

Intensiventnahme bei der Brunnenentwicklung und -regenerierung

Mathematische Modelluntersuchungen begründen neue Werkzeugkonstruktion und Anwendungstechnik für die Intensiventnahme bei der Aktivierung und Regenerierung von Brunnenfiltern. Ansätze für eine Anpassung des DVGW-Merkblattes W 119 „Entwickeln von Brunnen durch Entsandern – Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte“

Leistungsfähigkeit, Lebensdauer und Betriebsaufwand von vertikalen und horizontalen Filterbrunnen in Lockergesteinsgrundwasserleitern sind abhängig von der technisch richtigen Bemessung des Brunnens und insbesondere der qualifizierten Herrichtung des Filterringraumes. Grundsätzlich ist in Filterbrunnen mit geschüttetem Filterringraum das Filterkorn an das natürliche Gebirge, gegebenenfalls schichtweise, anzupassen. Die Öffnungen im Mantel des Filterrohres werden dem Schüttkorn entsprechend gewählt. Die Herstellung des Brunnenbauwerkes endet regelmäßig mit der Phase der sogenannten Brunnenaktivierung, in der der Porenraum des geschütteten Filterringraumes von Schmutz und Unterkornfraktionen gereinigt wird, um die optimale Wasserdurchlässigkeit und damit die geringsten Absenkungen des Brunnenwasserspiegels zu erzielen. Dabei ist es erwünscht, dass die Wirkung dieses „Entsandungspumpens“ bis in den Grundwasserleiter hineinreicht.

Dort vorhandene Feinkornfraktionen sowie gegebenenfalls Bohrspülung sollen ebenfalls ausgetragen werden, um den durchströmten Porenraum zu vergrößern und einen harmonischen Übergang der Grundwasserströmung vom natürlichen Lockergestein in den geschütteten Kiesfilter zu ermöglichen.

Dasselbe Ziel wird praktisch bei der Brunnenregenerierung verfolgt. Entsprechend der Art der spezifischen Brunnenalterung können unterschiedliche technische Verfahren zur Brunnenreinigung und -regenerierung sowie -sanierung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 130 „Brunnenregenerierung“ – meist sinnvoll in Kombination mehrerer Verfahren – eingesetzt werden. Eine dauerhaft wirksame Brunnenertüchtigung ist davon abhängig, wie gut es gelingt, die im zurückliegenden Brunnenbetriebszeitraum im Filterkies und angrenzenden Gebirge entstandenen Verstopfungen der Poren nicht nur zu lo-

ckern, sondern möglichst vollständig auszutragen. Die z. B. mittels chemischer Behandlung sowie Druckwellen- oder Impulsverfahren gelösten und zerkleinerten Ablagerungen im Porenraum werden durch eine sogenannte „Intensiventnahme“ ausgetragen.

Anerkannte Regel zur Intensiventnahme

Eine weitverbreitete Methode der Intensiventnahme ist die abschnittsweise Behandlung eines Brunnenfilters gemäß den Vorgaben des DVGW-Merkblatts W 119. Hiernach soll eine mit Manschetten oder Packern begrenzte Entnahmekammer nicht länger als 3 m sein. Die Förderrate durch diese Entnahmekammer soll nicht kleiner sein als die 5-fache Förderrate, die durch einen der Kammerlänge entsprechenden Filterabschnitt bei Brunnennormalbetrieb strömen würde. In Problembereichen könne diese Förderrate bis auf das 10-fache gesteigert werden. Es wird empfohlen, die Entnahmekammer mindestens mit der hälftigen Brunnenleistung zu beaufschlagen und die Kammerpositionen bei abschnittweiser Anwendung jeweils 0,5 m zu überlappen.

Analyse und Kritik der Intensiventnahmetechnik

Bereits 2003 wurde im Ergebnisbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W 55/99 [1] auf Grundlage von mathematischen Modelluntersuchungen der Strömungsprozesse im brunnennahen Raum festgestellt, „dass

- die Filterkiesschicht die Entnahmemenge der Intensiventnahme gleichmäßig auf die anstehende Bodenformation verteilt und die Kammerlänge wegen der hohen Durchlässigkeit des Filterkieses praktisch keine Rolle spielt,
- in Höhe der Packer (Manschetten) der Bereich der Filterkiesschüttung intensiv vertikal gespült wird und der horizontale

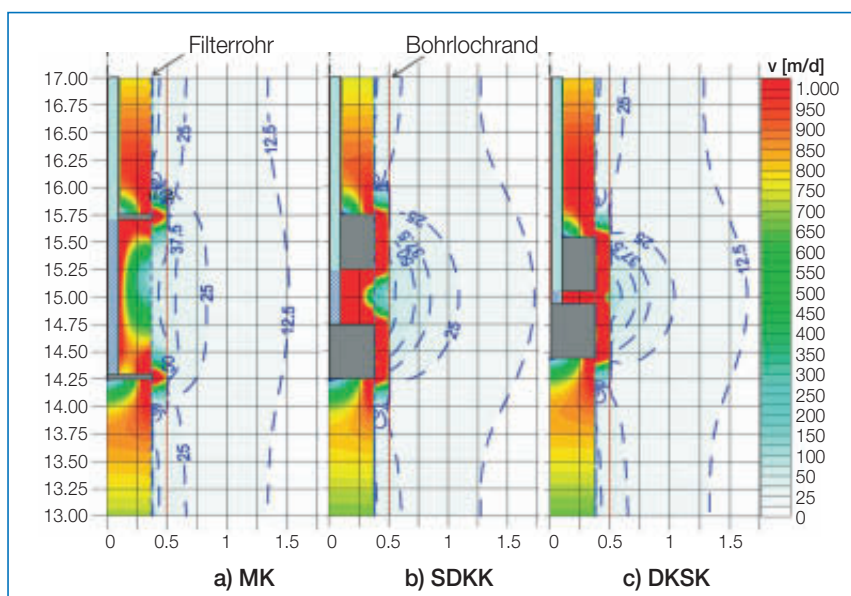


Abb. 1 a-c: Filtergeschwindigkeiten im radialen Schnitt am Brunnen mit (a) Manschettenkammer, (b) symmetrischer Doppelkolbenkammer und (c) Doppelkolbenspaltkammer

