



Kalkbehandlung in der Küche – Die Qual der Wahl!

Kalkbehandlung in der Küche –

Die Qual der Wahl!

- 01 – Einleitung
- 02 – Was führt zur Bildung von Kalkablagerungen?
- 03 – Wie arbeiten und wirken Kalkfilter?
- 03 – Was sind Ionenaustauscherharze?
- 03 – Wie entstehen Kalk-Ionen?
- 05 – Warum nennt man die Technik Ionenaustausch und nicht Ionenbindung?
- 06 – Wozu benötigt man die Austauscher-Ionen?
- 06 – Wie regeneriert man einen Ionenaustauscher?
- 07 – Gibt es eine Alternative zum Regenerieren der Harze?
- 08 – Was sind die verschiedenen Verfahren der Kalkbehandlung im Haushalt
- 08 – Welches Verfahren entfernt den Kalk besser?
- 09 – Welches Harz ist für meinen DUO-Kalk das Richtige?
- 09 – Wie wird mein Wasser durch die Austauscher-Ionen verändert?
- 11 – Welche Auswirkungen kann ein niedriger pH-Wert haben?
- 12 – Spezielle Empfehlung für Teetrinker

Einleitung

Wie gelangt der Kalk überhaupt in unser Wasser?

Die im globalen Wasserkreislauf enthaltenen Wassermengen befinden sich in einem ständigen Austausch mit den Stoffen ihrer Umgebung. Sobald das Wasser auf Grund der Sonneneinstrahlung von der Meeresoberfläche (auch in Seen, Flüssen etc.) her verdunstet, kommt es mit der umgebenden Luft in Kontakt, wobei sich die in der Atmosphäre befindlichen Gase in dem aufsteigenden Wasserdampf lösen. Dazu gehört der für uns Menschen lebensnotwendige Sauerstoff sowie auch Kohlendioxid, welches wir ausatmen. Aber auch Schadgase – wie beispielsweise das Schwefeldioxid aus industriellen Anlagen bzw. aus allen nur erdenklichen Verbrennungsprozessen – lösen sich im Wasser, was zu einer pH-Wert-Absenkung, sprich zu einer Versauerung, des Wassers führt. Gerade das Schwefeldioxid hat in der Vergangenheit die Problematik des sog. sauren Regens verursacht und zu großen Waldschäden geführt.

Den nächsten Kontakt hat das Wasser dann während der Bodenpassage. Das versickernde, leicht saure Regenwasser (pH 5,7) löst auf seinem Weg von der Oberfläche bis ins Grundwasser Mineralien aus dem Boden und transportiert sie in gelöster Form über die Wasserwerke hinweg bis in unsere Haushalte.

Der Kalk, der ja hauptsächlich aus Calcium-, Eisen(II) und Magnesium (auch Barium und Strontium) besteht, löst sich im Wasser in die entsprechenden Ionen. Je größer die Mengen an Kalkgestein im Boden sind, desto härter wird das Trinkwasser. Grundwasser in kalksteinreichen Gegenden kann Calcium-Ionen und Hydrogencarbonat-Ionen (bicarbonat-Ionen HCO_3^-) in erheblichen Mengen enthalten. Zur Enthärtung genügt einfaches Kochen, das das überschüssige Kohlendioxid entgasen lässt und Calciumcarbonat CaCO_3 als festen Stoff zur Abscheidung bringt, der so dann gefiltert wird. Die Festigkeit von Calciumcarbonat wird sofort deutlich, wenn man bedenkt, dass Marmor eine mikrokristalline Form von Calciumcarbonat ist. Außerdem ist es Hauptbestandteil von Perlen, Korallen, den meisten Muscheln und Portlandzement.

Unser Trinkwasser wird im Wasserwerk so aufbereitet, dass trotz hoher Kalkgehalte keine nennenswerten Ablagerungen in Trinkwasserverteilungssystemen mit einer glatten inneren Oberfläche entstehen können. Ändert sich jedoch die Temperatur des Trinkwassers, beispielsweise beim Kochen oder der Warmwasserbereitung in der Heizung, so ändern sich auch die kalkauflösenden Eigenschaften des Wassers.



