

## WASSERHÄRTE MIT UNTERSCHIEDLICHEN BEZEICHNUNGEN

# Die Härtefrage

Wir haben im SBZ Monteur bereits über die Auswirkungen von Wasserhärte und über Gegenmaßnahmen berichtet. Eine Frage wird jedoch immer wieder aufgeworfen und die dreht sich um ein Detail, nämlich um die Einstufung nach Härtegraden.

Grundsätzlich sind die Härtebildner in den meisten Wässern, die ins Haus geliefert werden, vorhanden. Als Füll- und Ergänzungswasser wird es dann beispielsweise in die Heizungsanlagen gefüllt. Dort wird dann abhängig von der Härte des Wassers auf Dauer eine Kalkschicht gebildet, die einen effizienten Wärmeübergang behindern kann. Je nach Dicke dieser Isolierschicht erhöht sich daher die Abgastemperatur. Das bedeutet dann einen Mehrverbrauch an fossilen Brennstoffen. Wir als Anlagenmechaniker müssen der Umwelt und Wirtschaftlichkeit zuliebe gegenlenken. Welche Maßnahmen vorgeschrieben werden, hängt natürlich von der Härte des Füll- und Ergänzungswassers ab. Auch der Gebrauch von Trinkwasser kann durch extreme Wasserhärte beeinträchtigt werden, denn Armaturen und Wärmetauscher

vertragen den Kalkausfall auch nur in Maßen. Ob ein Wasser als hart oder weich kategorisiert wird, kann anhand von bestimmten Werten festgelegt werden, die wir hier erläutern.

## ALTE BEZEICHNUNG

Ein recht einfaches und plausibles Verfahren der Benennung hatte man sich in Deutschland ausgedacht. Befinden sich also in einem Liter Wasser 10 mg des Härtebildners Calciumoxid, gemäß Periodensystem der Elemente (PSE) mit CaO abgekürzt, dann entspricht dies einem Grad deutscher Härte, abgekürzt 1 °dH. Einem weiteren Härtebildner, nämlich das Salz des Magnesiums, also Magnesiumoxid mit dem Kürzel MgO im PSE wurde eine andere Wertigkeit zugewiesen. Die Masse von 7,19 mg MgO in einem Liter Wasser wurde ebenfalls mit



Ein Dutzend Spax-Schrauben in einem Liter Wasser – was das soll, lesen Sie in diesem Bericht



## DICTIONARY

Wasserhärte	=	water hardness
Periodensystem der Elemente	=	periodic table of the elements
Kalkausfall	=	lime sediment
Umrechnung	=	conversion
Messbecher	=	measuring cup

**In einem Trinkwassererwärmer können sich im Laufe der Jahre große Mengen Kalk absetzen**



1 °dH angenommen. Das Salz des Calciums und des Magnesiums wird also als Masse in einem Wasservolumen für die Bewertung der Härte herangezogen. Das ist logisch, reichte aber nicht, um dem SI-Maßsystem gerecht zu werden. SI steht für système international d'unités, also ein weltweit einheitliches System der physikalischen Einheiten anstelle der traditionellen nationalen Einheiten. Damit will man dem Wirrwarr an unterschiedlichen Begriffen für ein und denselben Sachverhalt ein Ende bereiten und so zumindest bei physikalischen Größen eine einheitliche Sprache sprechen.

Historisch hatte beispielsweise die Elle mal eine Bedeutung als Längenmaß und entsprach dem Abstand zwischen Ellbogen und Mittelfingerspitze eines ausgewachsenen Mannes. Sie merken schon an diesem uralten Beispiel, dass man nicht ordentlich Handel treiben kann, wenn man eine Stoffbahn mit einer Breite von einer Elle und einer Länge von 50 Ellen bestellt. Das Interesse von Verkäufer und Käufer, den entsprechenden ausgewachsenen Mann zur Längenbestimmung heranzuziehen, ist doch sehr unterschiedlich.

