



# Der Lufteintrag ist nach wie vor ein Problem

## Neue Technische Regeln zur Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Heizanlagen

„Bei Nichtbeachtung Umkehr der Beweislast“, Sachverständiger Dr. Carl-Ludwig Kruse.

Die Bedeutung der technischen Regeln wird besonders deutlich, wenn es nach dem Auftreten eines Mangels zu Streitigkeiten über dessen Ursachen kommt. Einige Hinweise zu den Konsequenzen im Umgang mit der neuen DIN EN 14686 [1] für den Korrosionsschutz in Heizanlagen gab Dr. Carl-Ludwig Kruse, vormals Materialprüfungsamt NRW, Dortmund, auf dem Symposium der Firma Kreilac-Hallenheizungen Anfang Juni in der Universität Düsseldorf. Er ging auch auf noch bestehende Problemfelder ein.

Die Erfüllung oder Nichterfüllung von Normen und vergleichbaren Regelwerken ist zumindest als Beweis des ersten Anscheins zu werten, der im Streitfall eine Umkehr der Beweislast bewirkt und dann gegebenenfalls die Tätigkeit eines Sachverständigen erforderlich macht.

Die bekannteste Technische Regel zur Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Heizanlagen dürfte die VDI-Richtlinie 2035-2 [2] sein, die in ihrer derzeit noch gültigen Fassung aus dem Jahre 1998 immerhin auch schon fast 10 Jahre alt ist. Eine überarbeitete Fassung liegt als Entwurf vor [3]. Mit der DIN EN 14686 ist, bisher noch weitgehend unbeachtet, eine Europäische Regel dazugekommen, die im Hinblick auf ihre Verbindlichkeit naturgemäß höher einzustufen ist als die VDI-Richtlinie. Sie lässt eine deutliche Verwandtschaft mit den Normen der Reihe DIN EN 12502-1 bis 5 (Korrosionsschutz in Wasserleitungssystemen) [4] erkennen.

### Einleitende Erklärungen und Anwendungsbereich

In der Einleitung heißt es u.a.: „...Die vorliegende Norm ist... ein Informationsdokument und stellt **keine verbindlichen Regeln** für die Verwendung von metallischen Werkstoffen in Wassersystemen auf.“ Und an anderer Stelle: „Diese Europäische Norm ist daher als Informationsdokument anzusehen.“

Auf der Basis der hier aufgeführten **Informationen** können während Planung, Installation und Betrieb Entscheidungen getroffen werden, um die **Wahrscheinlichkeit** eines Korrosionsschadens zu **minimieren**.“

Aus diesen Vorbemerkungen wird deutlich, dass es sich bei allen Formulierungen, die wie konkrete Handlungsanweisungen aussehen, tatsächlich nur um Vorgaben im Sinne von „sollen“ handelt, also um Vorgaben, von denen beim Vorliegen triftiger Gründe abgewichen werden kann, wenn sichergestellt ist, dass das Schutzziel auf anderem Wege erreicht werden kann. Im Schadensfall ist allerdings die Gleichwertigkeit der Maßnahme mit der Norm, die, das ist ja ihr Sinn, ein anerkannter Mindestmaßstab ist, nachzuweisen.

Im Abschnitt „1 Anwendungsbereich“ der Norm heißt es: „Diese Europäische Norm gibt einen Überblick über die Einflussfaktoren der durch Innenkorrosion bedingten Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Bauteile (Rohre, Behälter, Kessel, Wärmeaustauscher, Pumpen usw.) in Wasser-Resirkulationssystemen in Gebäuden. Bei den betrachteten Wasser-Resirkulationssystemen handelt es sich um:

- Heizsysteme (bis zu 110°C Betriebstemperatur des Wassers);
- Kühl- und Kältesysteme, die mit Trinkwasser

entsprechend der Richtlinie 98/83/EG oder Wässern ähnlicher Zusammensetzung gefüllt sind.“

Drei Anmerkungen weisen darauf hin, dass die Norm nicht gilt für:

- Zirkulationssysteme für erwärmtes Trinkwasser;
- Zur Atmosphäre hin offene Kühlsysteme;
- Heizsysteme in Gebäuden, die direkt an eine Fernwärme-Versorgung angeschlossen sind.