Abbildung A:
Aktives Leben mit gesundem
Wasser durch Filterung

Je höher die Temperatur, desto weniger Kalk kann in Lösung gehalten werden. Jeder Temperaturanstieg über 60°C führt dann schließlich mitunter zu hartnäckigen Kalkablagerungen. Statt dem Abkochen verwendet man in industriellen Prozessen zur Kalkausfällung den Zusatz von gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid) oder Soda (Natriumcarbonat), falls Chlorid- oder Sulfat-Ionen im Wasser sind. In privaten Haushalten sind die erprobten Entkalkungsverfahren der Industrie nicht anwendbar. Die Ausfällung mittels Erhitzen oder durch chemische Zusätze wird durch die Verfahren der klassischen Enthärtung und Entkarbonisierung ersetzt.



Abbildung B: Kannenfilter

„Welcher Filter kann den lästigen Kalk wirklich entfernen? Sind Mehrwegfilter sinnvoller als Einwegfilter? Wird mein Trinkwasser durch den Filter eventuell nachteilig beeinflusst?“

Wasserfachleute können die Fragen ihrer interessierten Kunden beantworten. Dank ihrer guten Kenntnisse über die wasserchemischen Zusammenhänge und ihrer Erfahrung wissen sie, welche Geräte den besonderen Anforderungen Stand halten. Wer sich hier ausschließlich am preisgünstigsten Angebot orientiert, wird Schiffbruch erleiden. Von den seit Jahrzehnten bewährten Verfahren Ionenaustausch, Membran- oder Dosiertechnik, kann in der Küche sinnvollerweise nur ein Verfahren der Kalkbehandlung zur Anwendung kommen – das Ionenaustauscherverfahren. Für die Kalkbehandlung stehen zwei recht unterschiedliche Ionenaustauscherverfahren zur Verfügung.

Die **klassische Enthärtung**, mit einer Enthärtungsanlage, umgangssprachlich auch Salzanlage genannt, und das Verfahren der **Entkarbonisierung**. Letzteres ist eher unbekannt, aber in unseren Küchen doch um ein Vielfaches häufiger anzutreffen. Beispielsweise in Kannen- und Tischfiltern. Ein weiteres großes Anwendungsgebiet für Entkarbonisierung sind die Aquaristik und professionelle Kaffeemotoren.

Was führt zur Bildung von Kalkablagerungen?

Unser Trinkwasser enthält stets eine gewisse Menge Kalk sowie natürliche Kohlensäure. Die Kohlensäure löst den, an sich festen Kalk (stein) auf und bindet ihn chemisch an sich. Der Kalk ist so im Wasser zwar noch vorhanden, aber nicht mehr sichtbar. Erhitzt man das Wasser z.B. beim Kochen, zerfällt die Kohlensäure-Kalk-Verbindung und der Kalk wird wieder freigesetzt. Im zweiten Schritt bilden die Kalkmoleküle zunächst kleine Mikrokristalle, die dann nach und nach zu großen, störenden und deutlich sichtbaren Kalkablagerungen in unseren Geräten heranwachsen.

Wie arbeiten und wirken Kalkfilter?

Beispiel Carbonit DUO-Kalk.

Kalkfilter sind keine Filter im eigentlichen Sinne. Die im Wasser enthaltenen unsichtbaren Kalkmoleküle, die in Ionenform vorliegen, und mikroskopisch klein sind, können beim Ionenaustauscherverfahren nicht durch Filtration wie bei einem Sieb auf Grund ihrer Größe zurückgehalten werden. Teilchen in Molekülgröße werden durch chemische Bindungskräfte vom Filtermaterial festgehalten, ähnlich wie bei ein Magnet Eisenspäne zurück hält. Das Filtermaterial nennt man Ionenaustauscherharz. Es wird bei dem Gerät DUO-Kalk zunächst in eine Kartusche gefüllt, die dann wiederum vor dem Aktivkohlefilter im DUO-Gerät platziert wird. Sobald das Wasser die Kartusche mit dem Ionenaustauscherharz durchströmt, werden die Kalkmoleküle (Ionen) vom Ionenaustauscherharz fest gehalten. Je langsamer das Wasser durch die Kartusche fließt, umso effektiver ist die Entkalkung, also die Entfernung der Kalk-Ionen.



Abbildung C: DUO-Kalk mit NFP-Premium

Was sind Ionenaustauscherharze?

Ionenaustauscherharze sind einfache, kleine Kunststoffkugeln mit einem Durchmesser von ca. 1 mm, die bei ihrer Herstellung eine, ihrem späteren Einsatzzweck (z.B. Entkalkung) entsprechende, unsichtbare Grundladung erhalten. Für die Kalkentfernung bedeutet dies konkret, dass die Ionenaustauscherharze grundsätzlich **negativ geladen** sein müssen, um positiv geladene Kalk-Ionen anziehen und binden zu können. Wäre dies nicht so, könnte das Verfahren nicht funktionieren, denn gleiche Ladungen stoßen sich bekanntlich voneinander ab.



