



Prospekt 116R-D metrisch

## ZUSAMMENGEFASSTE EUROPÄISCHE BETRIEBS- UND WARTUNGS-ANLEITUNG

für saugbelüftete und druckbelüftete Kühltürme  
für geschlossene Kreisläufe (Verdunstungskühler) und  
Kältemittel-Verdunstungsverflüssiger von EVAPCO



ATC-E / eco-ATC  
ATW / eco-ATW



eco-ATWE



LSWA(-H) / LSCE



LRW(-H) / LRC



ESWA



PMCQ



**EVAPCO Original-Ersatzteile und Service  
erhalten Sie von Ihrer nächstgelegenen  
Mr. GoodTower®  
Kühlturmservice-Werksvertretung**

Die Vollversion der Betriebs- und Wartungsanleitung finden Sie zum Download unter:

**[www.evapco.eu](http://www.evapco.eu) / [www.mrgoodtower.eu](http://www.mrgoodtower.eu)**

EVAPCO Produkte werden weltweit gefertigt!

**EVAPCO, Inc. (Stammsitz) P. O. Box 1300, Westminster, Maryland 21158 USA**  
**Telefon 001 410 756-2600 – Fax 001 410 756-6450**

### **EVAPCO in Europa**

#### **Produktionsstätten & Vertrieb**

**Evapco Europe BVBA**  
Heersterveldweg 19  
Industrieterrein Oost  
3700 Tongeren, Belgien  
Tel.: (32) 12 395029  
Fax: (32) 12 238527  
[evapco.europe@evapco.be](mailto:evapco.europe@evapco.be)

**EVAPCO Europe S.r.l.**  
Via Ciro Menotti 10  
I-20017 Passirana di Rho  
Mailand, Italien  
Tel.: (39) 02 9399041  
Fax: (39) 02 93500840  
[evapcoeuropa@evapco.it](mailto:evapcoeuropa@evapco.it)

#### **Verkauf und Beratung**

**EVAPCO Europe GmbH**  
Insterburger Straße 18  
40670 Meerbusch  
Deutschland  
Tel.: (49) 2159-6956-0  
Fax: (49) 2159-6956-11  
[info@evapco.de](mailto:info@evapco.de)

## Einleitung

Wir gratulieren zum Kauf Ihres EVAPCO Verdunstungskühl-aggregates. EVAPCO Aggregate werden aus qualitativ hochwertigen Materialien hergestellt, um bei ordnungsgemäßer Wartung langjährigen und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. Es ist daher wichtig, einen detaillierten Wartungsplan zu erstellen und einzuhalten. Ein sauberes und sorgfältig gewartetes Aggregat

gewährleistet eine lange Betriebsdauer mit höchster Effizienz. Weitere Informationen über den Betrieb oder die Wartung von Verdunstungs-Kühlaggregate entnehmen Sie bitte der vollständigen Betriebs- und Wartungsanleitung, Bulletin 116-D, oder wenden Sie sich an Ihre nächstliegende EVAPCO Vertretung (siehe auch [www.evapco.eu](http://www.evapco.eu)).

---

## Sicherheitsmaßnahmen

Bei Wartungs- und Reparaturarbeiten sollte qualifiziertes Personal jederzeit sorgfältig auf die Vorgehensweise und

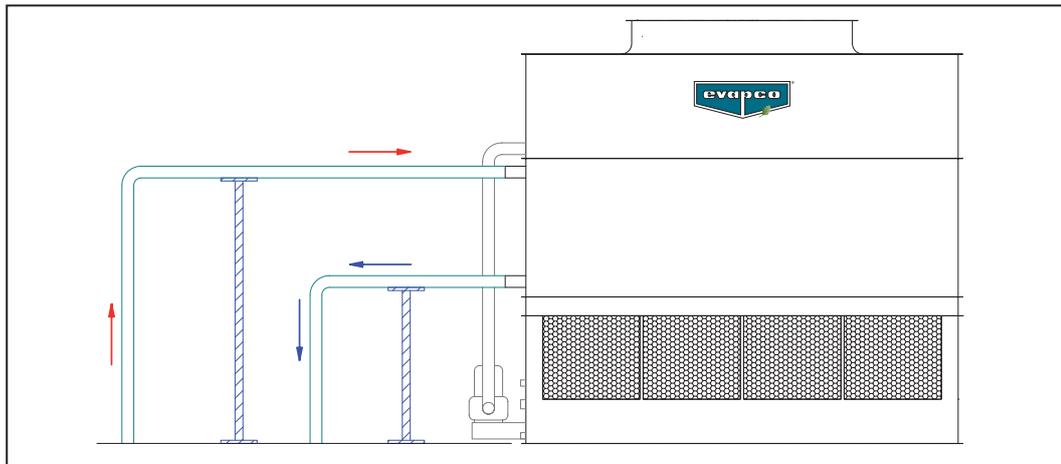
das Werkzeug achten, um Personen- oder Sachschäden zu vermeiden.

