

Das Thema der Korrosion in wasserführenden Systemen zur Wärme- und Kälteversorgung gewinnt zunehmend an Bedeutung. TGA-Anlagen- und Gebäudebetreiber müssen unter Umständen mit Effizienzproblemen oder sogar mit dem Ausfall der Technik rechnen. Doch Lösungsansätze sind in greifbarer Nähe.

Licht ins Dunkel

**Korrosion in hydraulischen Systemen –
von Dipl.-Ing. Mani Zargari und Dr. Oliver Opel mit Dr. Tanja Eggerichs,
M.Sc. Tobias Otte und B.Sc. Marlies Wiegand**

Wasserbasierte TGA-Systeme werden immer komplexer, immer energieeffizienter und reagieren immer empfindlicher auf Partikelansammlungen. So können zum Beispiel Kapillarmatten in Kühldecken verstopfen oder Stellventile blockieren. Das mögliche Schadensausmaß ist hoch, aber die Scha-

denshäufigkeit gering – vielleicht einer der Gründe, warum das Thema bisher wenig Beachtung fand.

Es gibt nicht „die“ Norm

Planer, Errichter und Betreiber können sich für Handlungsempfehlungen zur Vermeidung von Korrosion

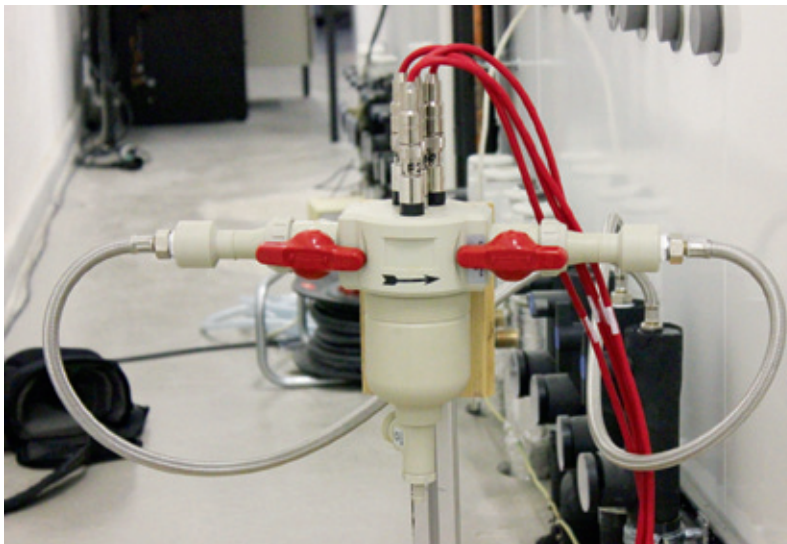
auf eine Vielzahl von Regelwerken berufen. Die Normen unterscheiden sich in der unterschiedlichen Bewertung der Einflussfaktoren auf Korrosionsprozesse und den entsprechenden Vermeidungsstrategien. So liegt beispielsweise der Fokus bei der VDI 2035 Blatt 2 „Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen: Wasserseitige Korrosion“ auf der Vermeidung des Sauerstoffeintrags. Schon geringe Mengen an Sauerstoff im Umlaufwasser führen zu einer Erhöhung der Anforderungen an Leitfähigkeit und pH-Wert.

Heizsysteme im Fokus

Ein weiteres Problem: Die betreffenden Normen beschränken sich vorwiegend auf Heizsysteme. Ihr ursprünglicher Ansatz liegt häufig in der Vermeidung von Steinbildung im Rohrsystem. Im Weiteren kommen Anforderungen zur Vermeidung von Korrosion zum Tragen. Da in Kältesystemen aber Steinbildung wegen der niedrigen



Mani Zargari (Steinbeis-Innovationszentrum energie+ an der TU Braunschweig) und **Dr. Oliver Opel** (Universität Leuphana, Lüneburg) arbeiten gemeinsam mit Dr. Tanja Eggerichs, M.Sc. Tobias Otte und B.Sc. Marlies Wiegand am Forschungsprojekt „Energie- und Qualitätsmanagement gegen Korrosion und Belagbildung in hydraulischen Systemen“ (gefördert durch die Forschungsinitiative EnOB des BMWi).
Kontakt zu den Autoren:
mani.zargari@cci-dialog.de und oliver.opel@cci-dialog.de



Der „FeQuan-Sensor“ im Laboreinsatz (Abb. aus Forschungsprojekt)

Medientemperaturen ausgeschlossen wird, bestand bisher offenbar wenig Anlass, Anforderungen an das Füllwasser für Kältesysteme zu definieren. Inzwischen gibt es einen Vorstoß des Bundesindustrieverbands Technische Gebäudeausrüstung (BTGA), der Abhilfe schaffen soll (siehe Kasten „Neue BTGA-Regel kommt Anfang 2017“).

