

# Enthärtungsanlagen und physikalische Geräte zur Verhinderung von Kalkbildung

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll, 9.7.2009

Verkalkung kann zu Einschränkungen der Funktionsfähigkeit von Wasserleitungen, Boilern, sowie verschiedensten Apparaten im Haushalt und in der Industrie führen. Es werden deshalb auf dem Markt die verschiedensten Geräte angeboten, die vor Verkalkung schützen sollen. Für den Laien ist es dabei oft schwierig, seriöse von unseriösen Produkten zu unterscheiden. Insbesondere bei den physikalischen Wasserbehandlungsgeräten gibt es viele Anbieter, die von der Ahnungslosigkeit der Anwender profitieren, um ein wirkungsloses Gerät für teures Geld zu verkaufen. Auf Hochglanz-Broschüren werden Effekte beschrieben, die nicht erwiesen sind, und die einer unabhängigen Überprüfung nicht standhalten.

Die vorliegende Broschüre enthält eine Zusammenstellung der gängigen Prinzipien, die gegen Verkalkung auf dem Markt erhältlich sind, zusammen mit Empfehlungen für den Kauf eines Kalkschutzsystems. Weitergehende Informationen zum Prozess der Verkalkung finden sich in der *aqua suisse*-Broschüre „Wasserenthärtung durch Ionentausch“.



**Abbildung 1: Hohe Kalk-Konzentrationen im Trinkwasser führen zu Kalkablagerungen.**

Die zur Kalkbekämpfung am Markt angebotenen Systeme lassen sich in zwei bzw. drei Gruppen teilen:

## 1. Chemische Wasserbehandlungsgeräte

- a) Geräte, die Calcium- und Magnesium-Ionen aus dem Trinkwasser entfernen (Ionentauscher, Membranfiltration).
- b) Geräte, die dem Trinkwasser Substanzen zusetzen. Die zugesetzten Substanzen maskieren die Calcium- und Magnesium-Ionen, so dass diese nicht mehr als Kalk ausfallen können (Komplexbildner).

## 2. Physikalische Wasserbehandlungsgeräte (PWBG)

Geräte, die kleinste Kalk-Kristalle erzeugen, die mit dem Wasser mitgeschwemmt werden. Weil der Kalk mitgeschwemmt wird, kann er keine kompakte Kalkschicht bilden (Biomineralisation, Elektro- und Permanentmagnete).

Die Schwierigkeit beim Vergleich der möglichen Anlagen besteht darin, dass die Wirksamkeit nur bei den beiden chemischen Wasserbehandlungsmethoden (1a und 1b) mit chemisch-analytischen Methoden überprüft werden kann: Sowohl für die Gehaltsbestimmung von Calcium- und Magnesium-Ionen, als auch für die Messung der Löslichkeit nach Zugabe von Maskierungssubstanzen (Komplexbildner) gibt es etablierte Methoden, die unbestritten sind.



Abbildung 2: Im Tessin gibt es keine Probleme mit Verkalkung, weil der Untergrund nicht aus Kalk besteht.

Bei den physikalischen Wasserbehandlungsgeräten (2) kann die Wirksamkeit nur durch den Einsatz in der Praxis geprüft werden. Dass dabei die Beurteilungen sehr stark divergieren können, liegt auf der Hand. Einerseits ist es fast unmöglich, neben der Kalkschutzbehandlung andere relevante Einflussgrößen über mehrere Monate konstant zu halten (z.B. die Häufigkeit und Menge des Wasserverbrauchs und dessen Temperatur), andererseits gibt es selten Vergleichswerte von vor dem Betrieb der Anlage: Wer kennt schon die Abscheidegeschwindigkeit des Kalks auf den Heizstäben seiner Waschmaschine? Allfällige **Prüfungen des SVGW** (Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches) **beziehen sich denn auch nicht auf die Wirksamkeit**, sondern nur auf die Dichtheit, Festigkeit, Druckverluste, Geräuschbildung und die Unbedenklichkeit der verwendeten Werkstoffe.

## Empfohlene Anlagen: Chemische Wasserbehandlungsgeräte

### 1a) Ionen-Tauscher (Enthärter)

Das Wasser fließt durch ein Granulat, das die Calcium- und Magnesium-Ionen an sich bindet und im Austausch dazu Natrium-Ionen an das Wasser abgibt. Das vollständig enthärtete Wasser wird oft wieder mit unbehandeltem Wasser vermischt, um eine Wasserhärte von ca. 10 °fH einzustellen.

#### Vorteile aus der Praxis

- Calcium- und Magnesium-Gehalt wird gesenkt.
- Verbrauch von Wasch- und Reinigungsmitteln wird gesenkt.
- Verkalkung von Boilern, Rohrleitungen, etc. wird verhindert.

