

Wichtige Enthärterssysteme im Wandel der Zeit

bis 1960	1960 bis 1990	1990 bis heute
Soda (Natriumcarbonat)	Phosphat (Pentanatriumtriphosphat)	Zeolith A oder wasserlösliche Silikate + Soda + Polycarboxylate
Na_2CO_3		$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ Zeolith A

Wirksam gegen Calcium- und Magnesium-Ionen durch

Fällenthärtung	Komplexbildung	Ionenaustausch
<p>Das Wasser wird durch Zusatz von Soda zum Waschwasser vor Zugabe der Wäsche enthärtet. Die dadurch verursachte Erhöhung des pH-Wertes erleichtert die Schmutzablösung, aber die wichtigste Funktion ist die Ausfällung des schwerlöslichen Calciumcarbonats.</p> <p>Beim anschließenden Waschen wird dadurch die Bildung von Kalkseifen verhindert. Dies verbessert die Reinigungswirkung der Seife erheblich. Beim Spülen werden die schwerlöslichen Carbonate ausgefällt, schlagen sich auf der Wäsche nieder und führen zu Verkrustungen.</p>	<p>Erdalkali-Ionen bilden mit starken Komplexbildnern wie dem mehrzähligen Liganden $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ im Stoffmengenverhältnis 1:1 stabile, wasserlösliche Komplexe.</p> <p>Calcium- und Magnesium-Ionen verändern durch die Komplexbildung ihre Eigenschaften grundlegend und können mit den anwesenden Carbonat- oder härteempfindlichen Tensid-Ionen keine schwerlöslichen Verbindungen mehr bilden.</p>	<p>Im Kristallgitter von Zeolith A befinden sich Natrium-Ionen, die in wässriger Lösung gegen unerwünschte Calcium-Ionen ausgetauscht werden können.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Wirkungsweise von Enthärterssystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zeolith A bindet Calcium- und Magnesium-Ionen - Polycarboxylate verzögern das Kristallwachstum von Kalkkristallen - Soda sorgt für einen alkalischen pH-Wert der Waschlauge

Die Wasserhärte wird durch die Calcium- und Magnesium-Ionen im Wasser hervorgerufen. Diese bilden mit Carbonat-Ionen (CO_3^{2-}) die schwerlöslichen Salze Calciumcarbonat (Kalk, CaCO_3) und Magnesiumcarbonat (MgCO_3), die beim Waschen störend wirken, weil sie sich auf den Textilien und den Heizstäben der Waschmaschine ablagern können.

Man bezeichnet Wasser mit hohem Gehalt an Calcium- und Magnesium-Ionen als hart, solches mit geringem Gehalt daran als weich. Die zahlenmäßige Festlegung geschieht in Form von Härtegraden (Grad deutsche Härte °d).

Wasserhärtebereiche gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz v. 29.04.2007:

Härtebereich	Beschreibung
Weich	Weniger 1,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter (entspricht bis 8,4 Grad deutscher Härte - °dH)
Mittel	1,5 bis 2,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter (entspricht 8,4 bis 14 °dH)
Hart	Mehr als 2, 5 Millimol Calciumcarbonat je Liter (entspricht mehr als 14 °dH)

Die Kenntnis der Wasserhärte im eigenen Haushalt ist notwendig, um das Waschmittel in der Waschmaschine richtig dosieren zu können!

Die Wasserhärte wird einmal im Jahr allen Haushalten bekannt gegeben (meist als Bestandteil der Wasserjahresabrechnung). Sie kann bei den örtlichen Wasserwerken jederzeit erfragt werden.

Früher, bei der Wäsche im Waschkessel, benutzte man zum Waschen möglichst Regenwasser oder Wasser aus Flüssen und Seen. Dies war lange Zeit die einzige Möglichkeit, weiches Wasser zu bekommen. Später benutzte man Soda zur Enthärtung.

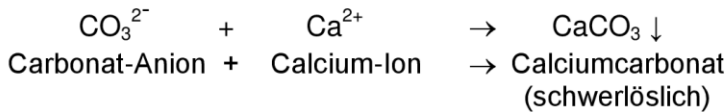
Modernere Waschmittel enthielten bis Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts Phosphat als Wasserenthärter. Phosphat kann, wenn es in größeren Mengen in die Oberflächengewässer gelangt, zur Überdüngung der Gewässer führen. Wegen dieser umweltschädlichen Wirkung ist es heute weltweit in den allermeisten Ländern durch ein phosphatfreies Enthärterssystem aus Zeolith A, Polycarboxylaten und Soda ersetzt worden. Anstelle von Zeolith A werden seit 2002 auch wasserlösliche Silikate eingesetzt.

Aufgaben

1. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Fällenthärtung mit Soda.
2. Warum bilden Calcium- und Magnesium-Ionen besonders stabile Komplexe mit Pentanatriumtriphosphat?
3. Stellen Sie Vor und Nachteile der drei Enthärterssysteme zusammen.

Aufgaben

1. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Fällenthärtung mit Soda.



2. Warum bilden Calcium- und Magnesium-Ionen besonders stabile Komplexe mit Pentanatriumtriphosphat?

Liganden, die über mehrere Atome mit demselben Zentralatom verbunden sind, bezeichnet man als „mehrzählige“ Liganden. Derartige Liganden können Chelatkomplexe ausbilden. In Chelatkomplexen bilden die Liganden ringähnliche Strukturen mit dem Zentralatom aus. Chelatkomplexe sind deshalb besonders stabil. Pentanatriumtriphosphat kann mit Calcium- und Magnesium-Ionen einen Chelatkomplex bilden.

3. Stellen Sie Vor und Nachteile der drei Enthärterssysteme zusammen

Soda allein ist in Waschmaschinen als Wasserenthärter grundsätzlich ungeeignet, weil es schwerlösliches Calciumcarbonat bildet, das zu Verkrustungen auf der Wäsche und in der Waschmaschine führt.

Pentanatriumtriphosphat hat als Wasserenthärter in Waschmitteln eine sehr gute Wirkungsweise. Es wird in Deutschland (und vielen weiteren Ländern) in Waschmitteln seit Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts nicht mehr eingesetzt aufgrund negativer Umwelteigenschaften. Phosphate führen zur Überdüngung von Gewässern.

Zeolith allein ist kein ausreichender Wasserenthärter. In Kombination mit Polycarboxylaten und Soda ist es in der Wirksamkeit mit Phosphaten vergleichbar. Enthärterssysteme auf Zeolith- oder Silikatbasis sind wesentlich umweltverträglicher als Phosphate.