

Festlegung von Anforderungen an die Benetzbarkeit von Kornaktivkohlen

Im Rahmen des vom DVGW geförderten Forschungsvorhabens W4/01/15 wurde eine **Testmethode** entwickelt, die es ermöglicht, die Benetzbarkeit von Kornaktivkohlen aus Anwendersicht zu bewerten. Darüber hinaus wurde ein Vorschlag zur Festlegung einer **Mindestanforderung** erarbeitet.

von: Dr.-Ing. Brigitte Haist-Gulde, Ralf Schäfer & Dr. Frank Sacher (alle: TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser)

Die Aktivkohlefiltration ist Bestandteil zahlreicher Trinkwasseraufbereitungsanlagen, über die Jahrzehnte lange Erfahrungen aus der Praxis vorliegen. Während die Anlagentechnik dabei unverändert geblieben ist, hat sich die Produktpalette der im Handel verfügbaren Kornaktivkohlen signifikant verändert. Bei den Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Steinkohle sind neben den seit vielen Jahren eingesetzten hochwertigen Aktivkohlen aus den USA zahlreiche Produkte aus Asien im Handel, bei denen aufgrund des unterschiedlichen Herstellungsprozesses zwischen Agglomeraten und Direktaktivaten zu unterscheiden ist. Weiterhin sind neue Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Kokosnussschalen mit höherem Aktivierungsgrad sowie braunkohlebasierte Aktivkohlen erhältlich.

Neben unterschiedlichen Adsorptionseigenschaften werden im praktischen Betrieb bei einzelnen Produkten Mängel hinsichtlich ihrer Benetzbarkeit und ein hoher betrieblicher Aufwand bei der Inbetriebnahme von Aktivkohlefiltern festgestellt. Die in den derzeit gültigen Normen und Regelwerken definierten Anforderungen hinsichtlich der Benetzbarkeit sind allerdings für sämtliche Aktivkohleprodukte stets eingehalten. Daher ist zu folgern, dass die genannten Kriterien den Anforderungen in der Praxis nicht gerecht werden und eine Anpassung der Testmethode bzw. der festgelegten Anforderungen erforderlich ist. Dies war Gegenstand eines vom DVGW im Jahr 2016 geförderten Forschungsvorhabens.

Benetzbarkeit von Kornaktivkohlen

Kornaktivkohle ist ein wirksames Filtermaterial, wenn die Aktivkohlekörner benetzen und in ein Filterbett absinken. Im Wasserwerk wird die Aktivkohle üblicherweise in Silofahrzeugen angeliefert, im Silofahrzeug mit Wasser aufgeschlämmt und mittels Wasserstrahlinjektor über eine Schlauchleitung in die Filterkessel bzw. Filterbecken mit Wasser eingespült. Danach bleibt die Aktivkohle zur intensiven Benetzung meist über Nacht unter Wasser stehen. Nach den vorliegenden Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis kann die Benetzungsdauer, abhängig vom Aktivkohletyp, bis zu mehrere Tage betragen [1].

Bedingt durch den Herstellungsprozess weisen Aktivkohlechargen stets einen gering benetzbaren Anteil auf, der im Filter aufschwimmt, bei der Inbetriebnahme ausgespült wird und somit einen Materialverlust darstellt. Um hohe Verluste an Aktivkohle (> 1 Gew.-%) während

Tabelle 1: Anforderungen an Kornaktivkohlen hinsichtlich ihrer Benetzbarkeit und Testmethoden

| Norm/Regelwerk | Anforderung | Testmethode (Kurzbeschreibung) |
|---|---|---|
| DIN EN 12915-1 [2] DVGW-Arbeitsblatt W 239 [1] | benetzbarer Anteil: > 99 Gew.-% | <ul style="list-style-type: none"> • Produkt wird in siedendes Wasser gegeben • Probe wird 10 Minuten am Sieden gehalten • Nach Abkühlen wird der Überstand abfiltriert |
| AWWA-Norm ANSI / AWWA B604-12 [4] | nicht benetzbarer Anteil: max. 5 Gew.-% | <ul style="list-style-type: none"> • Zugabe von Wasser zum Produkt im Becherglas • 5 Minuten Rühren (Magnetrührer) • Mindestens 10 Minuten Absetzzeit • Abschöpfen der aufschwimmenden Aktivkohle |

Quelle: Haist-Gulde

der ersten Spülphase zu vermeiden, wird daher in der derzeit gültigen Fassung der DIN EN 12915-1 „Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Granulierte Aktivkohle“ [2] sowie im DVGW-Arbeitsblatt W 239 [1] ein benetzbarer Anteil größer 99 Gew.-% gefordert (Tab. 1). Angaben bezüglich der Benetzbarkeit sind jedoch üblicherweise nicht Bestandteil der Produktdatenblätter der Hersteller.

