

Regelmäßiger Anpassungsbedarf im DVGW-Regelwerk durch Fortschritte und Praxisentwicklungen im Brunnenbau



Quelle: Prof. Dr. habil. Christoph Treskatis

Bau und Erhaltung von Brunnen ■ Der unreflektierte Bau eines „Brunnens nach Regelwerk“ wird ohne die Beachtung der konkreten Wirkzusammenhänge scheitern müssen. Jeder Brunnen ist ein individuelles Bauwerk mit internen und externen Schnittstellen, die nur im Zusammenspiel der aufeinander abgestimmten Regelwerksteile sinnvoll umgesetzt werden können. In Wissenschaft und Praxis werden für den Brunnenbau bedeutende Erkenntnisse gewonnen, die eine regelmäßige Anpassung des Regelwerkes und der dort enthaltenen Beschreibung der Wirkzusammenhänge und Methoden erfordern. Der Beitrag beleuchtet dabei die Aspekte, die nach dem heutigen Kenntnisstand für die Leistung, Effizienz und Lebensdauer von Wassergewinnungsbrunnen von Bedeutung sind und in Zukunft von einer Anpassung in den Regelwerksteilen betroffen sind. Damit beabsichtigen die Autoren auch, die in der Planungs- und Ausschreibungspraxis heute häufig anzutreffende „pauschale“ Anwendung des Regelwerks im Brunnenbau zugunsten einer integrierten Betrachtung und Hinterfragung aller Funktionszusammenhänge eines Brunnens zu überwinden.

Brunnenbau und Brunnenregenerierung sind in den maßgebenden technischen Regeln umfangreich gewürdigt. Die Planung eines Brunnens soll folgende Fragen beantworten:

- Was soll der Brunnen können bzw. was kann der Brunnen an dem Standort leisten?
- Wie und mit welcher Methode kann das erreicht werden?
- Was kann der Betreiber dazu im Betrieb, bei der Unterhaltung und Instandhaltung tun?

Diese drei Kernfragen sind vor Neubaumaßnahmen, Regenerierungen und Sanierungsvorhaben sowie vor einem endgültigen Rückbau zu klären, bevor ein Brunnenbauunternehmen tätig wird. Der bearbeitungsfähige Bereich eines Brunnens ist heute trotz der Fortschritte in der Bohr- und Regeneriertechnik immer noch an physikalische Grenzbedingungen und Grenzflächen gebunden. Um dem Planer und Ausführenden zweckdienliche Leitlinien an die Hand zu geben, stellt der DVGW ein umfangreiches, auf die Bau- und Betriebsphasen des Brunnens ab-

gestimmtes Regelwerk zur Verfügung. Die wichtigsten Regelwerke zur Bauplanung und -ausführung von Vertikalfilterbrunnen sowie für die Instandhaltung von Brunnenanlagen sind:

- W 113 (2001): Bestimmung des Schüttkorndurchmessers und hydrogeologischer Parameter aus der Korngrößenverteilung für den Bau von Brunnen
- W 118 (2005): Bemessung von Vertikalfilterbrunnen
- W 119 (2002): Entwickeln von Brunnen durch Entsandungen – Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte
- W 123 (2001): Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen
- W 124 (1998): Kontrollen und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen
- W 130 (2007): Brunnenregenerierung
- W 135 (1998): Sanierung und Rückbau von Brunnen

Anspruch des Regelwerks im Brunnenbau

Das Regelwerk „Brunnenbau“ des DVGW repräsentiert den anerkannten Stand der Technik, der von einer breiten Fachöffentlichkeit getragen und akzeptiert wird. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik gehen aufgrund der Inkorporierung des technischen Fortschritts über die allgemeinen technischen Vorschriften, zu denen auch die DIN-Normen gehören, in ihrer Bedeutung hinaus. In der „Hierarchie“ der Regeln im Brunnenbau stehen die DIN-Normen auf Augenhöhe mit den DVGW-Arbeitsblättern.

Sowohl DIN-Normen als auch DVGW-Regeln werden auf Grundlage der DIN 820 erstellt und sind von ihrer Wertigkeit gleich zu behandeln. Es gibt zwischen dem DVGW und DIN eine Vereinbarung, welche Bereiche von wem geregelt werden. Insofern muss der Anwender beide Normenwerke beachten. Daher muss sich der Anwender einer DIN-Norm oder einer Regel der Technik bei deren Anwendung im Einzelfall immer mit den aktuellen Entwicklungen und Neuerungen, wie sie z. B. in Fachveröffentlichungen, in Tagungsbanden und Lehrbüchern dokumentiert sind, auseinandersetzen.

Darüber hinaus werden in der Brunnenbaupraxis Techniken und Methoden angewendet, die dem Stand der Technik entsprechen, und über den anerkannten Stand der Technik hinausgehen. Daher ist in der Praxis zu beobachten, dass das Spektrum der realisierten Leistungen, Produkte und Verfahren größer ist, als es aus dem aktuellen Regelwerk abzuleiten wäre. Das gilt sowohl hinsichtlich der Qualität der Ausführung als auch der eingesetzten Verfahren einschließlich vorausgegangener Planungen. Betroffen sind nach den neueren Publikationen der Autoren [1-4] vor allem die Brunnenbemessung hinsichtlich der Kiesschüttung und der Brunnenentwicklung. Bei der Planung und Ausführung im Brunnenbau darf daher der im Regelwerk dargelegte anerkannte Stand der Technik nicht unreflektiert umgesetzt werden. ▶



Groß-

...von **elomat**[®]
...wir erfinden's einfach

wasserzählerschächte

- Mit vorbereiteter Zähleranlage, z.B. für (Verbund-)Wasserzähler von DN 50 - DN 150