Quelle: GCI GmbH

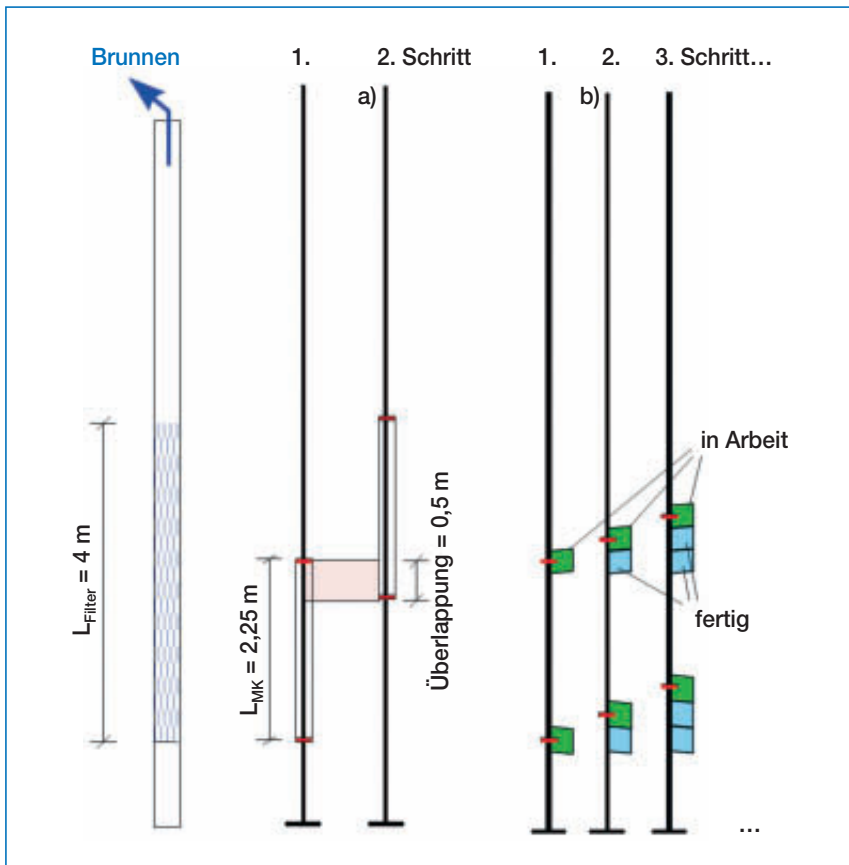


Abb. 2: Anwendung der Manschettenkammer (a) gemäß W 119, (b) gemäß tatsächlicher Wirkungsweise

Quelle: [4]

Intensiventnahme mit symmetrischer Doppelkolbenkammer (SDKK) und Doppelkolbenspaltkammer (DKSK)

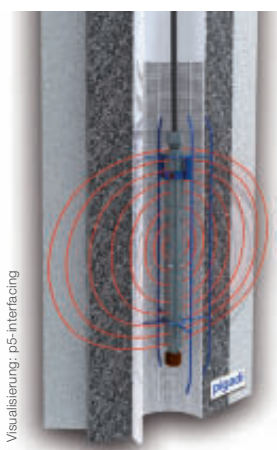
Die Problematik wurde aus Anlass extremer Alterungserscheinungen ab 2003 an einem 2000 neu errichteten Brunnen eines Wasserwerkes, der offenbar allein von hydromechanischer Kolmation betroffen war, vom Ingenieurbüro GCI GmbH und der Brunnen-service-Firma pigadi GmbH im August 2005 aufgegriffen. Mittels aufwendiger Modellberechnungen mit finite Elemente Modellen (FEFLOW®, [3]) wurden die Strömungsverhältnisse im Filterrohrbrunnen, im Kiesfilter und im brunnennahen Grundwasserleiterbereich bei normalem Brunnenbetrieb und bei Einsatz von Kammerentnahmeverfahren untersucht. Die anlässlich der Blossiner Brunnentage 2006 [4] vorgestellten Ergebnisse bestätigen die zitierten Aussagen und führten zu der Schlussfolgerung, dass eine mit Manschetten begrenzte Entnahmekammer bei Anwendung gemäß Empfehlung W 119 in keinem Fall einen Brunnenfilter über seine gesamte Länge gleichmäßig und gut reinigen kann, weil effizient reinigende Transportgeschwindigkeiten nur in unmittelbarer Umgebung der Manschetten (1 bis 2 dm ober- und unterhalb), vorzugsweise in vertikaler Strömungsrichtung, erzielt werden können (Abb. 1 a). Deshalb kann mit diesem Werkzeug ein akzeptables Ergebnis nur bei abschnittweisem Einsatz unter Beachtung der damit tatsächlich erreichbaren Wirkungen erzielt werden, wie in Abbildung 2 skizziert ist. Bei Begrenzung der Kammer mit mehreren Scheiben mit Zwischenräumen wurde eine gewisse Verbesserung der Kammerwirkung attestiert. Eine wesentliche Verbesserung der Intensiventnahme, dargestellt durch die im Umfeld des Filterrohres erreichbare Filtergeschwindigkeit bzw. Porengeschwindigkeit in Richtung Filterrohr bzw. Kammeröffnung, ist gemäß den strö- ▶

Anstrom im Entnahmehbereich deutlich kleiner ist, als dies bisher erwartet wurde, die Kontaktzone 2, also der Übergang vom Filterkies zu anliegenden Bodenformen, im Bereich der abgepackten Zone nicht stärker angeströmt wird als die Filterkiesbereiche über und unter der abgepackten Zone“ [1].

