

## 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 | O <sub>2</sub>               | mg/l    |                   |
| Ammoniumgehalt   | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | mg/l    | < 0,1             |
| Chlorid          | Cl <sup>-</sup>              | mg/l    | < 100             |
| Eisen            | Fe: !+, Fe <sup>+</sup>      | mg/l    | < 0,1             |
| Mangan           | Mn: !+                       | mg/l    | < 0,05            |
| Natrium          | Na <sup>+</sup>              | mg/l    | < 100             |
| Nitrat           | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | mg/l    | < 50              |
| Nitrit           | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | mg/l    | < 50              |
| Sulfat           | SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 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 phosphorfreenen 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 phosphorfreenen Loten zu fertigen. Zusätzlich ist dazu die Verwendung eines Feinstofffilters (Porenweite 15 µm) vorzusehen, um Schwebstoffe nicht in den Wärmetauscher gelangen zu lassen.

#### Erklärungen:

##### *Ammoniak/Ammonium:*

Kupfer bildet mit Ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> leicht lösliche Kupfertetraaminkomplexe. Hohe Ammoniumgehalte 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 oxidiert. Nitrit fördert die Spannungsrisskorrosion von Kupfer.

#### *Eisen/Mangan:*

Diese Metallionen können den Aufbau der Passivierungsschicht des Kupfers bei zu großer Konzentration behindern (Eisenoxid oder Manganoxid werden eingelagert).

#### *Gesamthärte:*

Die Gesamthärte ist ein Maß für das im Wasser gelöste  $\text{CO}_2$  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  $15^\circ\text{dH}$  sind im Heizbetrieb kritisch, da dann Kesselstein an den heißesten Stellen ausgefällt werden kann. Werte kleiner als  $1^\circ\text{dH}$  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  $0,1\text{ mg/l}$ . 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(II) 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.**