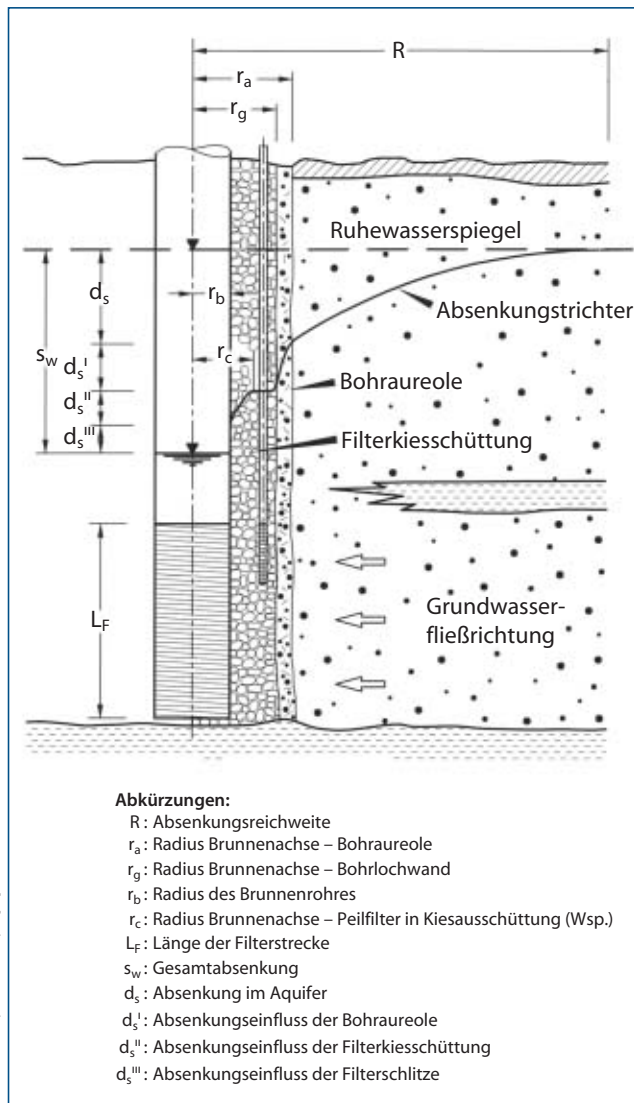
- Aus Edelstahl V2A
- Anschlussfertig vorbereitet
- Leicht zu öffnender, isolierter Deckel mit Schloß
- Isoliert
- Einstiegshilfen nach Vorschrift
- Integrierter Pumpensumpf für Entleerungswasser
- 2 praktische Kranösen

elomat Anlagenbau Wassertechnik GmbH Mättich 10 D-77880 Sasbach
Tel: 07841/2077-0 Fax: 07841/2077-22 e-mail: wittenauer@elomat.de

Ihr Partner für den Brunnenbau

		<p style="color: blue; font-weight: bold;">MODERNSTE AUSBAUTECHNIK SEIT ÜBER 125 JAHREN</p>
		
		

STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH
 Hemmersweg 80 • D-33397 Rietberg (Varensell)
 Tel.: 05244 / 407-0 • Fax: 05244 / 1670
 Internet: www.stuewa.de
 E-Mail: info@stuewa.de



Quelle: Houben, G./Treskatis, C. (11)

Abb. 1 Druckverluste an den Grenzflächen im System Grenzflächen Brunnen-Brunnenausbau-Grundwasserleiter

Bereits durch den Herstellungsprozess einer Brunnenbohrung werden zum Grundwasserleiter Grenzflächen geschaffen, die den Wassereintritt aus dem Grundwasserleiter in die Ringraummedien und die Brunnenausbauten meist nachhaltiger beeinflussen als der Ausbau der Bohrung. **Abbildung 1** zeigt die Druckverluste, die an diesen Grenzflächen im System Brunnen-Brunnenausbau-Grundwasserleiter auftreten und durch eine sachgerechte Bemessung beeinflusst werden können.

Die Vermeidung solcher Druckverluste ist für eine Brunnenentwicklung, den effizienten Brunnenbetrieb und die Brunnenregenerierung von Bedeutung, um den anerkannten Stand der Technik nach den DVGW-Arbeitsblättern W 119 und W 130 überhaupt zielführend umsetzen zu können. Hierzu geben die o. g. Regelwerke allgemeine Hinweise, die jedoch in der Praxis ohne eine vertiefte Betrachtung der fallbezogenen Randbedingungen immer wieder an physikalische und anwendungstechnische Grenzen führen (s. DVGW-Forschungsvorhaben W 55/99). Als Beispiel sei hier die eher pauschale und hydraulisch nicht begründete Festlegung der spezifischen Entsandungsförderrate genannt, die nach W 119 das Fünffache der späteren Brunnennennleistung (bezogen auf einen Meter Filterstrecke) betragen soll. Bei dieser allgemeinen Festlegung werden weder die Relation des Ausbaudurchmessers zum Bohrdurchmesser noch die in der Natur immer vorkommenden Schichtungsunterschiede und k_f -Wertveränderungen im Anstromprofil eines Brunnens berücksichtigt.

Auf diese Weise ergibt sich bei isolierter und alleiniger Betrachtung und Anwendung dieser Regelwerksaussage ein Widerspruch zwischen den fixierten Regeln und den ihnen (hier aus tradierter „Überlieferung“) innewohnenden physikalischen und technischen Unzulänglichkeiten einerseits und den aus der Praxis entwickelten, neu hinzu kommenden Erkenntnissen, Erfahrungen und einzelnen Fortentwicklungen andererseits.

Anspruch der Fachöffentlichkeit an das aktuelle Regelwerk des DVGW

Im Regelwerk „Wasser“ des DVGW werden der anerkannte Stand der Technik und die Auffassungen der Fachöffentlichkeit für einen technischen Zusammenhang, der im Rahmen eines öffentlichen Interessensausgleichs ermittelt wurde, beschrieben und regelmäßig (i. d. R. alle fünf Jahre) überprüft. Die Arbeitsblätter des DVGW enthalten technische Festlegungen, z. B. für Anlagen und Einrichtungen der Wassergewinnung und Wasserversorgung, und beschreiben den Maßstab für das technisch einwandfreie Handeln (s. DVGW-Geschäftsordnung GW 100). Die in den DVGW-Arbeitsblättern vorgegebenen sicherheitstechnischen und hygienischen Anforderungen müssen grundsätzlich zur Schadensabwehr eingehalten werden.

DIN-Normen und DVGW-Regelwerke gelten ab dem Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung und bedürfen bei jeder Einzelfallanwendung einer Überprüfung hinsichtlich des technischen Fortschritts. Daher müssen folgende Regelhie-



Quelle: Christian Heim/Universität Bayreuth

Abb. 2 Beispiel für den Fortschritt in der Entwicklung von Brunnenausbauaterialien: Vergleich von Glaskugeln und herkömmlichem DIN-Filterkies vor und nach einem Inkrustationsversuch an der Universität Bayreuth

rarchien bei der Planung und Ausführung von technischen Bauteilen aufeinander aufbauend beachtet werden:

- DIN-Norm bzw. DVGW-Regel als grundlegende Mindestanforderung an die Bemessung bestimmter Bauteile eines Brunnens und als anerkannter Stand der Technik bzw. als beschreibende Vorgabe zur Funktion und Aufgabe der Bauteile
- Stand der Technik mit Berücksichtigung der aktuellen technischen Möglichkeiten und Entwicklungen zur Funktion und Aufgabe der Bauteile
- Individuelle Aufgabenstellung mit Auslegung des Bauteils (Statik, Belastungen, Dichtigkeitsanforderungen)

