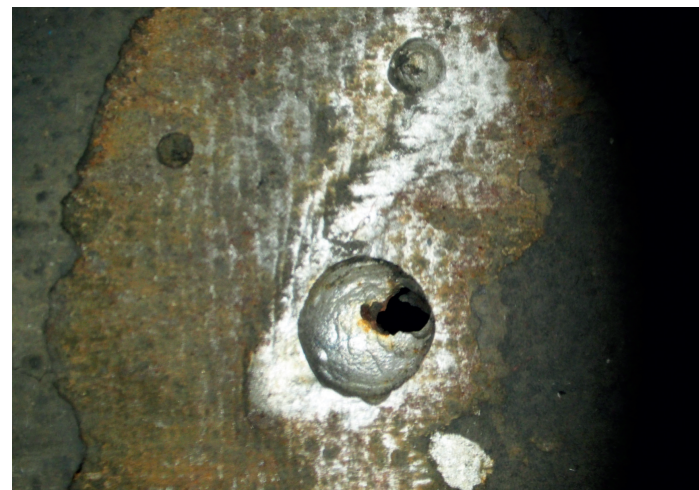


# Damit die Chemie in der Heizung stimmt: VDI 2035

Die Teile 1 und 2 der VDI-Richtlinie 2035, die die Anforderungen an das Heizungswasser festlegen, sind nun über zehn Jahre alt. Ein guter Zeitpunkt für eine Revision der Richtlinie, die derzeit in Arbeit ist. Der Gründruck soll – zu einem Teil zusammengefasst – im Frühjahr 2019 erscheinen. Es steht zu erwarten, dass die Richtlinie nicht nur eindeutiger und konkreter formuliert sein wird, sondern auch viele Hinweise für die Praxis gibt.



Quelle: perma-trade



Quelle: perma-trade

**1 - Lochkorrosiver Angriff von Sauerstoff an einer Kesselwand aus Schwarzstahl - mit Wanddurchbruch - im diffusionsoffenen System einer älteren Flächenheizung nach weniger als zwei Jahren**

## Korrosion in geschlossenen Heizsystemen

Jeder Fachhandwerker weiß, dass die Qualität des Heizungswassers für den langfristig sicheren Betrieb moderner Heizungsanlagen immer wichtiger wird. Dies lässt sich nicht nur anhand der täglichen Praxiserfahrungen feststellen, sondern auch aus diversen aktuellen Regelwerken<sup>1)</sup> herauslesen. Einführend soll daher – mittels eines einfachen Modells – zunächst noch einmal der Einfluss der in der VDI 2035 genannten Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffkonzentration auf das Korrosionsgeschehen im Heizkreislauf kurz beleuchtet werden. Um es gleich vorweg zu nehmen: Eine möglichst niedrige Korrosionsgeschwindigkeit der verbauten metallischen Werkstoffe lässt sich in erster Linie dann erreichen, wenn sich das Kreislaufwasser im richtigen pH-Bereich befindet und gleichzeitig eine möglichst niedrige (50 bis 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) elektrische Leitfähigkeit vorherrscht. Ausgegangen wird hierbei von einer korrosionstechnisch geschlossenen Anlage, bei der kein nennenswerter Zutritt von Sauerstoff erfolgen kann, wie dies auch in der Praxis anzustreben ist. Dies lässt sich vor allem über eine gut funktionierende Druckhaltung umsetzen.

Wie Bild 2 zeigt, benötigt das Erklärungsmodell die zwei Pole (+/-) einer (Korrosions)Stromquelle, eine Glühlampe zur Anzeige der Korrosionsintensität, einen Schließer und zwei elektrische Widerstände (R).

Die einzelnen Komponenten des Schaltbilds lassen sich wie folgt zuordnen: Ist der Schließer geöffnet, kann kein Korrosionsstrom fließen. Dieser Zustand entspricht einer korrosionstechnisch geschlossenen Anlage ohne Zutritt von Sauerstoff und im pH-Wert-Bereich von 8,2 bis 9.