### Arten von Korrosionsschäden und Rolle des Sauerstoffs

Bei den in der Norm angesprochenen Arten von Korrosionsschäden handelt es sich um:

- Wanddurchbruch
- Behinderung des Durchflusses
- Verminderung des Wirkungsgrades
- Siedegeräusche
- Festfressen von beweglichen Bauteilen und andere schädliche Effekte

Ein einleitendes Kapitel beschäftigt sich mit der Rolle des Sauerstoffs. Im Hinblick auf den Sauerstoffzutritt werden zwei Grenzfälle von Anlagentypen definiert:

**Anlagentyp I:** Systeme ohne signifikanten Sauerstoffeintrag

### Anlagentyp II:

Systeme mit kontinuierlichem oder intermittierendem Sauerstoffeintrag.

Anlagentyp I ist dadurch charakterisiert, dass praktisch kein Sauerstoffeintrag während des Betriebes möglich ist. Der im Füllwasser gelöste Sauerstoff wird schnell unter Bildung von Korrosionsprodukten verbraucht. Dies führt in den meisten Fällen nicht zu einer Beeinträchtigung des Systems. Als Beispiele werden genannt:

- Systeme mit geschlossenen Ausdehnungsgefäßen, die einwandfrei geplant, installiert und gewartet sind.
- Offene Heizsysteme unter Bedingungen, unter denen nur vernachlässigbare Mengen an Sauerstoff in das System eingetragen werden.

### Sauerstoffeintrag während des Betriebs

Anlagentyp II ist dadurch charakterisiert, dass Sauerstoffeintrag in das System während des Betriebes entweder gelegentlich, regelmäßig oder kontinuierlich möglich ist. Die Liste der Beispiele ist relativ umfangreich:

- Offene Systeme, in denen im Betrieb das Rezirkulationswasser regelmäßig mit Sauerstoff angereichert wird
- Systeme mit geschlossenen Ausdehnungsgefäßen, bei denen:

- das Volumen des Ausdehnungsgefäßes zu klein ist;
- der Gasdruck im trockenen Ausdehnungsgefäß nicht entsprechend dem Wasserdruck eingestellt wurde;
- der Gasdruck im Laufe des Betriebes absinkt;
- der Wasserinhalt aufgrund von Wasserverlusten absinkt (zum Beispiel an Ventilen und Pumpen).

Derartige Umstände können in Abkühlphasen (zum Beispiel in der Nacht) zu Unterdruck im System führen, was wiederum zu Sauerstoffeintrag an O-Ringen oder Dichtungen und an automatischen Entlüftern führt.

- e) Systeme mit kontinuierlichem Sauerstoffeintrag in Folge von Diffusion durch organische Werkstoffe, beispielsweise ungesperrte Kunststoffrohre oder Gummischläuche.

### Anlagentyp I relativ ungefährdet

Abgesehen von der Möglichkeit, dass sich Schichten von Eisenkorrosionsprodukten auf Wärmeübertragungsflächen bilden und eine Verminderung des Wirkungsgrades verursachen, abgesehen von der Möglichkeit, dass es unter bestimmten kritischen Bedingungen bei Messingbauteilen zu Rissbildung durch Spannungsrisskorrosion kommen kann und abgesehen von der Möglichkeit von speziellen, durch alkalisches Heizwasser verursachten Korrosionserscheinungen bei Aluminiumwerkstoffen ist bei Anlagen dieses Typs normalerweise nicht mit Korrosionsschäden zu rechnen.

Die bei Anlagen des Typs II bei Eisenwerkstoffen, Kupfer- und Kupferlegierungen, Aluminium und Nichtrostendem Stahl möglichen Korrosionsschäden werden im Detail beschrieben.