Leider fand diese fundamentale Analyse der spezifischen Brunnenanströmung bei Einsatz einer abschnittweisen Intensiventnahme mittels der mit Manschetten begrenzten Kammer wenig praktische Beachtung, obwohl hierüber in Berufsbildungsveranstaltungen [2] referiert worden ist.

Modellrechnungen zu Brunnen mit Zweifachschüttung ergaben, „dass sich der Spüleffekt der Intensiventnahme stets auf die Filterkiesschicht bezieht, die am Filter-

rohr anliegt. Die äußere Schüttung entzieht sich damit der Spülung und wird folglich von dem Behandlungs-/Regenerierprozess ausgeschlossen“ [1].



Visualisierung: p5-Interfacing

- Kompetenz durch Erfahrung
- Qualität durch Know how
- Erfolg durch Kommunikation
- Effizienz durch Kombination

Zustandsanalysen
Mechanische Regenerierungen
Hydromechanische Regenerierungen
 (z.B. **hydropuls®**, **Sprengschocken®**)
Chemische Regenerierungen

pigadi

Kompetenz im Brunnen-service

Optimierte Intensiventsandung
 (sym. **Doppelkolbenkammer**)
Brunnensanierungen
Brunnenrückbau
Quell- und Messstellenservice

Sie finden uns unter www.pigadi.com

mungsmechanischen Berechnungen und technisch möglichen Modifikationen einer Entnahmekammer durch Einsatz langer Abdichtungselemente an den Kammerenden bei angemessener Verkürzung der dazwischen liegenden Kammeröffnung erreichbar, wie **Abbildung 1 b und c** für einen untersuchten Wasserhaltungsbrunnen zeigen [5]. Während sehr hohe Geschwindigkeiten bei Einsatz der hier gemäß Empfehlung W 119 mit 5-facher Förderrate getesteten Manschettenkammer (MK) auf etwa 2 bis 3 dm Filterlänge an jeder Manschette begrenzt sind, erreicht eine mit langen Packern bzw. Kolben ausgestattete Kammer extrem hohe Geschwindigkeiten über beide Kolbenlängen bzw. vertikal noch ca. 1 dm darüber hinausreichend. Praktisch wird der durch die Kammer geförderte Volumenstrom niemals nur aus einem lateralen Grundwasserleiterbereich mit der Mächtigkeit der Kammerlänge entnommen, sondern immer über die gesamte Länge des ausgebauten Brunnenfilters. Ursache dafür ist die Übertragung der durch die Wasserförderung in der Kammer erzeugten Druckhöhenabsenkung auf kurzem Strömungsweg mit relativ geringem Filterwiderstand im Filterkiesringraum an den Kammerbegrenzungen vorbei in die Brunnenfilterrohre oberhalb und unterhalb der

Kammer. Dies führt schließlich zur heftigen Umströmung der Kammerbegrenzungen durch das oberhalb und unterhalb der Kammer über die dort jeweils vorhandene Brunnenfilterlänge in das Filterrohr einströmende Wasser. Der radiale Grundwasserzuström gegenüber der Kammeröffnung bleibt vergleichsweise gering (**Abb. 3**). Bei dem wegen gleicher Längen von Abdichtungskolben und Kammeröffnung als symmetrische Doppelkolbenkammer [6] bezeichneten Werkzeug (vgl. Abb. 1 b) werden die vertikalen Wasserströme im Ringraum infolge der Verlängerung des Strömungsweges bzw. der Erhöhung des Widerstands im Vergleich zur Manschettenkammer verringert. Ein nahezu vollständig durch extreme Geschwindigkeiten gekennzeichnete Filterringraum längs der gesamten Kammer einschließlich Abdichtungskolben wird durch Verkürzung des offenen Kammerabschnittes erzielt, wie in **Abbildung 1 c** für die Doppelkolbenspaltkammer dargestellt ist, bei der die offene Kammerweite weniger als 10 Prozent der Werkzeuglänge beträgt.

Ursache für die offensichtliche Wirkungsbegrenzung an der Grenzfläche zwischen Filterkiesschüttung und angrenzendem Grundwasserleiter ist der Unterschied der

Durchlässigkeiten des Filterkieses und des angrenzenden Grundwasserleiters, der auch als Durchlässigkeitskontrast D bezeichnet wird und entsprechend der Analyse einer großen Anzahl hergestellter Brunnen Werte zwischen ~ 9 und ~ 134 , mehrheitlich zwischen 20 und 60, annehmen kann. Strömungsmechanisch hat das zur Folge, wie auch die numerische Szenarioanalyse [7] gezeigt hat, dass in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitskontrast nur etwa 18 bis 30 Prozent der Förderrate über die Länge einer Manschettenkammer radial zuströmen. Der größere Anteil von ca. 70 bis 82 Prozent strömt vertikal an den Kammerbegrenzungen vorbei in die Kammeröffnung. **Abbildung 3** demonstriert für drei 1 m lange Werkzeuge, wie sich für den beispielhaft gewählten Durchlässigkeitskontrast 20 der radial direkt in die offene Kammer strömende Anteil von 24 Prozent über 18 Prozent (SDKK) auf 10 Prozent (DKSK) verringert. In gleicher Richtung vergrößert sich der spezifische Zufluss bezogen auf die jeweils durchströmte Kreiszyylinderfläche gegenüber der offenen Kammerhöhe von rund 24 Prozent auf 55 Prozent bzw. 100 Prozent. Die daraus resultierenden Filtergeschwindigkeiten in radialer Richtung in Kammermitte außer-