Abbildung D: Ionenaustauscherharze

Wie entstehen Kalk-Ionen?

Die feste Struktur des Kalksteins, die aus unzähligen miteinander verbundenen Kalkmolekülen besteht, kann man durchaus mit einem dreidimensionalen Gittergerüst vergleichen. Diese Struktur wird durch das eindringende Wasser aufgelöst, wie ein Stück Würfelzucker in einer Tasse heißem Tee. In dem Moment, indem das Wasser einzelne Kalkmoleküle aus der Gitterstruktur herauslöst, erhalten die Kalkmoleküle eine elektrische Ladung und werden so zu Ionen. Um es anschaulicher zu machen, darf man sich die Ladungen der Ionen auch gerne als kleine Ärmchen vorstellen, mit deren Hilfe sich die Ionen festhalten. Je höher die Ladung des Ions ist, umso besser, also stärker kann es binden bzw. festhalten.

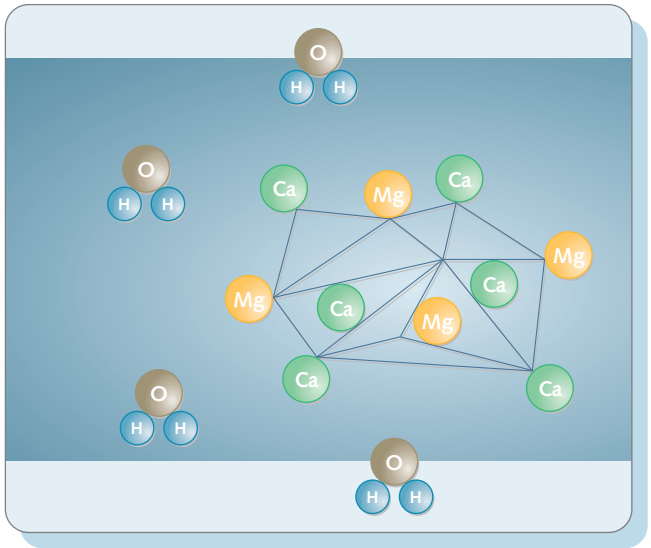


Abbildung E: Stabiles Kalkgitter vor dem Eindringen der Wassermoleküle.

Grundsätzlich kann die Ladung der gebildeten Ionen entweder positiv oder negativ sowie unterschiedlich stark sein (Anzahl der Ärmchen). Dies ist abhängig von der Art des Ausgangsstoffes.

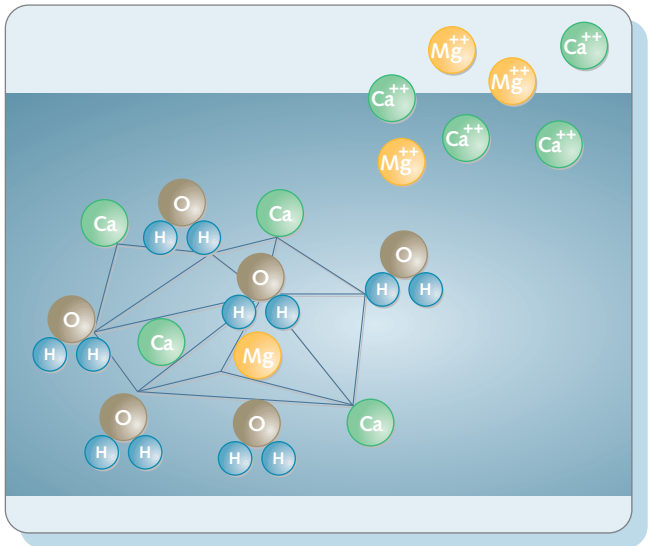


Abbildung F: Wassermoleküle dringen in das Kalk-Gitter ein; Kalkmoleküle werden herausgelöst, die frei im Wasser schwimmend, zu Ionen werden.

Kalk ist ein Stoffgemisch, das im Wesentlichen aus den Einzelstoffen Magnesium und Calcium besteht, wobei der Calciumanteil meist überwiegt. Nach dem og. Prinzip bilden sich aus unserem Kalk demnach Calcium-Ionen und Magnesium-Ionen mit einer jeweils positiven Ladung. Um genau zu sein, ist diese Ladung zweifach positiv (zwei Ärmchen). In der Wissenschaft stellt man die beiden Ionen-Arten mit den Symbolen Mg^{2+} (zweifach positiv-geladenes-Magnesium-Ion) und Ca^{2+} (zweifach positiv-geladenes-Calcium-Ion) dar.