### SI-EINHEIT FÜR HÄRTE

Also, wie wird die Härte von Wasser zurzeit SI-gerecht benannt? Vorweg schon mal: Man drückt die Härte von Wasser in Millimol pro Liter aus, abgekürzt mmol/l. Dahinter steckt aber nicht etwa eine abstrakte oder gar unverständliche Größe. Sie ist einfach verständlich, wenn man die Zusammenhänge kennt. Diese Kenntnis setzt aber den Durchblick für vielerlei Beziehungen in der Chemie voraus. Das Thema Wasserhärte und auch die Verbrennungsleh-

re lassen sich besser nachvollziehen, wenn man den Umgang mit Mol als SI-Einheit einmal begriffen hat. Ein einfaches Beispiel zeigt, was da gegenübergestellt wird.

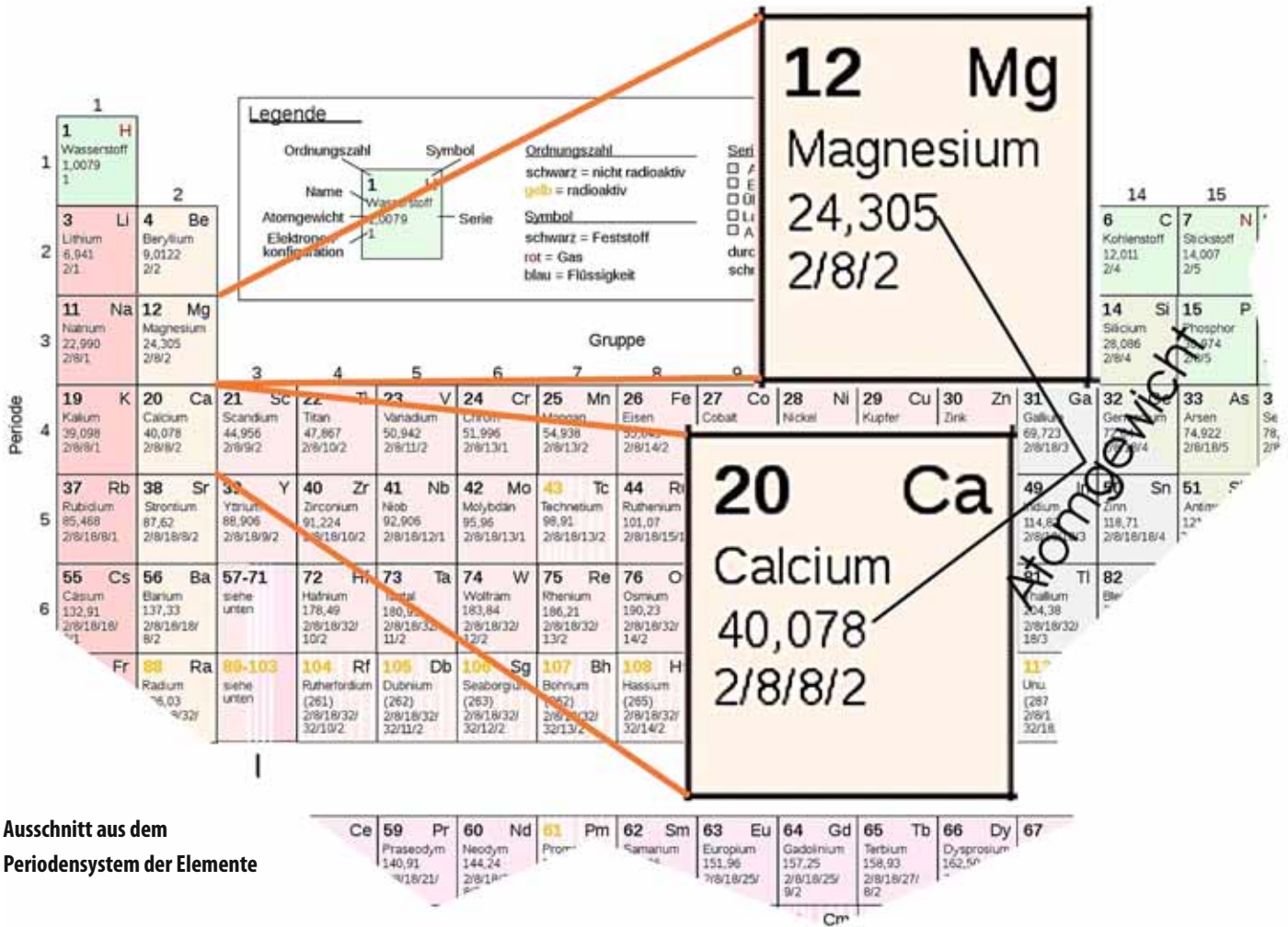
### VERGLEICH MIT DUTZEND

Im Titelbild zu diesem Bericht sehen Sie einen Messbecher mit 1 l Wasser und einem Dutzend Spax-Schrauben. Das Dutzend ist uns im deutschen Sprachraum geläufig und bezeichnet die Zahl zwölf.



Bild: Permatrade

**Durch Kalkablagerungen können Rohre zuwachsen und Heizstäbe mit einer Isolierschicht überzogen werden**



Die Chemiker dieser Welt haben sich auf einen anderen Zahlenwert geeinigt, der diesen Leuten vorteilhaft erschien. Nicht zwölf, sondern 602 Trilliarden Teilchen werden als 1 Mol zusammengesfasst.

Etwas genauer sind das  $6,02214129 \times 10^{23}$  Teilchen. Diese Zahl ist als Avogadro-Konstante eingeführt.

Wenn also in einem Liter Wasser rund 6 mal  $10^{23}$  Teilchen CaO vorhanden sind, spricht man von 1 Mol CaO pro Liter Wasser. Wenn im SBZ Monteur ein Messbecher mit zwölf Spax-Schrauben abgebildet ist, sind das ein Dutzend pro Liter. Ein Dutzend oder 1 Mol ist also nur eine Wortschöpfung, um eine Anzahl abgekürzt bezeichnen zu können. Die Chemiker dieser Welt und Sie wissen also etwas mit dieser Bezeichnung anzufangen.