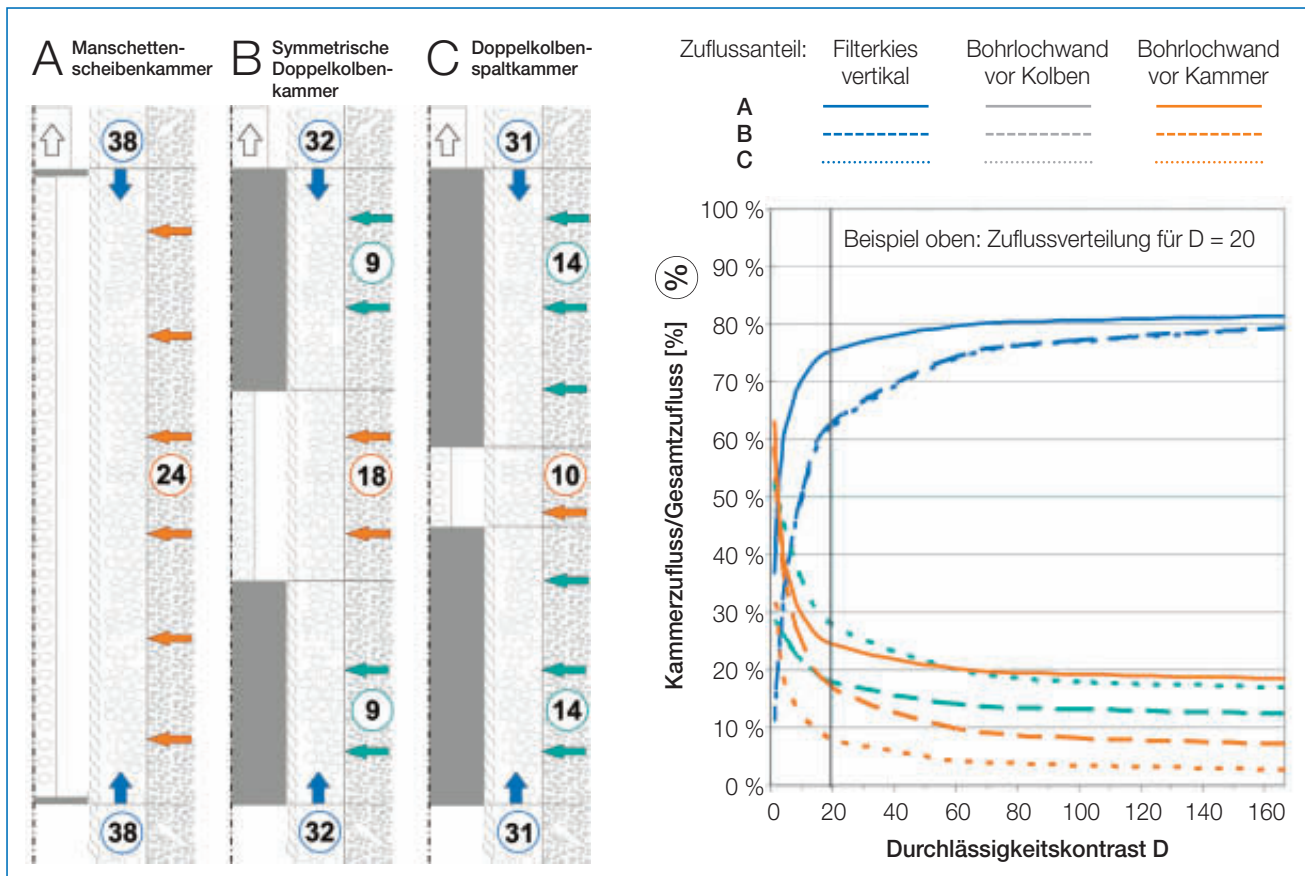


Abb. 3: Verteilung des Kammerzufflusses an (a) Manschettenkammer, (b) symmetrischer Doppelkolbenkammer und (c) Doppelkolbenspaltkammer für $1 < D < 167$ und beispielhaft $D=20$

Quelle: GCI GmbH

halb des Bohrlochs zeigt **Abbildung 4** für die drei Werkzeuge – jeweils bei 5-facher Kammerförderate bezüglich normalen Brunnenbetriebes. Bei Einsatz der Manschettenkammer wird nicht ein Mal die Geschwindigkeitsverteilung des normalen Brunnenbetriebes erreicht. Eine zusätzliche Reinigungsleistung ist hier nicht zu erwarten. Dagegen ist die Geschwindigkeit außerhalb des Bohrlochrandes bei Anwendung der SDKK immerhin noch doppelt und bei Einsatz der DKSK etwa drei Mal so groß wie im Normalbetrieb. Bereits ca. 10 cm außerhalb des Bohrlochrandes gleichen sich die abfallenden Geschwindigkeitsgraphen schon an. Bei großem Durchlässigkeitskontrast ist die erreichbare Erhöhung der Geschwindigkeit geringer als bei geringem Kontrast, weil der lateral eintretende Wasserstrom sich verringert (vgl. Abb. 3). Die mit den Kammerwerkzeugen erzielbaren Strömungsgeschwindigkeiten sind in dem an das Bohrloch angrenzenden Grundwasserleiterbereich praktisch immer bedeutend geringer als die im Filterkies erzielbaren. Da mit der Manschettenkammer selbst bei 5-facher Kammerförderate kaum die Geschwindigkeit bei Normalbetrieb außerhalb des