Warum nennt man die Technik Ionenaustausch und nicht Ionenbindung?

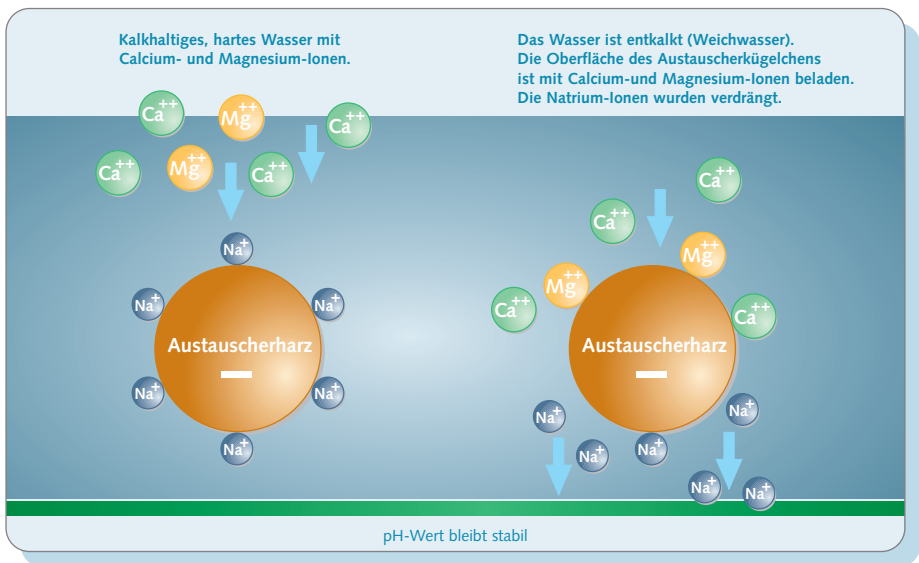


Abbildung G:
Klassische Enthärtung von Wasser

Die Kalk-Ionen werden von den Ionenaustauscherharzen nicht einfach nur festgehalten, sondern im Laufe des „Filterprozesses“ gegen andere Ionen ausgetauscht. Dazu müssen die Ionenaustauscherharze vor der ersten Anwendung zunächst mit entsprechenden Austauscher-Ionen **beladen** werden. Wenn man positiv geladene Ionen aus Wasser entfernen will, müssen die Austauscher-Ionen ebenfalls eine positive Ladung aufweisen und negative Ionen eine entsprechend negative Ladung. Zum Regenerieren kommen nur Stoffe in Frage, die zum einen preisgünstig sind und zum anderen eine möglichst kleine Ladung aufweisen. Ideal ist Natriumchlorid,

also herkömmliches Kochsalz, das in Wasser aufgelöst wird. Kochsalz ist sehr preisgünstig und die Natrium-Ionen (Na^+) weisen lediglich eine schwache, einfache positive Ladung auf (ein Ärmchen). Bedingt durch die einfache Ladung können sie sich nur locker an die Oberfläche der Harzkügelchen **binden**. Sobald nach der Regenerierung zweifach positiv geladene Calcium- oder Magnesium-Ionen in die Nähe der negativ geladenen Harzkügelchen gelangen, werden sie von diesen aufgrund der entgegengesetzten Ladungen angezogen. An der Oberfläche der Harzkügelchen angekommen, verdrängen die zweiwertigen Calcium- und Magnesium-Ionen die einwertigen Natrium-Ionen, da sie dank ihrer **doppelt so hohen Ladung** stärkere Bindungskräfte zu den Harzkügelchen aufbauen können. Bildlich gesprochen, halten sich die Calcium- und Magnesium-Ionen bereits mit einem Ärmchen an den Ionenaustauscherharzen fest, während sie die einarmigen Natriumionen mit ihrem zweiten Ärmchen von den Ionenaustauscherharzen herunterziehen.

Wozu benötigt man die Austauscher-Ionen?

Lässt man die Austauscher-Ionen weg und belädt die Harze nur einfach mit den zu entfernenden Kalk-Ionen, ohne dem Wasser wieder eine äquivalente Menge an Austauscher-Ionen zuzuführen, hat man den Effekt einer reinen Entsalzung. Dies ist vergleichbar mit der Herstellung von destilliertem Wasser für Bügeleisen und Batterien etc. Unter bestimmte Umständen kann salzarmes oder – freies Wasser negative Auswirkungen haben. Zudem können beladene Ionenaustauscherharze dank der Austauscher-Ionen wieder regeneriert und somit mehrfach verwendet werden.

