

# Merckblatt

Fachbereich Klima Heizung

## 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 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.



Korrosion in Heizungsrohren

## Streuströme

Diese werden durch Gleichstromquellen erzeugt. Bei Installationen und erdverlegten Rohrleitungen sowie Tanks können in kurzer Zeit Schäden entstehen. Z. B. kann 1mA 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 Anlagenteile 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

Unter Kavitation versteht man die Verdampfung von Flüssigkeiten infolge zu tiefem Flüssigkeitsdruck und hoher Geschwindigkeiten bei anschliessender blitzartiger Verflüssigung der Dampfblasen und kann zu Veränderungen an der Metalloberfläche führen: 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: Korrekte Dimensionierung, sauerstoffdichte Installation und Ausrüstung mit Entlüftungsmöglichkeiten.

## 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 BT102-01 vergleichen
- Einsatz von Entgasungsgeräten
- Genügend Vordruck im Expansionsgefäss (verhindert Ansaugen von Luft)
- Umwälzpumpen am richtigen Ort einbauen (möglichst auf der Saugseite, 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, Kupferrohre)
- Korrekte Anordnung der Entlüftungsmöglichkeiten

Insbesondere bei nicht diffusionsdichten Heizungsanlagen können zudem noch folgende Massnahmen getroffen werden:

- Einsatz von Korrosionsschutzkesseln mit Opferanode
- Systemtrennung (z.B. mit Wärmeaustauschern) zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe (grössere Anlagen)

### Anforderungen an das Heizungswasser

Das Füllwasser ist vor der Befüllung des Systems zu analysieren, um zu überprüfen, ob es für die verwendeten Materialien geeignet ist. Die Wasseranalyse ist zu protokollieren. Wasserqualität siehe SWKI BT102-01 und Unterlagen/Vorschriften von Herstellern/Lieferanten. Bei Abweichen der Vorgaben sind entsprechende Massnahmen zu ergreifen, um einen Schaden am System zu vermeiden.

Die Anlage ist vor der Inbetriebnahme gründlich zu spülen, auch dann wenn nur die Wärmeerzeugung ersetzt wird. Nach der Werksabnahme und Übergabe des Werkes an den Eigentümer liegt die Verantwortung für die Einhaltung der Heizwasserqualität und der Protokollierung der gemessenen Wasserwerte beim Eigentümer der Anlage.

### pH-Wert

Dem vorgeschriebenen pH-Wert kommt eine zentrale Bedeutung zu. Die genaue Messung hat mittels Elektrode zu erfolgen. Bei Werten zwischen pH 8,2 und 10,0 ist die Korrosion von Stahl stark herabgesetzt. Offene Kühlkreisläufe müssen pH-Werte zwischen 7,5 bis 9,0, Warmwasserkreisläufe zwischen 8,2–10,0 und Heisswasserkreisläufe zwischen 9,0–10,0 aufweisen. Gemäss SWKI Richtlinie BT102-01 muss der pH-Wert bei Anlageteilen aus Aluminium unter 8,5 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 Anlage-teile 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 Heizungs-wassers 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 Heizungsan-lagen ist im Normalfall abzuraten. (Ausnahmen sind z. B. Solar-, Erdwärmesonden- und Spezialanlagen.) Bei Verwendung von Frostschutzmittel in geschlossenen Kreisläufen sind die Richt-werte 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 Kontrollmes-sung. Die Protokollierung der gemessenen Werte ermöglicht Rückschlüsse auf Veränderungen im System. Anhand einer Wasserprobe sollten folgende Werte resultieren:

- pH-Wert 8,2–10,0
- Leitfähigkeit <200 mS/cm
- Gesamthärte <0,5 mmol/l
- Sauerstoffgehalt <0,1 mg/l
- Chloridgehalt <30 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     |

## Instandhaltung 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 BT102-01 Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen
- 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 Klima Heizung von suissetec gerne zur Verfügung.  
Tel. 043 244 73 33  
Fax 043 244 73 78

## Autoren

Dieses Merkblatt wurde durch die ständige Fachgruppe Klima Heizung von suissetec erarbeitet.