Da das Lösevermögen für CaO jedoch geringer ist als 1 Mol pro Liter, setzte man in der Bezeichnung noch ein Milli voran. Es ist also nur der Tausendste Teil eines Mols, den man in diesem Fall sinnvoll beschreiben möchte. Da sind dann lediglich rund  $6 \times 10^{20}$  CaO in einem Liter.

Ausgeschrieben wird also die Härte von Wasser in Millimol pro Liter angegeben. Die Einheit selbst wird in mmol/l dargestellt. Spaßeshalber könnte man die Zahl 1,2 auch als Dezidutzend bezeichnen, macht aber keiner.

## ZURÜCKLIEGENDE BERICHTE ZUM THEMA WASSERHÄRTE

Im Heftarchiv unter [www.sbz-monteur.de](http://www.sbz-monteur.de) können Sie bequem unsere bereits erfolgten Berichte zum Thema Wasserhärte durchstöbern:

- **11/2010:** Contra Kalk, pro Energie – Energieeffizienz mit Wasserbehandlung optimieren
- **11/2009:** Wehe, wenn der Kalk den Kessel killt – Füll- und Ergänzungswasser in Heizungsanlagen
- **11/2009:** Gib mir Kalk, kriegst Natrium – Wie funktioniert eigentlich Enthärtung durch Ionenaustausch?

## WAS DAMIT ANFANGEN?

Natürlich werden wir Anlagenmechaniker nur sehr selten abdriften und als Chemiker eine Karriere starten. Aber die Kenntnisse hieraus nehmen dem Wert für Wasserhärte den wissenschaftlich-geheimnisvollen Geruch. Es geht nun mal nur um die Anteile an CaO und anderen Härtebildnern im Wasser. Außerdem hat man die Chance zu verstehen, warum beispielsweise verschiedene Umrechnungen zu einem bestimmten Härtegrad von Wasser beitragen.

