

Kalkschutz mit Aquazino: Wissenschaftlicher Funktionsnachweis



Kurzbericht aus der Machbarkeitsstudie
“Electric Antifouling Anlage für Kältemittelkreisläufe von Erdwärmepumpen”

Sina Saxer¹, Marco Martinovic¹, Sebastian Hedwig¹, Patrick Eckert¹, Michael Teger¹, Federico Bussmann²

- 1) Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) Hochschule für Life Sciences, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz
- 2) Hydro Service Schweiz AG, Postplatz 4, 5610 Wohlen

Kalkschutz mit Aquazino: Wissenschaftlicher Funktionsnachweis

Hintergrund

Kalkablagerungen in Leitungs- und Heizsystemen stellen in Regionen mit hartem Wasser ein verbreitetes technisches Problem dar. Sie können den Durchfluss reduzieren, die Wärmeübertragung verschlechtern, den Energieverbrauch erhöhen und die Lebensdauer von Anlagen verkürzen. Moderne Kalkschutzmethoden, die ohne chemische Zusätze auskommen, werden zunehmend als umweltfreundliche Lösung untersucht.

Studienziel

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurde an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) eine Testanlage aufgebaut, um physikalische Kalkschutzgeräte unter verschiedenen Bedingungen prüfen zu können. Für die Tests kamen die Aquazino-Geräte T100-C und A10-C der Firma Hydro Service Schweiz AG zum Einsatz.

Versuchsaufbau

Für die Machbarkeitsstudie wurden bewusst extreme Bedingungen geschaffen, wie sie im Alltag selten vorkommen: sehr hartes Wasser mit 46 °FH, ein geschlossener Kreislauf mit 18 Stunden Dauerbetrieb bei einer Flussgeschwindigkeit von 0,3m/s sowie eine Temperaturdifferenz von 80°C im Heisswasserkreislauf zu 23,5°C im kalkhaltigen Kaltwasserkreislauf (Gegenstrom). Jedes Experiment wurde zweimal unter identischen Bedingungen durchgeführt.

Wissenschaftl. Funktionsnachweis erbracht

Unter extrem kalkfördernden Laborbedingungen reduzierten die getesteten Aquazino-Geräte die Kalkablagerungen auf den Kupferrohren bereits nach 18 Stunden um 20–30%. Damit ist der Funktionsnachweis erbracht, dass die eingesetzte Technologie selbst unter härtesten Bedingungen eine signifikante Wirkung zeigt.

Veränderung der Kristallmorphologie:

Wirkprinzip veranschaulicht

Die Rasterelektronenmikroskopie zeigte, dass Aquazino auch die Morphologie der Kalkkristalle

verändert: Ohne Behandlung entstehen kantige Kristalle, die sich dicht gepackt ineinander verhaken und fest anhaften, während mit Aquazino rundliche, mandelförmige, gleichmässige Strukturen gebildet werden. Diese Veränderung ist spannend und kann durchaus Auswirkungen auf die Ablagerungseigenschaften und die Haftung an Oberflächen haben, da mandelförmige Strukturen typischerweise eine geringere Oberflächenbindung aufweisen.

Messbare Schutzwirkung bis zu 94 %

Zur Bewertung der Wirksamkeit wurde der sog. "Fouling-Faktor" ermittelt – ein etablierter Kennwert, der beschreibt, wie stark Kalkablagerungen den Wärmewiderstand erhöhen und damit die Wärmeübertragung wesentlich beeinträchtigen. Die Messungen ergaben eine Verringerung dieses Werts um 94.4% beim T100-C und um 60.2% beim A10-C. Ein derart niedriger Fouling-Faktor bedeutet, dass Wärmetauscher ihre Leistungsfähigkeit deutlich länger erhalten – ein wesentlicher Vorteil für Energieeffizienz, Betriebssicherheit und die Lebensdauer des gesamten Heiz- und Warmwassersystems.

