

Die unsichtbaren Begleiter

Die Anforderungen an Trinkwasser und die zugeordnete Technik hinsichtlich Qualität und Hygiene nehmen zu. Das ist die Chance für den Installateur, sich als Spezialist und Wasser-Experte zu positionieren. Dieses Marktpotenzial kann er sich jedoch nur auf Basis einer entsprechenden Qualifizierung erschließen. Drei Fachbeiträge unseres Autors bieten die Basis hierfür. Der erste Teil beschäftigt sich mit den Wasserinhaltsstoffen und einschlägigen Normen.



Bild 1 Trinkwasser soll farblos, klar, kühl, geruchlos und geschmacklich einwandfrei sein und zum Genuss anregen

Die Anforderungen an Trinkwasser sind in den EU-Richtlinien sowie in der Trinkwasserverordnung festgelegt. Demnach soll Trinkwasser farblos, klar, kühl, geruchlos und geschmacklich einwandfrei sein und zum Genuss anregen (Bild 1). Es muss zudem frei von Krankheitserregern (keimarm) sein und darf keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften aufweisen. Dennoch: Es verbleiben Wasserinhaltsstoffe, die dem Hausbesitzer unter Umständen zu schaffen machen.

Gesetzlich vorgegebene Grenzwerte

Trinkwasser ist Wasser für den menschlichen Gebrauch – nicht allein zum Trinken per se, sondern auch zum Gebrauch in der Küche und im Sanitärbereich. Zudem müssen technische Anforderungen – möglichst geringe Aggressivität gegen Rohrleitungen, Vermeidung von Ablagerungen – gewährleistet sein.

Die Grenzwerte, die es erlauben, ein Wasser als Trinkwasser freizugeben, sind gesetzlich vorgegeben und am Gedanken der Gesundheitsvorsorge orientiert. In Deutschland wird die Beschaffenheit des Trinkwassers durch die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) geregelt. Die am 1. Januar 2003 in Kraft getretene novellierte Fassung stellt die Umsetzung der EG-Richtlinie (98/83/EG) in nationales Recht dar. Die Thematik der Wasserinhaltsstoffe ist immer unter den folgenden Aspekten zu sehen:

- Wasserinhaltsstoffe, die von der Quelle herkommen
- Wasserinhaltsstoffe, die von der Aufbereitung oder dem Transport des Wassers stammen
- Wasserinhaltsstoffe, deren Konzentration sich innerhalb der Hausinstallation geändert haben

Der Gesetzgeber hat im Rahmen der Trinkwasserverordnung die wichtigsten Grenzwerte für die Wasserinhaltsstoffe festgelegt (Bild 2). Diese (Grenz-)Werte sollen vorrangig eine gesundheitliche Schädigung des Wassernutzers ausschließen. Gleichzeitig enthält die Trinkwasserverordnung aber auch so genannte Indikatorparameter; dies sind Werte, bei deren Überschreitung keine gesundheitliche Schädigung auftritt, die aber einen

Parameter	Grenzwert mg/l
Kupfer	2
Nickel	0,02
Nitrit	0,5
Vinylchlorid	0,0005

Quelle: Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 - DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.

Bild 2 Chemische Parameter, deren Konzentration im Verteilungsnetz einschließlich der Hausinstallation ansteigen kann (Auszug)

Hinweis darauf geben, dass innerhalb der Trinkwasseraufbereitung bzw. -verteilung Unregelmäßigkeiten bzw. Defizite vorhanden sind. Die Wasserversorgungsunternehmen stellen sicher, dass die Vorgaben der TrinkwV eingehalten werden – jedenfalls bis zur Übergabe in die Hausinstallation; danach beginnt der Verantwortungsbereich des Installateurs bzw. des Hausbesitzers. Doch wird das Wasser im modernen Haushalt nicht nur getrunken, sondern auch im Boiler erwärmt und zu großen Teilen als Nutzwasser verbraucht – für Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen, in Kaffeemaschinen etc. Und für diese Geräte und für die Sanitärinstallationen muss das Wasser vielfach nachbehandelt werden. Ohne Nachbehandlung geht von dem Wasser keine gesundheitliche Gefährdung aus, aber der Mehraufwand für das Putzen einer Duschabtrennung, das Entkalken einer Kaffeemaschine, kann erheblich sein. Zudem können Fremdpartikel und Korrosion zu weiteren Problemen für die Haustechnik und damit für den Hausbesitzer beitragen.