Aus der Formulierung im 3. Absatz von Abschnitt 10.2.1

- „In Fußbodenheizungen aus Kunststoffrohren ist der Einsatz von nicht diffusionsgehemmten Rohren wegen des kontinuierlichen Eintrags von Sauerstoff von Nachteil und macht weitere Korrosionsschutzmaßnahmen erforderlich“, ergibt sich, dass bei der Erwähnung der Kunststoffrohre als mögliche Sauerstoffquelle nur die nach wie vor erhältlichen Kunststoffrohre ohne Diffusionshemmung gemeint sind.

### Inhibitoren und Hydrazin

Bemerkenswert sind einige Ausführungen zur Verwendung von Korrosionsschutzmitteln. So heißt es zum Beispiel in Abschnitt 10.3.2 im Zusammenhang mit Korrosionsinhibitoren:

- „Jedoch sollten Inhibitoren **nicht** als Ersatz für physikalische Lösungen zur Vermeidung von Sauerstoffeintrag dienen.“

Zur Verwendung von Sauerstofffängern heißt es in im letzten Absatz von Abschnitt 10.3.2:

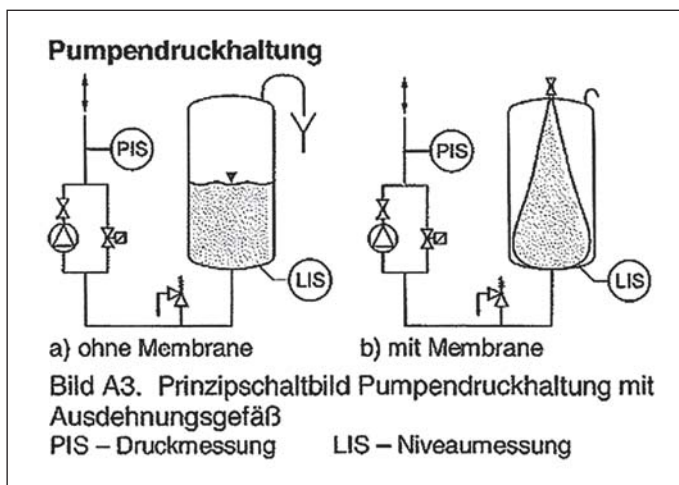
## Energieeffizienz und Sauerstoff



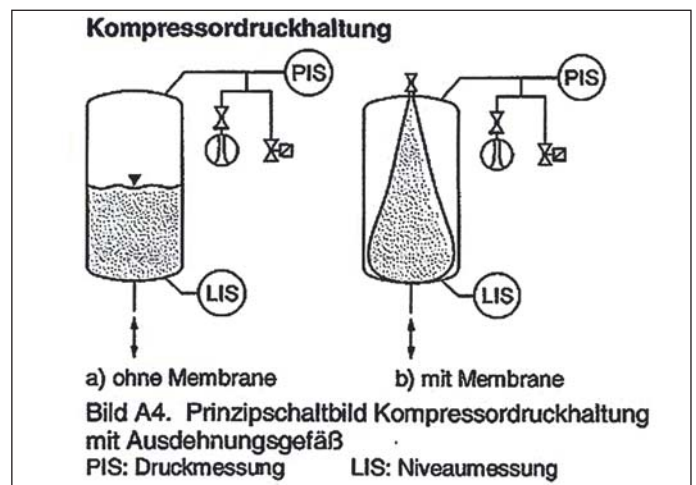
**30 Seiten Details zu Betonkernheizung für Industriehallen. Zu bestellen: [guenter.kreitz@kreilac.de](mailto:guenter.kreitz@kreilac.de)**