Die in DIN EN 12915-1 beschriebene Testmethode, deren Kurzbeschreibung ebenfalls in Tabelle 1 enthalten ist, sieht vor, für die Bestimmung der Benetzbarkeit siedendes Wasser einzusetzen. Begründen lässt sich diese praxisferne Vorgehensweise mit der Absicht, die Aktivkohle möglichst schnell zu entgasen und dadurch eine kurze Testdauer zu realisieren. Wie langjährige Erfahrungen am TZW mit der Anwendung der Testmethode zeigen, erfüllen alle handelsüblichen Aktivkohleprodukte die Anforderung der DIN EN 12915-1 hinsichtlich der Benetzbarkeit [3]. Im Widerspruch dazu stehen die Beobachtungen im Wasserwerksbetrieb, wonach granulierte Aktivkohlen hohe Anteile an nicht benetzbaren Aktivkohlepartikeln aufweisen können, die in offenen Filterbecken als Schwimmschicht zu erkennen sind. Eine Spülung mit üblichen Geschwindigkeiten (20 m/h bis 30 m/h) führt in diesen Fällen zu einem deutlichen Verlust an Aktivkohle. Dieser unerwünschte Effekt wird insbesondere dann beobachtet, wenn Direktaktivate eingesetzt werden.

| Tabelle 2: Nicht benetzbarer Anteil von Kornaktivkohlen | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Testmethode | AWWA [4] | modifizierte Methode [5] |
| Bezeichnung anonymisiert | nicht benetzbarer Anteil Gew.-% | nicht benetzbarer Anteil Gew.-% |
| Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Steinkohle | | |
| Agglomerate – Herkunft USA | | |
| S 1 | 0,05 | < 0,001 |
| S 2 | 0,25 | 0,02 |
| Agglomerate – Herkunft Asien | | |
| S-A1 | 0,03 | 0,01 |
| S-A2 | 0,09 | 0,01 |
| S-A3 | 0,008 | 0,003 |
| S-A4 | 0,03 | < 0,001 |
| Direktaktivate – Herkunft Asien | | |
| S-D1 | 4,77 | 1,50 |
| S-D2 | 3,74 | 0,55 |
| S-D3 | 2,31 | 0,51 |
| S-D4 | 2,44 | 0,50 |
| Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Kokosnussschalen | | |
| CC 1 | 2,70 | 0,51 |
| CC 2 | 0,80 | 0,46 |
| CC 3 | 1,00 | 0,43 |
| CC 4 | 0,14 | 0,02 |
| CC 5 | 0,09 | 0,01 |
| CC 6 | 0,94 | 0,34 |
| CC 7 | 0,15 | 0,08 |
| CC 8 | 0,05 | 0,005 |
| Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Braunkohle | | |
| B 1 | 18,1 | 10,1 |
| B 2 | 0,15 | 0,01 |
| B 3 | 11,2 | 7,0 |
| Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Torf | | |
| T | 0,65 | < 0,001 |

Quelle: Haist-Gulde

Das Vorgehen bei der Bestimmung der Benetzbarkeit gemäß DIN EN 12915-1 weicht signifikant von dem Benetzungsvorgang im Wasserwerk ab und führt somit offensichtlich nicht zum gleichen Resultat bzw. liefert keine für die Praxis relevanten Aussagen. Vorrangiges Ziel des



Die SHT, Sanitär- und Heizungstechnik Ausgabe 4, enthält Beiträge zu den Themen Sanitär- und Heiztechnik sowie Objektreportagen und stellt neue Produkte aus diesen Bereichen vor. Lesen Sie darüber hinaus u.a. mehr zu den Themen:

- **Energiemanagement**
Reportagen und Beispiele
- **Software**
Neue Lösungen für die Branche
- **Messe**
Nachbericht zur ISH 2017 in Frankfurt

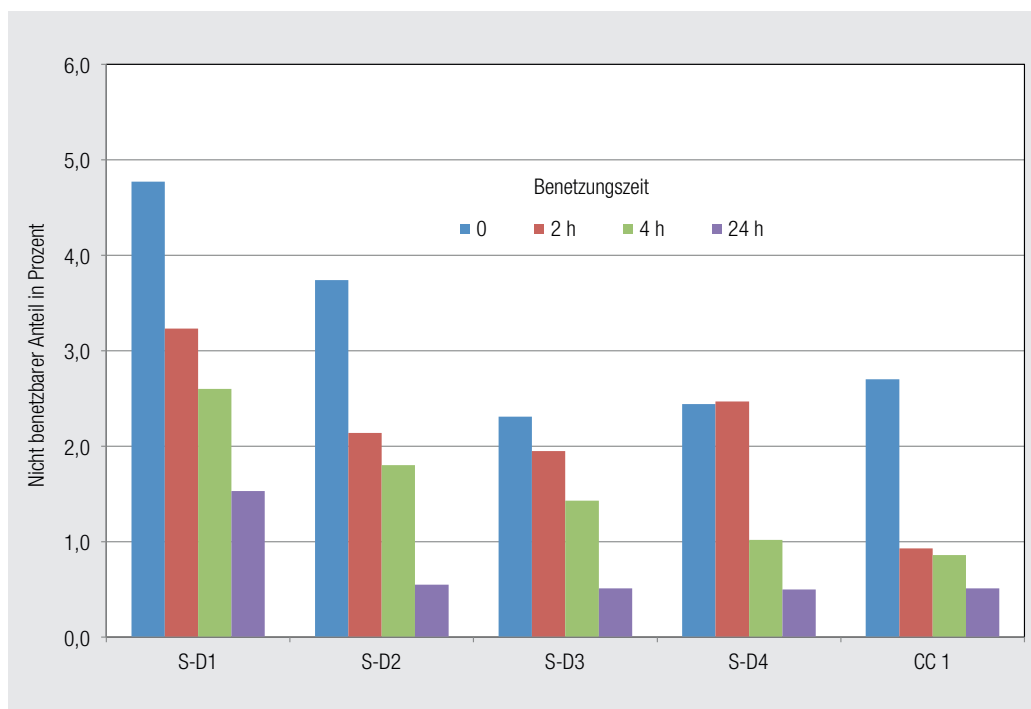
Weitere Nachrichten, Termine und Informationen unter www.sht-online.de.
Kostenloses Probeheft unter vertrieb@krammerag.de

DVGW-Vorhabens war es deshalb, eine alternative Testmethode anzuwenden oder ggf. eine neue Testmethode zu entwickeln, die den praktischen Gegebenheiten gerecht wird.

Eine bereits existierende Testmethode ist in der Norm „Granular Activated Carbon“ der American Water Works Association (AWWA) beschrieben, bei der der nicht benetzbare Anteil im Batchversuch ermittelt wird [4]. Der Test wird bei der vorliegenden Wassertemperatur und nicht mit siedendem Wasser durch-