Natürliches Wasser ist nicht rein

Wasser ist uns als fester, flüssiger und gasförmiger Stoff (Eis, Wasser, Wasserdampf) bestens bekannt. Chemisch reines Wasser (H₂O) besteht aus den zwei Elementen Sauerstoff und Wasserstoff. In der Natur gibt es jedoch gar kein chemisch reines Wasser: Regenwasser nimmt bereits aus der Atmosphäre verschiedene Stoffe auf, die die Eigenschaften des Wassers mehr oder weniger stark verändern. Eine besondere Bedeutung kommt hier dem aus der Atmosphäre aufgenommenen Kohlendioxid (CO₂) zu, da sich durch dessen Anreicherung

die Lösungsfähigkeit des Wassers erhöht: Beim Durchfließen der Bodenschichten reichert sich das Wasser dann mit immer größeren Mengen an Inhaltsstoffen an. Je nach Geologie findet man im Trinkwasser örtlich stark unterschiedliche Mengen an gelöstem Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Eisen, Mangan, Kupfer, Zink, Chloriden, Fluoriden, Sulfaten, aber auch Nitrate, Nitrite, Phosphate und Silikate. Diese Stoffe liegen als so genannte Ionen vor. Neben diesen anorganischen Inhaltsstoffen kommen noch die organischen Substanzen hinzu. Natürlichen Ursprungs sind insbesondere die Huminsäuren. Bei organischen Substanzen dominiert der molekulare Charakter, man spricht von Molekülen. Zunehmend findet man aber auch organische Stoffe im Wasser, die vom Menschen eingebracht wurden (anthropogenen Ursprungs). Die Größenverhältnisse der Wasserinhaltsstoffe, auf die im Weiteren näher eingegangen wird, zeigt Bild 3.

Nichtgelöste und gelöste Inhaltsstoffe im Wasser

Fremdpartikel: Die Ortsnetze unseres Wasserversorgungssystems sind teilweise alt und überlastet. Es werden Reparaturen und Neuanschlüsse vorgenommen. Dadurch gelangen Sand, Dichtungs- und Beschichtungsmaterialien in das Ortsnetz. Druckschwankungen und Erschütterungen lösen Schmutz- und Rostpartikel, die sich im Laufe der Jahrzehnte im Inneren des Ortsnetzes festgesetzt haben. So gelangen Fremdpartikel bis in die Hausinstallation, setzen sich fest, beschädigen Dichtungen und verstopfen Perlatoren (Bild 4) sowie Duschköpfe. Fremdpartikel sind in Neuinstallationen die Ursache für

Lochfraß-Korrosion. Dezidiert schreibt zum Beispiel die DIN 1988 Teil 7, 4.5.2 als anerkannte Regel der Technik vor: „Zur Vermeidung des Einspülens von Fremdstoffpartikeln aus dem Versorgungsnetz sind Filter nach DIN EN 13443-1 einzubauen.“ Diese Vorgabe gilt für alle Rohrleitungswerkstoffe.