Kreilac-Geschäftsführer Günter Kreitz war es deshalb eine Selbstverständlichkeit, im Rahmen einer Vortragsreihe zur Energieeffizienz in Industriehallen auch die Frage der Funktionssicherheit behandeln zu lassen: „Ein entscheidendes Merkmal der Energieeffizienz ist selbstverständlich die dauerhafte Zuverlässigkeit eines Gesamtsystems. Und die zu gewährleisten, ist in erster Linie Sache der Planer und Anlagenbauer. Das verpflichtet wiederum uns Hersteller, sämtliches Wissen zu den Risiken einer Technik – und natürlich zum Abbau dieser Risiken – an unsere Kunden weiterzugeben“. Sauerstoff in Heizungsanlagen sei nun mal nach wie vor ein kritischer Punkt – aber ein beherrschbarer. [www.kreilac.de](http://www.kreilac.de)

- „Die Anwendung von Sauerstofffängern wie zum Beispiel Natriumsulfit und Hydrazin, die oft in Heizkesseln eingesetzt werden, ist **nicht** in geschlossenen Rezirkulationssystemen zu empfehlen.“
- Hinsichtlich der erforderlichen Wartung wird in Abschnitt 10.4.1 ausgeführt:
- „Das Rezirkulationssystem sollte mindestens einmal pro Jahr oder nach einem Austausch von Bauteilen über-



Pumpendruckhaltung.



Kompressordruckhaltung.





Wie immer rufen die Vorträge von Korrosionsexperte Kruse hohe Aufmerksamkeit hervor.

prüft werden, um einen einwandfreien und wirkungsvollen Betrieb zu gewährleisten.“

**Wichtige Anmerkung**

Obwohl insgesamt festzustellen ist, dass sich die Informationen dieser neuen DIN EN im Wesentlichen im Rahmen der Ausführungen des bisherigen nationalen Dokumentes, der VDI-Richtlinie 2035, bewegen, ist darauf hinzuweisen, dass im Fall von unterschiedlichen oder gar sich widersprechenden Informationen die Informationen der DIN EN 14868 ausschlaggebend sind. Detailliertere Informationen, vor allem bezüglich der in Deutschland in größerem Umfang eingesetzten Druckhaltungen mit Pressluft beziehungsweise Pumpen, die noch keinen Eingang in die interna-

tionale Normung gefunden haben, werden voraussichtlich Inhalt von noch zu erstellenden nationalen Restnormen sein.

Erste Ansätze sind im Anhang A des Entwurfes VDI 2035 [3] zu finden. Hier wird bei der Pumpendruckhaltung nach Bild 2 und der Kompressordruckhaltung nach Bild 3 für größere Heizungsanlagen bis in den Megawattbereich hinein von Ausführungsformen mit und ohne Membrane ausgegangen. Aussagen, wie:

- „Der Sauerstoffeintrag in das Heizwasser ist abhängig von der Qualität der Membran“ und
- „Das Membranmaterial muss ... einen geringen Permeabilitätskoeffizienten für Sauerstoff aufweisen.“ und

- „Bei Pumpendruckhaltung mit Ausdehnungsgefäßen mit geeigneter Membran, (z.B. Butylkautschuk) ist der Sauerstoffeintrag vernachlässigbar gering.“ und
- „Bei Kompressordruckhaltungen ist die Auswahl der Membran noch mehr als bei allen an deren Arten der Druckhaltung von Bedeutung, da die Gefahr des Sauerstoffeintrags in das Heizwasser mit dem Anlagendruck steigt. Daher sind Membranen aus Butyl-Kautschuk oder mit vergleichbaren Permeabilitätseigenschaften zu verwenden.“

erwecken den Eindruck, dass das Problem des Sauerstoffeintrags bei diesen Verfahren durch Auswahl von geeigneten Membranen gelöst werden kann. Dies entspricht aber nur den Wunschvorstellungen von leider maßgeblichen Herstellern, die keinen Zugang zu den physikalischen Grundgesetzen finden. Durch die Membranen aus Butyl-Kautschuk wird der Sauerstoffdurchtritt nicht verhindert, sondern nur verlangsamt. Er steigt jedoch mit zunehmender Temperatur rapide an, grob gesehen je 10K um den Faktor 2: von 20°C auf 70°C verzehnfacht sich der Eintrag mithin.