-  **ACHTUNG:** Verdunstungskühlaggregate und Verdunstungsverflüssiger stellen im Sinne der Maschinenrichtlinie eine unvollständige Maschine dar. Eine unvollständige Maschine stellt in ihrer Gesamtheit zwar bereits eine maschinelle Anlage dar, kann aber eigenständig keinerlei beabsichtigte Funktion erfüllen. Das hierfür benötigte Kältemittel überschreitet funktionsbedingt den Lieferumfang, und sollte auf abgesicherte und kontrollierte Weise mit der Energie- und Antriebsquelle in Verbindung gebracht werden. Die gewählte Kälteausrüstung ist eine kundenspezifische Anfertigung, die jedoch nicht dahingehend konzipiert ist, sämtliche Bedürfnisse oder Sicherheitsanforderungen eines speziellen Anwendungsbereiches zu erfüllen. Jeder Anwendungsbereich verlangt ein eigens erstelltes, funktionstüchtiges und integriertes Kontroll- und Sicherheitskonzept. Hierbei müssen alle Komponenten der Anlage miteinander verknüpft, und ggf. durch ein so genanntes „Back-Up-System“ (Sicherheitssystem) kontrolliert und geschützt werden.
-  **ACHTUNG:** Das Aggregat sollte niemals ohne Ventilatorschutzgitter, sowie sorgfältig gesicherte und geschlossene Wartungstüren betrieben werden.
-  **ACHTUNG:** Befolgen Sie sowohl beim Zusammenbau als auch bei der Demontage eines Kühlturms oder von Kühlturmsektionen die Zusammenbauanleitung, und/oder die Hinweise auf den gelben Aufklebern, die auf jeder Aggregatesektion angebracht sind.
-  **ACHTUNG:** Während der Wartungsarbeiten muss das Personal für geeignete Sicherheitsausrüstung sorgen, die den Arbeitsschutzbestimmungen des jeweiligen Landes entsprechen (**PSA = Persönliche Sicherheits-Ausrüstung**: Zur Mindestausrüstung dieser europäischen Richtlinie zählen unter anderem Sicherheitsschuhe- und Brillen, Handschuhe, Atemmasken und Helme).
-  **ACHTUNG:** Im Falle von außergewöhnlichen, nicht routinemäßigen Wartungsarbeiten empfiehlt es sich, vorab eine Risikoanalyse (LMRA) durch einen Fachmann erstellen zu lassen, um entsprechende und ausreichende Sicherheitsvorkehrungen treffen zu können (immer in Hinblick auf die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen des jeweiligen Landes).
-  **ACHTUNG:** Ein abschließbarer Reparatur-Sicherheitsschalter sollte in unmittelbarer Nähe des Aggregates für jeden Ventilatormotor angebracht sein. Stellen Sie sicher, dass vor Beginn jeglicher Wartungs- oder Inspektionsarbeiten am Aggregat der Reparatur-Sicherheitsschalter in AUS („OFF“) Position gebracht und gegen Wiedereinschalten gesichert worden ist.
-  **ACHTUNG:** Das Ventilatorgehäusedeck der Kühltürme ist nicht dafür geeignet, als Wartungsplattform benutzt zu werden. Es dürfen keine routinemäßigen Wartungsarbeiten von dort aus vorgenommen werden. Benutzen Sie hierfür Leitern und weitere ausreichende Sicherheitsausrüstung (PSA) zur Absturzsicherung, entsprechend den geltenden Arbeitsschutzbestimmungen des jeweiligen Landes.
-  **ACHTUNG:** Das zirkulierende Sprühwasser kann Chemikalien oder biologische Verunreinigungen, inklusive Legionellen enthalten, die sich bei direktem Kontakt oder durch Einatmen gesundheitsschädlich auswirken können. Da mit den Schwaden im Wasserdampf enthaltene Inhaltsstoffe mitgerissen werden können, sind bei Reinigungsarbeiten im Bereich des Luftaustritts sowie des Wasserbereiches Atemschutzgeräte zu tragen, die den Arbeitsschutzbestimmungen der Gesundheitsbehörden entsprechen.
-  **ACHTUNG:** Um eine Belastung von Luft und Wasser durch biologische Ablagerungen zu vermeiden, muss die Kälteanlage regelmäßig entsprechend der Betriebs- und Wartungsanleitung überprüft werden. Darüber hinaus müssen alle regionalen Gesetzgebungen in Zusammenhang mit dem Betrieb von Kälteanlagen beachtet werden.
-  **ACHTUNG:** Zubehör wie Wartungsplattform und Leitern sind optional erhältlich. Sollten diese Optionen beim Kauf eines Aggregates nicht berücksichtigt werden, muss der Kunde nachträglich selbst für deren Beschaffung/Konstruktion und Montage sorgen, um die gesetzlichen Sicherheits- und Zugangsbestimmungen der jeweiligen Region zu erfüllen.
-  **ACHTUNG:** EVAPCO bietet schallreduzierende Optionen. Sollten diese beim Kauf nicht berücksichtigt werden, muss der Kunde ggf. selbst für deren nachträgliche Installation sorgen, um die örtlichen Gesetzgebungen hinsichtlich Schallanforderungen zu erfüllen.

- ⚠ ACHTUNG:** Um Überdruck vorzubeugen, sollten geeignete Sicherheitsventile in der Gesamtinstallation vorgesehen werden. Diese Sicherheitsvorkehrungen werden nicht durch EVAPCO geliefert, und obliegen der Verantwortung des Kunden/ Betreibers. Die Einbringung solcher Sicherheitsmaßnahmen muss für die Kälteanlage als Ganzes ausgelegt sein, und darf nicht auf einen teilweise fertiggestellten Anlagenteil beschränkt sein.
- ⚠ ACHTUNG:** Atmosphärische Korrosion und Korrosion, bedingt durch den Einsatz von korrosiven Medien innerhalb oder außerhalb der Rohrbündel ist zu vermeiden, und würde eine PED-Zertifizierung aufheben.
- ⚠ ACHTUNG:** Sämtliche Aktionen, die die Unversehrtheit des Druckbehälters gefährden können, sind verboten, und würden eine PED-Zertifizierung aufheben (wie z.B. Schweiß-, Schleif- und Bohrarbeiten).