Bild 4 Fremdpartikel in der Hausinstallation setzen sich fest, beschädigen Dichtungen und verstopfen Perlatoren

Bakterien: Wasser, das der öffentliche Wasserversorger zur Verfügung stellt bzw. das aus dem Wasserhahn fließt, ist nicht keimfrei (steril); vielmehr enthält es durchaus einige Bakterien, die aber wie beschrieben nicht gesundheitsschädlich (pathogen) sein dürfen. Bakterien als solche sind nicht zwangsläufig gesundheitsschädlich. So finden sich z. B. auf gewaschenem Kopfsalat mehrere 1000 Keime pro cm². Die Keimzahl der nichtpathogenen Bakterien im Wasser ist hierbei ein Indikatorparameter. Ist deren Zahl gering bzw. werden im Leitungsnetz an unterschiedlichen Probenahmestellen keine sprunghaften Änderungen von z. B. 50 auf 50000 analysiert, dann ist das System in Ordnung. Die Trinkwasserverordnung in der letzten Fassung trägt dem Rechnung indem sie lediglich vorschreibt, dass keine Auffälligkeiten in der Keimzahl gegeben sein sollen. In der Fassung von 1991 war noch der Maximalwert von 100 keimbildenden Einheiten pro Milliliter (KBE/ml) enthalten. Beide Bewertungen sind zulässig. Die Anforderung und Analyse auf pathogene Bakterien ist deutlich strenger; sie fordert, dass keinerlei pathogene Keime in 100ml enthalten sein dürfen.

Gelöste Inhaltsstoffe: Im Zusammenhang mit den gelösten Inhaltsstoffen stehen die beiden Hauptprobleme, mit denen der Planer und der Installateur konfrontiert werden: Steinbildung bzw. Verkalkung und Korrosion. Korrosions- und Steinbildungsrelevante Inhaltsstoffe sind zum größten Teil Ionen. Während bei der Thematik der Kalkausbildung die