Wie regeneriert man einen Ionenaustauscher?

Beim Regenerationsvorgang werden die aus dem Wasser entfernten Calcium- und Magnesium-Ionen wieder von den Kügelchen heruntergespült und die Harze erneut mit frischen Natrium-Ionen versehen. Obwohl die Natrium-Ionen ja zuvor selbst von den Ionenaustauschern verdrängt wurden, ist dies kein Widerspruch. Trotz ihrer geringeren Ladung ist es den Natrium-Ionen möglich, die Calcium- und Magnesium-Ionen von den Ionenaustauschern zu verdrängen. Dazu setzt man Natrium-Ionen im Überschuss ein, z.B. in einer gesättigten Salzsole (ähnlich dem Meerwasser). Darin kommen auf jedes Calcium- oder Magnesium-Ion mehrere Natrium-Ionen. Ebenfalls bildlich gesprochen, greifen sich beim Regenerationsvorgang zwei einarmige Natrium-Ionen jeweils ein Ärmchen eines Magnesi-

um- oder Calcium-Ionen und ziehen es vom Ionenaustauscherharz herunter. Ein weiteres Natrium-Ion kann sich dann ungehindert an den frei gewordenen Platz „setzen“. Das hört sich kompliziert an, kann jedoch beim Carbonit DUO-Kalk leicht mit warmem Wasser und Spülmaschinensalz von Jedermann manuell in der Spüle durchgeführt werden.

Die Regeneration von Ionenaustauscherharzen in zentralen häuslichen Enthärtungsanlagen sowie in gewerblichen und industriellen Anlagen wird von den Enthärtungsanlagen dank ihrer moderner Elektronik-Steuerungen selbstständig und automatisch durchgeführt. Das zur Regeneration benötigte Natrium wird hier aus Salztäbchen gewonnen, die direkt in die Anlagen gefüllt werden können. Der Prozess des Beladens und Regenerierens kann nahezu beliebig häufig wiederholt werden.

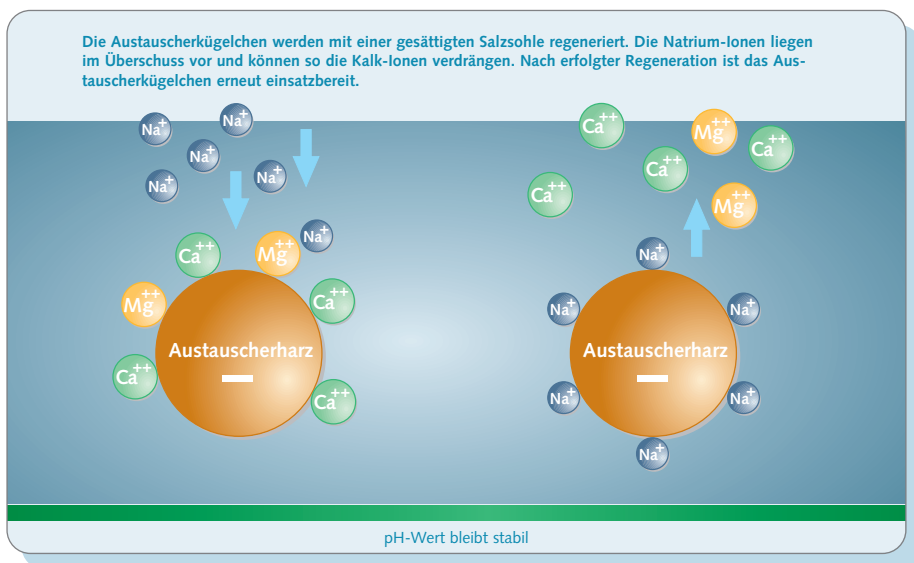


Abbildung H:
Klassische Enthärtung; Regeneration von Enthärterharzen

Gibt es eine Alternative zum Regenerieren der Harze?

Die Regeneration der Harzkartuschen ist ohne Frage ein gewisser Aufwand. Je nach Wasserhärte und verbrauchter Wassermenge ist eine Regeneration der Harzkartusche beim DUO-Kalk im Abstand von etwa 4-10 Wochen erforderlich. Alternativ zur Regeneration

können auch wiederverschließbare Kartuschen verwendet werden. Solche Kartuschen werden nicht regeneriert, sondern immer wieder neu befüllt. Diese Lösung ist einfacher und bequemer, jedoch auch ein wenig teurer, da Einweg anstatt Mehrweg.

