und des Feststoffgehaltes des Abpumpwassers dienen zur Fortschrittskontrolle. Der Stundenaufwand für diese Position richtet sich nach der Menge der tatsächlich entfernten Ablagerungen,
- mechanische Online-Regenerierung mit Druckwellenimpulsverfahren durch komprimiertes Gas und gleichzeitigem Abpumpen, bei welchen die

Pulsdauer, die Pause zwischen den Pulsen und der Pulsdruck einstellbar sind. Die stetige Messung und Aufzeichnung der Trübung und des Feststoffgehaltes des Abpumpwassers dienen zur Fortschrittskontrolle. Auch eine partielle Entsandung nach den DVGW-Hinweisen 117 und 119 wird hierdurch erreicht. Der Stundenaufwand für diese Position richtet sich nach der Menge der tatsächlich entfernten Ablagerungen bzw. des Sandes.

- Falls die Ablagerungen schon zu alt und damit zu hart für die mechanische Regenerierungsstufe geworden sind, muss eine chemische Online-Regenerierung mit 2-Kammer-Kieswäscher, Umkehrspülung, Umwälzregulierung und Überwachung des Reinigungsfortschrittes durch Ionen- oder selektive Trübungsmessung und Zwischenabpumpen eingesetzt werden. Der Stundenaufwand für diese Position richtet sich nach der Menge der tatsächlich entfernten Ablagerungen,
- nochmaliges Abpumpen des Brunnensumpfes,
- Klarpumpen des Brunnens,
- Kamerabefahrung nach der Reinigung (**Abb. 7** und **Abb. 8**),
- Montage der Unterwasserpumpe und des Brunnenkopfes,
- Desinfektion des Brunnens,
- Leistungstest durch einen Pumpversuch und
- Inbetriebnahme.

### Fazit


Eine nachhaltige mechanische Brunnenregenerierung darf den Brunnenausbau und den Filterkies nicht beschädigen und die Kiesschüttung nicht verdichten. Dies kann nur durch eine angepasste Kombination sich ergänzender Verfahren optimal erreicht werden. Die entscheidenden Kriterien bei einer mechanischen Brunnenregenerierung werden im Folgenden zusammengefasst.

Durch permanente Kontrolle der wichtigsten Brunnenparameter wie Absenkung, Fördermenge und Pumpenstromaufnahme kann der Brunnenbetreiber den Regenerierzeitpunkt selbst ermitteln. Dieser kann nach zwei, fünf oder mehr Jahren nach dem Neubau oder der letzten Regenerierung des Brunnens notwendig sein. Schon bei ei-

nem Leistungsrückgang des Brunnens von zehn Prozent kann die Filterkies-schüttung erheblich mit Ablagerungen verstopft sein. Der weitere Leistungsrückgang erfolgt dann entsprechend schnell. Wer zu lange mit der Regenerierung wartet, muss mit der Verhärtung der leistungsmindernden Ablagerungen und somit mit einem höheren Regenerieraufwand rechnen. Bei kurzen Regenerierintervallen von z.B. zwei bis fünf Jahren kann die mechanische Regenerierung, bestehend aus einer Kombination von Wasserhochdruck-technik, Pulstechnik und partieller Entsandung mit Onlineüberwachung, bereits zu sehr guten Ergebnissen führen.

Durch die eingesetzte Reinigungstechnik muss eine Beschädigung des Ausbaumaterials und der Kiesschüttung ausgeschlossen sein. Eine Setzung der Kiesschüttung und damit eine Erhöhung des Filterwiderstandes kann z.B. nur durch langsam drehende Rotationsdüsen (20-100 UPM) minimiert werden. Negative Setzungseffekte, wie sie z.B. von einem „Betonrüttler“ bekannt sind, können bei Regenerierungssystemen auftreten, die mit höherfrequenten Schwingungen (5-15kHz) arbeiten. Auch bei dem Druckwellenimpulsverfahren durch komprimiertes Gas wird eine Beschädigung des Ausbaumaterials und eine Verdichtung des Filterkieses minimiert und

eine sehr hohe Tiefenwirkung erreicht. Besonders wichtig bei den mechanischen Verfahren ist nach dem „Trennen“ der Austrag der Ablagerungen und die damit möglich Fortschrittskontrolle. Dies kann nur durch ein abschnittsweise und gleichzeitiges Abpumpen erreicht werden. Eine eventuell notwendige chemische Regenerierungsstufe durch Zweikammerkieswäscher mit Umkehrströmung, Umwälzregulierung und Onlinekontrolle kann zusammen mit dem optimalen Regeneriermittel die beste Tiefenwirkung bei den geringsten Setzungen im Filterkies des Brunnens und somit die beste Nachhaltigkeit erzielen.

Nur nach DVGW-Merkblatt W120 R1, -R2 zertifizierte Fachunternehmen mit einer praxiserprobten und spezialisierten Gerätetechnik bieten durch detaillierte Verfahrensschritte und wirkungsvolle Technik das beste ökonomische Preis-/Leistungsverhältnis. Eine entsprechend fachgerechte und vor allem detaillierte Leistungsbeschreibung hilft hier, eine Vergleichbarkeit der ausgeschriebenen Leistungen zu erreichen. 

#### Literatur

[1] DVGW-Merkblatt W 130 – Brunnenregenerierung, Ausgabe Juli 2001; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas- und Wasser mbH, Bonn.

[2] Diplomarbeit TU Bergakademie Freiberg Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau vom 20.06.1996 mit dem Thema: Vorbereitung und Durchführung von Modellversuchen für die Brunnenreinigung unter Verwendung von Wasser unter hohem Druck. Autor: Moamer Saeed.

[3] DVGW-Forschungsvorhaben W55/99-Brunnenregenerierung, Juli 2003, Untersuchungen zur Bewertung von Gerätetechnik auf die Wirksamkeit in der Kiesschüttung.

[4] Paul, Kerry F.: Brunnenregenerierung in Wiesbaden – Grundsätzliche Aspekte und Entwicklungen, ESWE-Schriftenreihe ISSN 0938-2313, Verlag Koehler & Hennemann GmbH, Wiesbaden 1992.

Alle Abbildungen: Aquaplus GmbH

**Autor**

Dipl.-Ing.(FH) Dipl.-Inf.  
Harald Munding  
Aquaplus Brunnensanierung  
GmbH & Co. KG  
Fischbach 29  
96317 Kronach  
Tel.: 09261 6251-0  
Fax: 09261 6251-62  
E-Mail: aquaplus@t-online.de  
Internet: www.brunnenservice.de



## Nutzen Sie über **bbr** den direkten Kontakt zu Ihrer Zielgruppe!

2005 erreichen Sie über uns noch mehr Auftraggeber bei unveränderten Anzeigenpreisen! Fordern Sie die Mediendaten für das kommende Jahr an und nutzen Sie den direkten Kontakt zu Ihrer Zielgruppe aus dem Gas- und Wasserfach für Ihre Anzeigenwerbung.

### ENERGY MEDIENSERVICE Anzeigenverwaltung

Seestraße 7 · 82211 Herrsching · Tel.: 08152 9697-70 · Fax: 08152 9697-72  
E-Mail: info@energy-medienservice.de · Internet: www.energy-medienservice.de

## BRUNNENFILTER

JETZT PREISLISTE ANFORDERN



### GEBR. KLAAS GMBH

Tel. 0 59 04 / 93 60-0  
Fax 0 59 04 / 93 60-29  
E-Mail: klaas.gkf@t-online.de