Forschung: Korrosion in TGA-Systemen

In einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten EnOB-Forschungsprojekt untersuchen Wissenschaftler der

Universität Leuphana, Lüneburg, und des Steinbeis-Innovationszentrums energie+, Braunschweig, in einer Feldstudie die Ursachen von Korrosion in TGA-Systemen. Zum Projektabschluss (Ende 2017) sollen Strategien zur Schadensvermeidung und -beseitigung für ein Weißbuch erarbeitet werden. In rund 15 Gebäuden werden 50 Systeme untersucht. Hauptbestandteil der Untersuchung ist die Entnahme und wasserchemische Analyse einer Probe des Umlaufwassers. Ergänzend werden Anlagen- und Betriebsparameter erhoben, die Rückschlüsse auf die Zusammenhänge der Korrosionsprozesse erlauben. In diesem For-

schungsprojekt wird erstmalig ein über Jahre entwickelter Sensor („FeQuan“) erprobt, der es ermöglicht, Korrosionsprozesse zu erkennen, bevor Schäden entstehen.

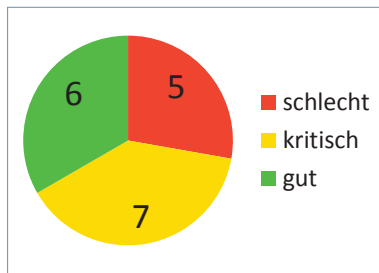
Kühlsysteme häufiger betroffen

Erste Ergebnisse aus der Feldstudie überraschen: Es hat sich gezeigt, dass Kühlsysteme von Korrosion mehr betroffen sind als Heizsysteme. Auffällig ist, dass in Kühlsystemen häufiger unaufbereitetes Leitungswasser verwendet wird. Allerdings gibt es auch Systeme, die mit unaufbereitetem Leitungswasser befüllt wurden, sich aber in einem guten Zustand befinden. Erst nachdem die Salzgehalte – besonders die Chloridgehalte – der Umlaufwasser in die Betrachtung mit einbezogen wurden, ergab sich ein erkennbarer Zusammenhang: Chloridgehalte über 15 mg/l erhöhen signifikant die Korrosionsintensität. Ob sich in den Anlagen behandeltes oder unbehandeltes Leitungswasser befindet, ist also nicht entscheidend, sondern ob der Grenzwert überstiegen wird. Der Salzgehalt des Leitungswassers ist standortabhängig.

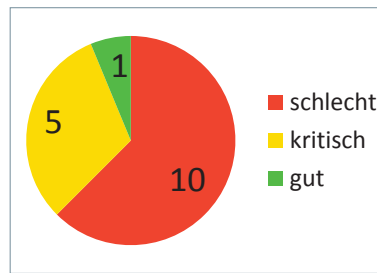
Entsalzung statt Enthärtung

In vielen Kühlsystemen wurde enthärtetes Wasser vorgefunden. Aber eine alleinige Enthärtung des Füllwassers zur Vermeidung von Steinbildung ist nur für Heizsysteme sinnvoll. Für Kühlsysteme wäre statt einer Enthärtung eine Vollentsalzung angezeigt. Stattdessen wurden – anscheinend in Ermangelung von anwendbaren Regelwerken für Kühlsysteme – die Anforderungen von Heizsystemen übernommen und enthärtetes Wasser verwendet. Auch wurde beobachtet, dass – richtigerweise – eine Füllung mit vollentsalztem Wasser beauftragt wurde, aber aufgrund Unkenntnis oder zur Kostenreduzierung eine Befüllung mit