### Sicherheitsmaßnahmen bei der Installation

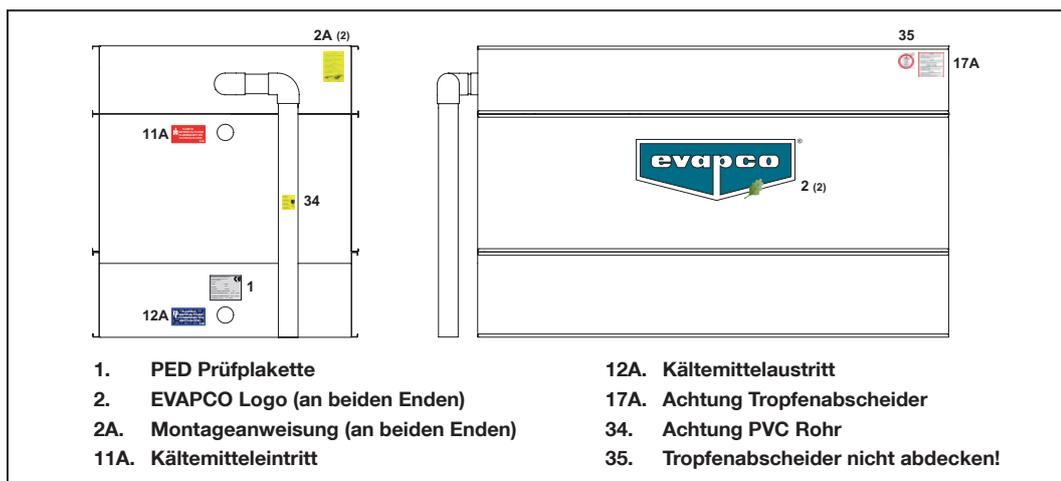
- ⚠ ACHTUNG:** Die Rohrverbindungen sind nicht konzipiert, um das Gewicht der Außenverrohrung selbständig zu tragen. Sämtliche Rohrleitungen für Wasser/Glykol und Kältemittel müssen daher immer durch zusätzliche Stützvorkehrungen gesichert werden (siehe hierzu auch Bulletin 131 – „Rohrleitungsführung bei Verdunstungsverflüssigern“).



### Sicherheitsmaßnahmen bei Langzeitlagerung

- ⚠ ACHTUNG:** Benutzen Sie für den Schutz des Aggregates im Falle einer Langzeitlagerung niemals Plastikfolien- oder Planen. Hierdurch entsteht möglicherweise ein Hitzestau im Inneren des Aggregates, der wiederum zur Beschädigung von Plastikkomponenten führen kann.

### Beschriftung der Gehäusesektion (en)



- ⚠ ACHTUNG:** Der Druckbehälter darf niemals mit einem höheren Druck betrieben werden als auf dem PED-Leistungsschild (siehe Wärmetauscherverbindung) angegeben.
- ⚠ ACHTUNG:** Die maximale Betriebstemperatur des Druckbehälters – entsprechend dem PED-Leistungsschild – ist größer als die Nennbetriebstemperatur des Aggregates. Lassen Sie niemals Druckbehältertemperaturen über 65°C zu oder kontaktieren Sie EVAPCO zwecks Genehmigung.

## Checkliste für die Erst-Inbetriebnahme und saisonbedingte Wieder-Inbetriebnahme

### Allgemein

- Überprüfen Sie, ob die gesamte Anlage den Aufstellungsrichtlinien der EVAPCO Broschüre 311 „Leitfaden für Geräteaufstellung“ entspricht (siehe auch unter [www.evapco.eu](http://www.evapco.eu)).
- Bei mehrtourigen Antrieben ist dafür zu sorgen, dass beim Wechsel von hoher zu niedriger Drehzahl eine Verzögerung von mindestens 30 Sekunden eingehalten wird. Außerdem ist zu überprüfen, ob eine Schaltsperre vorgesehen ist, die eine gleichzeitige Anforderung von hoher und niedriger Drehzahl verhindert. Stellen Sie sicher, dass die Motoren bei den Drehzahlen die gleiche Drehrichtung haben.
- Überprüfen Sie, ob alle Sicherheitseinrichtungen einwandfrei funktionieren.
- Für Verdunstungs-Kühlaggregate, die mit variablen Frequenzantrieben arbeiten ist sicher zu stellen, dass eine Mindestdrehzahl vorgesehen. Stimmen Sie mit dem Hersteller des FU-Antriebs die empfohlene Mindestdrehzahl ab, und fragen Sie nach Empfehlungen zur Verhinderung von Resonanzfrequenzen.
- Stellen Sie sicher, dass das Wasserbehandlungsprogramm inklusive Passivierung der verzinkten Aggregatebauteilen durchgeführt wurde. Mehr Details finden Sie im Kapitel „Wasserbehandlung“.
- Für Standorte mit extremem Frost oder hoher Luftfeuchtigkeit, oder für Aggregate mit Stillstandzeiten von mehr als 24 Stunden, empfiehlt sich eine Zusatzheizung für den Motor, die – falls vorhanden – auch eingeschaltet sein sollte. Ersatzweise können die Motoren zweimal pro Tag für etwa 10 Minuten eingeschaltet werden, damit die Kondensationsfeuchtigkeit aus der Wicklung entweichen kann.
- Wenn eine längere Stillstandzeit des Aggregates geplant ist, befolgen Sie für Ventilator(en), Motor(en) und Pumpe(en) die Hinweise des Herstellers zur Langzeitlagerung. Benutzen Sie für den Schutz des Aggregates im Falle einer Langzeitlagerung niemals Plastikfolien- oder Planen. Hierdurch entsteht möglicherweise ein Hitzestau im Inneren des Aggregates, der wiederum zu Beschädigungen von Plastikkomponenten führen kann. Kontaktieren Sie für weitere Informationen zur Langzeitlagerung eines Aggregates Ihre örtliche EVAPCO Vertretung.
- Inspizieren Sie die Sprühdüsen des Wasserverteilsystems und reinigen Sie diese falls erforderlich. Prüfen Sie deren korrekte Ausrichtung (nicht erforderlich bei Erst-Inbetriebnahme; die Sprühdüsen sind in diesem Fall sauber und werden bereits im Werk ausgerichtet).
- Überprüfen Sie die Tropenabscheider auf korrekte Anordnung/korrekte Einbaulage.
- Justieren und spannen Sie die Ventilator-Keilriemen falls erforderlich (weitere Hinweise finden Sie unter „Ventilator-Keilriemen- Spannung“).
- Schmieren Sie die Ventilatorwellenlager vor der Wieder-Inbetriebnahme.
- Drehen Sie den/die Ventilator(en) von Hand um sicher zu sein, dass er/sie sich hindernisfrei dreht/drehen.
- Inspizieren Sie die Ventilatorflügel. Der Abstand zwischen Ventilatorflügel-Spitze und Ventilatorzylinder sollte ca. 10 mm betragen (mindestens jedoch 6 mm). Die Ventilatorflügel müssen sicher und fest an der Ventilatornabe befestigt sein.
- Sollte stehendes Wasser im System verbleiben („Totleitungen“ in der Verrohrung mit eingeschlossen), muss das Aggregat desinfiziert werden, bevor der/die Ventilatormotor(e) elektrisch angeschlossen wird (werden). Mehr Informationen hierzu finden Sie in den ASHRAE Richtlinien 12-2000 und CTI Richtlinien WTP-148.
- Füllen Sie die Kaltwasserwanne von Hand bis zur Überlauf-Verbindung.
- Nur für Verdunstungskühler für geschlossenen Kreislauf: Füllen Sie die Rohrschlangenwärmetauscher mit der vorgegebenen Flüssigkeit und entlüften Sie das System über die Entlüftungsanschlüsse an den Wärmetauschereintrittstutzen, bevor das Aggregat an den Verbraucherkreislauf angeschlossen wird. Für eco-ATWE und eco-ATW, die ab Werk mit einer Steuerung ausgerüstet sind, finden Sie alle notwendigen Hinweise in der separaten „Installations-, Betriebs- und Wartungsanleitung - Sage® 2 + Sage® 3,“.