Was sind die verschiedenen Verfahren der Kalkbehandlung im Haushalt

Bei der klassischen Enthärtung werden die im Wasser gelösten Mg^{2+} und Ca^{2+} -Ionen durch den Prozeß des Ionenaustausches gebunden. Na^+ ersetzt Ca^{2+} und die anderen Kationen im Wasser. Der pH-Wert bleibt unverändert. Wenn hartes Wasser über die regenerierten Plastik Kügelchen des Ionenaustauschers fließt, treten an die Stelle der Natrium-Ionen die ebenfalls positiv geladenen Calcium-, Magnesium- und Eisen-Ionen. Wenn auf diese Weise der größte Teil der Natrium-Ionen ausgetauscht ist, wird das Granulat (oder Zeolithe) mit konzentrierter Sole regeneriert. Nun läuft der Kationenaustausch in umgekehrter Richtung ab: Na^+ ersetzt Ca^{2+} und die anderen Kationen an der Oberfläche des Granulates. Das Granulat für die klassische Enthärtung hat eine bräunliche Farbe. Bei der Entkarbonisierung werden die Ca^{2+} -Ionen gegen Wasserstoff-Ionen H^+ von der Oberfläche der Granulatkügelchen getauscht. Statt einer Salzlösung benötigt man zur Regeneration eine konzentrierte Säure. Der pH-Wert wird in den sauren Bereich verschoben. Die Regenerierung des weißen Granulates kann nur durch externe Fachbetriebe mit der entsprechenden Sicherheitsausrüstung erfolgen.

Welches Verfahren entfernt den Kalk besser?

Die Wirkung der Harze kann man nicht einfach mit „besser“ oder „schlechter“ beschreiben. Maßgebend ist neben den Bedürfnissen

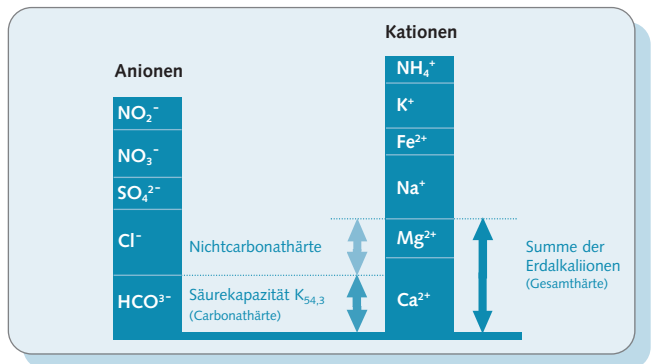


Abbildung 1:
Carbonathärte und
Gesamthärte

des Kunden selbstverständlich auch die Wasserzusammensetzung. Bei der Entkarbonisierung handelt es sich um eine Teilenthärtung des Wassers, bei der **nur ein bestimmter Anteil des Kalks** – nämlich die sog. Carbonathärte – aus dem Wasser entfernt wird. Dies ist manchmal ausreichend oder wie in der Aquaristik sogar erwünscht. Bei der klassischen Enthärtung wird die Wasserhärte (der Kalk) jedoch **vollständig entfernt**. Also sowohl die Carbonathärte als auch der Anteil der Nichtkarbonathärte. Eine detaillierte Erklärung mit den chemischen Zusammenhängen finden Sie in der CARBONIT „Kalkfibel“.

Welches Harz ist für meinen DUO-Kalk das Richtige?

Der DUO-Kalk wird direkt an die Küchenarmatur angeschlossen und daher sinnvollerweise als klassische Enthärter angeboten und betrieben. Bei Kannen- und Tischfilter haben sich die Hersteller jedoch für Entkarbonisierungsharze entschieden. Die Beurteilung des selbst aufbereiteten Trinkwassers ist subjektiv und daher reine „Geschmacksache“. Die messbaren Unterschiede bei der Anwendung eines Enthärter- und eines Entkarbonisierungsharzes in der Küche hingegen sind eindeutig objektiv. Sie liegen zum einen bei der Regeneration der Harze und zum anderen beim Produkt, dem aufbereiteten Trinkwasser selbst. Die Regeneration von Entkarbonisierungsharzen kann man im Gegensatz zur Regeneration von Enthärtungsharzen keinesfalls mehr selbst durchführen. Herkömmliches Natrium aus Kochsalz gewonnen, kann bei der Regeneration von Entkarbonisierungsharzen nicht verwendet werden. Viele der typischen Anwendungen bei denen Entkarbonisierungsharze benötigt werden, könnten dann nicht mehr funktionieren. Als Austauschionen werden beim Entkarbonisierer stattdessen extrem saure Säureionen verwendet. Diese gewinnt man aus konzentrierter Salzsäure.