Zustand Heizsysteme



Zustand Kühlsysteme



Im Rahmen der Feldstudie wurden die Zustände von Heiz- und Kühlsystemen verschiedener Gebäude auf Basis der wasserchemischen Parameter nach bestimmten Kriterien untersucht. Der Zustand „gut“ bedeutet: keine oder vernachlässigbar geringe Korrosionsvorgänge nachweisbar, Wasserparameter im empfohlenen Bereich. Kritisch: Korrosionsvorgänge in geringem Maße nachweisbar und/oder Korrosionsrisiko vorhanden. Der Zustand „schlecht“ bedeutet: Korrosionsvorgänge in hohem Maße nachweisbar. Die Zahlen geben die untersuchten Systeme wieder.

enthärtetem Wasser ausgeführt wurde. Daran wird die Notwendigkeit erkennbar, Regeln zur Vermeidung von Korrosion auch für Kühlsysteme aufzustellen. Die Umsetzung muss durch ein Inbetriebnahmemanagement und Qualitätsmanagement während des Betriebes gewährleistet werden.

Auch geht man der Frage nach, ob mikrobiologische Aktivitäten in Kühlsystemen Korrosionsvorgänge

fördern können und eine bedeutendere Rolle spielen als in Heizsystemen. Hierzu werden die Proben einer DNA-Analyse unterzogen und Bakterienstämme identifiziert, die bei Korrosionsprozessen eine aktive Rolle spielen.

Einsatz der Testanlage

Anfängliche korrosive Prozesse nach der Erstbefüllung bei der In-

betriebnahme kommen in einer Stahlrohranlage unter Sauerstoffabschluss zum Erliegen. Der pH-Wert steigt dabei an und schützt das System vor weiterer Korrosion. Bei der Inbetriebnahme einer Testanlage im Labor der Universität Leuphana konnte erstmalig beobachtet werden, wie das System innerhalb weniger Tage alkalisiert. Anders sieht es aus, wenn Sauerstoff in das Umlaufwasser eindringen kann: Die Alkalisierung bleibt aus, die Korrosionsprozesse setzen sich fort und Korrosionsprodukte fallen an, die das System letztendlich schädigen.

Häufigste Ursache für den Sauerstoffzutritt sind zu geringe Systemdrücke oder nicht ordnungsgemäß arbeitende Anlagen zur Druckhaltung, Nachspeisung und Entgasung. Der Einfluss von diffusionsoffenen Kunststoffbauteilen (zum Beispiel Anschlussschläuche oder Kapillarmatten) wird noch untersucht.

Somit konnten bisher der Chloridgehalt des Umlaufwassers und

Neue BTGA-Regel kommt Anfang 2017

Eine Arbeitsgruppe des Bundesindustrieverbands Technische Gebäudeausrüstung (BTGA) erarbeitet derzeit eine Regel zum Thema „Wassergeführte Kalt- und Kühlwasserkreisläufe – zuverlässiger Betrieb unter wassertechnischen Aspekten“. In diese BTGA-Regel werden auch neue Erkenntnisse des Forschungsprojekts „Korrosion in wasserführenden Systemen in der Kälte- und Klimatechnik“ einfließen. Voraussichtlich Anfang 2017 wird die neue BTGA-Regel 3.002-2 erscheinen. Sie soll dem Anwender Hilfestellung geben für

- das Prüfen der wichtigsten Parameter und für die Risikobewertung von Füll- und Ergänzungswasser in Neu- und Bestandsanlagen;
- das Festlegen von Wasserparametern in Abstimmung mit den verwendeten wasserberührten Werkstoffen der Komponenten;
- das Einschätzen und Ableiten von Maßnahmen zur Beseitigung von Korrosionsursachen;
- das Planen und Ausführen von Reinigungsmaßnahmen und
- die Instandhaltungsplanung.

Die BTGA-Regel 3.002-2 wird für geschlossene Kalt- und Kühlwasserkreisläufe im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) für alle geschlossenen Kalt- und Kühlwasserkreisläufe innerhalb von Gebäuden und auf Grundstücken gelten – einschließlich industrieller Produktionsprozesse. Davon ausgenommen sind Anlagen, in denen Wasser zum Zweck der Kühlung verdunstet, Ein- und Zweifamilienhäuser, Anlagen mit einem Gesamtanlagenvolumen bis 100 l, Anlagen mit einer maximalen Umlaufwassertemperatur von über 40 °C sowie spezielle Kreisläufe, beispielsweise Laser und Elektromagnetische Induktion.