### Prüfen Sie Folgendes, sobald das Aggregat elektrisch angeschlossen ist:

- Justieren Sie das mechanische Schwimmerventil wie vorgeschrieben.
- Die Aggregatewanne sollte bis zum empfohlenen Betriebsniveau gefüllt werden. Mehr Informationen hierzu finden Sie unter „Sprühwasserkreislauf – Betriebsniveau“.
- Stellen Sie die korrekte Drehrichtung des Ventilators sicher.
- Schalten Sie die kurz Sprühwasserpumpe ein und achten Sie auf die richtige Drehrichtung (entsprechend dem Pfeil in der Frontabdeckung).
- Messen Sie Strom und Spannung während aller 3 Phasen. Die Stromstärke darf bei Volllast den auf dem Typenschild angegebenen Wert nicht überschreiten.
- Stellen Sie die erforderliche Durchfluss-Wassermenge am Abflut-Ventil ein. Kontaktieren Sie ggf. einen Fachmann für Wasseraufbereitung zur Feineinstellung der erforderlichen Wasserdurchflussmenge.
- Weitere detaillierte Informationen finden Sie in den Hersteller-Anleitungen für die Wartung von Ventilator- und Pumpenmotor, wie auch in den Hinweisen zur Langzeitlagerung. Die Motoren sollten gemäß den Herstellerhinweisen regelmäßig geschmiert und gewartet werden.

### STELLEN SIE VOR BEGINN JEGLICHER WARTUNGSARBEITEN SICHER, DASS DER STROM ABGESCHALTET, DAS AGGREGAT VERRIEGELT UND MIT GEEIGNETEN MASSNAHMEN GEGEN WIEDEREINSCHALTEN GESICHERT IST!

#### Erst-Inbetriebnahme und saisonbedingte Wieder-Inbetriebnahme

- Entfernen Sie sämtliche Schmutzablagerungen und Laub vom Lufteintritt.
- Spülen Sie die Kaltwasserwanne (mit eingesetztem Sieb), um alle Ablagerungen und Verschmutzungen zu entfernen.
- Entnehmen Sie das Sieb, reinigen Sie es, und setzen Sie es wieder ein.
- Stellen Sie sicher, dass das mechanische Schwimmerventil einwandfrei arbeitet.

## Ventilatormotor-Antriebsystem

Das Ventilatorantriebssystem sollte regelmäßig überprüft und in angemessenen Abständen geschmiert werden. Wir empfehlen hierzu den folgenden Wartungsablauf:

### Ventilatormotor-Lager

EVAPCO verwendet für seine Verdunstungsaggregate Lüftermotoren, die speziell für den Kühlturbetrieb entwickelt worden sind. Die Motoren bis 37kW werden mit permanent geschmierten Lagern geliefert, Motore mit größerer Leistung müssen eine Nachschmiereinrichtung erhalten (für weitere Informationen siehe Motor-Betriebsanleitung). Nach längerer Stillstandszeit sollten die Wicklungen der Motore vor dem Neustart überprüft werden.

### Ventilatorwelle mit Kugellager

Schmieren Sie die Kugellager der saugbelüfteten Aggregate jeweils nach 1.000 Betriebsstunden oder alle 3 Monate. Schmieren Sie die Kugellager der druckbelüfteten Aggregate jeweils nach 2.000 Betriebsstunden oder alle 6 Monate. Verwenden Sie eines der nachfolgend aufgeführten, wasserresistenten, inhibierten Schmierfette für den Temperaturbereich von -40° C bis 120° C (bei niedrigeren Betriebstemperaturen wenden Sie sich bitte an das Werk oder Ihre zuständige EVAPCO Vertretung):

- Chevron - Multifak Premiums 3
- Total - Ceran WR2
- Shell Alvania
- oder gleichwertig

### Ventilatorwelle mit Gleitlager - (nur 1,2 m breite Kühltürme der LS Baureihe)

Schmieren Sie das (die) Zwischen-Wellenlager vor der ersten Inbetriebnahme. Der Ölvorratsbehälter muss in der ersten Betriebswoche mehrmals kontrolliert werden um zu sicher zu stellen, dass der Ölvorratsbehälter vollständig gefüllt ist. Nach der ersten Betriebswoche müssen die Lager alle 1.000 Betriebsstunden bzw. alle 3 Monate geschmiert werden (was immer zuerst der Fall ist).

Verwenden Sie eines der folgend aufgeführten - nicht löslichen - Industrie-Mineralöle. **Verwenden Sie keine löslichen Öle oder Motorenöle!** Bei permanenten Betriebstemperaturen unter -0 °C ist der Einsatz von Spezialölen erforderlich. Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der zulässigen Öle für unterschiedliche Temperaturbereiche.

| Umgebungstemperatur | Texaco        | Mobil      | Exxon         |
|---------------------|---------------|------------|---------------|
| -0°C bis 38°C       | Regal EP 220  | DTE Oil BB | Terrestic 220 |
| -32°C bis -1°C      | Capella WF 32 | DTE Heavy  | -----         |

**Tabelle 1 – Gleitlager-Schmiermittel**

Alle in EVAPCO-Kühltürmen verwendeten Lager sind werksseitig justiert und selbst einstellend. Verändern Sie nicht die Lagereinstellung durch Festdrehen der Bolzen am Gleitlager.