Bohrlochs erreicht wird, ist z. B. die dort infolge mechanischer Partikelfiltration entstehende äußere Kolmation [8, 9] kaum zu beseitigen. Eine merkliche Intensivierung der Austragsleistung wird durch Erhöhung der örtlichen Porengeschwindigkeit mittels SDKK und DKSK erreicht. Ursprünglich lag der Empfehlung in W 119 vielleicht die Annahme zugrunde, auf diese Weise in dem der Kammer gegenüberliegenden Grundwasserleiterabschnitt im Vergleich mit dem Normalbetrieb des Brunnens bei der Intensiventnahme 5-fache Porengeschwindigkeiten erzeugen zu können, was jedoch mit der üblich eingesetzten Manschettenkammer völlig unmöglich ist. Die Wirkungsverbesserung der neuen Kammerwerkzeuge beruht auf der Länge der Dichtungskolben sowie der Länge des offenen Kammerabschnittes und hängt wesentlich von der technisch möglichen Kammerförderate ab. Die Kalkulation der Entnahmebedingungen für reale Brunnen zeigt, dass die Kammerförderate nahezu immer mindestens so groß wie, besser noch deutlich höher als die normale Brunnenförderate sein muss, damit im Brunnenringraum außerhalb des Bohrlochs überhaupt eine nennenswerte Wirkung er-

reicht werden kann. Das angrenzende Gebirge mit gegebenenfalls, entsprechend angewandtem Bohrverfahren, dort entstandenem Filterkuchen bzw. eingetragener Bohrspülung kann bei Brunnenaktivierung mittels Manschettenkammer nur unbefriedigend behandelt werden. Insofern ist es nicht verwunderlich, wenn bei Anwendung effizienterer Verfahren selbst nach vielen Brunnenbetriebsjahren bei Regenerierarbeiten noch Bohrspülung ausgetragen wird [10]. Die technische Überlegenheit der SDKK und der DKSK gegenüber einer Kammer mit kurzen Abdichtungen veranschaulicht **Abbildung 5**, in der das Verhältnis der sich bei Kammerbetrieb mit 5-facher Kammerförderate einstellenden Geschwindigkeitsverteilung zur Geschwindigkeitsverteilung bei normalem Brunnenbetrieb als Geschwindigkeitserhöhungsfaktor F dargestellt ist. Dieser Faktor F , der durch den Kammereinsatz initiiert wird, ist in **Abbildung 5** im radialen Schnitt als Potenzialfeld ausgewertet und sofern er den Wert 5 überschreitet, ist dieser Bereich durch eine rote Linie markiert. Die jeweils äußerste Isolinie für den Faktor 1 begrenzt den Raum, innerhalb dessen überhaupt größere Geschwindigkeiten ►



Technik, die begeistert

Besticht durch technische Innovation und modernstes Design.



IFAT 5.-9. Mai, Halle A6, Stand 101

Hawle Armaturen GmbH
 Liegnitzer Straße 6, D-83395 Freilassing
 Tel.: +49 8654 6303-0, www.hawle.de



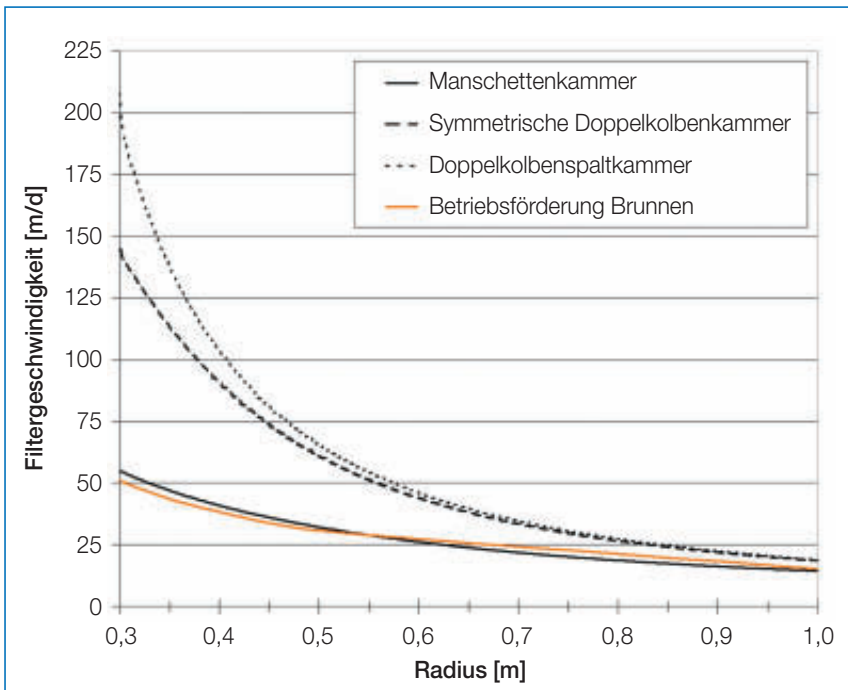


Abb. 4: Filtergeschwindigkeiten über Radius ab Bohrlochrand im Gebirge für Brunnen gemäß Abb. 3

Quelle: GCI GmbH

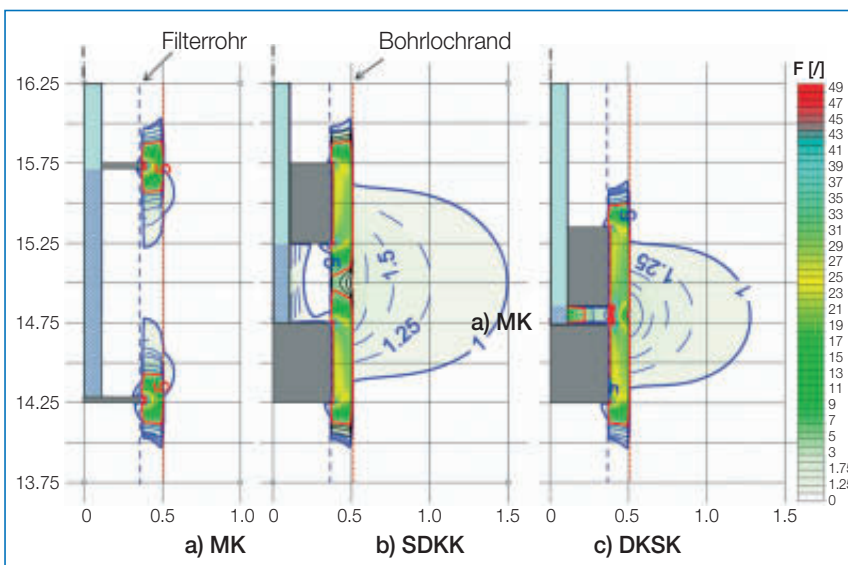


Abb. 5: Faktoren der Erhöhung der Filtergeschwindigkeiten im radialen Schnitt am Brunnen bei 5-facher Kammerfördertrate im Vergleich zu normalem Brunnenbetrieb