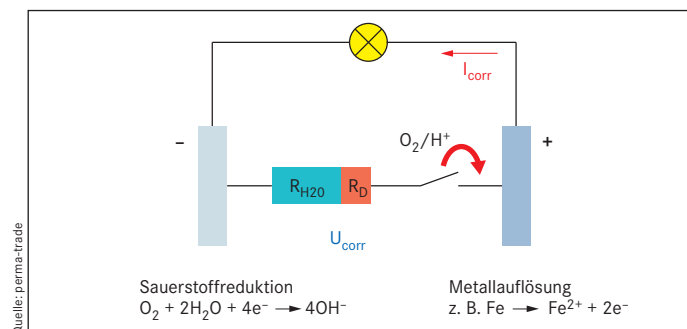
Bei Korrosionsproblemen in der Praxis – Schließer geschlossen – erweist sich Sauerstoffzutritt als Primärfaktor, mehr oder weniger unterstützt durch falsche pH-Werte, insbesondere bei Aluminiumlegierungen. Eine hauseigene Auswertung von 700 Heizungswasseranalysen zeigt hier ein pH-Wertspektrum von 4,7 bis 10,8. Während die Ursache für sehr niedrige pH-Werte bei verschleppten, chemisch abgebauten Frostschutzmittelresten liegt, werden hohe pH-Werte durch die Eigenalkalisierung vollenthärteter Füllwässer und/oder zu hoch dosierter Alkalisierungsmittel erreicht.

Nun wird die mögliche Korrosionsgeschwindigkeit (angezeigt durch die Helligkeit der Glühlampe!) noch signifikant von den beiden Widerständen  $R_{\text{H}_2\text{O}}$  und  $R_{\text{D}}$  beeinflusst. Der Widerstand  $R_{\text{H}_2\text{O}}$  ist dabei dem Heizungswasser zugeordnet und leitet sich direkt aus dessen elektrischer Leitfähigkeit ab. Eine niedrige Leitfähigkeit entspricht einem hohen Widerstand, daher begrenzt eine salzarme

<sup>1)</sup> Regelwerke EU, D, CH, A: DIN EN 14868, VDI 2035, AGFW FW 510, SWKI BT 102, ÖNORM H 5195-1



**Der Autor**  
Dr. Dietmar Ende, Korrosionssachverständiger,  
Leiter Forschung/Entwicklung bei der  
perma-trade Wassertechnik GmbH, Leonberg



**2 - Elektrisches Schaltbild zur Erklärung des Korrosionsgeschehens im Heizsystem.  $I_{\text{corr}}$  = Korrosionsstrom (Korrosionsintensität);  $U_{\text{corr}}$  = Korrosionsspannung ist pH-Wert-abhängig (-59 mV/pH);  $R_{\text{H}_2\text{O}}$  = Widerstand des Heizungswassers ( $1/\mu\text{S cm}^{-1}$ );  $R_{\text{D}}$  = Widerstand einer möglichen Deckschicht auf dem Metall;  $\text{O}_2/\text{H}^+$  = Sauerstoff bzw. Säure im Heizungswasser**

Betriebsweise die mögliche Korrosionsgeschwindigkeit enorm. Bildet sich auf den im Heizkreis verbauten Metallen eine Deckschicht aus, tritt ein weiterer Widerstand  $R_{\text{D}}$  hinzu. Ob sich Deckschichten ausbilden können oder nicht, wird maßgeblich durch den pH-Wert bestimmt. Daher empfehlen auch die Richtlinien einen pH-Bereich von 8,2 bis 10 (bei Aluminiumlegierungen nur bis 9,0!) als bestmöglichen Kompromiss für die üblicherweise verbauten Metalle in Heizanlagen. Auch durch das Hinzufügen von Korrosionsinhibitoren werden Deckschichten erzeugt und vergrößern diesen Widerstand.

