

Wirksamer Kalkschutz ohne Chemie

Die Qualität des Verfahrens ist entscheidend

Ab 8,4°dH sind wasserwirtschaftliche Maßnahmen, um kalkhaltiges Leitungswasser zu stabilisieren, verpflichtend. Zur Minderung der Steinbildung in Trinkwasserinstallationen sind neben der Dosierung von Chemikalien und Wasserenthärtung mittels Ionenaustauschverfahren auch Kalkschutzgeräte auf Grundlage von Impfkristallbildung hierfür geeignet. Voraussetzung: Die Kalkschutzwirksamkeit muss nach Arbeitsblatt DVGW W510 bzw. DIN 3607-01 nachgewiesen sein.¹⁾ Geräte mit Impfkristallbildung (elektrophysikalisch oder über heterogene Katalyse) sind derzeit die einzigen chemiefreien DVGW-zertifizierten Produkte zur wirksamen Kalksteinminderung bei übersättigten Wässern. Die Auswahl an chemiefreien Kalkschutzgeräten im Fachgroßhandel steigt, daher sind grundlegenden Kenntnisse über wasserchemische Eigenschaften von kalkhaltigem Wasser essentiell. Der Beitrag zeigt im Weiteren verfahrenstechnische Vorteile chemiefreier Kalkschutzanlagen auf.

Kalk (CaCO_3) ist in gelöster Form im Trinkwasser vorhanden. Kalkprobleme für die Trinkwasserinstallation (TWI) entstehen durch die spezifische Löslichkeit von Kalk im Wasser. Während die Löslichkeit vieler Stoffe mit steigender Temperatur zunimmt, nimmt die Löslichkeit von Kalk mit steigender Temperatur ab. Das bedeutet, dass wärmeres Wasser Kalk leichter abscheidet als kälteres Wasser. Kohlensäure spielt eine weitere entscheidende Rolle bei der Lösung von Kalk. Kalk ist in kohlensäurefreiem Wasser bei 20 °C nur schwer löslich (ca. 14 mg/l). In mit Kohlendioxid gesättigtem Wasser können bei 20 °C jedoch ca. 47 mg Kalk pro Liter gelöst werden.

Als Trendindikator hilft das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht (KKG) bei der Vorhersage, ob Wasser Kalk löst, das Wasser im Gleichgewicht ist oder potenziell Kalk abscheidet. Auf Grundlage der Wasseranalyse wird mithilfe des Calcium- und Magnesiumgehalts, der Carbonat-Konzentration und des pH-Werts das Kalkabscheidepotenzial berechnet. Wasser besitzt die grundlegende physikalisch-chemische Eigenschaft, immer einen stabilen Zustand (im Sinne von im Gleichgewicht) anzustreben. Übersättigtes Wasser kann die überschüssige Menge an Kalk nicht in Lösung halten und scheidet diesen in Form von Kalkkristallen ab, um ins Gleichgewicht zu kommen.