### Ventilatorkeilriemen-Spannung

Die Spannung des Keilriemens muss bei Inbetriebnahme, und dann wieder nach den ersten 24 Betriebsstunden auf jegliche beginnende Dehnung überprüft werden. Für die richtige Keilriemenspannung ist der Lüftermotor so zu positionieren, dass der Riemen bei moderatem Fingerdruck mittig zwischen den Riemenscheiben etwa 10 mm nachgiebt. Ein ordnungsgemäß gespannter Keilriemen wird nach Einschalten des Lüftermotors weder „zirpen“ noch „quietschen“.

### Lufttritt

Prüfen Sie monatlich die Lufttrittsgitter (saugbelüftete Aggregate) oder Ventilatorschutzgitter (druckbelüftete Aggregate), und entfernen Sie jegliches Papier, Blätter oder andere Verschmutzungen, die den Lufttritt in das Aggregat blockieren könnten.

## Ventilatorantrieb-Leistungsregelung

Es gibt verschiedene Methoden, die Leistung von Verdunstungsaggregaten zu regeln.

**Hinweis:** Für die Baureihen eco-ATW mit Sage<sup>2</sup> Steuerung und eco-ATWE mit Sage<sup>3</sup> Steuerung ist die entsprechende Betriebsanleitung hinzuzuziehen.

### 1. Ventilatormotor-Zu- und Abschaltung (Cycling)

Die Motor-Zu- und Abschaltung erfordert ein einstufiges Thermostat zur Regelung der Kühlwassertemperatur (bei geschlossenen Kühltürmen) oder der Verflüssigungstemperatur (bei Verdunstungskühlaggregaten). Die Thermostatkontakte werden hierbei in Reihe mit den Motorschützen des Ventilatormotors geschaltet.

Bei dieser Regelungsmethode verfügt man lediglich über zwei stabile Leistungsstufen: 100% der Kühlleistung bei eingeschaltetem Ventilator und ca. 10% Leistung bei abgeschaltetem Ventilator.

Eine entsprechende Steuerung muß **gewährleisten, dass maximal 6 Zu- und Abschaltungen pro Stunde nicht überschritten werden**, um ein Überhitzen des Motors/der Motoren zu verhindern.

**Wichtig:**  
**Die Sprühwasserpumpe darf nicht zur Leistungsregelung benutzt werden. Ein Zu- und Abschalten sollte daher 6x pro Stunde nicht überschreiten.**

### 2. 2-tourige Ventilatormotore

Der Einsatz von 2-tourigen Ventilatormotoren bietet eine zusätzliche Stufe der Leistungsregelung in Verbindung mit der Motor-Zu- und Abschaltmethode. Bei niedriger Motorgeschwindigkeit (halbe Drehzahl) werden ca. 60% der Kühlturmeistung erreicht.

Leistungsregelungen mit 2 Drehzahlen erfordern nicht nur einen 2-tourigen Motor, sondern auch ein 2-Stufenthermostat sowie geeignete 2-stufige Motorschaltgeräte.

Beim Einsatz von 2-tourigen Antrieben ist unbedingt zu beachten, dass die Steuerung der Motorschaltgeräte mit einem Zeitverzögerungsrelais ausgerüstet ist. Die Zeitverzögerung sollte mindestens 30 Sekunden beim Wechsel von hoher zu niedriger Geschwindigkeit betragen.

### 3. Betrieb mit Frequenzumformern

Durch die Verwendung eines Frequenzumformers zur stufenlosen Drehzahlregelung des Ventilators (FU-Betrieb) läßt sich die Kühlturmeistung am genauesten regulieren. Durch die Veränderung von Spannung und Frequenz ist es möglich, den Drehstrom-Asynchronmotor bei unterschiedlichen Drehzahlen arbeiten zu lassen.

Die Frequenzumformer-Technologie wirkt sich besonder vorteilhaft auf den Betrieb von Verdunstungsaggregaten unter kalten klimatischen Bedingungen aus, da durch Anpassung der Luftmenge Eisbildung minimiert wird, und bei niedriger Drehzahl (rückwärtslaufend) Abtauzyklen geschaltet werden können.

Die Frequenzumformer sollten mit voreingestellter Abschaltung ausgestattet sein, um eine zu niedrige Wassertemperatur und Ventilator Drehzahl zu verhindern. Bei Betrieb unterhalb von 25% der Motor-Nenndrehzahl sinkt der Energiebedarf der Ventilatoren nur noch sehr wenig. Lassen Sie vom Lieferanten des Frequenzumformers prüfen, ob ein Betrieb unterhalb von 25% der Motor-Nenndrehzahl zulässig ist.

**Hinweis: Pumpenmotoren:** Frequenzumformer sollten bei Pumpenmotoren nicht zum Einsatz kommen. Die Pumpen sind konzipiert, um dauerhaft bei voller Leistung zu arbeiten. Sie sind nicht dafür vorgesehen, als Leistungsregler zu dienen.

## Erkennen und Begrenzung von schädlichen Resonanzfrequenzen

Im Gegensatz zu traditionellen Antriebssystemen mit fester Drehzahl, erlaubt die Ansteuerung des Ventilators mithilfe eines Frequenzumformers den Betrieb mit Drehzahlen zwischen 25% (13Hz) und 100% (50Hz), wodurch störende Resonanzfrequenzen auftreten können. Dauerhafter Betrieb in diesen Bereichen kann zu starken Vibrationen, Materialermüdung und/oder sonstigen Fehlern und auffälligen Geräuschen des Antriebssystems führen. Sowohl Eigentümer als auch Betreiber müssen sich bewusst sein, dass Resonanzfrequenzen auftreten können. Störende Frequenzen können bereits während der Installation/Inbetriebnahme erkannt und begrenzt werden, um mögliche Betriebsstörungen des Antriebssystems und sonstige bauliche Schäden zu vermeiden. Das Identifizieren störender Resonanzfrequenzen sollte daher unbedingter Teil der Inbetriebnahme sein, um die Störungen bereits in diesem Stadium über eine entsprechende Software-Einstellung ausblenden zu können.