Die Tatsache, dass die beiden Widerstände  $R_{\text{H}_2\text{O}}$  und  $R_{\text{D}}$  in Reihe geschaltet sind, lässt erkennen, dass bei einem hohen Widerstandswert des Heizungswassers ein möglicher Widerstand  $R_{\text{D}}$  der Deckschicht zunehmend an Bedeutung verliert. Aus diesem Grund können bei salzreicher Betriebsweise auch eher Abweichungen im pH-Wert toleriert werden und auf Korrosionsinhibitoren kann in der Regel verzichtet werden.

## Aufbereitung des Anlagenwassers

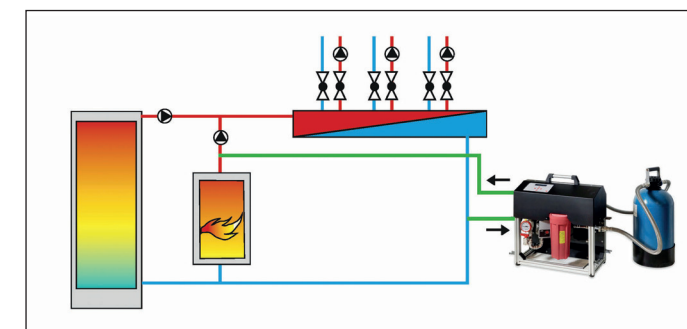
Grundsätzlich kann in Warmwasser-Heizungsanlagen als Füll- und Ergänzungswasser auch Trinkwasser – aus dem letzten Spülvorgang – verwendet werden. Dies jedoch nur, wenn dessen Qualität den anlagenspezifischen Anforderungen (Herstellerangaben bzw. VDI 2035) entspricht. Werden diese nicht erfüllt, so sind Wasseraufbereitungsmaßnahmen oder ein Wasseraustausch erforderlich.

Um die optimalen Werte im Heizungswasser einfach einzustellen, bietet sich besonders die Inline-Entsalzung an. Bei dieser Methode kann das zirkulierende Wasser ohne Betriebsunterbrechung weitgehend automatisiert entsalzt, gefiltert und auch im pH-Wert korrigiert werden. Dabei lassen sich nicht nur bei großen Anlagen Zeit und Aufwand sparen. Diese Methode gilt auch als äußerst nachhaltig, da die Ionenaustauscherharze der Entsalzungspatronen grundsätzlich umweltgerecht regenerierbar sind.

## Wie bei Altanlagen vorgehen?

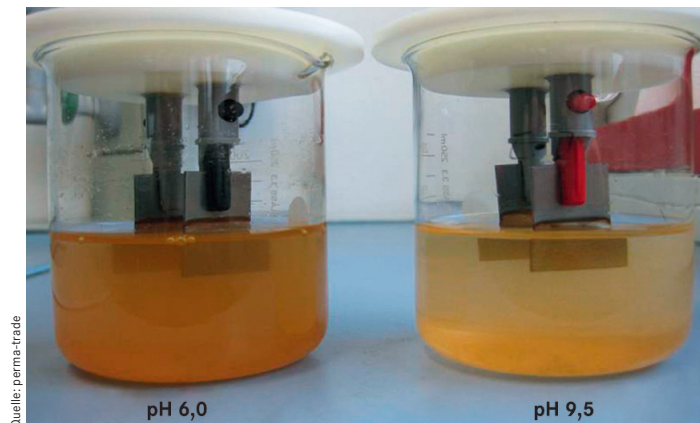
Kommt es – bei einer mängelfreien Anlage – aufgrund von nur geringfügigen Eingriffen zu keiner nennenswerten Änderung im Anlagenvolumen (z. B. Austausch von Regelarmaturen), d. h., es ändert sich auch die Kategorie der Anforderungen an das Heizungswasser nicht, wäre nur auf einen möglichst geringen Verlust von Heizungswasser zu achten.