In der Arbeitsgruppe des BTGA bringen sich die BTGA-Mitgliedsunternehmen Caverion Deutschland GmbH, Wiegel Gebäudetechnik GmbH, Brochier Gebäudemanagement GmbH, Z&H Wassertechnik GmbH, Marin Wasserbehandlung GmbH und LTZ – Zentrum für Luft- und Trinkwasserhygiene UG, die Fördermitglieder Grundfos GmbH, Uponor GmbH, Wilo SE sowie die Leuphana Universität Lüneburg und das Steinbeis-Innovationszentrums energie+ an der TU Braunschweig aktiv ein.

Sauerstoffzutritt als Einflussparameter identifiziert werden. In der VDI 2035 Blatt 2 kommt man dem mit der Ausführung gasdichter Systeme und geeigneter Druckausgleich- und Nachspeiseanlagen nach.

Übertragen in die Praxis

Ein weiteres Ziel des Projekts ist es, die Ergebnisse zeitnah in die Praxis umzusetzen. Vertreter des Projekts bringen ihre Erkenntnisse in den BTGA-Ausschuss zur Gestaltung einer neuen BTGA-Regel ein. Diese Regel definiert erstmalig in Deutschland Anforderungen für geschlossene Kühlwasserkreisläufe (siehe Kasten „BTGA“).

Ein weiterer Aspekt ist die Entwicklung einer Berichtsform zur Systemanalyse, die es dem Gebäudebetreiber ermöglicht, die Bewertung des Systemzustandes nachzuvollziehen und auf dieser Basis Entscheidungen zu treffen. Bisher sind die Gebäudebetreiber zur Schadensbegutachtung auf Unternehmen angewiesen, die auf die Reinigung, Wasserbehandlung oder -aufbereitung spezialisiert sind. Diese Unternehmen verfügen über einen großen Erfahrungsschatz, können aber aufgrund ihrer Produktbindung keine unabhängige Beratung leisten.

Weiterentwicklung des Sensorsystems

Im Fokus des Forschungsprojekts steht auch die Weiterentwicklung des zum Patent angemeldeten Sensorsystems „FeQuan“. Aufgrund der Entwicklung in der Sensortechnik ist es erst seit fünf Jahren theoretisch möglich, auf Basis der Sensorwerte den Gehalt an gelöstem Eisen und die Korrosionsrate zu bestimmen. Unter Laborbedingungen konnte die Eignung des Sensors nachgewiesen werden: Die aus den Sensorwerten ermittelten Eisengehalte korrelieren gut mit den Ergebnissen der chemischen Analyse der parallel entnommenen Wasserproben.

Inzwischen ist es durch die Software „Energie-Navigator“ der Synvision GmbH, Bielefeld, den Systemzustand in Echtzeit online zu überwachen. Der Link zum Echtzeitmonitoring (Dashboard) lautet siz-energie-plus.de/dashboard. Diese Methode wird erstmalig im Rahmen des Inbetriebnahme-Managements bei dem neuen Zentralgebäude der Universität Leuphana angewendet. Somit wird es möglich sein, den Inbetriebnahmeprozess bei der Erstbefüllung kontinuierlich zu beobachten. Derzeit sind bereits die Laboranlagen in Braunschweig online geschaltet.

Fazit

Korrosionsschäden in wasserführenden Systemen in TGA-Anlagen sind vermeidbar. Die Frage ist, welche minimalinvasiven und wirtschaftlichen Maßnahmen dazu notwendig sind. Neben einer Schärfung und Vereinheitlichung der Regelwerke ist es unumgänglich, den Inbetriebnahmeprozess und den späteren Betrieb zu überwachen. *

CCI WISSENSPORTAL

Eine um weitere Inhalte (unter anderem eine Tabelle mit den entsprechenden Normen und Richtlinien, ihren Anwendungsbereichen und Inhalte und Bewertungen) ergänzte, ausführliche Fassung dieses Beitrags steht in cci Wissensportal unter der Artikelnummer [cci48320](#) zur Verfügung. Ein Praxisbeitrag zum Thema ist „Korrosion – der schleichende Anlagentod“ ([cci47491](#)).