Die grundsätzlichen Erkenntnisse zur Brunnenbemessung, zur Filterkiesabstufung und zu den Eigenschaften der Ringraummedien und Ausbaumaterialien (Filter- und Vollwandrohre) sind seit den frühen sechziger Jahren durch die Arbeiten von Bieske, Schneider, Truelsen und anderen bekannt (Bieske et al., [5]). Weiterführende Erkenntnisse und Neuerungen zu den Themenkomplexen rund um den Brunnen wurden z. B. durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Entwicklung neuerer Materialien (z. B. der Wickeldrahtfiltertechnik)
- Übertragung von Bohrgerätekennnissen aus der Erdölindustrie in die Wassererschließung (z. B. Drehspülbohrtechnik, Imlochhammerbohrungen etc.)
- Anwendung von direkten und indirekten geophysikalischen Messverfahren zur Ursachenerforschung von Brunnendefekten und zur Bestimmung der nicht sichtbaren Teile eines Brunnens und seiner Grenzflächen
- Anwendung von Glaskugeln zur Ringraumverfüllung (Abb. 2) und zur Verzögerung von Inkrustationsvorgängen
- Entwicklung neuer Regeneriertechniken und Entsandungsmethoden

Insbesondere bei den beiden letztgenannten Entwicklungen zeigte sich in der Praxis, dass die Anforderungen der Regelwerksblätter W 119 und W 130 einer internen Verknüpfung bei der Bewertung der physikalischen Grenzen von Verfahren (wie z. B. der Eindringtiefe für die Löse- und die Transportvorgänge bei der Brunnenentsandung und der Brunnenregenerierung) bedürfen. Denn die mechanische Regenerierung von Brunnen ist im Wesentlichen der Brunnenentwicklung nach der Herstellung der Brunnen in ihrer Wirkung physikalisch gleichzusetzen. Somit sind auch die Filterkiesbemessung, die Materialwahl beim Filterkies und die Brunnenbemessung nach W 118 von diesem Wirkungskreis der inhaltlichen Regelwerksverknüpfung betroffen. Die normativen Verweise in den jeweiligen Regeln werden in der Praxis häufig „übersehen“, sodass hier eine integrierte Betrachtung der Prozesse am Brunnen dem Regelwerksanwender nachhaltiger verdeutlicht werden muss.

Ein regelmäßiges Hinterfragen der Methoden und Techniken ergibt sich somit nicht nur aufgrund des Fortschritts in der Wissenschaft und Praxis. Die Vielzahl von Publikationen zu Einzelaspekten des Brunnenbaus, wie z. B. bei der Brunnenentwicklung, Brunnenregenerierung und Brunnenbemessung zeigt, dass sich aus Einzelfällen immer wieder Abweichungen vom allgemein anerkannten Stand der Technik rechtfertigen lassen [1 bis 4]. So konnten Rubbert et al. [6] zeigen, dass die Brunnenalterung trotz der notwendigen Vereinfachungen bei der Phänomenologie stets ein Individualproblem jedes einzelnen Brunnens darstellt, das nicht durch einige wenige, physikalisch mehr oder minder sinnvolle Parameter allein beschrieben und nicht auf andere Fassungen übertragen werden kann. Bei einer geplanten Brunnenregenerierung „nach W130“ dürfen die darin aufgeführten Regenerierverfahren nicht ohne Prüfung und ohne eine Klärung der physikalischen Situation und physikalischen Wirkzusammenhänge am betroffenen Brunnen angewendet werden. ►

EDELSTAHPUMPEN
 für BRUNNEN- und ANLAGENBAU

TECHNOLOGY
 FROM A DIFFERENT POINT OF VIEW. YOURS.

EBARA



Your Life, our Quality. Worldwide.

EBARA Pumps Europe S.p.A.
 Niederlassung Deutschland
 Philipp-Reis-Straße 15
 63128 Dietzenbach

Tel.: 06074 82 79-0
 Fax: 06074 82 79-45
 email: info@ebarade
 web: www.ebarade

**Sondier-
spitzen**
 - DPH (SRS 15)



**Boden-
kappen**
 - von DN 50 – DN 200
 - Material PP



**Verschluss-
kappen**
 - Material PA 6
 - versch. Größen
 - 2" – 6"



Michael Colshorn
 Neuffenstraße 78
 D 73240 Wendlingen

Telefon:
 07024/929242
 Telefax:
 07024/929244
 www.m-colshorn.de

COLSHORN
 Brunnenbauteile und Gütertransport

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

Regelwerk	Derzeit gültiger Stand; Anforderungen an den Brunnenbau aus dem Regelwerk	Erkenntnisse und Problemstellungen bei der Umsetzung des aktuellen Regelwerks	Theoretische Ansätze zur Weiterentwicklung der Verfahren und Methoden	Ansatzpunkte für die Anpassung des aktuellen Regelwerks
1	2	3	4	5
W 118 Bemessung von Vertikalfilterbrunnen (2005)	Bemessung der Filtergeschwindigkeiten im Filterkies (0,002 bis 0,003 m/s) und im Filterschlitz mit 0,03 m/s	Bemessungskriterien sind für die praktische Handhabung zu wenig transparent. Oft wird nur die Filterschlitzgeschwindigkeit angesetzt. Die Bemessung der doppelten Kiesschüttung, die praktisch von vielen WVU nach wie vor präferiert wird, ist nicht im aktuellen W 118 enthalten	Verbesserung der Aktivierung der Bohrlochwand durch eine geschwindigkeitsorientierte Bemessung	Anpassung der Bemessung von Bohr- und Ausbaudurchmesser an die Erkenntnisse zur Entsandungstechnik und Eindringtiefe Anpassung der Begriffe und Gültigkeit der Geschwindigkeitsbetrachtungen an den Grenzflächen
W 119 Entwickeln von Brunnen durch Entsandungen – Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte (2002)	Manschettenabstand, fünffache spezifische Förderrate, 0,5 m Überlappung Arbeitsabschnitt der Kammer, erwartete Wirkung: Entfernung des Bohrkleins und des Unterkorns aus der Kiesschüttung und dem angrenzenden Gebirge	Begründung und Bemessungsgrundlagen für die Intensiventsandungskammer gewährleisten nicht die erwünschten Wirkungen und entsprechen nicht mehr den Erkenntnissen von Wissenschaft und Praxis	Die optimale Entsandungswirkung wird durch die in Abhängigkeit von der Brunnengeometrie und den Korngemischen der zu reinigenden Porenräume zu bemessende Kammerform und Kammerförderrate erzielt (einschließlich ggf. mit Impulsen verursachter Porenraumstimulation) Reduzierung der Grenzflächenkontraste zur Minderung von Kolmation und Inkrustation	Einführung der Erkenntnisse zur Intensiventsandungstechnik für die Bemessung der Entsandungsabschnitte zur Verbesserung der Aktivierung der Bohrlochwand Einführung der Erkenntnisse aus der Praxisforschung zu den Monokorngemischen (z. B. Glaskugeln)
W 130 Brunnenregenerierung (2007)	Kieswäscher als alleiniges Gerät zur chemischen Regenerierung ... Bearbeitungstiefe Manschettenkammer zur abschnittsweise durchgeführten Filterkiesbehandlung	Begründung und Bemessungsgrundlagen für die Kieswäscheranwendung und die Manschettenkammer (auch als bewegte Kammer) entsprechen nicht mehr den Erkenntnissen von Wissenschaft und Praxis Grenzflächenkontraste verringern/begrenzen die Eindringtiefe der Verfahren	Regenerierfähigkeit eines Brunnens ist wesentlich von der Art und den hydraulischen Eigenschaften der Kieschüttung abhängig Kammerform und Förderraten steuern die Regenerierwirkung im Kies und im angrenzenden Gebirge	Einführung der Erkenntnisse zur Intensiventsandung für die Bemessung/ Planung einer abschnittsweise durchgeführten Regenerierung Einführung der Erkenntnisse aus der Praxisforschung zu den Monokorngemischen (z. B. Anlagerungsverhalten von Inkrustationen und Mikroorganismen an Glaskugeln)

