

Kühlwasserspezifikation für Umrichter und Induktions- Anlagen der EMA Indutec GmbH

Inhalt

1. Vorbemerkung
2. Kühlwasser – Grenzwerte
3. Störungen und ihre Beseitigung
4. Kühlsysteme und ihr Einfluss auf das Kühlwasser
5. Kühlwasserdruck
6. Kühlwassertemperatur
7. Informationen über demineralisiertes Wasser

1. Vorbemerkung

Diese Spezifikation ist gültig für die **Kühlung von Umrichtern und Induktions-Anlagen**. Sie enthält **Vorschriften** über die Qualität des Kühlwassers für bestimmte Bauteile (z.B. **MF-Anlagen, Gleichrichter, elektronische Bauteile** usw.). Wenn für diese Bauteile eine eigene Betriebsanleitung existiert, muss diese ebenfalls beachtet werden.

Wir empfehlen, zur Aufbereitung des notwendigen Kühlwassers eine Fachfirma heran zu ziehen, wenn keine eigenen Spezialisten zur Verfügung stehen.

Die Nichtbeachtung dieser Spezifikation kann kürzeste Durchrostungszeiten, Schlauchzerstörungen und massive kühlleistungsmindernde Ablagerungen zur Folge haben, welche zu erheblichen Störungen und Betriebsausfällen führen können.

Die Firma EMA Indutec GmbH setzt in ihren Anlagen ausgewählte Materialien ein, über die langjährige Betriebserfahrungen vorliegen. So wird sichergestellt, dass die Ursache von Rost oder Kalkablagerungen in den seltensten Fällen bei den eingesetzten Materialien zu suchen ist.

2. Kühlwasser-Grenzwerte

Die angegebenen Grenzwerte bilden zusammen ein Gleichgewichtssystem. Deshalb müssen **alle** Werte eingehalten werden. Abweichungen müssen durch wirksame und nachvollziehbare Maßnahmen ausgeglichen werden.



Abweichungen von den vorgegebenen Grenzwerten können Anlagenschäden verursachen!

Zur Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte können systemabhängig unterschiedliche Maßnahmen erforderlich sein. Die Kühlwasserbeschaffenheit muss regelmäßig überprüft werden. Bezüglich der Konditionierung und Überwachung des Kühlwassers empfehlen wir mit einer Fachfirma für Wasseraufbereitung zusammenzuarbeiten.



Die örtlichen Vorschriften und Grenzwerte für die Abwasserableitung und den Umweltschutz, sowie die Sicherheitshinweise für die einzusetzenden Chemikalien sind zu beachten!

Bei der Festlegung der Grenzwerte wurden u.a. die Empfehlungen der VDI 3803 für Rückkühlwerk-Umlaufwasser berücksichtigt.

Zur Minimierung des Risikos von mikrobiologischer Verkeimung, muss das System quasi geschlossen betrieben werden. Ein Kontakt zur Atmosphäre darf nur wegen des notwendigen Druckausgleichs und zur Systementlüftung bestehen.

Die regelmäßige Kontrolle der mikrobiologischen Belastung des Systemwassers ist gemäß VDI 6022 vorzunehmen.

Das System sollte vorzugsweise mit vollentsalztem Wasser bzw. Umkehrosmose-Wasser befüllt oder nachgespeist werden. In jedem Fall ist für den **Korrosionsschutz** ein **geeignetes Schutzprodukt** beizumischen, das mit einer Fachfirma abzustimmen ist.

Beschaffenheit	Grenzwerte	Bemerkungen
Aussehen	Möglichst farblos, klar, ohne Bodensatz	
Partikelgröße	< 150 µm	WICHTIG: Schmutzfänger werkseitig vor dem Zulauf installieren.
pH-Wert	7,5 - 8,5	Bei Einsatz von Konditionierungschemikalien sind Abweichungen möglich ACHTUNG: mit Fachfirma abstimmen.
Gesamtsalzgehalt	< 250 mg/l	
Elektrische Leitfähigkeit	< 30 mS/m = < 300 µS/cm	ACHTUNG! siehe Punkt 2 - Korrosionsschutz
Gesamthärte*	1 bis 2 mmol/l = 1 bis 2 mol/m ³ = 5,6 bis 11,2 °dH	Infolge von Enthärtungsmaßnahmen sind in der Regel wirksame Inhibitoren gegen Korrosion einzusetzen. ACHTUNG: mit Fachfirma abstimmen.
Chlorid [Cl ⁻]	< 50 mg/l	
Sulfat [SO ₄ ²⁻]	< 50 mg/l	
Nitrit [NO ₂ ⁻]	< 0,04 mg/l	
Metallgehalt (Fe, Mn, Cu, Al)	< 0,2 mg/l	
KMnO ₄ -Verbrauch	< 100 mg/l	
Keimzahl	< 1.000 ml ⁻¹	

*) Nach dem SI-Maßsystem wird der Gehalt der Erdalkalitionen (Calcium und Magnesium), also die **Gesamthärte**, in Mol pro Liter, bzw. angesichts der geringen Konzentrationen in Millimol pro Liter (mmol/l) angegeben.