Einordnung

Die Versuche belegen den Funktionsmechanismus unter Extrembedingungen, sind jedoch nicht 1:1 auf reale Installationen übertragbar. In Haushalten mit milderer Bedingungen ist eine vergleichbare oder bessere Wirkung möglich; die richtige Wahl des Aquazino-Modells ist entscheidend.

Fazit

Die Anlage ermöglicht es den Einfluss von Electric Antifouling Anlagen auf die Kalkbildung reproduzierbar zu untersuchen. Die Tests zeigen, dass die geprüften Aquazino-Geräte Kalkbildung reduzieren, die Kristallstruktur verändern und die thermische Effizienz verbessern – der wissenschaftliche Funktionsnachweis ist damit erbracht. In weiterführenden Studien können nun den Einfluss von weiteren Faktoren, wie Strömungsgeschwindigkeit, Wasserzusammensetzung, Leitungsmaterial und auch den Einfluss der Kristallstruktur auf die Kalkablagerung untersuchen. Mit diesen Informationen kann in Zukunft der Aquazino Gerätetyp für jede Anwendung optimiert werden.

APPENDIX: BILDER

Optischer Vergleich

Die Kupferrohre wurden nach jedem Durchgang mit 0.3 m/s und 18 h Laufzeit fotografiert



Bevor 18h Laufzeit



Ohne Behandlung

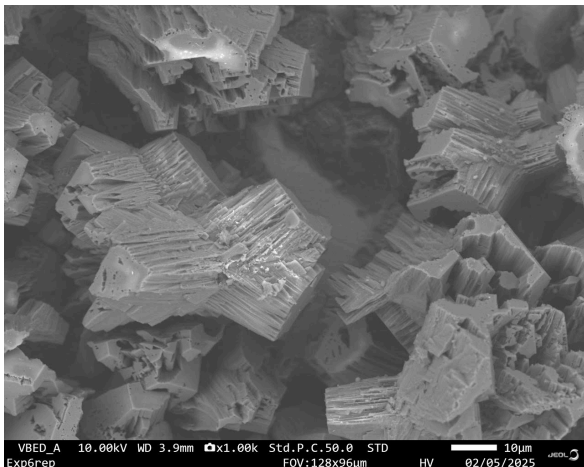


T100-C

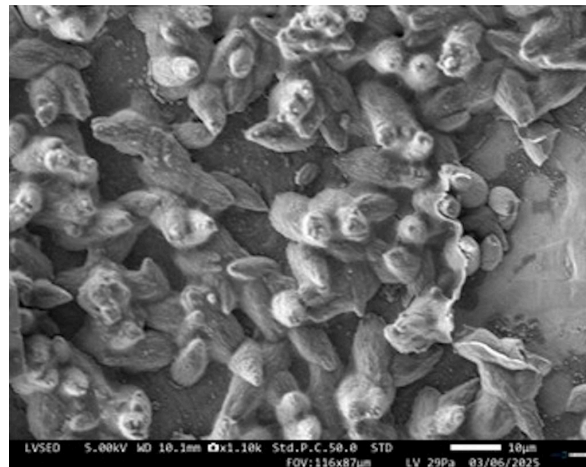
Die Abbildung zeigt Kupferrohre vor und nach einer 18-stündigen Versuchsreihe. In der Variante ohne Behandlung sind deutliche Kalkablagerungen sichtbar, während mit Aquazino T100-C kaum sichtbare Rückstände auftreten.

Elektronenmikroskop (SEM) Aufnahmen

Elektronenmikroskop-Aufnahmen zeigen den Unterschied zwischen unbehandelten Kalkablagerungen und Proben mit T100-C-Behandlung.



Ohne Behandlung



Aquazino T100-C-Behandlung

Ohne Behandlung dominieren dicht gepackte, unregelmässige Strukturen aus kubischen und stacheligen, sternförmigen Kristallen. Mit T100-C hingegen erscheinen die Kristalle rundlich bis mandelförmig-länglich und gleichmässig verteilt. Diese veränderte Morphologie kann Auswirkungen auf die Ablagerungseigenschaften haben.