Das gesamt-harmonische Verhalten einer Anlage bezüglich Frequenzen und Steifigkeit ergibt sich sowohl aus Unterkonstruktion und externer Verrohrung, als auch der Wahl des Zubehörs (wie z.B. Wartungsplattformen). Auch die Wahl des Frequenzumformers nimmt hierauf erheblichen Einfluss. Folglich können nicht alle Resonanzfrequenzen

bereits während der Endabnahme/Probelauf im Werk ermittelt werden. Tatsächlich auftretende, störende Frequenzen können nur nach vollständiger Installation und Einbringung der Anlage vor Ort festgestellt werden. Um Resonanzfrequenzen vor Ort feststellen zu können, muss ein „run-up“ und „run-down“-Test des Antriebssystems durchlaufen werden. Zusätzlich sollten die internen Trägerfrequenzen des Frequenzumformers bestmöglich eingestellt, und an die Spannungsversorgung angepasst werden. Weitere Informationen und Hinweise zu diesen Einstellungen entnehmen Sie bitte der Inbetriebnahmeanleitung des/der Motors/Motoren.

Das Verfahren zur Erkennung von Resonanzfrequenzen beinhaltet das vollständige Durchlaufen aller Phasen des Frequenzumformers, von der kleinsten Betriebsfrequenz bis hin zur vollen Drehzahl. Dies sollte in Schritten von jeweils 2 Hz geschehen. Nach jeder schrittweisen Anhebung der Drehzahl sollte eine ausreichend lange Pause eingelegt werden, damit der Ventilator einen stabilen Zustand erreichen kann. Nehmen Sie alle auftretenden Vibrationsveränderungen des Aggregates zur Kenntnis. Nach Erreichen der maximalen Drehzahl wird der Vorgang bis zum Erreichen der Mindestdrehzahl ebenfalls in 2 Hz-Schritten umgekehrt. Sollten störende Resonanzfrequenzen existieren, können diese mithilfe der genannten Methode erkannt, und durch entsprechende Programmierung des Frequenzumformers ausgeblendet werden.

## Sprühwasser-Zirkulation – Regelmäßige Wartungsarbeiten

### Saugsieb in der Kaltwasserwanne

Das Wannensieb sollte monatlich (oder so oft wie erforderlich) entnommen und gereinigt werden. Stellen Sie sicher, dass das Siebelement immer ordnungsgemäß über dem Pumpenzulaufstutzen, auf der Längsseite des Kastens zur Verhinderung von Strudelbildung eingesetzt ist.

### Kaltwasserwanne

Die Kaltwasserwanne sollte vierteljährlich ausgespült werden. Prüfen Sie die Wanne monatlich (oder bei Bedarf öfter), um Verschmutzungen und Ablagerungen, die sich normalerweise in der Wanne sammeln, zu entfernen. Ablagerungen können sich korrosiv auswirken und Schäden am Wannenmaterial hervorrufen. Wenn die Wanne ausgespült wird, muss das Saugsieb eingesetzt bleiben, damit keine Verschmutzungen/Ablagerungen in das System gelangen können. Das Sieb darf erst nach der Wannenreinigung entnommen und gesäubert werden, und ist vor dem erneuten Befüllen der Wanne mit Frischwasser wieder einzusetzen.

### Betriebsniveau des Wassers in der Kaltwasserwanne

Das Betriebsniveau sollte monatlich auf ordnungsgemäßen Wasserstand überprüft werden (siehe **Tabelle 2** – Aggregatespezifisches Wasserniveau in der Wanne).

| Baureihe |             |     |             | erforderlicher Füllstand* |
|----------|-------------|-----|-------------|---------------------------|
| ATW      | 9           | bis | 48          | 230 mm                    |
| ATW      | 64          | bis | 866         | 280 mm                    |
| ESWA     | 72          | bis | 142         | 280 mm                    |
| ESWA     | 144         | bis | 216         | 280 mm                    |
| LSWA     | 20          | bis | 87          | 280 mm                    |
| LSWA     | 91          | und | 182         | 300 mm                    |
| LSWA     | 116         | und | 232         | 300 mm                    |
| LSWA     | 135         | und | 270         | 380 mm                    |
| LSWA     | 174         | und | 348         | 380 mm                    |
| LRW      | 18          | bis | 379         | 200 mm                    |
| C-ATW    | 67-3H       | bis | 133-6J      | 280 mm                    |
| eco-ATW  | 0,9 m breit | und | 1,2 m breit | 230 mm                    |
| eco-ATW  | 2,3 m breit | bis | 7,3 m breit | 280 mm                    |
| eco-ATWE | 2,3 m breit | bis | 7,3 m breit | 280 mm                    |
| LSCE     | 36          | bis | 385         | 280 mm                    |
| LSCE     | 281         | bis | 386         | 300 mm                    |
| LSCE     | 591         | bis | 770         | 300 mm                    |
| LSCE     | 400         | bis | 515         | 300 mm                    |
| LSCE     | 800         | bis | 1030        | 300 mm                    |
| LSCE     | 410         | bis | 560         | 380 mm                    |
| LSCE     | 820         | bis | 1120        | 380 mm                    |
| LSCE     | 550         | bis | 805         | 380 mm                    |
| LSCE     | 1100        | bis | 1610        | 380 mm                    |
| LRC      | 25          | bis | 379         | 200 mm                    |
| ATC      | 50E         | bis | 165E        | 230 mm                    |
| ATC      | M170E       | bis | 3714E       | 280 mm                    |
| C-ATC    | 181         | bis | 504         | 280 mm                    |
| PMCQ     | 316         | bis | 1786        | 360 mm                    |
| eco-ATC  | 176         | bis | 4086        | 280 mm                    |

\* Gemessen am tiefsten Punkt des Wannenbodens

**Table 2** - Empfohlenes Wasser-Betriebsniveau

Bei Erstinbetriebnahme oder nachdem das Aggregat vollständig entleert worden war, muss die Wasserwanne bis zum Überlauf gefüllt werden. Der Überlauf liegt über dem normalen Betriebsniveau und berücksichtigt die im Wasserverteilsystem und einigen Leitungen

außerhalb des Kühlturms befindliche Wassermenge. Der Wasserstand sollte immer oberhalb des Siebes liegen. Durch die Wartungsluke oder durch Entfernen der Lufteintrittsgitter läßt sich der Wasserstand bei laufender Pumpe und abgeschalteten Ventilatormotoren überprüfen.