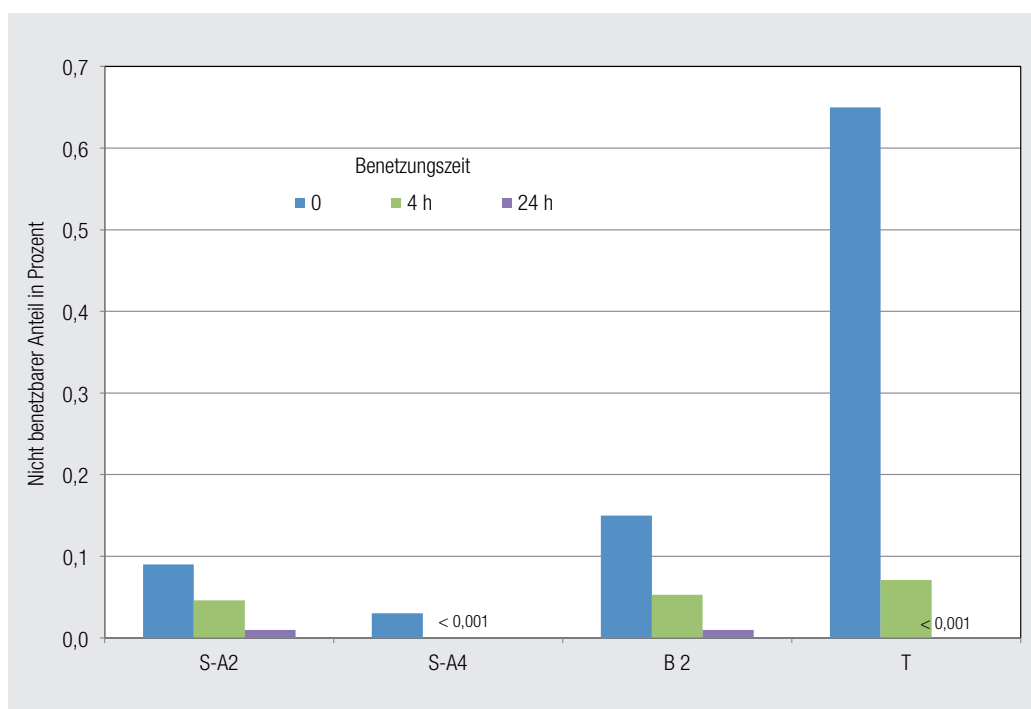
geführt. Als Anforderung an Kornaktivkohle wird für den nicht benetzbaren Anteil eine Obergrenze von max. 5 Gew.-% festgelegt (Tab. 1). Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht benetzbare Anteil mit dem Aktivkohleverlust vor Inbetriebnahme des Aktivkohlefilters gleichzusetzen ist, ist diese Anforderung unter ökonomischen Gesichtspunkten allerdings nicht ausreichend, sofern die Ergebnisse der zugrunde gelegten Testmethode die Verhältnisse in großtechnischen Adsorbern widerspiegeln. Eine Bewertung der

Abb. 1: Nicht benetzbarer Anteil in Abhängigkeit von der Benetzungszeit für unterschiedliche Aktivkohlen



Quelle: Haist-Gulde

Abb. 2: Nicht benetzbarer Anteil in Abhängigkeit von der Benetzungszeit für unterschiedliche Aktivkohlen



Quelle: Haist-Gulde

Benetzbarkeit der handelsüblichen Produkte gemäß der AWWA-Testmethode lag zu Projektbeginn nicht vor.

Entwicklung einer Testmethode

Da die gemäß DIN EN 12915-1 unter Verwendung von siedendem Wasser ermittelten Werte für die Benetzbarkeit keine Übertragung der Resultate auf die Verhältnisse im Wasserwerk zulassen, wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens diese Testmethode nicht weiter betrachtet oder modifiziert. Bei der Methode zur Bestimmung des „nicht benetzbaren Anteils“ nach der AWWA-Norm [4] wird hingegen ein Rührversuch eingesetzt (Tab. 1), bei dem das Wasser nicht erhitzt wird und der dennoch vergleichsweise schnell und einfach durchführbar ist.

Die Anwendung dieser Testmethode zur Bestimmung des nicht benetzbaren Anteils liefert für die derzeit handelsüblichen Kornaktivkohlen Werte zwischen 0,008 Gew.-% und 18,1 Gew.-% (Tab. 2). Es ergibt sich also eine wesentlich größere Spanne an Werten, als dies bei der Methode nach DIN EN 12915-1 der Fall ist. Für zwei Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Braunkohle wurde beispielsweise ein sehr hoher nicht benetzbarer Anteil von über 10 Gew.-% ermittelt. Dies deckt sich für diese beiden Braunkohlen mit Beobachtungen in Pilotanlagen. Dasselbe gilt für die bessere Benetzbarkeit einer dritten Aktivkohle auf Braunkohlebasis. Von den Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Steinkohle weisen in dem Test nach AWWA-Norm die Direktaktivate die schlechteste Benetzbarkeit auf. Auch dies entspricht Erfahrungen aus der praktischen Anwendung dieser Aktivkohlen.