Anders verhält es sich bei wesentlichen oder schadensbedingten Änderungen. Hier können andere Anforderungen an das Hei-



**3 - System permaline zur Heizungswasseraufbereitung ohne Betriebsunterbrechung mit einer angeschlossenen Entsalzungspatrone PS 21000IL. Das Verfahren kann bis 65 °C und 4 bar eingesetzt werden.**

zungswasser zu berücksichtigen sein. Dies wäre der Austausch oder Einbau maßgeblicher Komponenten, wie z. B. die Erneuerung des Wärmeerzeugers, der Einbau von Flächenheizungen oder Pufferspeichern. Es sind dann die aktuellen Analyseparameter pH-Wert, Härte, elektrische Leitfähigkeit und Aussehen des Heizungswassers zu erfassen und mit den nach der Änderung gültigen Richtwerten nach VDI 2035 sowie ggf. den Vorgaben der Komponentenhersteller abzugleichen. Die Füll- und Ergänzungswasserqualität ist dann entsprechend einzustellen. Da es am Markt zu diesem Thema Unsicherheiten gibt, wird die Behandlung von Bestandsanlagen in die neue VDI 2035-1 mit auf-



4 - Niedrig legierter Stahl nach 18 h in chloridhaltigem Leitungswasser bei saurem (6,0) und basischem (9,5) pH-Wert. Bereits die unterschiedliche Braunfärbung der Flüssigkeit zeigt, dass im Säuren deutlich mehr Eisen (ca. 400 %) aus der Probe austritt als bei einem passivierenden alkalischen pH-Wert.

genommen werden. Auch zu Mängeln in der Heizungswasserqualität, deren Ursachen und möglichen Abhilfemaßnahmen wird es Hilfestellung geben. Ebenso zur Vorgehensweise bei der Probenahme und Messung der chemisch/physikalisch relevanten Messgrößen pH-Wert, Summe Erdalkalien und elektrische Leitfähigkeit.

### Kühlwasser und Kaltwasserkreisläufe

Während die VDI 2035 auf höhere Temperaturen (bis < 100 °C) im Umlaufwasser fixiert ist, geht es in diesen geschlossenen Kreisläufen nur um den Temperaturbereich 25 °C < T < 40 °C bzw. Temperaturen < 25 °C für Kaltwasser (siehe BTGA-Regel 3.003). Schon allein aufgrund dieses anderen Temperaturbereichs unterliegen die Härtebildner in Kühlwässern keinen so strengen Richtwerten wie im Heizungswasserbereich. Dafür können eher mikrobiologische Probleme erwartet werden. Die Kor-

## Leitfähigkeit und pH-Wert richtig messen

Besonders für die pH-Wertmessung ist die richtige Messtechnik entscheidend. Beträgt die elektrische Leitfähigkeit des Heizungswassers weniger als 150 µS/cm, muss ein elektronisches pH-Messgerät angewendet werden, da Teststreifen zu träge bzw. ungeeignet sind. Dessen Kalibrierung sollte dabei nicht länger als 14 Tage zurückliegen.

### Vorgehensweise:

- Auswählen einer gut durchströmten Zapfstelle
- Tülle mit Schlauchstück aufschrauben
- Stagnationswasser an der Probenahmestelle verwerfen
- Probenahmegefäß und (Kombi)Meßgerät mit Heizmedium spülen
- Probenahme möglichst ohne Lufteintrag (Schlauch eintauchen)
- bei kombinierter Messung zuerst die Leitfähigkeit ablesen, dann den pH-Wert
- bei warmem Wasser Temperaturkompensation abwarten

Die Probenahmegefäße müssen sauber und ölfrei sein und dürfen – im Fall von PET-Flaschen – vorher kein kohlensäurehaltiges Getränk enthalten haben.

rosionsparameter pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit sind vergleichbar. Da besonders bei kombinierten Heiz- und Kühlkreisläufen Regelungsbedarf besteht, hat der VDI hierzu bereits ein neues Richtlinienprojekt aufgesetzt.