Zur Härte von Wasser tragen, wie eingangs beschrieben, die Salze des Calciums und des Magnesiums bei. Um den Härtegrad zu bestimmen, kann man anhand einer Wasseranalyse folgende Beziehung aufstellen:

$$\begin{aligned}
 & [\text{Ca-Wert in mg/l}] / 40 \\
 & + \\
 & [\text{Mg-Wert in mg/l}] / 24,3 \\
 & = \text{Härtegrad des Wassers in mmol/l}
 \end{aligned}$$

Ein Beispiel verdeutlicht die Anwendung der Formel: Die Trinkwasseranalyse eines Versorgers ergibt einen Anteil von Calcium mit 72 mg/l und einen Anteil von Magnesium mit 4,4 mg/l. Wie hoch ist die Härte in mmol/l?

$$72 / 40 + 4,4 / 24,3 = 1,98$$

Aber warum teilt man beim Calcium durch 40 und beim Magnesium durch 24,3?

Die Antwort dazu findet man im PSE. Da werden sämtliche Elemente aufgeführt und eine dem jeweiligen Element zugeordnete Zahl benennt das Atomgewicht. Auch das hört sich sehr theoretisch und rätselhaft an, bedeutet aber wieder etwas ganz Banales, wie Sie gleich erkennen können.

Ein Dutzend Spax-Schrauben 4 x 300 mm wiegen zusammen 20g.

Eine Größeneinheit könnte also sein:  
20 g/Dutzend

In Anlehnung an diese erfundene Größeneinheit g/Dutzend hat man im PSE auch die Werte hinterlegt für – Sie ahnen es schon – 1 Mol eines Stoffes, also 6 mal 10<sup>23</sup> Teilchen. Und 1

Mol Calcium wiegt nun mal 40 g und 1 Mol Magnesium wiegt 24,3 g.

Man setzt also für die Stoffmengen den unter Chemikern bekannten Wert für Mol ins Verhältnis zum Gewicht, um die Härte des Wassers zu bestimmen.

Ein weiteres Beispiel nimmt den letzten Schrecken vor diesen Beziehungen:

In einem Liter Wasser sind nach einer gründlichen Messung 40 g Spax-Schrauben der Größe 4 x 300 enthalten. Wie viele Dutzend sind das pro Liter Wasser?

$$40 \text{ g} / 20 \text{ (g/Dutzend)} = 2 \text{ Dutzend}$$

## UMRECHNUNGEN ALLGEMEIN

Die in Deutschland immer noch gebräuchliche Einheit für die Härte des Wassers bezieht sich auf CaO beziehungsweise auf MgO. Die Wasseranalyse eines Versorgers weist aber in der Regel den Anteil an Ca und Mg in Milligramm pro Liter aus. Das zusätzliche Gewicht von Sauerstoff (O) beim CaO und MgO wird also rausgerechnet für die Bestimmung der Härte.

Es bleiben daher letztlich zwei reduzierte Formeln über, um anhand der Wasseranalyse eines Versorgers die Härte zu bestimmen:

### Ergebnis gesucht in mmol/l:

$$\begin{aligned}
 & [\text{Ca-Wert in mg/l}] / 40 \\
 & + \\
 & [\text{Mg-Wert in mg/l}] / 24,3
 \end{aligned}$$

### Ergebnis gesucht in °dH

$$\begin{aligned}
 & 0,14 \times [\text{Ca-Wert in mg/l}] \\
 & + \\
 & 0,23 \times [\text{Mg-Wert in mg/l}]
 \end{aligned}$$

Die Einteilung in Härten erfolgt dann schließlich nach dem berechneten Zahlenwert und den in der untenstehenden Tabelle angegebenen Werten. ■

Die drei Härtebereiche in der Übersicht

Stufe	Härtebereich	Millimol Calciumcarbonathärte je Liter	°dH Grad deutscher Härte
1	weich	weniger als 1,5 mmol/l	weniger als 8,4 °dH
2	mittel	1,5 mmol/l bis 2,5 mmol/l	8,4 bis 14 °dH
3	hart	mehr als 2,5 mmol/l	mehr als 14 °dH