Wie wird mein Wasser durch die Austauscher-Ionen verändert?

Natrium ist der Grund dafür, dass es beim Kauf einer **Enthärtungsanlage** zu den Eingangs angesprochenen unsachlichen Diskussionen kommt durch die der Kunde verunsichert wird. Natrium wird dabei vielfach als schädlich und sogar als giftig verteufelt. Bei dieser laienhaften Argumentation wird allerdings unterschlagen, dass Natrium in erster Linie auch ein lebensnotwendiger Baustein unserer Ernährung ist. Von Ernährungsexperten wird die tägliche Aufnahme von Natrium in der Größenordnung von ca. einem guten Teelöffel empfohlen. Um diesen Bedarf allein durch aufbereitetes Trinkwasser

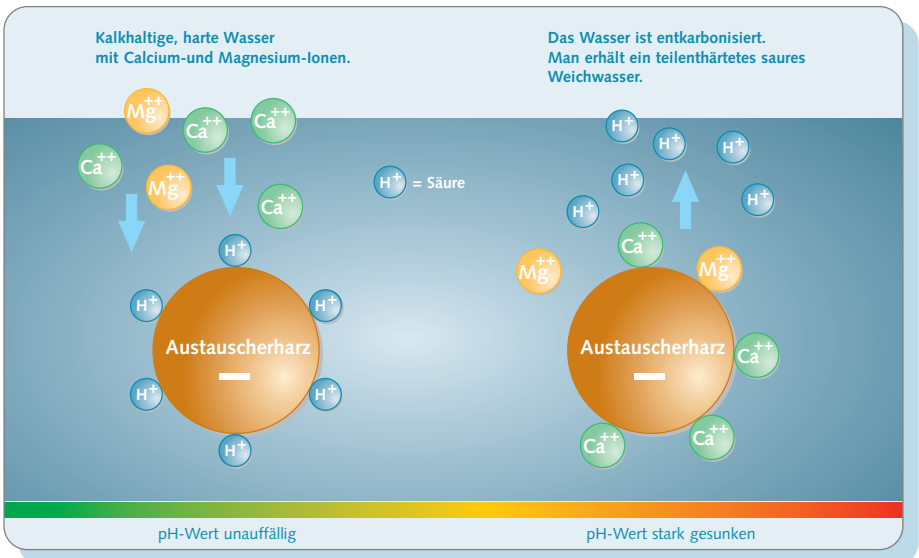


Abbildung J: Prinzip der Entkarbonisierung von Wasser; Wie auch bei der Enthärtung hat das mit Säure-Ionen beladene Austauscherkügelchen eine negative Grundladung. Kalk-Ionen werden angezogen, die Säure-Ionen werden an das Trinkwasser abgegeben.

zu decken, müsste jeder Einzelne bis zu 150 Liter Wasser trinken. Dieser Menge liegt der geltende Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 200 mg Natrium pro Liter Trinkwasser zu Grunde.

Bei der **Entkarbonisierung** hingegen werden Säureionen an das Trinkwasser abgegeben und damit der pH-Wert zum Teil erheblich gesenkt. Je höher der Kalkgehalt des Wasser vor der Behandlung ist, umso saurer wird das Wasser nach der Behandlung, denn der pH-Wert sinkt. Ein Trinkwasser mit einem ursprünglichen pH-Wert von 7,0 kann durch die Entkarbonisierung schnell auf einen pH-Wert von 4 abfallen und entspricht damit nicht mehr der Trinkwasserverordnung.

Man könnte nun annehmen, dass die Reduzierung des pH-Wertes um drei Stufen (von pH 7 auf pH 4) gänzlich unproblematisch wäre, da das Wasser ja lediglich drei Mal so sauer wird wie zu Beginn. Weit gefehlt, der pH-Wert ist eine logarithmische Einheit und verhält sich somit keinesfalls linear bzw. proportional! Das bedeutet, dass das Wasser nach der Behandlung insgesamt 1.000-mal saurer ist als vorher! Pro reduzierter pH-Stufe nimmt die Versauerung des Wassers um das 10-fache zu (dekadischer Logarithmus => $10 \cdot 10 \cdot 10 = 1000$) zu.