Tab. 1 Kommentierung einzelner Aspekte des Brunnenbaus im DVGW-Regelwerk

Viele sogenannte Neuerungen sind entweder bereits seit Langem bekannt, physikalisch zwangsläufig gegeben oder nur durch ein entsprechendes Neudesign bisher verwendeter Bauteile und Techniken erklärbar. Hierzu zählen die seit Kurzem verwendeten Glaskugeln als Ersatz für Filterkies. Mit ihnen werden die seit den Forschungen von Nahrgang & Schweizer [7] bekannten hydraulischen Anforderungen an Filterkies aufgegriffen und durch die heute möglichen materialtechnischen Eigenschaften umsetzbar gemacht. Die sich aus der Brunnenalterung ableitenden Anforderungen „glatte Oberfläche“ und „möglichst vollkommene Rundheit“ der Filterkieskörner war und ist mit den natürlichen Filter-

kiesen und der heute gültigen DIN 4924 und der Schüttkornbestimmung nach W 113 allein nicht einzuhalten, beeinflusst aber die Brunnenentwicklung, Brunnenalterung und die Regenerierung nachhaltig [8]. Hieraus leitet sich ab, dass die Regelwerke eine Verknüpfung in den Anwendungsgrenzen und Techniken inkorporieren, ohne die bisher gültigen physikalischen Grenzen zu verlassen. Die integrierte Betrachtung der Regelwerkseinzelblätter ist somit weniger eine Frage der Aufklärung „bisher unbekannter“ Zusammenhänge, sondern die einer praxistauglichen Verknüpfung von erforderlichen und zweckmäßigen Bemessungs- und Betriebskriterien.

Integrierte Betrachtung der einzelnen Regelwerksblätter

Die Inhalte der Arbeitsblätter werden durch Expertenrunden hinsichtlich der Praxiserfahrungen in einem gewissen Turnus überprüft und ggf. neu herausgegeben. Dabei ist zweifellos der praktischen Erprobung von Neuerungen und deren wiederholter Bestätigung in der Praxis gegenüber einer übereilten Regeländerung der Vorrang zu geben. Eine zeitnahe Überarbeitung des aktuellen Regelwerkes zum Thema Brunnen in einigen grundlegenden Punkten ergibt sich aber nicht zwangsläufig bei einer „Neuerung“, da sie sich erst im Laufe der Anwendung und Bewährung in der Brunnenbaupraxis etablieren und in der Fachöffentlichkeit zur Diskussion gestellt werden muss. Die geübte Praxis hat immer wieder in einigen Teilbereichen des Brunnenbaus aufgrund neuer Entwicklungen in einigen Facetten den Kontext der fixierten Regeln verlassen und findet bei den Brunnenbauern und -betreibern inzwischen zunehmend Akzeptanz. Das gilt z. B. bei der Brunnenentwicklung und der mechanischen Regenerierung sowie bei der Filterkiesbemessung. Hier sind jedoch noch wichtige Schritte zur allgemeingültigen Übertragung und zur Nachvollziehbarkeit zu leisten, sodass hier im Rahmen dieses Diskussionsbeitrags der Autoren nur die eindeutig überarbeitungsbedürftigen Grundzusammenhänge aus den existierenden Arbeitsblättern aufgegriffen werden können (Tab. 1).


Die Anwendung technischer Regeln setzt grundsätzlich beim Anwender einen entsprechenden Sachverstand voraus. Mit Besorgnis wird von den Autoren in der Praxis festgestellt, dass sich die undifferenzierte, separate Anwendung einzelner Regelinhalte ohne erforderliche Gesamtbeachtung der Auswirkungen auf die anderen Bauteile eines Brunnens insgesamt nachteilig auf die Qualität eines Brunnens auswirkt. Hier ist z. B. bei der Anwendung der Arbeitsblätter W 113 und W 119 in Verbindung mit W 130 der Zusammenhang zwischen einem möglichst schmalen Ringraum zur besseren Erreichbarkeit der Bohrlochwand bei der Brunnenentwicklung einerseits und der Anspruch einer möglichst groben, an den Untergrund angepassten Kiesschüttung andererseits zu nennen. Wird der Ringraum sehr schmal bemessen, so wird der Einbau einer hydraulisch durchaus sinnvollen doppelten Kiesschüttung unmöglich. In vielen Fällen verbessern kleine Ringräume die Entwicklungsfähigkeit des Brunnens zwar nominell, aber hinsichtlich der erzielbaren standörtlichen Leistung sind Einbußen von vorneherein implementiert. Inwiefern diese hydraulischen Einbußen auch wirtschaftlich akzeptabel sind, ist jedoch Aufgabe der Bewertung durch den Brunnenplaner und Betreiber.

Die normativen Hinweise und Querverweise in den Regelwerksteilen sind aus Sicht des Regelwerksgebers integrierte Elemente und Bestandteile der Regeln, die für eine ganzheitliche Betrachtung der Wirkzusammenhänge am Brunnen sorgen sollen. In der Praxis werden diese Querverweise auf benachbarte, mit dem Einzelwerk verknüpfte Regeln und Normen nur unzureichend befolgt. Dieses Anwendungsdefizit verhindert heute oft einen Brunnen in all seinen Bemessungsfacetten ganzheitlich zu planen und auszuführen.

Der Zwang zu praktischen und ausführbaren Lösungen führt nämlich in der Praxis oft zu einer „Kopie“ des jeweils regional oder lokal implementierten Brunnendesigns. Örtlich „bewährte“ Ausbaufestlegungen, wie z. B. Filterlänge, Kiesstrecken und Durchmesserrelationen (Bohrdurchmesser sehr groß, Ausbaudurchmesser dagegen sehr klein) werden unreflektiert übernommen und nur unzureichend mit den Regelwerksinhalten abgeglichen. Für den Standort entstehen durch diese Vorgehensweise oft ungeeignete Brunnen. Beispiele hierzu finden sich sowohl für das In- als auch für das Ausland z. B. in den älteren Fachbüchern von Schneider [9] und Driscoll [10], aus denen die örtlich verankerten Vorstellungen von „Brunnen“ unabhängig von den jeweils gültigen Regelwerkserkenntnissen und Praxiserfahrungen Dritter zu diesem Zeitpunkt exemplarisch ableitbar sind.