Die Wasserhärte wurde in Deutschland früher in Grad deutscher Härte (°dH) angegeben. Dabei war 1 °dH formal als 10 mg CaO je einem Liter Wasser definiert. Die anderen Härtebildner wie Magnesium wurden als hierzu äquivalente Menge (7,19 mg MgO pro Liter) definiert.

Heute sind gesetzlich die oben genannten molaren Angaben gefordert, ungeachtet der praktischen Erfordernisse.

Sind die Werte für Magnesium (Mg) und Calcium (Ca) bekannt, kann die Härte des Wassers wie folgt berechnet werden:

$$\text{Härtegrad des Wassers in mmol/l} = [\text{Ca-Wert in mg/l}] \div 40 + [\text{Mg-Wert in mg/l}] \div 24,3$$

Umrechnungstabelle:

Einheit	Erdalkalitionen [mmol/l]	Deutsche Grad [°dH]	ppm CaCO ₃ (USA)	Englische Grad [°e]	Französische Grad [°fH]	Russische Grad [°rH]
1 mmol/l Erdalkalitionen	1,00	5,63	100,00	7,02	10,05	40,08
Deutsche Grad [°dH]	0,178	1,00	17,80	1,253	1,78	7,118
ppm CaCO ₃ (USA)	0,01	0,056	1,00	0,07	0,10	6,834
Englische Grad [°e]	0,142	0,798	14,30	1,00	1,43	5,695
Französische Grad [°fH]	0,10	0,56	10,00	0,702	1,00	3,986
Russische Grad [°rH]	0,025	0,14	0,146	0,176	0,251	1,00

3. Störungen und ihre Beseitigung

Störungen sind beispielsweise zu erkennen an:

- Abweichungen von den zulässigen Grenzwerten,
- rostigem oder verschlammtem Kühlwasser,
- Steinbildung (z.B. Kalkablagerungen),
- Lochfraß,
- Zerstörung der natürlich gebildeten Schutzschichten,
- Biofouling (Verschmutzungen und Bewuchs durch biologische Inhaltsstoffe).

Die Ursachen hierfür sind oft schwer zu erkennen. In Abhängigkeit vom Kühlsystem, von den wasserberührten Materialien, von der Kühlwassertemperatur, vom pH-Wert und von der Konzentration der Inhaltsstoffe kann es zu unterschiedlichen Reaktionen kommen.

Zur sicheren Beseitigung einer nicht schnell zu behebbenden Störung sollten Sie die Dienste einer Fachfirma für Wasseraufbereitung in Anspruch nehmen.

Bei EMA Indutec GmbH steht Ihnen als Ansprechpartner der für ihre Anlage zuständige Projektleiter zur Verfügung.

4. Kühlsysteme und ihr Einfluss auf das Kühlwasser

Zulauf und Ablauf einer Kühlwasseranlage sind an den Systemgrenzen (Liefergrenzen) an das werksseitige Kühlsystem anzuschließen. Unsere Kühlwasseranlagen sind für einen drucklosen Ablauf ausgelegt.

Bei einem zu erwartenden **Rückdruck** oder bei einem geplanten **Anschluss an ein geschlossenes Kühlsystem** ist die **schriftliche Zustimmung der EMA Indutec GmbH erforderlich**.

Die einzelnen Anlagenkühlkreisläufe und die vorhandenen Überwachungseinrichtungen sind im Kühlwasserschema dargestellt. Hier sind auch die an den Liefergrenzen geltenden Kühlwasser-Temperaturen, -Drücke und -Mengen definiert.

Besondere Anmerkung:

Zwischen Umrichter und Rückkühler-Aggregat darf kein verzinktes Eisenrohr verlegt werden. Es dürfen nur Rohrleitungen aus nicht rostendem Material verwendet werden.

4.1 Das quasi-geschlossene Kühlsystem

Das Kühlwasser gibt die vom Kälteverbraucher aufgenommene Wärme an einen Wärmetauscher ab und fließt über einen minimal offenen Ausgleichs- bzw. Speichertank wieder in das System zurück. Wasserverdunstung findet nur in sehr geringem Umfang statt.

