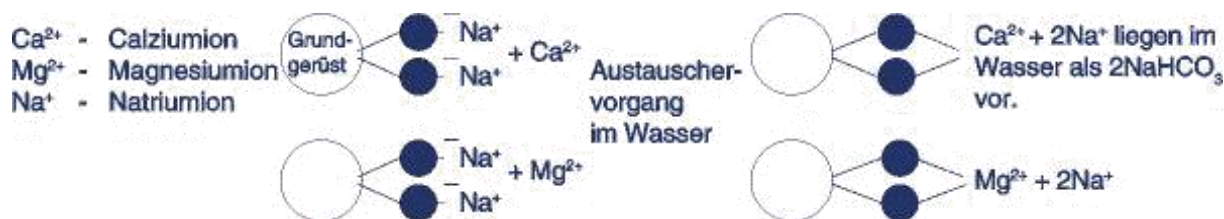


Austauschvorgang.

Wir erklären den Austauschvorgang anhand einer Enthärtungsanlage. Es wird eine Kurzschreibweise eingesetzt:



Das angesprochene Calcium und Magnesium liegt im Wasser am häufigsten als Magnesium- und Calciumhydrogencarbonat, Magnesium, Calciumchlorid vor. Bei der bildlichen Schreibweise wird Calcium und Magnesium als Kation geschrieben, da es für den Austauschvorgang auch in dieser Form im Wasser vorliegt. Die Austauschfähigkeit wird durch den relativ hohen Überschuss an Natriumionen gegenüber den vorhandenen Calciumionen im Wasser hervorgerufen und zum anderen durch die unterschiedlichen Ionenradien beider Kationen.

Sie fahren zum Beispiel von oben nach unten mit dem Wasser auf dem Enthärtungsfilter. Der Austauschvorgang zwischen Natrium- und Calciumionen ist auch von der Geschwindigkeit des durchfließenden Wassers pro Stunde und Liter Austauscherharz abhängig. Das Ablösen des Natrium (Na⁺)-Kations und das Ankoppeln des Calcium (Ca²⁺)-Kations ist auch eine zeitabhängige Reaktion, d.h., die Durchflussgeschwindigkeit des Wassers darf nicht größer sein, als die eigentliche Austauschreaktion von Calcium und Natrium (Zeitreaktion). Man kann sich das wie folgt vorstellen:

Das Calciumion wird nicht nur an den aktiven Gruppen, die an der Kugeloberfläche liegen, ausgetauscht, sondern wandert ebenfalls in die Austauschkugel und nähert sich dem Natriumion an der aktiven Gruppe. Es kommt zum Austausch Calcium gegen Natrium. Das Natrium löst sich von der aktiven Gruppe.

Das Calcium hängt sich gleichzeitig an die aktive Gruppe und belädt den Austauscher. Das freie Natrium wandert jetzt aus der Austauscherkugel in den von oben nach unten fließenden Wasserstrom, um so aus dem Austauscherfilter abwandern zu können.

Beladung

Wenn der eben beschriebene Vorgang soweit fortgeschritten ist, dass kein freies Natriumion mehr vorhanden ist, ist das Austauscherharz total beladen und damit erschöpft. Die Beladung des Austauschers kann hier bei der Enthärtungsanlage über die Messung der Gesamthärte ermittelt werden.

Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim

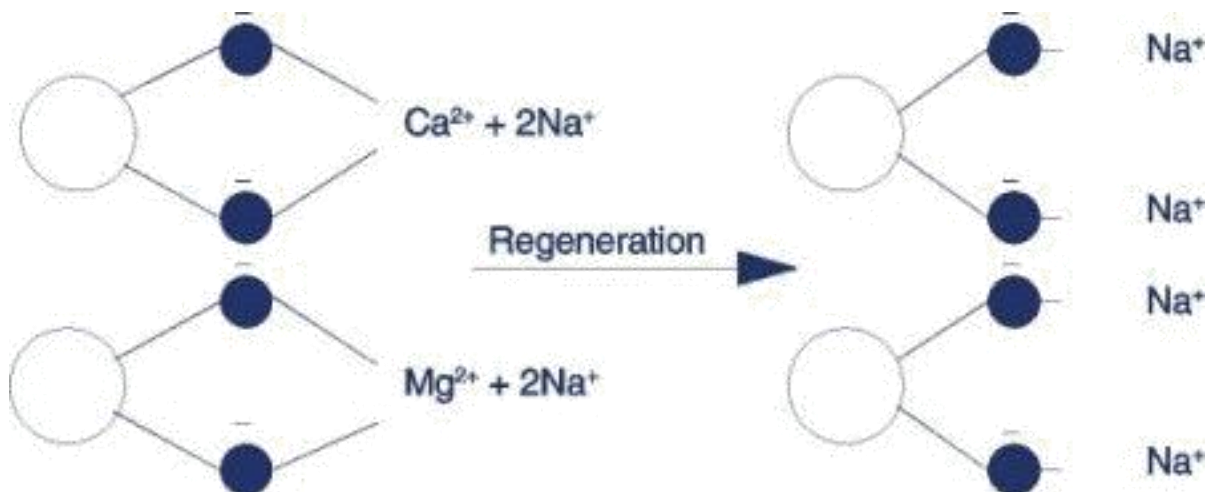
www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und von namhaften und bekannten Prüfinstituten geprüft.