**Zwischenbehälter installieren**

Die einzig wirksame Methode zur Vermeidung eines Sauerstoffeintrags bei derartigen Anlagen besteht zurzeit in dem Einbau eines Zwischengefäßes zwischen Heizkessel und Druckhaltungsanlage. Dessen Volumen sollte etwas größer sein als die Differenz des Wasservolumens zwischen minimaler und maximaler (Betriebs-) Vorlauftemperatur. Bei größeren Heizungsanlagen kann das Pendelvolumen bis 1 m<sup>3</sup> betragen.

In diesem Schichten-Zwischenspeicher mit geschickter Dimensionierung und Anordnung von Eingang Kessel und Abgang Wärmeverteilung sowie Verbindung zur Druckhaltung klettert die Temperatur im Bodenbereich, mit der Verbindung zum Drucksystem, nur moderat. Im Prinzip sollte hier das Wasser

kalt bleiben. Der Inhalt wirkt als pendelndes Polster oder Sperrwasser zwischen Heizkreis und dem primären Ausdehnungsgefäß. Die Temperatur der Gummimembran dort verändert sich mithin nicht und damit auch nicht ihre Sauerstoffdurchlässigkeit.

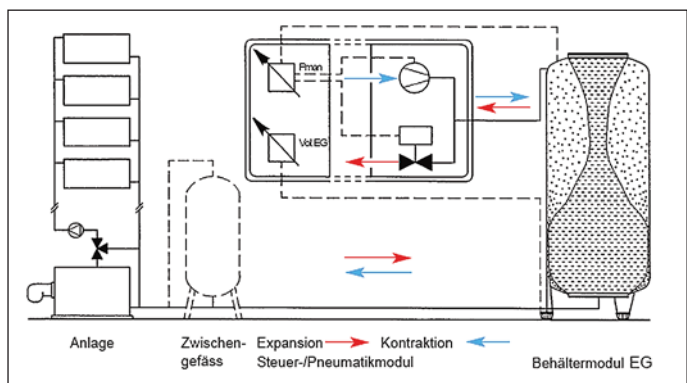
Das Zwischengefäß muss zudem für den Abbau des eingedrungenen Sauerstoffs eingerichtet sein. Im Prinzip reicht dazu der übliche Schwarze Stahl als Behältermaterial aus. Denn über die Membran mit jetzt praktisch Raumtemperatur dringt nur noch wenig Luft ein, die durch die flächige Korrosion der Wandung schadlos verbraucht wird. Wer diesem Vorgang nicht ganz traut, kann den Effekt verstärken, in dem er in den Zwischenbehälter ein Sauerstoffbindemittel wie Natriumsulfid eingibt oder eine Opferanode installiert, die den Sauerstoff verzehrt.

[Bernd Genath]

**Literatur**

- [1] DIN EN 14868 (11-2005) Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe; Leitfaden für die Ermittlung der Korrosionswahrscheinlichkeit in geschlossenen Warmwasser-Zirkulationssystemen
- [2] VDI 2035 Blatt 2 (09-1998) Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizanlagen; Wasserseitige Korrosion
- [3] VDI 2035 Blatt 2(12/2007) Entwurf Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizanlagen; Heizwasserseitige Korrosion
- [4] DIN EN 12502-1 bis 12502-5 (03-2005) Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserleitungssystemen

- Teil 1: Allgemeines
- Teil 2: Übersicht der Einflussfaktoren für Kupfer und Kupferlegierungen
- Teil 3: Übersicht der Einflussfaktoren für feuerverzinkte Eisenwerkstoffe
- Teil 4: Übersicht der Einflussfaktoren für nichtrostende Stähle
- Teil 5: Übersicht der Einflussfaktoren für Gusseisen, unlegierte und niedriglegierte Stähle



Zwischenbehälter mit kaltem Sperrwasser zwischen Ausdehnungsanlage und Heizkreis. (Bild: Pneumatex)