Auffällig und zunächst nicht plausibel erschien jedoch der vergleichsweise hohe nicht benetzbare Anteil von 2,7 Gew.-% für Aktivkohle CC 1 auf Rohstoffbasis Kokosnussschalen. Dieser Aktivkohletyp wird derzeit häufig in Aktivkohlefiltern zur Trinkwasseraufbereitung eingesetzt. Bei Nachfra-

gen bei Wasserversorgungsunternehmen wurde jedoch auch ein höherer betrieblicher Aufwand bei der Inbetriebnahme von Aktivkohlefiltern mit CC 1 gegenüber Aktivkohlefiltern mit CC 4 bestätigt. Somit spiegeln auch diese Daten aus dem Labortest in der Tendenz die Beobachtungen in der Praxis wider.

Als nachteilig bei den Untersuchungen gemäß AWWA-Norm erwiesen sich allerdings die teilweise hohen Abweichungen bei einer Mehrfachbestimmung von bis zu 80 Prozent, insbesondere bei Aktivkohlen mit einem geringen nicht benetzbaren Anteil von bis zu 0,15 Gew.-%. Während der Versuchsdurchführung wurde beobachtet, dass ein Absinken der Aktivkohlekörner bei einzelnen Aktivkohletypen erst bei einer deutlich längeren Benetzungszeit als zehn Minuten erzielt werden konnte. Weiterhin ist die in der Testmethode genannte Absetzzeit von mindestens zehn Minuten nicht ausreichend präzise. Basierend auf diesen Beobachtungen während der Durchführung der Versuche wurde die AWWA-Testmethode modifiziert.

Im Hinblick auf die Festlegung der Benetzungsdauer in einer modifizierten Testmethode wurden Versuche mit Variation der Benetzungszeit durchgeführt. Es zeigt sich, dass mit zunehmender Benetzungszeit vor dem Rührvorgang der nicht benetzbare Anteil der Aktivkohlen abnimmt (Abb. 1 & 2).

Bei der Testung von Aktivkohlen besteht generell der Wunsch, die Versuchszeit zur Ermittlung von Produkteigenschaften so kurz wie möglich zu halten, da damit eine Qualitätskontrolle bei Anlieferung kurzfristig zu Ergebnissen führt. Eine Benetzungszeit von nur 2 oder 4 Stunden wäre daher gegenüber einer Benetzungszeit von 24 Stunden zu bevorzugen. Nach Benetzungszeiten von 2 bzw. 4 Stunden werden allerdings beispielsweise die Aktivkohlen S-D2 und CC 1 hinsichtlich des nicht benetzbaren Anteils als unter-

NEU!

On-line Trübungsmessung



PTV 1000/2000

Der Neue Standard für die Prozess- Trübungsmessung

- Geringer Wartungsaufwand
- Innovatives Design
- Intelligente Bedienung
- Unübertroffene Leistung bei niedrigen Trübungswerten
- Intuitive Benutzeroberfläche
- Touchscreen Display

Tabelle 3: Modifizierte Testmethode zur Bestimmung des nicht benetzbaren Anteils

- Herstellung einer repräsentativen Aktivkohleprobe (25–30 g)
- Trocknung der Aktivkohleprobe bei 150 °C bis zur Gewichtskonstanz
- Abkühlen der Probe bis auf Raumtemperatur im Exsikkator
- Einfüllen der Aktivkohleprobe (20 g) in ein 600-ml-Becherglas
- Zugabe von 400 ml Trinkwasser
- Benetzen über 24 Stunden (Stehenlassen der Suspension)
- Rühren (Magnetrührer) über 5 Minuten mit einer Geschwindigkeit, die die Aktivkohle in Suspension hält
- Absetzen der Aktivkohle, 10 Minuten ± 1 Minute
- Entfernen der aufschwimmenden Aktivkohle
- Trocknung der abgetrennten Aktivkohle bei 150 °C bis zur Gewichtskonstanz
- Abkühlen der Aktivkohle bis zur Raumtemperatur im Exsikkator
- Abwiegen der Aktivkohle
- Berechnung des nicht benetzbaren Anteils

$$\text{nicht benetzbarer Anteil (Gew.\-%)} = \frac{\text{Gewicht des nicht benetzbaren Materials} \cdot 100}{\text{Probengewicht}}$$