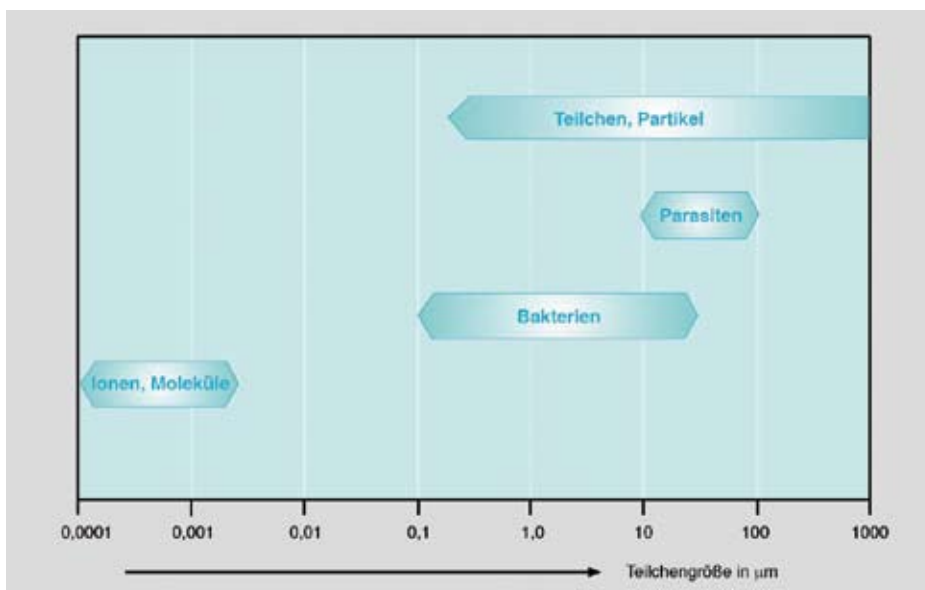


Bild 3 Größenverhältnisse von Wasserinhaltsstoffen

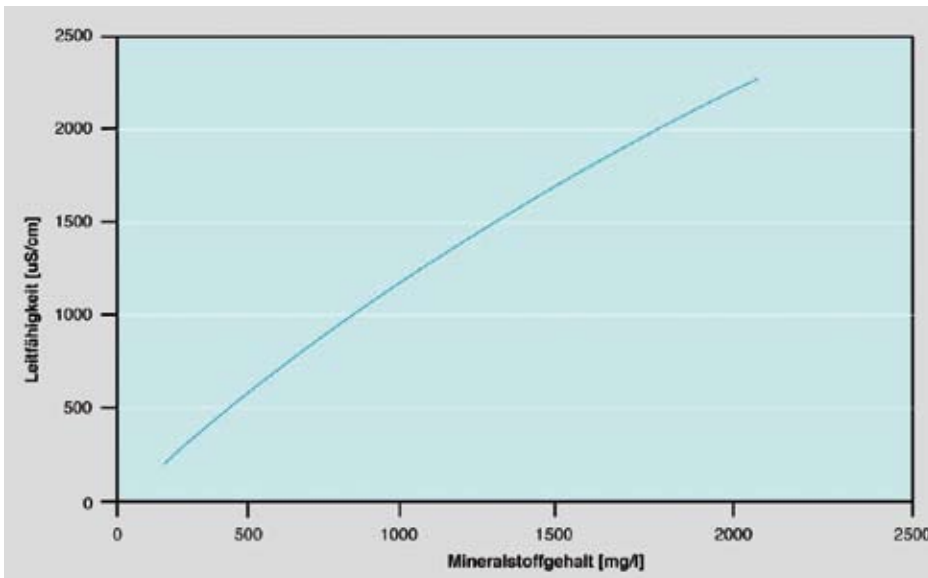


Bild 5 Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Gesamtgehalt an gelösten Stoffen

Kationen Magnesium, Calcium und Natrium im Vordergrund stehen, sind dies bei der Korrosion die Anionen Sulfat, Chlorid, Nitrat und Hydrogencarbonat. Dem Hydrogencarbonat kommt hierbei jedoch eine Zwitterrolle zu. Es spielt auch bei der Steinbildungsneigung eine Rolle. Ob in einem Wasser viele Ionen enthalten sind, ist sehr einfach an dessen Leitfähigkeit ersichtlich. Den Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Gesamtgehalt an gelösten Stoffen zeigt Bild 5.

Steinbildungsrelevante Inhaltsstoffe

Von Bedeutung ist primär die Wasserhärte. Die Neigung zur Steinbildung wird von der Konzentration an den Härtebildnern Calcium und Magnesium beeinflusst. Man unterscheidet Gesamt- und Karbonathärte. Umgangssprachlich wird auch vom Kalkgehalt eines Wassers gesprochen. Die Gesamthärte ist grundsätzlich größer oder gleich der Carbonathärte. Wenn Trinkwasser im Gebäude ankommt, befindet es sich in der Regel im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht. Die freie zugehörige Kohlensäure gewährleistet, dass die Carbonathärte in Lösung bleibt. In diesem Zustand findet weder eine Auflösung noch eine Ausfällung von Kalk statt. Zu Kalkablagerungen (Steinbildung, Abscheidung von CaCO_3) kann es immer dann kommen, wenn Wasser erwärmt wird, das Erdalkali- (Magnesium, Calcium) und Hydrogencarbonat-Ionen (HCO_3^-) enthält. Mit steigender Temperatur nimmt die Tendenz der Steinbildung zu. Entscheidend für das Ausmaß der Steinbildung sind die Wasserbeschaffenheit und die Betriebsbedingungen. Man unterscheidet vier

Härtebereiche: Eingeteilt in die Härteklassen I bis IV, erhalten 30 bis 40 % der deutschen Haushalte hartes bis sehr hartes Wasser:

Härtebereich I	bis 7°dH (weiches Wasser)
Härtebereich II	8 bis 14°dH (mittelhartes Wasser)
Härtebereich III	15 bis 21°dH (hartes Wasser)
Härtebereich IV	über 21°dH (sehr hartes Wasser)

Unter rein technischen Aspekten ist ab 16 bis 18°dH ein Kalkschutz empfehlenswert. Vielfach wird jedoch eine Enthärtung des Wassers auf Werte des Härtebereichs I als eine Steigerung der Lebensqualität empfunden. Begründet wird dies durch das „weichere Empfinden“ beim Duschen und die Minimierung des Putzaufwands. Eine Enthärtung auch im Härtebereich II und III wird daher oft positiv bewertet. Die im Entwurf vorliegende VDI 2035, Blatt 1, „Steinbildung in Trinkwassererwärmungs- und Warmwasser-Heizungsanlagen“, beschreibt, warum wir heute stärker als zuvor mit dem Thema Kalk zu tun haben:

- Ein zunehmendes Steinbildungsrisiko ist mit Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung bei gleichzeitiger Entwicklung der Heiztechnik zu kompakteren Wärmeübertragungsflächen zu verzeichnen
- es ist ein Trend zu Mehrkesselanlagen zu verzeichnen
- Verschärfung der Vorschriften zur Vermeidung des Legionellen-Infektionsrisikos in Richtung höherer Trinkwarmwassertemperaturen (erhöhter Kalkausfall).

Wichtig zu wissen für den Betreiber wie für den Installateur: Schäden durch Kalkablage-

rungen können auftreten, wenn Auslegung/Planung, konstruktive Gestaltung, Betriebsbedingungen und Wasserbeschaffenheit nicht aufeinander abgestimmt sind.

Auswirkungen der Steinbildung

Hartes Wasser kann die Ursache von vielen Problemen im Haushalt sein, nicht nur in sichtbarer Form als unangenehmer Rückstand auf der Glasdusche, der Sanitärkeramik, Armaturen, in Kochtöpfen, Wasserkocher usw. Besonders im Leitungsnetz kann der Kalk zu erheblichen Schäden führen. Neuere Untersuchungen fanden zudem erhöhte Legionellenkonzentrationen im Kalkschlamm von Warmwasserspeichern, die damit zum hygienischen Risiko werden. Mit zunehmender Steinbildung kommt es zur Behinderung der Wärmeübertragung und zu unerwünschten Temperaturerhöhungen an den Wärmeübertragerflächen. Dies hat je nach Anlagenart unterschiedliche Folgen (VDI 2035, Blatt 1). Generell kann die Steinbildung dazu führen, dass die gewünschte Austrittstemperatur und/oder der Auslegungsvolumenstrom nicht mehr erreicht werden.

Korrosionsrelevante Inhaltsstoffe

In wie weit ein Wasser korrosiv wirkt, wird maßgeblich durch den Gesamtsalzgehalt (die Leitfähigkeit), den pH-Wert und die Anionen (Chloride, Sulfate) und der Anwesenheit natürlicher Korrosions-Inhibitoren bestimmt (Hintergrund dazu: bestimmte anorganische und organische Verbindungen, die natürlich im Wasser vorkommen, z.B. Phosphate und Silikate, können Korrosionsreaktionen hemmen, indem sie zur Bildung schützender Schichten beitragen). Zinkgeriesel, rostfarbenes Wasser und Rostflecken an sanitären Anlagen sind das Alarmsignal für Korrosion im Hausleitungsnetz. Ergänzend sei hinzugefügt, dass nicht nur die Wasserzusammensetzung, sondern auch die Qualität des verwendeten Rohrmaterials und der Verarbeitung einen erheblichen Einfluss auf das Ausmaß von Korrosion haben. Zur Abschätzung, wie ein vorliegendes Wasser unter korrosionschemischen Gesichtspunkten zu beurteilen ist und wie hoch die Gefährdung durch die Wasserqualität ist, muss eine Wasseranalyse erfolgen. Die DIN 50930-6, „Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit“, führt dazu nicht weniger als 18 Parameter auf. Die meisten Analysewerte stellt das Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung. Teilweise ist jedoch eine Probenahme und Analyse vor Ort erforderlich, insbesondere für die Temperatur, den pH-Wert, den Sauerstoffgehalt und die Basekapazität bis pH8,2. Korrosionsbedingte Verände-

rungen der Wasserqualität basieren primär auf der Stagnationsdauer und dem Betriebsalter der Installation, so die DIN 50930-6. Neben diesen Einflussgrößen bestimmen alle Wasserparameter, die die gleichmäßige Flächenkorrosion begünstigen, das Ausmaß der Veränderung der Wasserbeschaffenheit. Die Bewertung der Korrosionswahrscheinlichkeit ist schwieriger, wenn die Zusammensetzung des Wassers sich mit der Zeit ändert. Daher sollte nicht nur die Zusammensetzung, sondern auch der Schwankungsbereich bekannt sein. Wenn unterschiedliche Wässer vorliegen, sollte der ungünstigste Fall angenommen werden. In der DIN EN 12502-1 (Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit) sind allgemeine Hinweise nachzulesen. Die Teile 2 bis 5 gehen dann speziell und ausführlich auf die Themen Kupfer- und Kupferlegierungen (Teil 2), schmelztauch-verzinkte Eisenwerkstoffe (Teil 3), nichtrostende Stähle (Teil 4) und Gusseisen (Teil 5) einschließlich aller Formen der Korrosion ein.

Sonstige Wasserinhaltsstoffe

Zu den sonstigen Wasserinhaltsstoffen, die für den Konsumenten offensichtlich sind, gehört das Chlor, das in Deutschland zwar immer seltener zum Einsatz kommt, das dann aber sehr störend ist. Eine Entchlorung kann mittels einer Aktivkohlefiltration an der Zapfstelle vorgenommen werden. Die Aktivkohlefiltration hat auch den Vorteil, dass sie sonstige störende Inhaltsstoffe sicher entfernt.

Praktiker-Tipp: Wasseranalyse

Um die Steinbildungstendenz zu quantifizieren, ist das Ergebnis der Wasseranalyse, beispielsweise beim Wasserversorgungsunternehmen (WVU), zu erfragen. Die Kenntnis des Härtebereichs gemäß Waschmittelgesetz ist nicht ausreichend. Zur exakten Beurteilung der Steinbildung werden die Werte für die Konzentration an Calcium sowie die Hydrogencarbonatkonzentration benötigt. Eine vereinfachte Beurteilung ist auch allein anhand des Parameters „Summe Erdalkalien“ bzw. „Gesamthärte“ möglich. Diese Vereinfachung ist insofern zulässig, da sie den maximal möglichen Wert zur Beurteilung heranzieht. Auch zur Beurteilung, wie ein vorliegendes Wasser unter korrosionschemischen Gesichtspunkten zu beurteilen ist, muss eine Wasseranalyse erfolgen. Hierbei ist jedoch teilweise die Bestimmung von Messwerten vor Ort erforderlich.

Neben dem für jedermann offensichtlichen Chlor, dessen Zugabemenge auch in der TVO geregelt ist, sind zwei Stoffklassen in die Diskussion geraten, deren Konzentrationen sich zumeist im Nano- (Milliardstel Gramm) oder Mikrogrammbereich (Millionstel Gramm) bewegen, die aber relativ schwer entfernbar sind und deren Auswirkung auf die Gesundheit des Menschen noch nicht ganz klar ist. Entsprechende Grenzwerte wurden bis dato auch noch nicht festgelegt. Es handelt sich einerseits um Arzneimittelwirkstoffe und andererseits um Parfümstoffe (Bild 6). Das Problem ist dort am gravierendsten, wo Uferfiltrat zu Trinkwasser aufbereitet wird. Dies sind insbesondere die Wasserversorgungen entlang des Rheins. Die Forschung hat sich dem Problem intensiv von der analytischen Seite, um derart geringe Konzentrationen nachweisen zu können, und auch von der aufbereitungstechnischen Seite her angenommen.

