



UMTEC

Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC besteht aus vier Fachgruppen: Rohstoffe und Verfahrenstechnik, Abfall und Ressourceneffizienz, Wasser und Abwassertechnik sowie Geruch. Rund 20 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen- und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

In der Fachgruppe Wasser und Abwassertechnik entwickeln wir Lösungen für die Behandlung von verschmutztem Abwasser mit starkem Praxisbezug. Dafür untersuchen wir Prozesse, prüfen Verfahren und bilanzieren Stoffflüsse. Wir greifen auf eine langjährige Erfahrung aus unseren Projekten mit Industrieunternehmungen und Umweltämtern zurück.

Unsere acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Wasser sind Naturwissenschaftler und Ingenieure von der HSR Hochschule für Technik Rapperswil, der ETH Zürich oder anderen Hochschulen. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

www.umtec.ch / www.hsr.ch

Physikalische Wasserbehandlungsgeräte PWBG

Einleitung

10 physikalische Wasserbehandlungsgeräte (PWBG) wurden in einer praxisnahen Prüfung auf ihre Wirkung zur Reduktion der Verkalkung getestet. Getestet wurden 4 Permanentmagnetgeräte, 2 Elektroimpulsgeräte, 2 elektrochemische Geräte, 1 Gerät mit heterogener Katalyse, und 1 Gerät mit anderer Funktionsweise. Die Versuche wurden mit dem normalen Leitungswasser der Hochschule Rapperswil durchgeführt.

- Eine kalkverhütende Wirkung wurde nur bei den beiden elektrochemischen Geräten festgestellt. Alle anderen getesteten Geräte zeigten gemäss W512¹ keine Reduktion der Verkalkung.
- Änderungen in der Wasserzusammensetzung (temporäre Ausserbetriebnahme eines von drei Grundwasserpumpwerken) und minime Anpassungen beim Prüfstand (Elektropolieren der Heizstäbe) führten vor der eigentlichen Versuchsreihe zu Unterschieden bei der ausgefallenen Kalkmenge von bis zu 45%. Während der Versuchsreihe lag die Wasserhärte in einem Bereich von 29.8-36.5 °fH. Die ausgefallene Kalkmenge lag mit 863-1100 mmol pro Blindversuch im gemäss W512 geforderten Bereich von +/- 20%.

Versuchsbeschreibung

Für die praxisnahe Prüfung der physikalischen Wasserbehandlungsgeräte wurde ein Prüfstand gemäss W512 aufgebaut, der die Situation in einem privaten Haushalt simuliert: Aus einem Warmwasserboiler wird während drei Wochen in definierten Intervallen Wasser bezogen. Das nachgefüllte kalte Wasser wird im Boiler wieder erhitzt, und dabei entsteht auf den Heizstäben Kalk. Nach Ablauf der drei Wochen wird der entstandene Kalk mit Säure abgewaschen und analysiert. Mit dem verwendeten Testwasser der HSR Rapperswil setzt sich auf den Heizstäben innerhalb von drei Wochen rund 100 g Kalk ab. Das Wasser eignet sich somit gemäss W512 für Tests von Kalkschutzgeräten.

Auf einer zweiten, baugleichen Prüfstrecke, die parallel zur ersten betrieben wird, wird die Situation mit einem PWBG untersucht. Fällt auf der zweiten Prüfstrecke im Vergleich zur ersten 66% weniger Kalk aus, so gilt das PWBG gemäss W512 als wirksam.

Projektpartner

- Bundesamt für Gesundheit BAG
- aqua suisse - Schweizerische Vereinigung von Firmen für Wasser- und Schwimmbadtechnik

¹ W512: Technische Regel DVGW W 512: 1996-09



RESULTATE

Prüfstand

Das folgende Schema stellt eine der beiden Strecken im Prüfstand dar. Die zweite Strecke zweigt nach dem Druckreduzierventil ab und ist identisch zur ersten ausgeführt. Das zu testende Behandlungsgerät wurde abwechselnd auf Strecke 1 bzw. Strecke 2 betrieben.