Quelle: Häst-Guide

schiedlich bewertet (**Abb. 1**). Werden hingegen die Ergebnisse dieser beiden Aktivkohlen nach einer Benetzungszeit von 24 Stunden verglichen, so liegen gleichwertige Aktivkohlen vor. Da üblicherweise Aktivkohlen zur Benetzung nach dem Einfüllvorgang und vor der Inbetriebnahmespülung meist einen Tag bzw. bis zu mehrere Tage im Wasser stehen bleiben, ist für die Auswahl geeigneter Aktivkohlen unter Berücksichtigung des nicht benetzbaren Anteils im Labortest ebenfalls eine Benetzungszeit von 24 Stunden anzusetzen. Kürzere Zeiten würden zu falschen Ergebnissen führen.

Eine deutliche Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse konnte in dem Labortest durch die Festlegung einer Absinkzeit von 10 Minuten ± 1 Minute erreicht werden. Durch diese Festlegung lagen die Abweichungen bei Doppelbestimmungen bei der modifizierten Testmethode stets unter 10 Prozent. Eine Beschreibung der modifizierten Testmethode geht aus **Tabelle 3** hervor.

Nach Festlegung aller Versuchsparameter wurde für sämtliche marktüblichen Aktivkohlen der nicht benetzbare Anteil mit der modifizierten Methode ermittelt (**Tab. 2**). Wie die Ergebnisse zeigen, ist der nicht benetzbare

Anteil sämtlicher Aktivkohleprodukte mit der neuen Methode geringer als mit der Testmethode gemäß AWWA-Norm.

Folgerungen und Festlegung von Anforderungen an die Benetzbarkeit

Ein Vergleich der Ergebnisse mit der modifizierten Methode für die einzelnen Aktivkohleprodukte in **Tabelle 2** zeigt, dass die gut benetzbaren Aktivkohlen Werte von kleiner 0,001 Gew.-% bis 0,02 Gew.-% für den nicht benetzbaren Anteil aufweisen. Derartige Werte werden für sämtliche agglomerierten Aktivkohlen auf Steinkohlebasis sowie einzelne Aktivkohletypen auf Rohstoffbasis Kokosnussschalen und eine Aktivkohle auf Braunkohlebasis erhalten. Bei einem Rechenbeispiel unter Zugrundelegung einer Aktivkohleinsatzmenge von 50.000 kg (ca. 100 m³) resultiert danach für diese Kohlen ein nicht benetzbarer Anteil von < 10 kg.

Der höchste nicht benetzbare Anteil zwischen 7 Gew.-% und 10 Gew.-% wurde für zwei Aktivkohlen auf Braunkohlebasis ermittelt. Obwohl diese beiden Aktivkohlen eine hohe Adsorptionskapazität für organische Spurenstoffe aufweisen, sind sie für den großtechnischen Einsatz aufgrund der schlechten Benetzbarkeit nicht geeig-

net. Bei der Inbetriebnahme resultiert nach den für diese beiden Kohlen ermittelten Werten bei einer Aktivkohleinsatzmenge von 50.000 kg ein Aktivkohleverlust von 3.500 kg bis 5.000 kg. Eine Aktivkohlesorte der Direktaktivate wies ebenfalls einen vergleichsweise hohen nicht benetzbaren Anteil von ca. 1,5 Gew.-% auf. Entsprechend tritt hier bei der zugrunde gelegten Einsatzmenge ein Aktivkohleverlust von 750 kg auf.

Nach den vorliegenden Ergebnissen an marktüblichen Aktivkohlen sind Produkte mit einem nicht benetzbaren Anteil > 1 Gew.-% als schlecht benetzbar zu bewerten. Aktivkohletypen mit einem nicht benetzbaren Anteil um 0,5 Gew.-% liegen in einem mittleren Bereich. Hierzu sind nach den Resultaten in **Tabelle 2** direktaktivierte Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Steinkohle sowie einige Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Kokosnussschalen zu zählen. Analog zu den Ausführungen resultieren bei einer Einsatzmenge von 50.000 kg Aktivkohleverluste im Bereich von 250 kg.