Die meisten natürlichen harten Trinkwässer weisen eine moderate Übersättigung

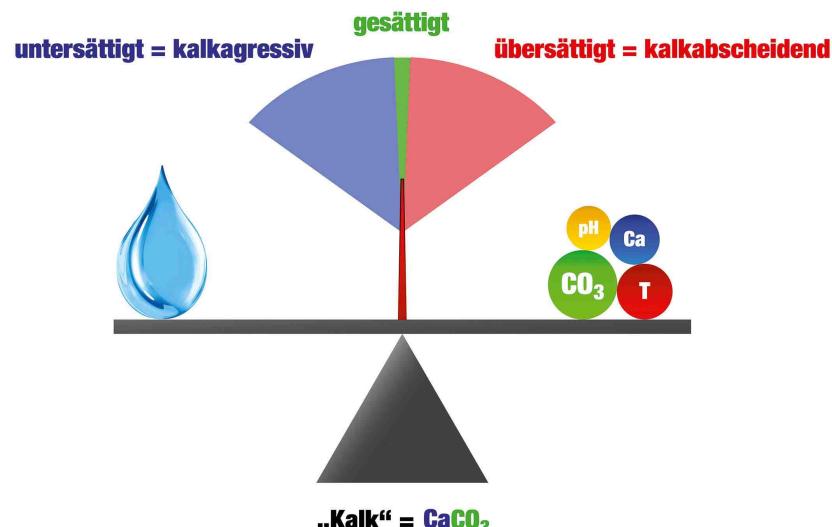


Bild 1: Als Orientierungsgröße ist das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht (KKG) unverzichtbar, um vorherzusagen, ob ein Risiko für Kalkausfall besteht. Für Annahmen hinsichtlich der Intensität von Kalksteinbildung bedarf es weiterer wasserchemischer Modellrechnungen. In einem stark vereinfachten Modell wird deutlich: Kippt die Waage nach rechts (Übersättigung), kann das Wasser die Menge an Kalk nicht mehr in Lösung halten und scheidet diesen ab. Ist die Waage im Gleichgewicht, ist das Wasser gesättigt und löst keinen Kalk auf, scheidet aber auch keinen Kalk ab. Kippt die Waage nach links (Untersättigung), ist das Wasser kalkaggressiv und löst Kalk auf, solange bis der Calcium- und Carbonationengehalt sowie der pH-Wert und die Temperatur im Gleichgewicht sind.

Bild: Watercryst

auf. Nur wenn das harte Wasser ausreichend lange in Kontakt mit geeigneten heterogenen Oberflächen wie z. B. Rohrwänden und/oder Wärmetauscherflächen kommt, ist Kalkausfall zu erwarten. Die Temperaturerhöhung des Trinkwassers fördert jedoch das Ausgasen von CO_2 aus dem Trinkwasser, was zu steigender Übersättigung führt und infolgedessen die Kristallisation und Ablagerung von Kalk beschleunigt. Die Wissenschaft bezeichnet

diesen natürlichen Prozess als heterogene Kristallkeimbildung. Exakt diese Gesetzmäßigkeit machen sich chemiefreie Kalkschutzverfahren zunutze, indem durch den Einsatz eines Katalysators ein verkürzter und für die gezielte Kalkkristallbildung optimierter Reaktionsprozess initiiert wird. Aufgrund ihrer Oberflächen-eigenschaft sind die gebildeten Kalkkristalle die bevorzugten Kontaktpunkte für überschüssige Calcium- und Carbonatio-

1)

Neu: DIN 3607-01 (Produktanforderung an Kalkschutzgeräte, Kalkschutzwirksamkeit wird nach 3607-02 geprüft).

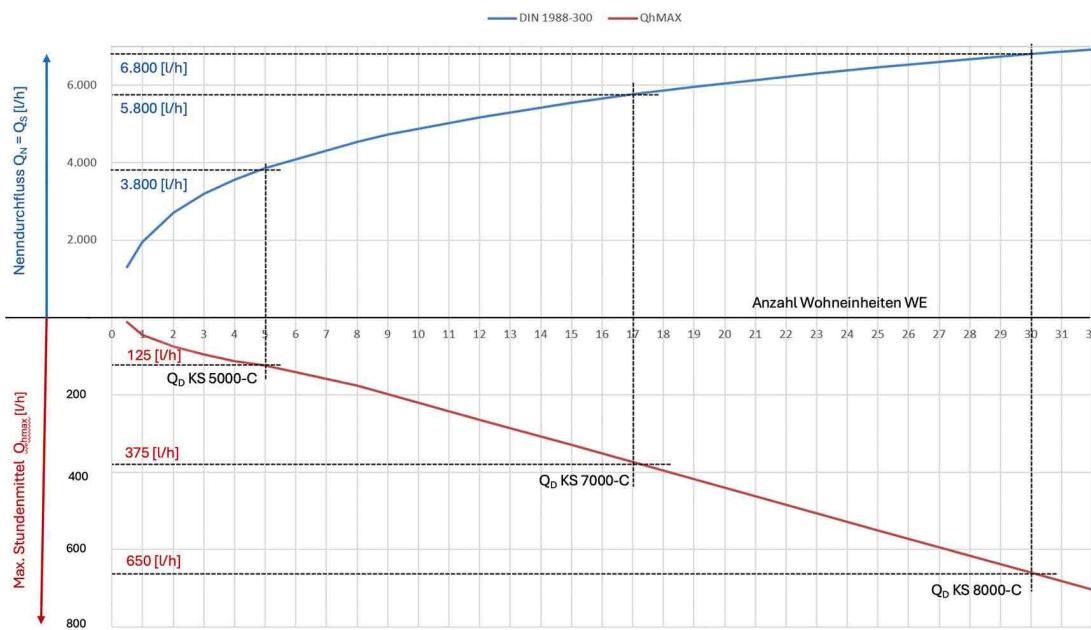


Bild 2: Blaue Linie: Spitzendurchfluss berechnet nach DIN 1988-300 in Abhängigkeit der Anzahl der Wohneinheiten WE mit einer mittleren Ausstattung (je 1 Mischbatterie für Dusche und Badewanne, Küchenspüle, 2 Mischbatterien für Badzimmer, 1 WC-Spülkasten, 1 Geschirrspüler, 1 Waschmaschine). Rote Linie: Maximales Stundenmittel Qhmax, berechnet aus dem Tagesverbrauch mit Gleichzeitigkeitsfaktor nach Feurich in Abhängigkeit der Wohneinheiten (WE) gerechnet mit einer mittleren Belegung von 2,2 Personen pro WE und einem Wasserverbrauch von 100 l pro Person pro Tag. Bild: Watercryst



Bild 3: Kalkschutzgeräte werden nur dann als wirksam bewertet, wenn sie während der Prüfung die Kalkablagerungen in den Elektroboilern bei 80°C um mindestens 80% gegenüber den Referenzstrecken ohne Kalkschutz reduzieren.

Bild: Chris Reichl

nen. Die Kalkkristalle (in der DIN 1988-200 als Impfkristalle bezeichnet) binden diese kontinuierlich an sich - wegen der wasserchemischen Gesetzmäßigkeiten schneller und effizienter als andere in der TWI zur Verfügung stehende Oberflächen. Hierdurch werden Kalksteinbildungsprozesse an weiteren Kontaktstellen und Oberflächen der TWI wirksam unterbunden.

TECHNISCHE GRENZEN IM VERFAHRENSVERGLEICH

Gut zu wissen: Das KKG liefert einen

wichtigen Trendindikator zur Risikoanalyse für die von einem harten Wasser potentiell, also maximal abscheidbare Menge an Kalk (in Form von CaCO_3). Wieviel von diesem Potenzial tatsächlich in einem bestimmten Zeitraum ausfällt und sich in der TWI ablagert, hängt neben den direkten Einflussgrößen auf das KKG (Temperatur, pH-Wert, Gehalt an Calcium- und Carbonationen) von weiteren variablen Betriebsbedingungen (Rohrmaterialien, Strömungsgeschwindigkeiten, Druckschwankungen, Stagnation, Entnahmespitzen usw.) ab.

Da sich deshalb die Intensität des Kalkausfalls allein aufgrund der Wasserhärte nicht exakt vorhersagen lässt, bieten chemiefreie Kalkschutzverfahren auf Grundlage der Impfkristallbildung einen wesentlichen Vorteil gegenüber Enthärtungsanlagen. DVGW-zertifizierte Kalkschutzgeräte erzeugen Impfkristalle in Abhängigkeit von der Wasserhärte und passen ihre Leistung aufgrund thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten automatisch an. Die über das Leitungssystem mit der Wasserentnahme verteilten Impfkristalle besitzen zudem eine Depotwirkung und können sofort auf Veränderungen der Betriebszustände reagieren.

Enthärtungsanlagen dagegen reduzieren die Wasserhärte in der Regel auf einen fest eingestellten Restgehalt zwischen 5 und 8 °dH. Außerdem muss der Natrium-Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) von 200 mg/l beachtet werden. Durch die Enthärtung steigt der Natriumgehalt des Wassers pro Grad deutscher Härte (°dH) um 8,2 mg/l. Bei natriumfreiem Trinkwasser kann die Wasserhärte daher maximal um 24 °dH gesenkt werden. Das bedeutet, dass bei einem harten Wasser von 40 °dH, wie es beispielsweise im Raum Würzburg häufig vorkommt, eine Resthärte von mehr als 16 °dH eingestellt werden muss, um den Na-Grenzwert unter 200 mg/l zu halten.

Für die Praxis ergeben sich daraus konkrete Vorteile für chemiefreie Kalkschutzverfahren: Der Verfahrenserfolg ist auch dann gewährleistet, selbst wenn sich der

Grad der Übersättigung ändert. Schädliche Folgewirkungen einer hohen Calcium- und Carbonationen-Konzentration (Carbonathärte) werden wirksam verhindert, ohne dass hierfür Dosiermittel oder Aufbereitungsstoffe erforderlich sind. Für einen zuverlässigen Kalkschutz muss also grundsätzlich einzig gewährleistet sein, dass jederzeit eine ausreichend große Menge an Impfkristallen in der TWI zur Verfügung steht.

KALKSCHUTZ MIT IN-SITU GEBILDETN IMPFKRISTALLEN (HETEROGENE KRISTALLISATION)

Verfahrenstechnisch lässt sich der Prozess der Kalkkristallbildung in den jeweiligen Wasserbehandlungseinheiten der am Markt verfügbaren Kalkschutzgeräte wie folgt beschreiben: Über heterogene (z. B. Biocat von Watercryst) oder elektro-physikalische (z. B. permasolvent primus von perma-trade, AQA total Energy von BWT, ibalance und Biostat von Judo) Keimbildung entwickelte Kristallisationskerne aus CaCO_3 gelangen in den zu behandelnden Wasserstrom, wachsen im kalkabschei-

denden Wasser weiter, und binden durch ihr Wachstum überschüssige Calcium- und Carbonationen an sich. Das Wachstum dieser Kristallisationskerne erfolgt in Konkurrenz zu Wachstumsprozessen an der Wand - letztere Verkalkungsprozesse werden dadurch effektiv minimiert. Die geeignete heterogene Oberfläche (Katalysator) kann den Kristallisationsprozess auch bei geringer Übersättigung stark beschleunigen. Die Kalkkristalle werden mit jeder Wasserentnahme in der gesamten TWI verteilt und dienen dort als bevorzugte Kontaktpunkte für Calcium- und Carbonationen. Der pH-Wert, die Leitfähigkeit und der Härtegrad des Wassers bleiben dabei unverändert.

DER SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG: DIE KRISTALLKEIMDICHTE

Grundsätzlich gilt, je höher die Kristallkeimdichte im Wasser, desto besser ist der Verfahrenserfolg. Bei der Systemtechnologie des Herstellers Watercryst (heterogene Katalyse) ist die Zahl der gebildeten Kristallkeime direkt proportional zur Kontaktzeit des Granulates mit dem Wasser und

der Katalysator-Granulatmenge. Je länger die Kontaktzeit und je größer das Volumen des Katalysator-Granulates, desto größer ist die Zahl der Kristallkeime, die gebildet und an das Wasser abgegeben werden. In Untersuchungsreihen am werkseigenen Prüfstand nach DVGW Arbeitsblatt W512 von Watercryst wurden für Biocat Kalkschutzgeräte im Dauerdurchflussbetrieb die notwendige Granulatmenge in Abhängigkeit des Dauerdurchflusses (QD) ermittelt, die eine Kalkschutzwirksamkeit von mindestens 80 % sicherstellt. Daraus ergibt sich die minimale Kontaktzeit (t_{Dmin}), die sicherstellt, dass in den Prüfboilern der Kalkeintrag um mindestens 80 % reduziert wird.

EXKURS: DVGW ZERTIFIZIERUNGSPROZESS

Kalkschutzgeräte werden als wirksam bewertet, wenn sie während der Prüfung die Kalkablagerungen in den Elektroboilern bei 80°C um mindestens 80 % gegenüber den Referenzstrecken ohne Kalkschutz reduzieren. Das heißt, die DVGW CERT

ACO ShowerDrain Duschrinnen

Badentwässerung aus Edelstahl

ACO optimiert die Duschrinnen ShowerDrain E+ und M+

- Höchste Materialqualität dank Edelstahl
- Integrierte Sekundärenwässerung und Dichtmanschette
- Optional drehbarer Ablaufkörper für variable Einbaubedingungen
- Edelstahl-Designroste in moderner Optik



Mehr Informationen
finden Sie online



Bild 4: Kalkschutz unter härtesten Bedingungen: Installateur Sebastian Krüger (3.v.r.) hat vor zehn Jahren den Einbau der chemiefreien Kalkschutzanzlage empfohlen, nachdem über Jahre hinweg 38 °dH immer wieder Schäden in der TWI verursacht hatten. Seit der Inbetriebnahme der BIOCAT KS 14000 sind Kalkschäden für Torsten Beck (1.v.l.) von der Städtischen Wohnungsbaugesellschaft Mühlhausen (SWG) in Thüringen kein Thema mehr. Bild: Watercryst

GmbH stellt ein Baumusterzertifikat nur dann aus, wenn eine Kalkschutzwirksamkeit von mindestens 80 % durch eine akkreditierte Prüfstelle (z.B. TZW, Prüfstelle Wasser, Karlsruhe) in einem normierten Prüfverfahren nach DVGW-Arbeitsblatt W 510 bzw. DIN 3607-01 mit denen für das Gerät zu erwartenden Wasserdurchflüssen nachgewiesen wurde.

Wichtig: Der Zertifizierungsprozess für das DVGW-Baumusterprüfzertifikat nach Arbeitsblatt W 510 und W 512 bzw. DIN 3607-01 ist nach wie vor der aussagekräftigste Leistungsnachweis für normgerechte Kalkschutzgeräte. Ein DVGW Baumusterprüfzertifikat weist also nicht ausschließlich die gesetzlich geforderte trinkwasserhygienische Eignung der Materialien und Bauteile in Kontakt mit Trinkwasser nach UBA Bewertungsgrundlagen nach TrinkwV § 13-15, in Österreich analog mit ÖNormen geregelt (ON 5014 Teil 1-3), sondern gewährleistet insbesondere die geprüfte Kalkschutz-Wirksamkeit sowie die hydraulische und technische Sicherheit für einen normgerechten Betrieb.

KALKSCHUTZWIRKUNG: OPTIMAL ANGEPASST FÜR JEDES OBJEKT

In der SHK-Praxis, besonders in den Be-

reichen Wohnbau, Hotels, Sportstätten oder Krankenhäuser, ist der Dauerdurchfluss jedoch kein geeignetes Auslegungskriterium. Diese Objekte sind durch einen teilweise stark schwankenden Wasserverbrauch mit längeren Stagnationen (Entnahmepausen) gekennzeichnet. Daher würde eine Auslegung über Q_D zu sehr großen Anlagen führen, wenn Q_D nach DIN 1988-300 gleich dem maximal zu erwartenden hydraulischen Spitzendurchfluss (Q_s) gesetzt würde. Aus diesem Grund greifen auch das DVGW Arbeitsblatt W 510 und analog die DIN 3607-1 auf intermittierende Entnahmeprofile mit entsprechenden Stagnationszeiten zwischen den Entnahmen als empirische Prüfungsgrundlage zurück.

In der Auslegungspraxis hat es sich bewährt, die gemittelte Durchflusseleistung über einen längeren Zeitraum als Berechnungsgrundlage zu nutzen, welche typisch für das jeweilige Objekt ist. Für den Wohnbau bietet sich das maximale Stundenmittel $Q_{h_{max}}$ aus dem Tagesentnahmeprofil an. In zahlreichen Untersuchungen aus der Ingenieurspraxis konnte für Wohngebäude gezeigt werden, dass das maximale Stundenmittel typischerweise bei ca. 10 % des Tagesbedarfs liegt. Bei Ho-



Bild 5: DVGW zertifizierte BIOCAT Kalkschutzanzlage KS 7000-C. Bild: Watercryst

tels erhöht sich das Stundenmittel je nach Nutzungsart (Stadthotel, Touristenhotel, Messehotel) auf 15 bis 40 % des Tagesbedarfs. In der Watercryst Systemtechnologie sichert dieser empirische Wert die praxisnahe Anlagendimensionierung ergänzend ab, indem definiert wird, dass Q_D immer größer als $Q_{h_{max}}$ sein muss.

FAZIT

Der Großhandel bietet moderne Kalkschutzgeräte an, die ohne chemische Betriebsstoffe hohen Kalkschutz bieten und über eine nachgewiesene Wirksamkeit nach DVGW W 510 bzw. DIN 3607-01 verfügen. Chemiefreier Kalkschutz zeichnet sich durch ein hohes Maß an Flexibilität in Bezug auf die Wasserhärte, den Grad der Übersättigung und des Wasserverbrauchs aus. Zudem leisten chemiefreie Verfahren einen wichtigen Beitrag zur Trinkwasserhygiene in Hartwassergebieten. Für die Praxis steht mit dem DVGW-Zertifizierungsprozess ein normiertes Prüfverfahren zur Verfügung, der eine verlässliche Orientierungshilfe für normgerechte, sichere und trinkwasserkonforme Kalkschutzlösungen bietet.

Autor: Dr. Klaus Leiter, Abteilungsleiter Strategie-Entwicklung bei Watercryst Wassertechnik

www.watercryst.com