## Frischwasserventil

Ein mechanisches Schwimmerventil wird standardmäßig mit dem Verdunstungskühlaggregat geliefert (es sei denn, das Aggregat wird optional mit einer elektronischen Wasserstandsregelung bestellt, oder ist für den Betrieb mit separatem Zwischenbecken vorgesehen). Der Wasserstand in der Wanne wird durch Verstellen des Schwimmers mittels der gegenläufigen Flügelmuttern auf dem Gewindestab korrekt eingestellt. Das mechanische Frischwasserventil sollte monatlich überprüft und – wie beschrieben – justiert werden. Kontrollieren Sie das Ventil jährlich auf Undichtigkeiten; gegebenenfalls muss der Ventilsitz ausgetauscht werden. Der Frischwasser-Vordruck sollte zwischen 1,4 und 3,4 bar gehalten werden.

## Tropfenabscheider

Prüfen Sie die Tropfenabscheider vierteljährlich um sicher zu stellen, dass sie korrekt angeordnet und durch keinerlei Verschmutzungen blockiert sind.

Ergibt eine Inspektion die Notwendigkeit, müssen die Tropfenabscheider entfernt, gereinigt und wieder korrekt eingebaut werden. Bei druckbelüfteten Aggregaten muss der Monteur personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen und geeignete Sicherheitsvorkehrungen hinsichtlich Absturzgefahr treffen, die mit den örtlichen Bestimmungen übereinstimmen. Entfernen Sie ein oder zwei Tropfenabscheiderelemente von oberem Ende des Aggregates. Schützen Sie die Füllkörper mit Hilfe einer harten Unterlage bevor Sie das Aggregat und die Füllkörpersektion betreten. Laufen Sie niemals über die Tropfenabscheider! Sobald Sie sicher auf den Füllkörpern stehen, können die übrigen Tropfenabscheider entfernt werden.

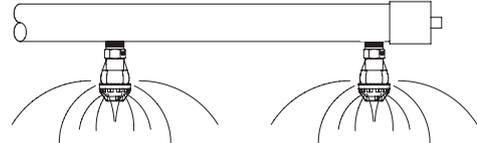
Bei saugbelüfteten Aggregaten sind entlang der obersten Tropfenabscheiderlage Hebelgriffen angebracht. Entfernen Sie ein oder zwei Tropfenabscheiderelemente. Schützen Sie die Füllkörper mit Hilfe einer harten Unterlage bevor Sie das Aggregat und die Füllkörpersektion betreten. Laufen Sie niemals über die Tropfenabscheider! Sobald Sie sicher auf den Füllkörpern stehen, lassen sich die übrigen Tropfenabscheider einfach durch die Zugangstür entfernen.

## Druckbeaufschlagte Wasserverteilsysteme

Das Wasserverteilsystem sollte monatlich überprüft werden, um den ordnungsgemäßen Betrieb sicher zu stellen. Inspizieren Sie das Sprühsystem grundsätzlich mit eingeschalteter Pumpe und abgeschalteten Ventilatorantrieben (welche gesichert und mit entsprechendem Hinweis versehen werden müssen). Entfernen Sie bei druckbelüfteten Aggregaten ein oder zwei Tropfenabscheiderelemente aus dem Oberteil des Aggregates, und kontrollieren Sie den Betrieb des Wasserverteilsystems.

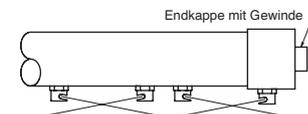
Bei saugbelüfteten Aggregaten sind in Reichweite der Wartungstür verschiedene Tropfenabscheiderelemente mit Griffen versehen. Die Tropfenabscheiderelemente können hierdurch einfach von außen durch die Wartungstür entfernt werden, um das darunter liegende Wasserverteilsystem zu inspizieren. Die Konstruktion der Sprühdüsen (mit vergrößerter Sprühdüsenöffnung) läßt im Prinzip Verstopfungen nicht zu, so dass diese in den seltensten Fällen gewartet oder gereinigt werden müssen. Sollte die Sprüheinrichtung nicht ordnungsgemäß funktionieren, ist das in den meisten Fällen ein Zeichen dafür, dass das Saugsieb nicht richtig eingesetzt wurde, so dass Fremdkörper und Schmutz in die Wasserverteilrohre eindringen konnten. Zum Reinigen können die Sprühdüsen bei laufender Pumpe und abgeschalteten Ventilatoren kann mit Hilfe eines längeren, schmalen Gegenstandes der Fremdkörper aus den Sprühdüsen entfernt werden. Entfernen Sie im Falle von extremer Schmutzansammlung oder Fremdkörpern im Rohrsystem zunächst die Endkappen an jedem Verteilrohr, um die Verunreinigungen aus den Verteilrohren und dem Sammelstück herauszuspülen. Sowohl die Verteilrohre als auch das Sammelstück können zu Reinigungszwecken ausgebaut werden. Dies sollte jedoch nur bei absoluter Notwendigkeit durchgeführt werden. Kontrollieren Sie das Wannensieb auf guten Zustand und korrekten Einbau, um Kavitation und/oder Luftansaugung ausschließen zu können.