### Dokumentationspflicht

Bei der Errichtung von Neuanlagen sind sämtliche Schritte, beginnend bei der Beratung über Planung und Abnahme bis hin zur Wartung, zu dokumentieren. Ebenso ist bei jeglicher Veränderung an Bestandsanlagen (Komponententausch, Wasserbehandlung/-wechsel, Erweiterung) die Kompatibilität des sich in der Anlage befindlichen Umlaufwassers mit den nunmehr eingesetzten Bauteilen zu bewerten und zu dokumentieren (siehe VOB/C EN 12828, VDI 2035-2).

Zum Zwecke der Dokumentation ist ein Anlagenbuch zu führen, das dem Betreiber durch den Installateur oder Planer übergeben wird. Der Betreiber ist dann für die Fortführung der Dokumentation bei Wartung (Wasserparameter) oder Anlagenveränderungen verantwortlich. Es ist aber zu beachten, dass die VDI 2035-2 im Fall von Wasserbehandlungsmaßnahmen (Zugabe von chemischen Produkten) eine Sachkunde fordert.

Kann der Betreiber die entsprechenden Dokumente in einem späteren Schadensfall nicht vorlegen, haben die Versicherung und der Hersteller der defekten Bauteile unter Umständen ein Leistungsverweigerungsrecht. Dieses Leistungsverweigerungsrecht beruht auf der Annahme, dass der eingetretene Schaden auf eine fehlerhafte Wasserbehandlung zurückzuführen ist.

### Einsatz chemischer Produkte

Über so genannte Vollschutzprodukte wird kontrovers diskutiert, handelt es sich doch um chemische Zusatzstoffe zum Korrosionsschutz und zur Härtestabilisierung im Heizungswasser mit all ihren Vor- und Nachteilen.

Beginnen wir mit den Vorteilen: Die Anwendung scheint einfach, denn das Wasser muss meist nicht mal aufbereitet werden. Der pH-Wert ist passend stabilisiert und auf den Metallen bildet sich eine Schutzschicht gegen korrosive Angriffe bzw. Metallabgabe (Kupfer!). Zudem sollen Schwebeteilchen wie Magnetit fein dispergiert in Lösung gehalten werden.

Diese Vorzüge erkaufte man sich zunächst damit, dass das Minimierungsgebot, das fordert, möglichst wenig Chemie einzusetzen, nicht eingehalten wird. Nur in Ausnahmefällen soll daher diese Option zum Einsatz kommen. Beispiel dafür wäre eine sauerstoffdiffusionsoffene Heizungsanlage aufgrund eines älteren Flächenheizungssystems oder einem offenen, oben liegenden Ausdehnungsgefäß.

Im Anlagenbetrieb aufwändig erscheint aber auch die regelmäßig notwendige Kontrolle und ggf. Korrektur der Wirkstoffkonzentration. Ist diese nicht gegeben, spricht man von unterinhibierten Systemen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für Lokalkorrosion, die schnell zu Wanddurchbrüchen führen kann. Ist das Produkt biologisch abbaubar, dient es nebenbei noch als Nahrungsmittel für Mikroorganismen und fördert somit die Bildung von Biofilmen, die nicht nur Wärmeübergänge stark reduzieren. Nicht unerwähnt bleiben soll, dass die zum Teil messtechnisch nachweisbare sehr gute Schutzschichtbildung nur auf mehr oder weniger blanken Metalloberflächen stattfindet. In der Praxis müssten daher die Anlagen für eine optimale Wirkung zuerst chemisch gereinigt/gebeizt werden. Das restlose Entfernen der dazu verwendeten Reiniger ist aber in der Praxis vor allem bei größeren Wohneinheiten nicht immer einfach möglich.