Zunächst unerwartet waren die unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich des nicht benetzbaren Anteils einiger Kokosnussschalen-basierter Aktivkohlen im Vergleich zu den agglomerierten Aktivkohlen auf Rohstoffbasis Steinkohle. Diese Aktivkohlen werden vergleichsweise häufig eingesetzt. Wie bereits erwähnt, wurden die Werte aus den Tests allerdings durch Beobachtungen bei einem Wasserversorgungsunternehmen bestätigt.

Nach den Ergebnissen des Forschungsvorhabens wird vorgeschlagen, als Qualitätsmaßstab einen nicht benetzbaren Anteil von max. 0,6 Gew.-% festzulegen. Mit Ausnahme von zwei Aktivkohlen auf Braunkohlebasis sowie einer direktaktivierten Aktivkohle wird diese Anforderung bei den derzeit marktüblichen Aktivkohlen eingehalten. Alternativ zu dieser Empfehlung ist auch vorstellbar, von den Aktivkohlelieferanten Angaben zum nicht be-

netzbaren Anteil auf den Produktdatenblättern zu fordern. Der Anwender kann dann unter Berücksichtigung der Adsorptionseigenschaften, des Preis-Leistungs-Verhältnisses sowie seiner Entsorgungsmöglichkeiten für den Aktivkohleverlust darüber entscheiden, ob das Produkt im Einzelfall eingesetzt werden kann.

Die im Vorhaben entwickelte Testmethode, die Ergebnisse der Untersuchungen an den marktüblichen Aktivkohlen sowie die im Forschungsvorhaben abgeleiteten Mindestanforderungen werden im Projektkreis Sorption des DVGW diskutiert. Ziel ist es, die abgeleiteten Mindestanforderungen sowie die Forderung, dass die Parameterwerte der Aktivkohlen im Produktdatenblatt der Hersteller ausgewiesen werden müssen, in den Entwurf zur Überarbeitung der DIN EN 12915-1 „Produkte zur Aufbereitung für den menschlichen Gebrauch – granuliert

Aktivkohle“ sowie das DVGW-Arbeitsblatt W 239 „Entfernung organischer Stoffe bei der Trinkwasseraufbereitung durch Adsorption an Aktivkohle“ aufzunehmen.

Dank

Die Autoren danken dem DVGW für die finanzielle Förderung des Vorhabens. ■

Literatur

- [1] DVGW- Arbeitsblatt W 239 (A): Entfernung organischer Stoffe bei der Trinkwasseraufbereitung durch Adsorption an Aktivkohle. März 2011.
- [2] DIN EN 12915-1: Produkte zur Aufbereitung für den menschlichen Gebrauch – granuliert Aktivkohle. Juli 2009.
- [3] Haist-Gulde, B.; Baldauf, G.: Festlegung von Qualitätsanforderungen an Aktivkohlen zur Trinkwasseraufbereitung. Abschlussbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W 10/99. (2001).
- [4] AWWA Norm „Granular Activated Carbon“. ANSI/AWWA B604-12 (2012).
- [5] Haist-Gulde, B; Schäfer, R.; Sacher, F. Keldenich U.: Festlegung von Anforderungen an Aktivkohle bezüglich Benutzbarkeit. Abschlussbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W4/01/15 (2016).

Die Autoren

Dr.-Ing. Brigitte Haist-Gulde ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit im TZW, Karlsruhe.

Ralf Schäfer ist technischer Mitarbeiter in der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit im TZW, Karlsruhe.

Dr. Frank Sacher ist Leiter der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit im TZW, Karlsruhe.

Kontakt:

Dr. Brigitte Haist-Gulde
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser
Abteilung Technologie und
Wirtschaftlichkeit
Karlsruher Str. 84, 76139 Karlsruhe
Tel.: 0721 9678-131
E-Mail: brigitte.haist-gulde@tzw.de
Internet: www.tzw.de

AFM 34/2:
Sicher abdichten nach der Elastomerleitlinie im Trinkwasserbereich

Elastomerleitlinie (vormals KTW) · W270 · WRAS
DIN-DVGW · VP 401 (HTB)

ERFÜLLT VICTOR REINZ ELASTOMERLEITLINIE ALLE ABMESSUNGEN INKL. HEISSWASSER

DANA VICTOR REINZ®
Sealing Products