Regenerieren

Um weitere Calcium- und Magnesiumionen aus dem Wasser austauschen zu können, muss der Austauscher regeneriert werden. Die Regeneration erfolgt mit einer Natriumchloridsole (Kochsalzsole). Erläuterung durch Zeichnung.



Nach diesem Regenerationsvorgang ist der Austauscher wieder in die Natriumform überführt worden und kann neu eingesetzt werden, um Calcium- und Magnesiumionen aus dem Wasser zu entfernen. Der Austauschvorgang funktioniert deshalb, weil man mit einem Überschuss an Natriumchloridsole auf den Austauscher geht. Das Natrium bleibt auf der aktiven Gruppe und wird gegen Calcium ausgetauscht. Das vorhandene Chlorid (Cl^-) (eingebracht durch NaCl -Sole) wird mit dem Wasser abgeführt und verbindet sich mit dem vom Austauscher herunterregenerierten Calcium- und Magnesiumchlorid. Dieses Regenerat (Abwasser) kann in den Kanal abgelassen werden (neutral).

Austauscherkorn beladen mit Ca^{2+} - Ion

Das Austauscherkorn ist beladen. Es hat für kein weiteres Ca^{2+} - Ion Platz. Es muss nun wieder regeneriert werden, d.h. mit Na^+ - Ionen besetzt werden. Diese werden im Überschuss zugeführt.

Regeneration

Das Calciumion wird durch den Überschuss an Natriumionen aus dem Grundgerüst ausgetrieben und im Spülwasser zum Kanal geführt.

Austauscherkorn regeneriert

Der Austauscher ist mit Natriumionen besetzt. Das überschüssige Natriumion hat keinen Platz mehr und muss ebenfalls mit dem Spülwasser in den Kanal.

Der Beladungsvorgang 1. kann erneut beginnen.

Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim

www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und von namhaften und bekannten Prüfinstituten geprüft.

Warum setzt man eigentlich eine Enthärtungsanlage ein?

Der Grund liegt darin, dass Calcium- und Magnesiumverbindungen (Magnesium-Calciumhydrogenkarbonat) bei Erwärmung des Wassers in unlösliche Magnesium- und Calciumkarbonatverbindungen übergehen. Diese Ausfällungen verursachen Wärmeübergangsprobleme und Rohrverengungen. Man führt deshalb im Ionenaustauschvorgang die unlöslichen Calcium- und Magnesiumverbindungen in die löslichen Natriumverbindungen über.

z.B. Calciumchlorid $\text{CaCl}_2 : 2\text{Cl}^-$ von CaCl_2 in 2NaCl
 Calciumhydrogencarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 : 2\text{HCO}_3^-$ von $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ in 2NaHCO_3

Das Wasser ist nach der Enthärtungsanlage nicht salzärmer, sondern die eingangs vorhandenen Anionen liegen als Natriumsalze im enthärteten Wasser vor. Natriumsalze haben die Eigenschaft, bei Temperaturerhöhung im Wasser trotzdem in Lösung zu bleiben.

Hinweis über den Natrium - Grenzwert im Trinkwasser :

Nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) vom November 2011 liegt der Grenzwert für Natrium im Trinkwasser bei 200 mg/l. In einer Enthärtungsanlage werden die Ionen der Härtebildner Calcium und Magnesium gegen Natriumionen ausgetauscht.

Darum wird eine Enthärtungsanlage auch als Ionenaustauscher bezeichnet.

Frage:

Rohwasser welcher max. Härte darf auf $8 \text{ }^\circ\text{dH} = 1,43 \text{ mol/m}^3$ enthärtet werden, um den Natriumgrenzwert von 200 mg/l nicht zu überschreiten?

Beispiel:

200,0 mg/l abzügl. _____ mg/l	Natrium (Grenzwert lt. TrinkwV) Natrium - Gehalt im zu enthärtenden Trinkwasser (aus Analyse entnehmen oder beim WVU erfragen)
abzügl. 5,2 mg/l	Natrium - Gehalt einer Dosierlösung, die zur Schutzschichtbildung verwendet wird

mg/l =====	Natrium dürfen durch die Enthärtung dem Wasser zugegeben werden. Dieser Wert ist durch 8,2 mg/l zu teilen, um die Härtegrade zu ermitteln, um die das Rohwasser teilenthärtet werden kann.

Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim

www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und von namhaften und bekannten Prüfinstituten geprüft.

200,0 mg/l abzügl. 8,0 mg/l	Natrium (Grenzwert lt. TrinkwV) Natrium - Gehalt im zu enthärtenden Trinkwasser (aus Analyse entnehmen oder beim WVU erfragen)
abzügl. 5,2 mg/l	Natrium - Gehalt einer Dosierlösung, die zur Schutzschichtbildung verwendet wird
<u>186,8 mg/l</u> =====	: 8,2 mg/l = 22,7 °dH

In diesem Beispiel darf das Rohwasser um 22,7 °dH enthärtet und außerdem dosiert werden.

Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim

www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und von namhaften und bekannten Prüfinstituten geprüft.