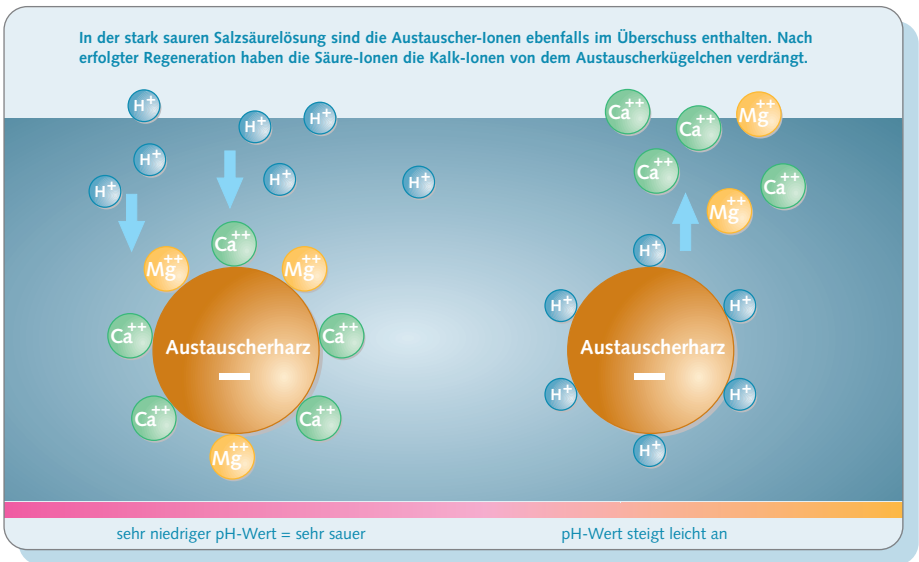


Abbildung K:
Regeneration von Entkarbonisierungsharzen

Welche Auswirkungen kann ein niedriger pH-Wert haben?

Die Probleme beginnen dann, wenn ein unausgeglichenes Wasser mit niedrigen pH-Werten für eine unbestimmte Zeit mit Metallen in Kontakt kommt. Das ist immer dann der Fall, wenn das Wasser in unseren Leitungen verweilt (stagniert) – also immer dann, wenn keine Entnahme stattfindet (Stagnation). Bei der Entnahme von Wasser aus unseren Küchen- und Badarmaturen hat das Wasser ebenfalls Kontakt mit den Metallen. Da sich Schwermetalle leichter durch ein saures Wasser mit niedrigem pH-Wert aus den Installationsmaterialien herauslösen lassen, als durch ein ausgeglichenes Wasser mit hohem oder neutralem pH-Wert, ist die Anwendung von Entkarbonisierern stets gut zu durchdenken.

Vor dem Hintergrund der pH-Wert Problematik hat der Gesetzgeber alle Metalle, die zur Herstellung von Armaturen und Leitungsrohren verwendet werden in der Trinkwasserverordnung mit Grenzwerten belegt. Neben den problematischen Metallen wie Blei, die eher in der Vergangenheit zur Anwendung kamen, werden auch die derzeit genutzten „modernen“ Metalle berücksichtigt. Weiterhin bedenkenswert ist, dass der Genuss von Wasser mit niedrigen

pH-Werten nicht gerade vorteilhaft sein kann, wenn man eine basenreiche Ernährung anstrebt, um den ohnehin i.d.R. übersäuerten Körper zu entlasten.

Spezielle Empfehlung für Teetrinker

Ein kalkhaltiges Wasser führt bei der Zubereitung von schwarzem Tee zu hartnäckigen Ablagerungen am Porcellan sowie einem unschönen Teefilm auf dem Getränk. Auch grüner Tee kann seine antioxidativen Fähigkeiten bei hartem Wasser nicht voll entfalten.

Der Bellima Teefächer besteht aus reiner Zellulose, die mit einem Austauscherharz gemäß der klassischen Enthärtung beladen ist. Der Teefächer wird vor dem Aufkochen ins Wasser gegeben und kann anschließend im Kompostmüll entsorgt werden.



Abbildung 1:
Bellima Testimonial (links
ohne, rechts mit Teefächer)

Impressum

Herausgeber:

CARBONIT Filtertechnik GmbH, Salzwedel
www.carbonit.com

Text:

Dipl.-Ing. (FH) Umweltschutz
Jörg Schimitzek

Design/Layout:

toolboxx-design, Magdeburg
www.toolboxx.net

Ihr Fachhändler:

