

## Korrosion in Heizungsanlagen

Definitionen und Verhinderung.

### Was ist Korrosion?

Unter Korrosion versteht man die Reaktion eines metallischen Werkstoffes mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffes bewirkt. Metalle gehen dabei von der Oberfläche her entweder Verbindungen mit Gasen wie Luft oder Verbrennungsgase ein (trockene Korrosion) oder wandern in Anwesenheit eines Elektrolyten infolge elektrischer Potentiale in den Elektrolyten ab (nasse Korrosion). Dabei entsteht ein Materialverlust. In (geschlossenen) Heizungsanlagen sind wir vorwiegend mit nassen Korrosionen konfrontiert.

### Was ist Rost?

Rost ist eine chemische Verbindung von Eisen mit Sauerstoff. Die Rostbildung wird hervorgerufen durch: Sauerstoff, Luftfeuchtigkeit, Abgase (Schwefel), Säuren und Laugen. Durch die Luft werden z.B. Heizungsrohre aus Stahl bei Lagerung und Montage beeinflusst: Sie können rosten.

### Sauerstoffkorrosion

Die Folge dieser Korrosionsart ist Lochfrass. Infolge Sauerstoffüberschuss im Heizungswasser entstehen Korrosionsprodukte, die sich als lockerer Schlamm und schliesslich als



Bild: Korrosion in Heizungsrohren

Rost absetzen. Bei dieser Korrosion stellt man teilweise an den Entlüftungsstellen (z.B. an den Heizkörpern) Wasserstoff in der Luft fest. Wasserstoff ist brennbar. Vorkommen: An Stellen, an denen das Leitungswasser nicht zirkuliert, oder wenn im Heizsystem grosse Temperaturspreizungen gefahren werden. Die Folge sind flächenartige Abtragungen. Abhilfe: Immer sauerstoffdiffusionsdichte Rohre, z.B. Kunststoff-Metall-Verbundrohre, verwenden, Expansions- und Druckhalteautomaten einsetzen, für richtigen Vordruck im Gefäss sorgen.

### **Streuströme**

Diese werden durch Gleichstromquellen erzeugt. Bei Installationen und erdverlegten Rohrleitungen sowie Tanks können in kurzer Zeit Schäden entstehen. Z.B. kann 1 mA in einem Jahr ca. 10 Gramm Eisen (Fe) zerstören. Abhilfe: Fachmännischer Einbau von Schutzleitern und Potentialausgleich.

### **Stillstandkorrosionen**

Diese Form von Korrosion kann während dem Stillstand oder in der Zeit vor Inbetriebnahme von Dampfkesselanlagen auftreten. Nicht entgastes oder ungenügend alkalisches Wasser fördern dabei diese Korrosionsart. Massnahmen: periodische Kontrolle und Konservierung.

### **Spaltkorrosion**

Schlechtes «Hanfen» von Dichtstellen und Verbindungen kann eine Spaltkorrosion hervorrufen. Unterschiedliche Sauerstoffverteilungen können dabei die Ursache sein. Abhilfe: Verbindungssysteme wie z.B. Schweißen oder Pressen wählen oder zumindest Hanf- bzw. Schraubstellen auf das Nötigste reduzieren.

### **Spannungsrisse**

Bei dieser Schadensart führt eine mechanische Beanspruchung der Anlageteile zu Spannungsrisen. Z.B. können Zugspannungen entweder durch die Konstruktion (Schweißen, Biegen, Maschinenbearbeitung usw.) oder durch den Betrieb (Druck, Temperatur, Bewegungen usw.) entstehen. Bei Installationen aus nicht rostendem Stahl kann es bei Vorliegen von Zugspannungen und kritischen Chloridwerten unter bestimmten Umständen auch zu Spannungsrissskorrosion kommen. Abhilfe: Im Anlagenbau ist darauf zu achten, dass Rohrleitungen, Kompensatoren und Apparate richtig montiert werden damit eine Ausdehnung möglich ist.

### **Erosionskorrosion**

Unter Erosion versteht man die rein mechanische Abtragung eines Metalls. Dabei wird eine Korrosion hervorgerufen, indem die vorhandene Schutzschicht im Heizsystem abgelöst wird, oder diese laufend wieder – mit entsprechendem Materialverbrauch – neu gebildet wird. Erosion wird begünstigt an Stellen mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten (z.B. in Heizungs-Unterstationen) und mit hohen Betriebstemperaturen.

Abhilfe: Genügend hoher Vordruck im Heizsystem und Unterlagen der Hersteller/Lieferanten von Umwälzpumpen und Wärmeüberträgern beachten.

### **Kavitation**

Bei der Kavitation führt die hohe Strömungsgeschwindigkeit zu Veränderungen an der Metalloberfläche: sie wird zerklüftet. Dadurch können z.B. Schäden an Umwälzpumpen entstehen. Abhilfe: Genügend hoher Vordruck im Heizsystem. In der Praxis sind die Unterlagen der Hersteller und Lieferanten bezüglich minimaler Betriebsdrücke an der Saugseite von Umwälzpumpen zu beachten.

### **Korrosion durch Ablagerungen**

In Heizsystemen können sich überall dort Feststoffe ablagern, wo die Strömungsgeschwindigkeiten zu niedrig sind. Diese Problematik kann in Heizsystemen bei nicht zirkulierenden Leitungen auftreten. Abhilfe: Rohrleitungen kurzschliessen, damit Zirkulation gewährleistet ist und evtl. mit Entlüftungsmöglichkeit bzw. Luftflasche ausrüsten.

### **Heizungsanlagen mit gemischten Werkstoffen**

Bei der Verwendung von gemischten Werkstoffen, z.B. Stahl und Kupfer, besteht ein geringes Korrosionsrisiko, solange der Sauerstoffgehalt im Heizungswasser unter 0,1 mg/l liegt. Abhilfe: Schutzanodenanlage, Magnetflussfilter, Druck- und Entgasungsautomaten.

### **Verzinkte Rohre**

Der Einbau von innen verzinkten Rohren soll grundsätzlich vermieden werden. Gegen verzinkte Schrauben und Muttern ist nichts einzuwenden, da diese nicht mit dem Anlagewasser in Kontakt stehen.

### Korrosion durch Halogene

Die Verbrennungsluft muss frei von Halogenen (Chlor-, Fluorverbindungen) sein. Eine übermässige Halogenbelastung der Verbrennungsluft führt zu grossen Korrosionsschäden. Halogenverbindungen finden sich u.a. in Sprühdosen, Verdünnern, Reinigungs-, Entfettungs- und Lösungsmitteln. Ferner sind in der Nähe von chemischen Reinigungen, Coiffeursalons, Schwimmbädern, Druckereien und im Heizungsraum aufgestellten Waschmaschinen Halogenemissionen möglich. Im Zweifelsfall muss die einwandfreie Qualität der Verbrennungsluft mittels einer externen Luftansaugung sichergestellt werden. Fluor, Chlor, Brom und Jod verbinden sich mit Wasserstoff – z.B. während der Verbrennung von Brennstoffen – zu sehr aggressiven Säuren und können den Wärmeerzeuger oder Teile davon zerstören.

Abhilfe: In Heizräumen keine Produkte (z.B. Wasch- und Reinigungsmittel) aufstellen, mit denen Halogenverbindungen auftreten und dann in die Verbrennungsluft gelangen können. Raumluftunabhängige Heizkessel einsetzen.

### Faktoren, welche die wasserseitige Korrosion beschleunigen

- Ein zu tiefer oder zu hoher pH-Wert im Heizungswasser
- Zu hoher Wasserstoff-Gehalt
- Sauerstoffreiches Wasser
- Säurehaltiges Wasser
- Mineralienreiches Wasser
- Grosse Temperatursprünge im Betrieb
- Offene zirkulierende Expansionsgefässe
- Nicht diffusionsdichte Kunststoffrohre
- Häufiges Nachfüllen
- Falsche Frostschutzmittel/Konzentration
- Zu klein ausgelegte Membran-Ausdehnungsgefässe
- Undichte Membran
- Zu geringer Vordruck im Expansionsgefäss bzw. am Saugstutzen der Umwälzpumpen
- Nicht richtig angeschlossene Expansionsgefässe

### Faktoren, welche die abgasseitige Korrosion beschleunigen

- Salzsäure (aus in der Verbrennungsluft enthaltenen Halogenen)
- Schwefelsäure (aus dem im Heizöl enthaltenen Schwefel)
- Salpetersäure (aus den bei der Verbrennung entstehenden Stickoxiden)

### Aussenkorrosion / Schutz vor äusseren Einflüssen:

Die Aussenkorrosion an Rohrleitungen in Gebäuden ist ein Sonderfall der atmosphärischen Korrosion. Für die Korrosion an der Rohraussenfläche müssen Sauerstoff und Wasser vorhanden sein.

Abhilfe: Schäden lassen sich vermeiden, wenn der Zutritt von Wasser an die Rohroberfläche verhindert wird. Am besten durch die Wahl geeigneter Rohrdämmungen und/oder Rohrhülsen.

### Geeignete Metalle

Folgende Metalle bilden an der Luft eine so dichte Oxidschicht, dass keine weitere Korrosion stattfindet: Kupfer, Blei, Aluminium und Zink. Diese Metalle werden deshalb überall dort eingesetzt, wo das Material mit der Luft bzw. Atmosphäre in Verbindung steht.

### Die richtige Anlagentechnik zur Vermeidung von Korrosionen einsetzen

Probleme in der Heizungsanlage können grundsätzlich vermieden werden, wenn Folgendes beachtet wird:

- Wasserqualität überprüfen und Werte mit der Richtlinie SWKI 97-1 vergleichen
- Einsatz von Korrosionsschutzkesseln mit Opferanode
- Druckexpansionsgefässe mit Entgasungsautomatik (grössere Anlagen)
- Systemtrennung (z.B. mit Plattentauscher) zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe
- Genügend Vordruck im Expansionsgefäss (verhindert Ansaugen von Luft)
- Umwälzpumpen am richtigen Ort einbauen (möglichst nahe am neutralen Punkt bzw. Anschluss Expansionsgefäss)
- Magnetflussfilter zur Systemreinigung einsetzen, z.T. mit Magnesium-Anode kombiniert
- Nur sauerstoffdiffusionsdichte Kunststoffrohre verwenden (Kunststoff-Metall-Verbundrohre, Stahlrohre, Kupfer-/Weichstahlrohre)

### Anforderungen an das Heizungswasser

Grundsätzlich sind Heizungsanlagen mit Trinkwasser zu füllen. Für die Wasserqualität in der Heizung ist die Installationsfirma verantwortlich. Vorschriften für die Behandlung des Nachfüllwassers im späteren Betrieb und bei Änderungen an der Anlage müssen dem Anlagebetreuer mitgeteilt werden. Wasserqualität siehe SWKI 97-1 und Unterlagen/

Vorschriften von Herstellern/Lieferanten. Bei Abweichen der Vorgaben sind entsprechende Massnahmen zu ergreifen, um einen Schaden am System zu vermeiden. Ein bestehendes Netz sollte vor Einbau eines neuen Heizkessels gespült werden.

### pH-Wert

Dem vorgeschriebenen pH-Wert kommt eine zentrale Bedeutung zu. Die genaue Messung hat mittels Elektrode zu erfolgen. Bei Werten zwischen pH 8,3 und 11,5 ist die Korrosion von Stahl stark herabgesetzt. Kühlkreisläufe müssen pH-Werte zwischen 7,5 bis 9,0, Warmwasserkreisläufe zwischen 8,3–9,5 und Heisswasserkreisläufe zwischen 9,0–10,0 aufweisen. Gemäss Herstellerangaben muss der pH-Wert bei Anlageteilen aus Aluminium unter 9,0 liegen.