Quelle: GCI GmbH

während des Kammerbetriebes mit 5-facher Fördertrate gegenüber dem Brunnennormalbetrieb erzeugt werden. Eine höhere Kammerfördertrate vergrößert nicht nur

den Faktor der Porengeschwindigkeiten, sondern vergrößert auch den mit erhöhter Geschwindigkeit behandelbaren Raum im angrenzenden Grundwasserleiter. Der in

Abbildung 5 verdeutlichteten marginalen Wirkung der Manschettenkammer wird bei deren praktischer Anwendung, wenigstens den Bereich der Filterkiesschüttung betreffend, oft durch deren vertikale – wechselnd aufwärts und abwärts gerichtete – Bewegung während des Pumpens begegnet. Eine nachvollziehbare und zuverlässige Überwachung des abschnittbezogenen Austrages, wie in W 130 gefordert, ist dabei jedoch nur eingeschränkt möglich. Die Behandlung des angrenzenden Gebirges ist auch mit dieser Technik nicht möglich.

Zuverlässigkeit der Kammerdichtung im Filterrohr

Die Kammerfördertrate beeinflusst die Höhe der Porengeschwindigkeit und die erreichbare Tiefenwirkung der Reinigungsmaßnahme entscheidend, jedoch sind deren gewünschter Erhöhung technische Grenzen gesetzt durch geometrische Abmessungen von Brunnen und Pumpen und zulässige Brunnenwasserspiegelabsenkung bei Pumpbetrieb. Deshalb ist die praktisch erreichbare Kammerfördertrate möglichst verlustfrei für die Reinigungsaufgabe zu nutzen. Numerische Strömungsanalysen an simulierten Manschettenkammern, SDKK und DKSK in unterschiedlichen konstruktiven Varianten und Baulängen zeigen, dass die Verlustrate in einem Wickeldrahtfilter zwischen ca. 20 bis über 30 Prozent der Kammerfördertrate beträgt, wenn anstelle üblicher Hartgummimanschetten nicht eine geeignete anschießbare Abdichtung verwendet wird [7]. D. h. bei gepumpter 5-facher Kammerfördertrate kommt netto nur noch eine etwa 3,5- bis 4-fache Kammerfördertrate zur Wirkung.

Mehrfachkiesschüttung

Die Wirkungsminderung an der Grenzfläche zwischen Kiesschüttung und Gebirge beim einfach ausgebauten Brunnen infolge des Durchlässigkeitskontrasts entsteht beim mehrfach geschütteten Kiesfilter auch zwischen innerer und äußerer Schüttung. Die in der äußeren Schüttung maximal erreichbaren Wirkungen sind so gering, wie oben für das angrenzende Gebirge beim

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Filterdüsen und Drainagesystemen für die Wasser- und Abwasser- aufbereitung, aus Kunststoff und Edelstahl.

Daimlerstraße 7 • D-32051 Herford (Germany)
Tel.: +49 (0)52 21-93 46 0 • Fax.: +49 (0)52 21-3 26 56
e-mail: info@ksh-filter.de • web: www.ksh-filter.de

KSH

KLEEMEIER, SCHEWE & CO.
KSH GmbH

tuv
CERT
DIN EN ISO 9001:2000



einfach geschütteten Brunnen dargestellt ist. Die hieraus sich ergebende Wirkung innerhalb der äußeren oder mittleren Schüttung wird an deren äußerer Grenzfläche zum Gebirge oder einer dritten Schüttung praktisch zur Bedeutungslosigkeit reduziert. D. h. mehrfach geschüttete Brunnen können grundsätzlich nur in der inneren Schüttung intensiv aktiviert und regeneriert werden. Ihre entsprechende Behandlung in der äußeren oder mittleren (bei 3-facher) Kiesschüttung ist selbst mit erhöhter Kammerförderate und geeigneten Werkzeugen vergleichsweise nur in viel geringerem Maße möglich. Die entsprechende Behandlung des angrenzenden Gebirges oder einer dritten Schüttung darf als nahezu aussichtslos eingeschätzt werden. Hieraus folgt nicht, dass Brunnen mit Mehrfachschüttung nicht ergebnissicher gebaut und lange betrieben werden können. Es ist nur bei der Brunnenbauplanung zu klären, ob betriebsbedingte Alterungserscheinungen außerhalb der inneren Schüttung zu erwarten sind und ob diese mit verfügbaren Techniken behandelt werden können. Der Brunnenbau ist mit äußerster Sorgfalt und Professionalität durchzuführen.