Unter der Prämisse vermeintlicher Kostenersparnis werden von Planern und Brunnenbauern mit pauschalen Hinweisen auf einzelne Regelwerksblätter die jeweiligen Vorgaben zwar nominell eingehalten, jedoch können fachlich nicht immer spezialisierte Auftraggeber die Folgen im Zielkonflikt „regelwerkskonformer Brunnen versus Brunnenleistung und Effizienz“ nur selten erkennen. So werden in Vorplanungen und Entwürfen zu Brunnen unter dem Hinweis auf W 118 Bohr- und Brunnenrohrdurchmesser pauschal und ohne physikalischen Bezug zum Projektstandort benannt, die sich allein an der Größe der Pumpe und den technischen


WWW.BRUNNENFILTER.DE



ABDI Filter und Aufsatzrohre mit druckwasserdichter Spezialverbindung, inklusive zwei fixierten O-Ringen. Für Grundwassermessstellen und Förderbrunnen.

Werkstoff PVC-U, Farbe blau.

Baulängen	Abmessungen
1,00 / 2,00 / 3,00 und 4,00 m	60 x 6,0 75 x 7,5
Sonderbaulängen 5,00 und 6,00 möglich	125 x 7,5 140 x 8,0 / 140 x 6,5 165 x 9,5 / 165 x 7,5



48231 Warendorf · Bartholomäusstraße 1
Fon 0 25 84/93 00-0 · Fax 0 25 84/93 00 40
info@brunnenfilter.de

individuell & schnell

JOHANN STOCKMANN
BRUNNENFILTERBAU · KUNSTSTOFFTECHNIK

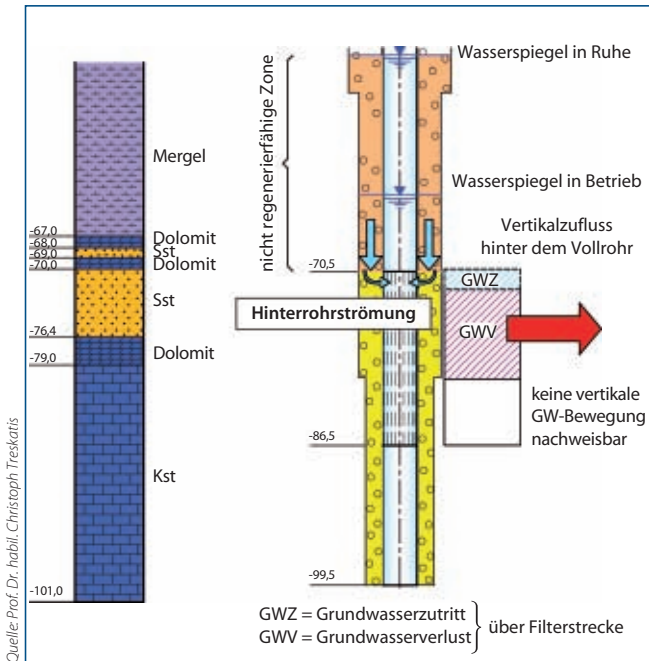


Abb. 3 Beispiel einer Zuflussprofilierung mit Aufdeckung einer vertikalen Hinterrohrströmung in einem Festgesteinsbrunnen. In Lockergesteinsbrunnen wird dieses Phänomen ebenfalls bei langen Kies- und Vollrohrstrecken über dem Filter angetroffen.

Möglichkeiten des Bohrunternehmens, welches die Aufgabe übernehmen soll, orientiert. Eine „Bemessung“ nach den W 118-Kriterien, wie z. B. hinsichtlich der Eintrittsgeschwindigkeit, der Spaltgeschwindigkeit oder der Überprüfung des optimalen Betriebspunktes, werden oft aus Kostengründen und fehlender Erfahrung der Planer dem Brunnenbauunternehmen überlassen.

Auftraggeber erhalten so im Vertrauen auf die Einhaltung des Regelwerks als allgemein anerkannte Regeln der Technik keineswegs immer eine optimale, standortgerechte Leistung bzw. ein qualitativ hochwertiges Brunnenbauwerk.

Insofern sollte eine zeitnahe und praxisorientierte Anpassung und Verknüpfung einzelner und sich aus der Praxis entwickelnder Inhalte des Regelwerkes immer wieder eine angemessene Übereinstimmung zwischen dem berechtigten Anspruch der Fachöffentlichkeit und dem Entwicklungsstand von angewandter Wissenschaft und Praxis zum Thema Brunnen herstellen.

Thesen zur Aktualität des gültigen Regelwerkes

Das DVGW-Regelwerk erleichtert dem Planer und Ausführenden den Bau eines Brunnens und liefert in vielen Punkten des Brunnenbaus nachvollziehbare Prüfkriterien für einen „gut funktionierenden und betriebsfähigen Brunnen“. Die in der **Tabelle 1** aufgeführten Regeln zum Brunnenbau definieren grundsätzliche Anforderungen, die bei der Planung und Ausführung zu beachten sind. Dabei wird davon ausgegangen, dass die darin genannten Bauteile, Methoden und Verfahren dem anerkannten Stand der Technik und den Erkenntnissen von Wissenschaft und Praxis zu entsprechen haben. Ferner wird vorausgesetzt, dass bei Ein-

haltung des Regelwerks Fehlfunktionen und Schäden an einem Brunnen ausgeschlossen werden können. Dazu sind jeweils die standörtlichen Verhältnisse mit in die Wahl der Methoden und Verfahren zur Umsetzung der Regelwerk-anforderungen einzubeziehen.

An einem aktuell diskutierten Teilgebiet des Brunnenbaus soll nachvollzogen werden, wie Innovationen in die Praxis eingeführt werden und über einen Diskussions- und Bewertungsprozess zur Aktualisierung des Regelwerks beitragen. In der Praxis hat sich in der letzten Zeit gezeigt, dass die Weiterentwicklung von Methoden und Verfahren, (z. B. numerisch gestützte Brunnenbemessung und Planung der Brunnenentwicklung nach DVGW W 55/99) die im Regelwerk dokumentierten Bemessungsansätze (z. B. Entsandung von Brunnen und Anforderungen an die stockwerksdifferenzierten Ausbauten und deren Regenerieranforderungen) nicht immer physikalisch korrekt abbilden. Das belegen zahlreiche Publikationen [z. B. 1, 3].

Eine Überprüfung des aktuellen Regelwerks hinsichtlich des technischen Fortschritts ergibt sich aus der Anwendung der Methoden und Verfahren in der Praxis und aus Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. In der **Tabelle 1** sind aus Sicht der Autoren einige wesentliche Aspekte der nach heutigem Kenntnisstand überprüfungs- und anpassungsbedürftigen Regelwerke ohne Anspruch auf Vollständigkeit kurz zusammengefasst, um eine Diskussion in der Fachöffentlichkeit anzuregen. Ergebnisse praxisorientierter Forschung und Verfahrensentwicklungen erfordern vor allem bei der Bemessung und Entwicklung sowie bei der Regenerierung von Brunnen eine Anpassung der entsprechenden Regelwerke. In der Vergangenheit wurden grundlegende hydraulische Erkenntnisse nicht in dem Umfang und Maß bei der Festlegung der Verfahrenstechniken und Methoden berücksichtigt, wie es heute aufgrund erweiterter Untersuchungsmöglichkeiten und der daraus resultierenden wissenschaftlichen Erkenntnisse erforderlich wird. Hierzu gehören z. B. die Überprüfung der Festlegung der Förderraten zur Brunnenentsandung im W 119 und die Erkenntnisse zur mechanischen Kolmation von Brunnen in Folge unzureichender Filterkiesqualitäten bei der Brunnenbemessung und Brunnenregenerierung. Diese müssen im Bewertungsprozess auch einer Wirtschaftlichkeitsüberprüfung standhalten.

Konsequenzen für die Brunnenbauplanung

Die technische Weiterentwicklung z. B. von Bohrverfahren, Pumpen, Filterrohren und Ringraummedien hat in der Vergangenheit teilweise zur Veränderung von Randbedingungen und Zielstellungen bei der Planung, Bauausführung und Instandhaltung von Brunnen geführt. Teilaspekte mit scheinbaren Vorteilen sind dabei in den Vordergrund gerückt, Qualität und sichere Funktion des Gesamtbauwerkes Brunnen mit den komplexen Wirkungen der Brunnenanströmung finden jedoch immer weniger Beachtung.

Stellvertretend seien nur einige in der Praxis beobachtete Entwicklungen erwähnt: Unstrittig ist die geringste technisch realisierbare Filtergeschwindigkeit im Filterkies eines

Brunnenringraumes bis in das Filterrohr hinein die beste. Hierdurch wird dem hydromechanischen Feststofftransport und physikochemischen Prozessen der Ausfällung und Ablagerung im Porenraum am besten entgegengewirkt. Trotz grundsätzlichen Wissens werden bei der Brunnenplanung die Ziele „möglichst großer Bohrdurchmesser und vollständiger Aufschluss der hydraulisch und hydrochemisch zusammenhängenden wasserführenden Schichten des Grundwasserleiters“ aus wirtschaftlichen Gründen oft nicht angestrebt. Häufig werden aus monetären und nicht aus technischen Gründen die Ausbaulänge und Bohrdurchmesser eher nach dem Motto „nur so groß, wie unbedingt nötig“ gewählt.

Je unvollkommener der Ausbau bzw. je größer die Grundwasserleitermächtigkeit im Verhältnis zur Brunnenausbaulänge ist, umso größer können die Strömungsgeschwindigkeiten im Filterkies an den Enden des Filterrohres sein und zu den bekannten mechanischen oder chemisch-biologischen Alterungserscheinungen führen [4, 11].

Zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten in den Gebirgsschichten, die an den Filterkies angrenzen, bzw. in der Bohraureole sind ein Teil der Ursache für Brunnenalterung im Bereich außerhalb der Filterkiesschüttung, die nach Erhebungen über den Brunnenbetrieb in den Niederlanden für etwa 70 % aller Kolmationsprobleme (Verstopfung) an Brunnen verantwortlich sind [12]. Der Einsatz von Edelstahlwickeldrahtfiltern mit wesentlich vergrößerter freier Eintrittsfläche im Vergleich mit anderen Filterarten führt bei der Bemessung anhand der zulässigen Eintrittsgeschwindigkeit zu relativ kurzen Filterlängen. Gelegentlich werden die weiteren Kriterien der Anströmung am Bohrlochrand sowie an den Ober- und Unterkanten von Filter und Ausbau außer Acht gelassen, was zu einem preiswerten, aber sehr schlecht konditionierten Brunnen führen kann. In anderen Fällen wird das (preiswerte) kurze Filterrohr mit einer extremen Filterkiesüberschüttung kombiniert, um auch den strömungsmechanisch moderaten Anschluss an

den Grundwasserleiter zu bewerkstelligen. Die vertikale Anströmung aus Zonen oberhalb der Filterrohre wird dabei oft nicht berücksichtigt. Hierbei wird nicht beachtet, dass die lediglich als Kiesringbrunnen ausgeführte Brunnenlänge im Anschlussbereich an das Filterrohr dauerhaft extreme vertikale Strömungsgeschwindigkeiten bedingt und sehr wahrscheinlich einer beschleunigten Alterung unterliegt, wobei die außerhalb des Filterrohres liegende Kiesringstrecke sich einer Regenerierung weitestgehend entzieht. Noch kompliziertere Strömungssituationen stellen sich zuweilen an Festgesteinsbrunnen ein, wie **Abb. 3** skizziert.

Eine weitere Kostenersparnis versprechen Pumpenhersteller durch Einsatz von Unterwasserpumpen, die hohe Leistungskennziffern mit besonders schlanker Bauweise verbinden, weil dadurch geringer dimensionierte Brunnen genutzt bzw. Brunnen mit geringerem Ausbaudurchmesser mit weniger Material und geringeren Kosten errichtet werden könnten [13]. Völlig unbeachtet bleibt hierbei, dass dadurch die Ringraumdicke zwangsläufig wachsen muss.

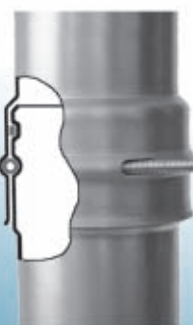
Praktisch führt jedoch der bei Verwendung üblicher Pumpen erforderliche Mindestausbaudurchmesser bereits oft zu Filterkiessicken, die hydraulisch nicht beherrschbar sind und die Vollendung eines qualitativ hochwertigen Brunnenbauwerkes sowie seine spätere Entsandung und Regenerierung praktisch unmöglich machen. Damit wird ein Kardinalproblem des Brunnenbaues im Lockergestein, nämlich die Brunnenentwicklung, angesprochen. Sie soll die Kiesschüttung verdichten und insbesondere die Porenkanäle des Filterkieses von Verschmutzungen, Unterkorn und ggf. festen Bohrspülungsbestandteilen reinigen. In der Bohraureole des angrenzenden Gebirges sollen gleichzeitig die durch den Bohrprozess eingebrachten Porenfüllungen ausgetragen werden. Das gilt einschließlich aller Kornfraktionen außerdem für die Ausbildung einer Filterstufe zwischen Filterkies und natürlich abgelagertem Lockergestein, dem verbleibenden sog. Stützkorngerüst. Dieses Ziel ist im Regelwerk (W 119, W 130, W 113) korrekt und nachvollziehbar verankert, jedoch mit den ►

Pumpensteigleitung und Brunnenausbaurohre mit angeformter Steckverbindung vom Typ Steku