#### Nachteile aus der Praxis

- Verbraucht Kochsalz
- Wasser wird mit Natrium angereichert.
- Muss regelmässig gewartet werden (z.B. 1x pro Jahr)

### 1a) Membran-Filtration (Gegenosmose)

Das Wasser fließt durch eine Membran mit so kleinen Poren, dass die Calcium- und Magnesiumionen darin hängen bleiben. Da auch alle anderen Ionen aus dem Wasser entfernt werden, wird diese Technik oft zur Aufbereitung von Meerwasser zu Trinkwasser verwendet.

#### Vorteile aus der Praxis

- Sehr effiziente Technologie
- Verbrauch von Wasch- und Reinigungsmitteln wird gesenkt.
- Verkalkung von Boilern, Rohrleitungen, etc. wird verhindert.

#### Nachteile aus der Praxis

- Aufwändige Technologie, in der Regel nicht für Privathaushalte

### 1b) Komplexbildner (Kalkstabilisator)

Komplexbildner wie Phosphate oder NTA (Nitrilotriessigsäure: umweltfreundliche Alternative zu Phosphat) bilden mit Calcium stabile Komplexe, die ein Ausfällen von Kalk verhindern

#### Vorteile aus der Praxis

- Verbrauch von Wasch- und Reinigungsmitteln wird gesenkt.
- Verkalkung von Boilern, Rohrleitungen, etc. wird verhindert.

#### Nachteile aus der Praxis

- Nur im Warmwasserbereich empfohlen
- Erhöht die Phosphat-Fracht im Wasser

## Nicht empfohlene Anlagen: Physikalische Wasserbehandlungsgeräte

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Prinzipien bewegen sich aus naturwissenschaftlicher Sicht in einem unsicheren Feld: Zur Wirkung gibt es nur Hypothesen, die nicht von unabhängiger Seite belegt sind, und die zum Teil den elementarsten naturwissenschaftlichen Gesetzen widersprechen. Dies öffnet Tür und Tor für Scharlatane, die sich auf „neue Prinzipien“ berufen, ohne diese zu belegen. Es liegt daher auf der Hand, dass es im Interesse eines seriösen Anbieters liegt, sich durch den Nachweis der Wirksamkeit seines Geräts von unseriösen Anbietern zu unterscheiden. Die nachfolgend aufgeführten Prinzipien sind deshalb **nicht empfohlen, es sei denn, der Anbieter erbringt den Nachweis, dass sein Gerät wirksam ist.**

### 2 Biomineralisation (heterogene Katalyse)

Das Wasser fliesst durch ein Katalysator-Granulat, an dessen Oberfläche kleinste Kalk-Kristalle entstehen und wieder an das Wasser abgegeben werden sollen. Dadurch soll ein Ausfällen von Kalk an einem anderen Ort (z.B. Rohrleitung oder Heizstäbe) verhindert werden.

#### Vorteile aus der Praxis

- Kein Verbrauch von Regeneriermittel.
- Durch Ausheizen kann die Katalysator-Einheit in regelmässigen Abständen entkeimt werden.

#### Nachteile aus der Praxis

- Dem Wasser wird kein Kalk entzogen; die Wasserhärte ist vor und nach dem PWBG genau gleich (d.h. auch der Waschmittelverbrauch bleibt unverändert).
- Wirkung ist unsicher: Es gibt Berichte von begeisterten und von ernüchterten Kunden.
- Wirkung lässt sich im Betrieb erst nach mindestens 6 Monaten sicher beurteilen.
- Eignet sich nicht für Anwendungen, wo der Kalk unabhängig von seiner Kristallstruktur störend wirkt (Waschmaschine, Kaffeemaschine, Bügeleisen, Aquarium, Wärmetauscher-Systeme, WC-Spülung)
- Eine allfällige Wirksamkeit nimmt nach einer gewissen Zeit oder bei Druckentspannung wieder ab.

### 2 Permanent-Magnete

Das Wasser fliesst durch ein Magnetfeld, wobei Kristallisationskeime entstehen sollen. Dadurch soll ein Ausfällen von Kalk an einem anderen Ort (z.B. Rohrleitung oder Heizstäbe) verhindert werden.

#### Vorteile aus der Praxis

- Kein Verbrauch von Regeneriermittel.

### 2 Elektro-Magnete

Das Wasser fliesst durch ein Magnetfeld, wobei Kristallisationskeime entstehen sollen. Dadurch soll ein Ausfällen von Kalk an einem anderen Ort (z.B. Rohrleitung oder Heizstäbe) verhindert werden.

#### Vorteile aus der Praxis

- Kein Verbrauch von Regeneriermittel.