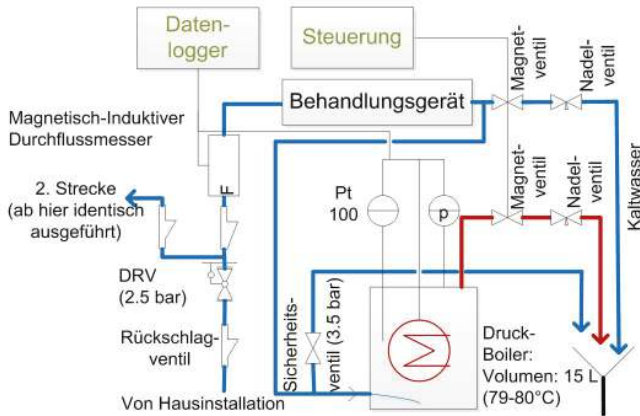


Abb. 1: Anlagenschema

Bei den Messungen ohne PWBG (Blindversuche) fiel im Laufe der gesamten Untersuchung durchschnittlich 955 mmol $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ aus (entspricht ca. 100g Kalk, rote Linie in Abb. 2). Alle Messwerte lagen im Bereich, der gemäss W512 gefordert ist (+/- 20 %, grüne Linien in Abb. 2).

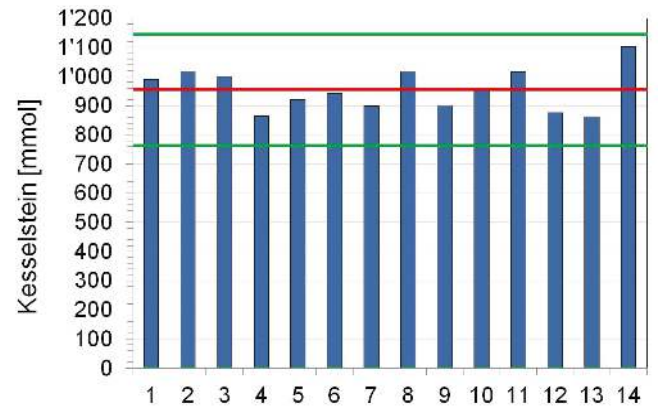


Abb. 2: Ergebnisse aller Messungen ohne PWBG



Abb. 3: Heizungen vor dem Gerätetest.

Die verschiedenen Systeme

Permanent-Magnete

Das Wasser fließt durch ein Magnetfeld, wobei kleinste Kalk-Kristalle entstehen sollen. Dadurch soll ein Festsetzen von Kalk an den Heizstäben des Boilers verhindert werden.

Elektrofeld-Systeme

Das Wasser fließt durch ein elektrisches Feld und/oder wird elektrischen Impulsen ausgesetzt. Wie bei den Permanent-Magneten sollen dadurch kleinste Kalk-Kristalle erzeugt und dadurch ein Festsetzen derselben im Boiler verhindert werden.

Elektrochemische Systeme

Eine Spannung wird an ein Elektroden-System angelegt, so dass sich einzelne Wassermoleküle zersetzen. Als Folge davon steigt an der Kathode der pH-Wert, und Kalk fällt aus. Durch Polumkehr sollen die gebildeten Mikrokristalle anschliessend abgelöst werden. Bei diesem Prinzip handelt es sich nicht um einen physikalischen, sondern um einen chemischen Vorgang.

Katalysator-Systeme

Das Wasser fließt durch ein Katalysator-Granulat, an dessen Oberfläche kleinste Kalk-Kristalle entstehen und abgewiedert werden sollen. Dadurch soll ein Festsetzen von Kalk an den Heizstäben des Boilers verhindert werden.

Elektrogalvanische Systeme (nicht getestet)

Zwischen einer Opferanode aus Zink, Magnesium oder einem ähnlichen Material und der edleren Gehäusewand bildet sich eine Potentialdifferenz. Als Folge davon fließt ein Korrosionsstrom, der das Zink oder Magnesium auflöst. Die gebildeten Ionen ($\text{Mg}^{2+}/\text{Zn}^{2+}$) können einen Einfluss haben auf das Kristallwachstum des Kalks (z.B. dieses hemmen). Es handelt sich hier nicht um einen physikalischen, sondern um einen chemischen Vorgang.

Sonstige

Andere Systeme, die nicht unter die oben beschriebenen Kategorien fallen.

Ergebnisse

Gerätetyp (in Klammern: Anzahl getestete Geräte)	Kalkreduktion im Test	Beurteilung
Permanent-Magnete (4 Geräte)	<1% bis 22%	Nicht wirksam
Elektrofeld-Systeme (2 Geräte)	9% bis 10%	Nicht wirksam
Elektrochemisch (2 Geräte)	83% bis 100%	Wirksam
Katalysator-Systeme (1 Gerät)	37%	Nicht wirksam
Elektrogalvanische Systeme	nicht getestet	-
Sonstige (1 Gerät)	<1%	Nicht wirksam

Abb. 4: Kalkreduktionen bei den versch. Gerätekategorien

Kontakt

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll, Tel. 055 222 48 60 (Sekretariat)

HSR Hochschule für Technik Rapperswil ■ Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC ■ Oberseestrasse 10 ■ 8640 Rapperswil