Härteausfällungen (Steinbildungen) können nur geringfügig und proportional der Wassernachfüllmenge erfolgen. Über das Ausgleichsgefäß kann permanent Luftsauerstoff in das Wasser diffundieren, so dass der Sauerstoffgehalt im Bereich der Sättigung liegt. Organische Verschmutzung kann auftreten und zu Belagbildung im System führen. Hohe Salzgehalte, ungünstige pH-Werte, sowie die Verwendung von unterschiedlichen Metallen im Kühlwassersystem fördern interne Korrosionsvorgänge.

Daraus folgt, dass das quasi-geschlossene Kühlsystem durch einen wirksamen Inhibitor gegen Korrosion geschützt werden muss.

4.2 Das geschlossene Kühlsystem

Dieses Kühlsystem ist hermetisch abgeschlossen und gibt die aufgenommene Wärme über einen Wärmetauscher wieder ab. Wärmeausdehnungen nimmt ein Membrandruckgefäß auf. Wasserverluste treten nicht auf.

Bei diesem System ist die Steinbildung weitgehend ausgeschlossen.

Eine jährliche vorbeugende Überprüfung des Systems anhand einer Wasseranalyse ist dennoch zur Unterbindung von Korrosionsrisiken empfehlenswert.

5. Kühlwasserdruck

Wasserdruck am Eingang:	minimal	4,0 bar	maximal	8,0 bar (ggf. 6,0 bar)
Differenzdruck:	minimal	4,0 bar		

6. Kühlwassertemperatur

Maximale Eintrittstemperatur 30°C (höhere Kühlwasser-Eintrittstemperatur auf Anfrage möglich)

Die minimale Eintrittstemperatur ist von der Umgebungstemperatur und von der vorhandenen Luftfeuchte abhängig. Die minimale Eintrittstemperatur ist so zu wählen, dass eine Kondens- oder Tauwasserbildung generell vermieden wird.

7. Informationen über demineralisiertes Wasser

De-ionisiertes oder demineralisiertes oder vollentsalztes Wasser (VE-Wasser) ist Wasser ohne die im normalen Quell-, Brunnen- oder Leitungswasser vorkommenden Mineralien (Salze, Ionen). Es kommt vor allem in technischen Anwendungen als Betriebsstoff zum Einsatz, wird aber auch als Reinigungsmittel oder Lösemittel verwendet.

Zur Bestimmung des Reinheitsgrades eines demineralisierten Wassers wird die elektrische Leitfähigkeit mit Leitwertmessgeräten gemessen. Die Leitfähigkeit wird in S/m (Siemens pro Meter) oder der in der Größe identischen Einheit $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mikrosiemens pro Zentimeter) angegeben.

Demineralisiertes Wasser kann mit verschiedenen Methoden gewonnen werden:

1. Enthärtung (Kationenaustauscher): Bei diesem Verfahren werden nur die Härtebildner Calcium und Magnesium beseitigt. Die Gesamtsalzfracht und die Leitfähigkeit ändern sich nur unwesentlich. Bei hohem Salzgehalt kann dieses Verfahren nicht eingesetzt werden, da das gewonnene Wasser korrosiv bleibt.

2. Vollentsalzung (Kationen- und Anionen-Austauscher): Wenn hohe Salzgehalte und Mengen an Härtebildner enthalten sind, bietet sich dieses Verfahren an. Das gewonnene Wasser (ohne Salz und Härtebildner, aber noch mit Keimen versetzt) sollte für die meisten Zwecke mit Rohwasser verschnitten werden. Für die Abschreck-lösung oder das Kühlwasser sollte die Härte dann zwischen einem und zwei Millimol pro Liter (mmol/l) = ca. 5 °dH bis 11 °dH liegen. Da die Qualität des Rohwassers sich ändern kann, ist das gewonnene Wasser ebenfalls nicht von gleichbleibender Qualität.

3. Umkehr-Osmose (engl. Reverse Osmosis = RO): Bei hohem Wasserbedarf und zum Erreichen einer gleichbleibenden Wasserqualität empfiehlt sich dieses Verfahren. Das gewonnene Wasser enthält noch ca. 5% aller Salze und Mineralien. Eine Änderung der Qualität des Rohwassers hat keinen großen Einfluss auf die Qualität des gewonnenen Wassers. Hat das Rohwasser eine hohe Gesamthärte, wird bei diesem Verfahren eine Enthärtungsanlage vorgeschaltet.