## Gut zu wissen

#### Schutz vor Verkalkung und vor Korrosion?

*Dubiose Anbieter werben oft damit, dass ihr Produkt gleichzeitig vor Verkalkung und vor Korrosion schützt. Dies ist ein Widerspruch in sich, da Wasserleitungen gerade durch eine leichte Verkalkung vor Korrosion geschützt werden.*

#### Struktur des Wassers

*Weder das Wasser noch die darin gelösten Stoffe haben eine feste Struktur, die Struktur des Wassers kann deshalb auch nicht beeinflusst werden.*

#### Test nach SVGW

*Der SVGW testet Anlagen ausschliesslich auf Faktoren wie hydraulische Eigenschaften, Lärm, Druckverlust, Durchflussmenge, aber nicht auf die Wirksamkeit.*

#### Natrium

*Beim Ionentauscher werden Calcium-Ionen gegen Natrium-Ionen ausgetauscht. Natrium ist ein Bestandteil von Kochsalz oder von Mineralien. Das Mineralwasser „Rhäzünser“ enthält beispielsweise 161 mg/Liter. Wird ein Wasser mittels Ionentauscher von 35 °fH auf 10 °fH enthärtet, so erhöht sich seine Natriumkonzentration um 115 mg/Liter. Gemäss Schweizerischem Lebensmittelbuch enthält Trinkwasser normalerweise weniger als 20 mg Natrium/Liter, geschmacklich macht sich das Natrium aber erst ab Konzentrationen von 200 mg/Liter bemerkbar.*

#### Struktur des Kalks

*Bilder, die mikroskopische Aufnahmen von in Wasser gelöstem Kalk vor und nach einem PWBG implizieren, sind Humbug. Es gibt kein Mikroskop, mit dem der in Wasser gelöste Kalk abgebildet werden kann.*

### W 512

Der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches DVGW hat unter der Nummer W 512 eine technische Regel veröffentlicht, die ein Verfahren zur Beurteilung der Wirksamkeit von Kalkschutzanlagen beschreibt. Mit dem Verfahren W 512 wird getestet, ob ein Boiler verkalkt. Die an den Boiler angeschlossenen Leitungen sind nicht Bestandteil des Verfahrens; es ist somit möglich, dass der Test W 512 erfolgreich war, und die Leitungen trotzdem verkalken (siehe Abbildung 3).

Wirbt ein Hersteller mit der Aussage „getestet nach W 512“, so ist das ein Hinweis darauf, dass der Test durchgeführt wurde, aber die Anlage nicht wirksam war. Bei einem erfolgreichen Test lautet die Aussage: „Wirksamkeit gemäss W 512 nachgewiesen.“.



Abbildung 3: Trotz Kalkmagnet: Diese Warmwasserleitung war nach 7 Jahren Betrieb vollständig verkalkt.

## Vorgehen bei der Auswahl einer Anlage gegen Verkalkung

### In jedem Fall nötig

1. Klären Sie, welche Anforderungen Sie an die Anlage stellen: Soll die Verkalkung in Boiler und Wasserleitungen verhindert werden oder möchten Sie weniger Waschmittel verbrauchen? Stellen Sie sicher, dass die von Ihnen gewählte Anlage diese Anforderungen erfüllt.
2. Fragen Sie nach der Zulassung durch den SVGW (Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches). Die Zulassung bezieht sich allerdings nicht auf die Wirksamkeit!
3. Fragen Sie nach Referenzen, die Sie auch überprüfen können (keine Hochschule in Russland, sondern ein Privathaushalt in der Schweiz; mindestens 6 Monate im Einsatz).

### Nur bei Physikalischen Wasserbehandlungsanlagen (Tabelle 2) nötig

4. Verlangen Sie eine Funktionsgarantie (schriftlich). Vereinbaren Sie, wie die Funktion der Anlage überprüft werden soll (z.B. Entkalken des Boilers vor dem Einbau der neuen Anlage; Überprüfen des Verkalkungszustandes nach mindestens 6 Monaten)
5. Verlangen Sie eine Rücknahmegarantie des Geräts (inkl. Erstattung aller Kosten, die durch den Ein- und Ausbau des Geräts entstanden sind), falls die Überprüfung der Anlage negativ ausfällt.
6. Formulieren Sie den Kaufvertrag so, dass die Zahlung erst fällig wird, nachdem die Wirksamkeit der Anlage nachgewiesen wurde.
7. Seien Sie physikalischen Wasser-Aufbereitungsanlagen gegenüber äusserst skeptisch!

### Autor

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll ist Professor für Chemie an der Fachhochschule Rapperswil (HSR) und unabhängig von Herstellern von Kalkschutzsystemen. Kontakt: Hochschule für Technik Rapperswil, 8640 Rapperswil.