- Brunnenausbaurohre von DN 50 bis DN 300 aus Edelstahl und Absenfilter aus Schwarzstahl
- zuverlässig dicht bis 10 bar
- Einbautiefe bis 500m
- Filterrohre als Schlitzbrücken- bzw. Wickeldrahtfilterrohre

Beckert Brunnentechnik GmbH
 Industriegeweg 11
 99734 Nordhausen
 Tel: 03631/472432 Fax: -/472444
www.beckert-brunnentechnik.de



- Steigrohre von DN 50 bis DN 200 aus Edelstahl
- Nenndruck 40 bar
- Prüfdruck 100 bar
- zugfest bis 300m
- drehsicher
- platzsparend und preisgünstig

BBT

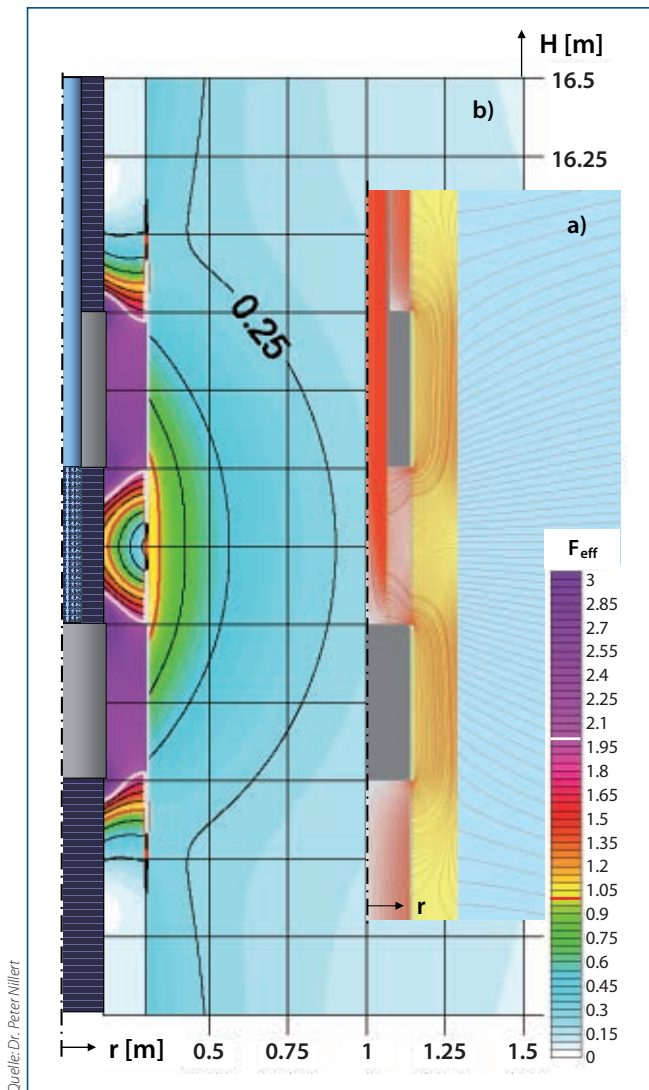


Abb. 4 Simulierte Grundwasserströmung an einer symmetrischen Doppelkolbenkammer mit Nachweis der erreichbaren optimalen Geschwindigkeit ($F_{\text{eff}} \geq 1$) für die Porenreinigung im Filterkies hinter den Dichtungskolben und in der Bohraureole gegenüber der Kammeröffnung

darin aufgeführten technischen Verfahren und allgemein üblichen Werkzeugen nur unter günstigen Voraussetzungen erreichbar. Dies wird mit zunehmender Filterkiesdicke schwieriger bis unmöglich. Letztlich ist aber bei der Herstellung des Brunnens und ggf. auch bei einer später erforderlichen Regenerierung die hydraulische Beherrschbarkeit des Brunnenfilters bis in den angrenzenden Grundwasserleiter (**Abb. 4**) entscheidend für einen langfristig energetisch effizient zu betreibenden Brunnen und die Möglichkeit seiner adäquaten Instandhaltung.

In diesem Zusammenhang ist auch der „übliche Faktor 4“ für die Abstufung der mittleren Korngrößen von aneinander grenzenden Filterkiesen bei Mehrfachsüttungen zu erwähnen. Er orientiert sich lediglich an dem geometrischen Kriterium, dass die kleineren Kieskörner die Porenkanäle des größeren Korngemisches nicht passieren dürfen. Gänzlich unbeachtet bleiben dabei strömungsmechanische Kriterien der hydraulischen Beherrschbarkeit des gesamten Brunnenfilters und physikochemische Phänomene an Grenzflächen, an denen sich die physikalischen Milieubedingungen extrem ändern.

Schon diese wenigen Beispiele zeigen, dass ein sehr enger Zusammenhang besteht zwischen

- dem Brunnendesign, gekennzeichnet durch Bohrdurchmesser, Ausbaulänge und Ausbaudurchmesser,
- der Wahl eines einfachen oder mehrfachen Kiesfilters und der Bemessung des Filterkieses,
- der Wahl des Schüttmaterials (Glaskugeln versus natürlicher Filterkies),
- der praktischen Realisierbarkeit der Erzeugung einer Filterstufe aus Stützkorn in der Bohraureole und der weitgehenden Porenreinigung
- sowie der technischen Machbarkeit künftiger Instandhaltungsmaßnahmen.

Deshalb sollten die die Bauteile und Technologien betreffenden technischen Regeln W 118, W 113, W 119 und W 130 aufgrund der Wirkzusammenhänge am Brunnen bei einer Neuaufstellung oder Überarbeitung inhaltlich sorgfältig aufeinander abgestimmt und hinsichtlich der Folgewirkung von „Fehlbesetzungen“ durch Querbeziehungen und -verweise miteinander verbunden werden. Die Transparenz der Wirkzusammenhänge kann aber in Zukunft auch durch eine übergeordnete Darstellung der auf einander abzustimmenden Systeme für den Anwender erleichtert werden. Die normativen Hinweise reichen formell zwar aus, die Wirkzusammenhänge aus Sicht des Regelwerkgebers zu berücksichtigen, werden aber in der Praxis oft „übersehen“ oder in ihrer Bedeutung verkannt.