Dimensionierung und Technologie der Intensiventnahme

Die erläuterten grundsätzlichen Wirkmechanismen der Kammerentnahme fallen in der Praxis für jeden einzelnen Brunnen spezifisch aus. Deshalb ist eine Prüfung der konkreten Brunnenparameter zu empfehlen, um aus dem Spektrum möglicher Kammereinsatzvarianten eine optimale Konstellation von Kammerkonfiguration, Einsatztechnologie und Förderate abzuleiten und die Brunnenaktivierung oder -regenerierung zu planen. Die Spannweite der Möglichkeiten bzw. ausbauspezifischen Randbedingungen deuten die in **Abbildung 6** dargestellten Geschwindigkeitsprofile im Filterkies eines simulierten Brunnens unmittelbar vor der Bohrlochwand über die Länge einer Doppelkolbenkammer bei Kontrastwerten zwischen 1 und 167 an. Mit Bezug auf die in **Abbildung 1** und **5** dargestellten effektiven Wirkzonen, die durch entsprechende Kammerkonfektionierung erreichbar sind, ergeben sich folgende Möglichkeiten der abschnittweisen Anwendung von SDKK und DKSK mit anforderungsgerechter Überwachung und Erfolgsmessung. Bei Beschränkung

der hauptsächlichen Wirkung auf den Filterkiesringraum kann die SDKK jeweils in einem ersten Teilschritt um die Länge eines Kolbens bzw. der offenen Kammer und anschließend im zweiten Teilschritt um die gesamte Kammerlänge ohne Überlappung der Arbeitsabschnitte versetzt werden. Soll eine nennenswerte Wirkung im angrenzenden Gebirge über die gesamte Filterlänge erzielt werden, ist die SDKK in jedem Arbeitsabschnitt nur um die offene Kammerlänge zu versetzen. Die DKSK kann bei Beschränkung der gewünschten Wirkung auf den Filterkiesbereich um ihre gesamte Länge ohne Überlappung versetzt werden. Gleichwohl findet auch im angrenzenden Gebirge je Arbeitsabschnitt eine gewisse Reinigung statt, die aber nicht gleichmäßig, sondern eher wellenartig längs des Filterprofils verteilt ist. Soll in radialer Richtung eine besondere Tiefenwirkung längs des gesamten Filters erzeugt werden, ist die DKSK jeweils um eine Abschnittlänge zu versetzen, die größer ist als die Spaltöffnungsweite und in Abhängigkeit der weiteren Brunnenparameter gegebenenfalls auch abschnittweise zu wählen ist. ▶

SIPOS AKTORIK

VOM
GESTRECKTEN
GALOPP...



...BIS ZUM
RUHIGEN SCHRITT.

SIPOS 5 FLASH – DER INTELLIGENTE STELLANTRIEB

Im Regelbetrieb mit variabler Drehzahl präzise positionieren – in einer Notfallsituation mit maximaler Drehzahl in die vordefinierte Lage verfahren: kein Problem mit SIPOS 5 Flash. Nutzen Sie die Drehzahlveränderbarkeit eines intelligenten Stellantriebs für Ihre Prozesse. SIPOS 5 Flash – Entscheiden Sie sich für das Optimum.

Spitzenwerte in allen Disziplinen

- Präzise und wiederholgenaue Regelung
- Optimale Anpassbarkeit an Prozess und Armatur
- Sanfter Lauf in die Endlagen
- Integrierter Frequenzumformer
- Drehzahlveränderbarkeit während des Betriebes



SIPOS Aktorik GmbH · Im Erlen 2 · 90518 Altdorf · Germany · Tel.: +49 9187 9227-0 · Fax: +49 9187 9227-5111 · info@sipos.de · www.sipos.de

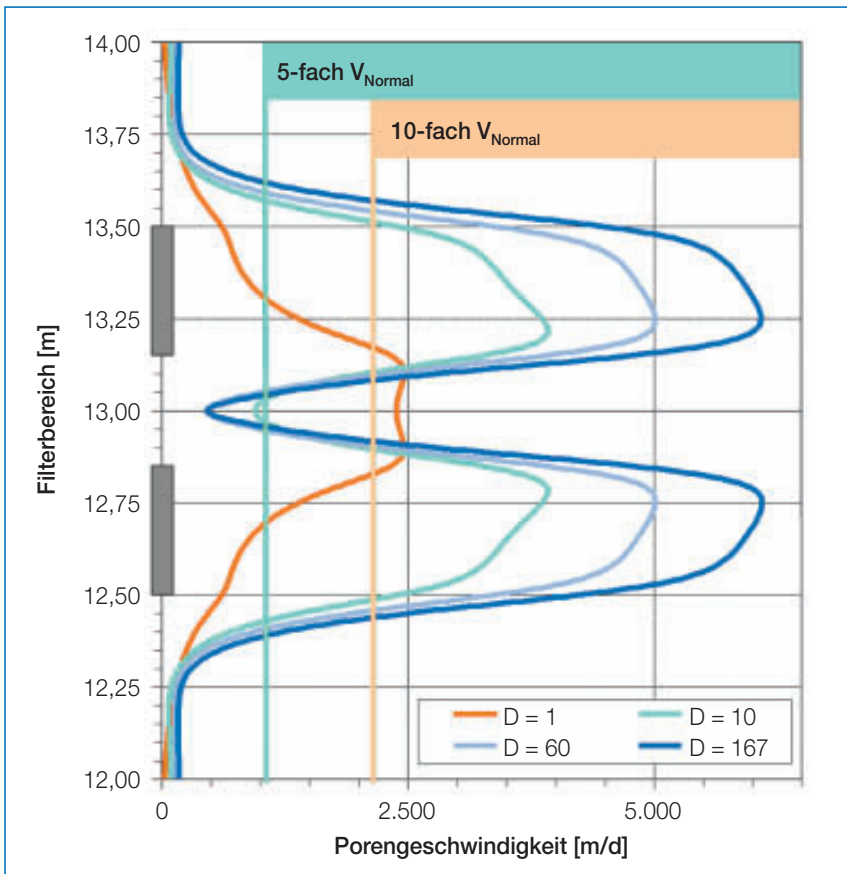


Abb. 6: Geschwindigkeitsprofile gegenüber einer Doppelkolbenkammer im Filterkies 1 cm vor der Bohrlochwand in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitskontrast D

Quelle: [7]

