Technische Informationen, TB 0194-1

Einsatzgrenzen von wasserseitigen Cu/Al Wärmetauschern - Stand: 12/2021

In großem Umfang hat sich in Kalt- und Warmwasserinstallationen Kupfer als Material aus Sicht der Korrosion bewährt. Schäden sind jedoch nicht völlig auszuschließen. Die hier definierten Grenzwerte basieren im Wesentlichen auf gegenwärtig vorliegenden Erfahrungswerten in der Bewertung von Korrosionsschäden. Die Basis dabei ist das chemische Verhalten des Werkstoffes Kupfer. Die in der Tabelle aufgeführten Grenzwerte gelten für den Betrieb von Cu/Al- Wärmetauschern in geschlossenen Heiz- und Kühlkreisläufen:

Parameter		**Einheit**	**Wert**
Leitfähigkeit	20°C	µS/cm	< 700
pH-Wert	20°C		7,5 – 9
Gesamthärte		"dH	1 – 15
Sauerstoffgehalt	02	mg/l	
Ammoniumgehalt	NH/	mg/l	< 0,1
Chlorid	Er	mg/l	< 100
Eisen	Fe;.!+ , Fe+	mg/l	< 0,1
Mangan	Mn:.!+	mg/l	< 0,05
Natrium	Na+	mg/l	< 100
Nitrat	N03-	mg/l	< 50
Nitrit	N02-	mg/l	< 50
Sulfat	SO/-	mg/l	< 50
Schwefel gelöst	S		nicht nachweisbar

Von der Gewährleistung ausgeschlossen ist der Einsatz von Cu/Al Wärmetauschern in Verbindung mit Brunnenwasser, direkt eingespeistem Fernwärmewasser oder anderweitigem sonstigem Prozess Wasser, da hier über die Wasserzusammensetzung Schwankungen unterworfen sein kann.

Standardwärmetauscher dürfen im Fall schwefelhaltiger Medien nicht eingesetzt werden. Hier sind Sonderwärmetauscher mit phosphorfreien Loten zu fertigen.

Bei der Auslegung und der Inbetriebnahme ist darauf zu achten, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Tauscher 1,5 m/s nicht überschreitet um Erosionskorrosion zu vermeiden.

Soll ein Wärmetauscher trotzdem mit Brunnenwasser betrieben werden, so ist ein Sonderwärmetauscher mit phosphorfreien Loten zu fertigen. Zusätzlich ist dazu die Verwendung eines Feinstoffilters (Porenweite 15 µm) vorzusehen, um Schwebestoffe nicht in den Wärmetauscher gelangen zu lassen.

Erklärungen:

Ammoniak/Ammonium:
Kupfer bildet mit Ammonium NH4+ leicht lösliche Kupfertetraaminkomplexe. Hohe Ammonium-gehalte erhöhen die Neigung zur Spannungsrisskorrosion.

Chlorid, Sulfat, Nitrat, Nitrit:
Zu hohe Konzentrationen dieser Anionen begünstigen die Korrosion von Kupfer. Die dazugehörigen Salze des Kupfers sind leicht löslich. Nach Erfahrungen ist der Sulfatgehalt hervorzuheben, dessen Wert empfindlich nach der Wasseraufbereitung durch Zusatz von Natriumsulfit als Inhibitor gesteigert werden kann. Sulfit wird unter Sauerstoffverbrauch zu Sulfat aufoxidert. Nitrit fördert die Spannungsrisskorrosion von Kupfer.

Eisen/Mangan:
Diese Metallionen können den Aufbau der Passivierungschicht des Kupfers bei zu großer Konzentration
behindern (Eisenoxid oder Manganoxid werden eingelagert).

Gesamthärte:
Die Gesamthärte ist ein Maß für das im Wasser gelöste $C0_2$ in Form von Carbonat und Hydrogencarbonat. Deren Existenz ist erforderlich um eine Pufferwirkung, also einen stabilen pH-Wert
zu garantieren. Ein Teil der Gesamthärte wird bei hohen Temperaturen ausgetrieben und es verbleibt
die sogenannte permanente Härte. Werte über 15°dH sind im Heizbetrieb kritisch, da dann Kesselstein
an den heißesten Stellen ausgefällt werden kann. Werte kleiner als 1° dH sind zu vermeiden (extrem
weiche Wässer) da dann die Pufferwirkung beseitigt wird.

Leitfähigkeit:
Die Leitfähigkeit ist eine Größe, die bei elektrochemischen Prozessen an Bedeutung gewinnt. Ein
Ladungstransport über die Lösung, neben dem Weg durch das Metall, wird möglich. Hohe elektrische
Leitfähigkeiten basieren auf hohen Salzkonzentrationen. Die jeweilige Größe lässt jedoch keine Rückschlüsse auf den Gehalt der jeweiligen Anionen und Kationen zu.

pH-Wert:
Bei pH-Werten von <7 wird Kupfer (d.h. in sauren Medien in Gegenwart von gelöstem Sauerstoff) angegriffen. Dies gilt auch bei stark alkalischen Medien deren pH-Wert >10 liegt.

Sauerstoffgehalt:
Sauerstoffgehalt ist neben dem pH-Wert der entscheidendste Wert. Viele Folgeprozesse werden aufgrund falscher pH-Werte oder hoher Salzkonzentrationen auf ebenfalls nennenswerten Sauerstoffkonzentrationen beruhen. Als korrosionstechnisch bedenklich sprechen u.a. Normen von Werten oberhalb 0,1 mg/l. Kritisch zu beachten sind alle Parameter, wenn sie Oberhalb dieser Werte sind. Wird der Sauerstoffgehalt nicht vor Ort bestimmt, bleibt nur die Beurteilung über die übrigen Parameter. Das Kupfer in Trinkwasserverrohrungen eingesetzt werden kann, ist auf die Ausbildung von stabilen Passivierungsschichten, die nach längerem Betrieb grünlich erscheinen, zurückzuführen. In sauerstoffarmen Wässern bildet sich ein hauchdünnes schwarzes Kupferoxid(ll) als Schutzschicht aus.

Schwefel:
In Wasser gelöstes Schwefel stellt unter normalen Umständen kein Problem dar. Seine Gegenwart kann jedoch die standardmäßig eingesetzten Lote auf Phosphorbasis angreifen. Hier sind alternativ Cu/Zn/Ag Lote einzusetzen.

Literatur:
I. Hollemann, Wiberg, Lehrbuch der anorganischen Chemie
II. DIN 50930 - Teil 1- 5
III. VDI 2025 - Teil 1
IV. Buderus Handbuch für Heizungs und Kimatechnik, 32. Ausgabe, VDI Verlag GmbH
V. D.Grimme, J. Krüger, Korrosionsschutz durch Beschichtungen und Überzüge auf Metallen
VI. C.L.Kruse, Korrosion in Kalt- und Warmwassersystemen der Hausinstallation, Deutsche Gesellschaft
für Metallkunde, 1984

Für die Wasserqualität ist immer der Ersteller der Anlage verantwortlich.