Schlussfolgerungen

Die Umsetzung von technischen Neuerungen und Optimierungsmaßnahmen im Brunnenbau – einhergehend mit der Sichtweise einer ganzheitlichen Planung von Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Brunnen – führt in der Praxis zu Irritationen und häufig zur Wahl einer ungeeigneten Methode, beispielsweise bei der Wahl einer doppelten Kiessüttung oder dem Entwicklungsverfahren bzw. einem

Brunnenentsandung bei Neubau & Regenerierung

Beratung | Planung | Technik | Realisierung

Teftorec® GmbH | Liebrechtstraße 87d | 47445 Moers
 E-Mail: info@teftorec-gmbh.de
 Tel.: +49 28 41-1 69 56 89
 Fax: +49 28 41-1 69 56 88

Teftorec® GmbH



Regenerierverfahren, welche nicht im Regelwerk genannt sind. Viele sogenannte Neuerungen beinhalten keine grundsätzlichen neuen Methoden, sondern eine differenziertere Auseinandersetzung mit bisher und seit Langem bekannten physikalischen Phänomenen rund um den Brunnen. Aus der Praxis heraus besteht kein Bedarf an einer Neudefinition des Brunnens und seiner Randbedingungen an sich, sondern ein dringender Bedarf an einer sinnvollen Verknüpfung der Auswahlkriterien zur Handlungs- und Methodenwahl in einem Regelwerk mit dem Anspruch als allgemein anerkannte Regel der Technik. Dies kann z. B. durch ein übergeordnetes Arbeitsblatt erreicht werden, welches in kurzer Form die bekannten und heute akzeptierten Wirkzusammenhänge an einem Brunnen untermauert und unterstützt durch Funktionsskizzen und ein Ablaufschema für die Brunnenplanung als „Rahmen“ zusammenfasst und nicht durch Detaillösungen überfrachtet wird. Diese sind den bereits existierenden Regeln vorbehalten, die weiterhin dem regelmäßigen Überprüfungsverfahren unterliegen.

Innovationen im Brunnenbau entwickelten sich fast immer aus der Anwendungspraxis und deren Erprobung. Die rasche Umsetzung neuerer wissenschaftlicher und praxiserprobter Erkenntnisse ist daher im Regelwerk zum Brunnenbau anzustreben. Publikationen und Studien zu positiven und negativen Ergebnissen der einen oder anderen Methode sind bislang leider zu selten, sodass diese Erkenntnisse als Fortschritte bei der Umsetzung anerkannter Regeln der Brunnenbautechnik erst relativ spät ins Regelwerk einfließen. Als positives Beispiel sei hier das W 130 genannt, dessen Inhalte in den letzten Jahren rasch dem Entwicklungs- und Erkenntnisstand angepasst worden sind. Dennoch ist es auch ein Beispiel dafür, dass Erkenntnisse zur Brunnenanströmung mit Relevanz für die Bewertung der Regenerierverfahren nur am Rande berücksichtigt wurden.

Nach Ansicht der Autoren kann eine stärker fördernde und fordernde Mitwirkung des DVGW bei der Umsetzung und kritischen Bewertung der Praxiserkenntnisse nicht nur einen umsetzungsfähigen, sinnvoll verknüpften Stand der Technik rascher voranbringen, sondern auch dazu beitragen, die Attraktivität von Fachplanung und Bauleistungen aus Deutschland für den internationalen Markt zu erhöhen.

Literatur

- [1] Nillert, P., Bäsler, H. & S. Fuchs (2008a): *Intensiventnahme bei der Brunnenentwicklung und -regenerierung*. DVGW energie | wasser-praxis 04/2008, S. 22-28
- [2] Nillert, P., Bäsler, H., Schmitz-Habben, U. & A. Wicklein (2008b): *Intensiventsandung von Brunnenfiltern mit der Doppelkolbenkammer*. DVGW energie | wasser-praxis 05/2008, S. 29-35

- [3] Nillert, P. (2008): *Bemessung der Kammerförderrate bei der Intensiventsandung von Brunnenfiltern*. bbr 10/2008, S. 52-61
- [4] Rubbert, T. & Treskatis, C. (2008): *Anwendung numerischer Methoden bei der Brunnenbemessung und Bauwerksoptimierung*. – in: GWF Wasser Abwasser 9/2008, S. 503 – 508, 5 Abb., 1 Tab.; München (Oldenbourg);
- [5] Bieske, E., Rubbert, W. & Treskatis, C. (1998): *Bohrbrunnen (8. Auflage)*, 455 S. München; Oldenbourg
- [6] Rubbert, T., Treskatis, C., Urban, W. & Benz, P. (2008): *Brunnenalterung: Systematisierung eines Individualproblems*. – bbr 7/8/2008, S. 44-53, 11 Abb., 1 Tab.; Bonn (wvgw)
- [7] Nahgang, G. & Schweizer, W. (1982): *Untersuchung über die Stabilität und das Dichtfahren von Filtern aus Sanden und Kiesen bei Bohrbrunnen: Stufe I und II*. – DVGW-Schriftenreihe Wasser, Nr. 11; Eschborn (ZfGW-Verlag)
- [8] Treskatis, C., Hein, C., Peiffer, S. & Herrmann, F. (2009): *Können Glas-kugeln eine Alternative zum Filterkies nach DIN 4924 zur Verlangsamung von Brunnenalterungsprozessen sein?* – bbr 4/2009, S. 36-44
- [9] Schneider, H. (2008): *Die Wassererschließung*. – 876 S.; Essen (Vulkan-Verlag)
- [10] Driscoll, F. G. (1989): *Groundwater and Wells*. – 1089 S.; St. Paul (Johnson).
- [11] Houben, G. & Treskatis, C. (2003): *Regenerierung und Sanierung von Brunnen*. – 280 S., München (Oldenbourg)
- [12] DeZwart, B. R., Van Beek, K., Houben, G. & Treskatis, C. (2006): *Mechanische Partikelfiltration als Ursache der Brunnenalterung, Teil 1*. – bbr 7/8/2006, S. 42-49, 8 Abb.; Bonn (wvgw)
- [13] Domscheit, V.: *Standzeiten erhöhen, Wasserverluste vermeiden und das Klima schützen*. VF GmbH, Mainz, wlb11-12/2008, S. 12-13

Bezug des DVGW-Regelwerks:

wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH
 Josef-Wirmer-Str. 3 · 53123 Bonn
 Tel.: 0228 9191-40
 Fax: 0228 9191-499
 E-Mail: info@wvgw.de
 Internet: www.wvgw.de

Autoren:

Prof. Dr. habil. Christoph Treskatis
 Bieske und Partner Beratende Ingenieure GmbH
 Im Pesch 79
 53797 Lohmar
 Tel.: 02246 9212-22
 Fax: 02246 9212-99
 E-Mail: c.treskatis@bup-gup.de
 Internet: www.bieske.de

Dr. Peter Nillert
 GCI GmbH Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft
 Bahnhofstr. 19
 15711 Königs Wusterhausen
 Tel.: 03375 2947-85
 Fax: 03375 2947-13
 E-Mail: peter.nillert@gci-kw.de
 Internet: www.gci-kw.de



<p>Beratung Gutachten Planung Bauüberwachung Projektmanagement</p> <p>Grundwasser Hydrogeologie Wasserwirtschaft Grundwassermanagement Monitoring Altlasten Sanierung Grundwassermodellierung Softwareentwicklung</p>	<p>GCI GmbH Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft</p> <p>15711 Königs Wusterhausen, Bahnhofstraße 19 Tel. 0 33 75 / 29 47 85; Fax 0 33 75 / 29 47 18 E-Mail mail@gci-kw.de; Internet: www.gci-kw.de</p>	
--	--	---