Intensiventsandung

Der alleinige Einsatz einer Intensiventnahmekammer – gleich welcher Bauart und erreichbaren Geschwindigkeitsverteilung – reicht keineswegs aus, um Partikel aus den Poren des den Brunnenfilter umgebenden Kiesfilters und angrenzenden Grundwasserleiters („Clogging“ nach [8, 9]) möglichst vollständig zu entfernen. Es bedarf praktisch gleichzeitig einer Veränderung des Korngefüges, um Anhaftungen zu lockern, verklemmte Partikel zu lösen und Partikelbrücken aufzubrechen und somit die auszutragenden Stoffe überhaupt mechanisch transportfähig zu machen. Da derartige transportverhindernde Situationen längs der Porenkanäle bis zum Filterrohr immer wie-

der neu entstehen – insbesondere auch und wegen der hohen Geschwindigkeiten während der Intensiventnahme – ist dafür zu sorgen, dass diese Störungen fortgesetzt wieder beseitigt werden. Die mittels geeigneter Kammer erzeugte möglichst hohe Porengeschwindigkeit sorgt lediglich für ausreichende Kräfte, die auszutragenden Partikel befördern zu können. Das Korngefüge ist durch geeignete Art des Kraftertrags zu verändern. Z. B. wird durch alternierendes Pumpen ohne Rückschlagklappe mit frei zurücklaufendem Rohrwasser die Strömungsrichtung im Porenraum wiederkehrend geändert. Diese Technik wird artgemäß einer relativ langen Arbeitszeit bedürfen, weil der eigentliche Austragsprozess immer wieder angehalten und sogar umgekehrt und damit der Transportweg künstlich verlängert wird. Zweifellos kann ein derartig gestalteter Pumpbetrieb die Bildung äußerer Kolmation verhindern helfen. Mittels anderer Techniken werden Impulswellen in Filterkies und Gebirge eingetragen. Wesentlich ist dabei, dass der Energieeintrag und die radiale Tiefenwirkung möglichst groß sein sollten, damit beide Maßnahmen

- Herstellung der Transportfähigkeit von auszutragendem Material durch stetige Korngefügelockerung und

- Austrag von Material aus dem Porenraum mit ausreichend hoher Strömungsgeschwindigkeit bzw. Intensiventnahme

im gesamten zu behandelnden Raum gleichartig intensiv vorstattengehen.

Ausblick

Die hier dargelegten theoretischen Ergebnisse wurden in die Entwicklung praktisch handhabbarer Doppelkolbenkammern verschiedener Bauart umgesetzt und seit Mitte 2007 in mehreren Prototypen in Vertikalfilterbrunnen mit großem (DN 750) und kleinem (DN 300) Filterdurchmesser, mit schmalen und dickem Filterringraum, in moderat gealterten und „totgesagten“ Brunnen sowie in Horizontalfilterbrunnen mit 50 m langen Strängen eingesetzt.

Literatur:

[1] DVGW-Forschungsvorhaben W 55/99 – Brunnenregenerierung, Untersuchungen zur Bewertung von Gerätetechnik – Ergebnisbericht. Dresdner Grundwasserforschungszentrum e. V., Juli 2003.
 [2] Eichhorn, D. (2003): Brunnenregenerierung. Fachseminar gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 120. BBW Center Ost. DVGW Berufsbildungswerk. Lehrmaterial. Bonn.
 [3] Diersch, H.-J. (2006): WASY Software FEFLOW 5.3 Finite Element Subsurface Flow & Transport Simulation System, WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH, Berlin, 2006.
 [4] Nillert, P. & H. Bäsler (2006): Effekte bei der Intensiventnahme: Entwickeln von Brunnen beim Neubau und im Regenerierprozess. 4. Blossiner Brunnentage, GCI GmbH, 25./26.9.2006 Blossin, Vortrag.
 [5] Nillert, P. (2007): Determination of Effectiveness and Efficient Design of Desanding Tools for Well Development. National Ground Water Association, 2007 Ground Water Summit, 29.4.-3.5. 2007, Albuquerque, New Mexico, USA.
 [6] Deutsche Patentanmeldung DE 10 2007 050 966.
 [7] Fuchs, S. (2007): Numerische Prozessmodellierung der Brunnenanströmung bei der Intensiventsandung. Diplomarbeit an der Technischen Universität Berlin, (unveröffentlicht).
 [8] De Zwart, B.-R., Van Beek, K., Houben, G. & Ch. Treskatis (2006): Mechanische Partikelfiltration als Ursache der Brunnenalterung, Teil 1. bbr 7-8/2006: 42-49, Bonn (wvgw).
 [9] Van Beek, K., De Zwart, B.-R., Houben, G. & Ch. Treskatis (2006): Mechanische Partikelfiltration als Ursache der Brunnenalterung (Teil 2). bbr 9/2006: 32-37, Bonn (wvgw).
 [10] Etschel, H. (2004): Mechanische Regenerierverfahren mit Wasserspülung. bbr 12/2004: 38-41, Bonn (wvgw).

Autoren:

Dr.-Ing. Peter Nillert
 Dipl.-Ing. Hartmut Bäsler
 Dipl.-Ing. Sven Fuchs
 GCI GmbH Grundwasser Consulting
 Ingenieurgesellschaft
 Bahnhofstr. 19
 15711 Königs Wusterhausen
 Tel.: 03375 2947-85
 Fax: 03375 2947-18
 E-Mail: mail@gci-kw.de
 Internet: www.gci-kw.de

Trinkwasserbehälter...
 ...mit nur einer Basisausrüstung!!!
 Altbeschichtungen strippen · Neubeschichtungen aufbringen · Behälterwandungen inspizieren & reinigen
 Anfragen gerne an:
ICS – Tiebeke GmbH
 Tel. 02838 91646
 Fax 02838 91747
 E-Mail: ics@tiebeke.de
 ICS-Umwelttechnik.de