### Sauerstoffgehalt

Der Sauerstoffgehalt in geschlossenen Systemen darf 0,1 mg/l nicht übersteigen. Bei Kühl- und Warmwasserkreisläufen stellt sich dieser Gehalt praktisch von selbst ein. Anstelle einer chemischen Sauerstoffbindung wird zum Schutz der Anlageteile der Einbau einer Opferanode empfohlen.

### Mikrobiologisches Wachstum

Das Wachstum von Mikroorganismen geht immer mit einer geruchlichen Veränderung, einer Ausgasung von Methan (CH<sub>4</sub> brennbar!) und/oder einer drastischen Verfärbung des Heizungswassers einher. Falls das Systemwasser stark verunreinigt ist, kommt in einem solchen Fall meist nur eine intensive Spülung in Frage. Der Beizug eines Konditionierungsfachmanns ist ratsam.

### Frostschutz in geschlossenen Kreisläufen

Von der Verwendung von Frostschutzmitteln für Heizungsanlagen ist im Normalfall abzuraten. (Ausnahmen sind z.B. Solar-, Erdwärmesonden- und Spezialanlagen.) Bei Verwen-

dung von Frostschutzmittel in geschlossenen Kreisläufen sind die Richtwerte der Produkthanbieter zu beachten. Das Absinken der Konzentration von Glykolen kann eine Umwandlung von Glykol in Säure bewirken. Dies wiederum hat zur Folge, dass der pH-Wert drastisch absinkt. Die Folge ist Korrosion.

Abhilfe: Frostschutzmittel verschiedener Herkunft dürfen nicht miteinander vermischt werden. Auch dürfen in Kreisläufen mit Frostschutzmittel keine innen verzinkten Stahlleitungen und Fittings eingebaut werden.

### Kontrollmessungen

In Warmwasserkreisläufen genügt die jährliche Kontrollmessung. Die Protokollierung der gemessenen Werte ermöglicht Rückschlüsse auf Veränderungen im System. Anhand einer Wasserprobe sollten folgende Werte resultieren:

- pH-Wert 8,3–9,5
- Leitfähigkeit < 500 mS/cm
- Gesamthärte < 1,2 mmol/l d.h. 12 °f H
- Sauerstoffgehalt < 0,1 mg/l
- Chloridgehalt < 50 mg/l
- Sulfate < 50 mg/l

Anmerkung: Das frische Füllwasser wird einen tieferen pH-Wert (6,0–7,5) aufweisen und erst nach 2–3 Monaten den gewünschten Betriebswert erreichen.

### Wassereinteilung nach Härtegraden

Gesamthärte mmol/l	°f H	Bezeichnung
0,00–0,70	00–07	sehr weich
0,70–1,50	07–15	weich
1,50–2,20	15–22	mittelhart
2,20–3,20	22–32	ziemlich hart
3,20–4,20	32–42	hart
> 4,20	> 42	sehr hart

## Unterhalt und Service

Heizungswasserkreisläufe sollten mindestens einmal jährlich durch den Installateur untersucht werden.

## Richtlinien / Empfehlungen

In der Praxis sind folgende Richtlinien und Empfehlungen zu beachten:

- SWKI 91-1 Be- und Entlüftung von Heizräumen
- SWKI 93-1 Sicherheitstechnische Einrichtungen für Heizungsanlagen
- Ergänzung Nr. 1 zur Richtlinie 93-1
- Ergänzung Nr. 2 zur Richtlinie 93-1
- SWKI 96-5 Richtlinie Abnahmeprotokolle
- SWKI 97-1 Wasserbeschaffenheit für Heizungs-, Dampf-, Kälte- und Klimaanlagen
- SIA 179 Befestigungen in Beton und Mauerwerk
- EMPA Dübendorf Massnahmen zur Vermeidung von Korrosionsschäden in Warmwasser-Heizungsanlagen

## Auskünfte

Für Auskünfte steht Ihnen der Leiter Fachbereich Clima Heizung von suissetec gerne zur Verfügung.

Tel. 043 244 73 33

Fax 043 244 73 78

## Autoren

Dieses Merkblatt wurde durch die Branchenkommission Heizung von suissetec erarbeitet.