Wasseranalyse ist zwingend

Wie bereits erwähnt, stellen die Wasserversorger die Qualität des Wassers bis zum Eintritt in die Hausinstallation sicher. Dann beginnt der Verantwortungsbereich des Betreibers. Der Inhaber/Betreiber darf Wasser, das den Anforderungen der Trinkwasserverordnung nicht entspricht, ebenfalls nicht als Wasser für den menschlichen Gebrauch abgeben und anderen zur Verfügung stellen – so die Vorgabe der TrinkwV in §4. Gemäß Trinkwasserverordnung gehört die Hausinstallation zu den Wasserversorgungsanlagen. Die Hausinstallation ist „die Gesamtheit der Rohrleitungen, Armaturen und Geräte, die sich zwischen dem Punkt der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch und dem Punkt der Übergabe von Wasser aus einer Wasserversorgungsanlage an den Verbraucher befindet.“ Bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasser-Installationen sind besondere Anforderungen zu berücksichtigen, die vor allem in DIN 1988, aber auch zum Beispiel in den DVGW-Arbeitsblättern W 551, W 552 und W 553 wiedergegeben sind. Trinkwasseranlagen sind gemäß AVB-WasserV (Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser) nach DIN 1988 auszuführen. Zur Werkstoffauswahl gehört grundsätzlich und unabhängig vom verwendeten Rohrwerkstoff die Beurteilung der Wasserbeschaffenheit (DIN 1988-7). Dazu werden vom Versorgungsunternehmen kostenlos die dort ohnehin vorliegenden Wasseranalysedaten zur Verfügung gestellt. Die Einhaltung der obigen Installations-Standards gewährleistet, dass der Beitrag zu den Wasserinhaltsstoffen, der

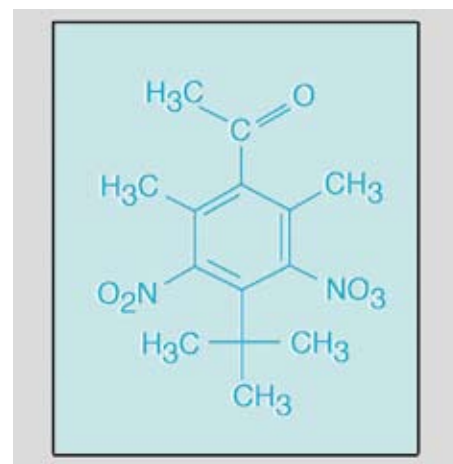


Bild 6 Duft- und Parfümstoffe im Trinkwasser sind schwer entfernbar und ihre Auswirkung auf die Gesundheit des Menschen ist noch nicht ganz klar

aus dem Installationssystem stammt, auf das technisch mögliche minimiert ist. Gleiches gilt für verwendete Bauteile und eingebaute Wasserbehandlungsgeräte. Nur Produkte mit entsprechenden Prüfzeichen (DVGW-Zulassung) gewährleisten, dass die Stoffabgabe an das Wasser (z. B. Cu-Abgabe aus einem Rotguss-Druckminderer) aus diesen Geräten auf das technisch machbare minimiert ist. Abgesehen natürlich von der z. Zt. gewünschten Änderung der Wasserqualität.

Der Gesetzgeber hat mit der Novellierung der Trinkwasserverordnung eindeutige Signale in Richtung einer beständigen, hohen Trinkwasserqualität gesetzt: Bei jedem Bad, jeder Heizung und jedem Eigenheim stellt sich damit nicht mehr die Frage, ob hinsichtlich der Wasserqualität Vorsorge zu treffen ist. Für den Fachmann gilt es vielmehr zu definieren, welche Maßnahmen nach dem „Stand der Technik“ erforderlich scheinen. Dafür sind die hier vorgestellten Analysen und Bewertungen rund um die Wasserinhaltsstoffe eine wesentliche Basis.

Die Wasserinhaltsstoffe und einschlägige Normen erläuterte der Autor im ersten Teil seines Beitrags. Verfahrenstechnische Lösungen sowie Sonderfälle der Trinkwasseraufbereitung werden in folgenden separaten Abschnitten besprochen.



Unser Autor Dr. **Ralph W. Bergmann** ist Entwicklungsleiter der BWT Wassertechnik GmbH, 69198 Schriesheim, Telefon (0 62 03) 73-2 28, Telefax (0 62 03) 73-2 91, www.bwt.de