Alle Verdunstungsverflüssiger und Verdunstungskühler, ausgenommen der ESWA Baureihe für geschlossenen Kreislauf, sind standardmäßig mit ZM II® geliefert. Die ZM II® Sprühdüsen müssen nicht speziell ausgerichtet werden, damit der Rohrschlängenwärmetauscher einwandfrei besprüht wird. Kontrollieren Sie bei der Überprüfung und Reinigung des Wasserverteilsystems immer die korrekte Ausrichtung der Sprühdüsen (siehe hierzu **Abb. 1** für LPT und LSTE Baureihen, und **Abb. 2** für AT/UAT und PMTQ Baureihen). Dass auf dem Sprühdüsenkörper angebrachte EVAPCO-Logo muss parallel zum Wasserteilverrohr stehen.



**Abb. 1** - Anordnung der ZM II® Sprühdüsen Alle Aggregate mit Rohrschlängenwärmetauscher außer ESWA

Für den ESWA werden 2A Sprühdüsen mit großen Öffnungen geliefert. Kontrollieren Sie bei der Überprüfung und Reinigung des Wasserverteilsystems immer die korrekte Ausrichtung der Sprühdüsen, wie nachfolgend in **Abb. 2** dargestellt



**Abb. 2** - Ordnungsgemäße Ausrichtung der 2A Sprühdüsen an ESWA-Modellen

## Abschlämmventil

Das Abschlämmventil sollte wöchentlich auf Funktionstüchtigkeit und korrekte Einstellung überprüft werden, unabhängig ob werkseitig oder bauseits installiert. Halten Sie das Ventil vollständig geöffnet, es sei denn es ist so eingestellt, dass es auch teilweise geöffnet eingesetzt werden kann, ohne Ablagerungen und/oder Korrosion zu verursachen.

## Pumpe (sofern geliefert)

Sowohl Pumpe als auch Pumpenmotor sollten gemäß der Herstelleranleitung geschmiert und gewartet werden. Die Sprühwasserpumpe sollte nicht zur Leistungsregelung benutzt und häufig ein- und wieder ausgeschaltet werden. Übermäßiges Ein- und wieder Ausschalten kann zu Ablagerungen führen und die Nass-Trockenleistung mindern.

HINWEIS: Für die eco-ATW(E) Baureihe ist die Betriebsanleitung der Sage<sup>2</sup> und Sage<sup>3</sup>-Steuerung hinzuzuziehen

## Rohrbündel

### Verdunstungsrohrbündel

Überprüfen Sie die Rohrbündeloberfläche mindestens zweimal pro Jahr auf Kalkablagerungen und/oder Korrosion.

### Trockenkühler (optional)

Je nach Umgebungsbedingungen sollte der Trockenkühler bei LSWA-H oder LRW-H Aggregaten mindestens zweimal pro Jahr gereinigt werden. Befindet sich der Aufstellungsort nahe einer Baustelle oder zu Bäumen, müssen die Reinigungsmaßnahmen ggf. öfter durchgeführt werden. Eine visuelle Inspektion der Rohrbündel sowie der Lufteintritts- und Ventilatorschutzgitter und sollte monatlich erfolgen.

Am Besten lassen sich die Trockenkühler mit klarem Wasser reinigen. Wenn die Wartung und Reinigung der Rohrbündel in regelmäßigen Intervallen statt findet, reicht Wasser vollkommen aus, um Schmutz und Ablagerungen von den Lamellen zu entfernen. Stärkere Schmutzablagerungen auf der Lamellenoberfläche lassen sich mithilfe einer Bürste entfernen. Bitte achten Sie beim Einsatz eines Hochdruckreinigers darauf, auf niedriger Druckstufe zu reinigen. Die Düse sollte auf ein fächerförmiges Sprühbild eingestellt sein, um Beschädigungen der Lamellen zu vermeiden.

## Wasseraufbereitung und Wasser-Chemikalien

Eine ordnungsgemäße Wasseraufbereitung gehört als wesentlicher Bestandteil zur Wartung von Verdunstungskühlsystemen. Ein gut konzipiertes und konsequent durchgeführtes Wasserbehandlungsprogramm gewährleistet lange Betriebsdauer mit höchster Effizienz. Ein qualifizierter Fachbetrieb (Wasserspezialist) sollte ein standortspezifisches Programm für die Wasserbehandlung ausarbeiten, basierend auf den speziellen Anforderungen der Anlage, Umgebung, Frischwasserqualität- und Verbrauch (einschließlich aller im Kühlkreislauf verwendeter Werkstoffe).

## Eindickung oder Abschlammung

Verdunstungskühlsysteme sondern Hitze ab, indem sie eine Teil des rezirkulierenden Wassers in Form von warmer, gesättigter Ausblasluft an die Atmosphäre abgeben. Da nur das reine Wasser verdunstet, bleiben Inhaltstoffe aus dem Zusatzwasser (wie z.B. Salze), als auch herausgewaschene Luftbestandteile im Inneren des Kühlturms zurück. Diese kontinuierlich im System zirkulierenden Substanzen müssen kontrolliert werden, um eine übermäßige Anhäufung zu verhindern, was wiederum zu Korrosion, Kalkablagerungen oder biologischer Fäulnis führen kann.

Verdunstungskühlsysteme erfordern eine Abflut- oder Abschlammleitung, angeordnet auf der Druckseite der Wassermwälzpumpe, um Wasser mit hoher Konzentration an Inhaltstoffen (Eindickung) aus dem System zu entfernen. EVAPCO empfiehlt hierfür eine leitfähigkeitsgesteuerte Regelung, um die Effizienz des zur Verfügung stehenden Wassers im System zu maximieren. Entsprechend den Empfehlungen Ihres Wasserspezialisten hinsichtlich der möglichen Eindickung, sollte der Leitfähigkeitsregler ein Motor- oder Magnetventil sowohl öffnen als auch schließen lassen, um die gewünschte Leitfähigkeit des zirkulierenden Wassers beizubehalten. Wenn ein manuell zu betätigendes Ventil zur Abschlammregelung eingesetzt wird, sollte dies hinsichtlich der Einhaltung der Leitfähigkeit des zirkulierenden Wassers so eingestellt sein, dass der Abfluss der maximal erforderlichen Menge bei Vollast der Anlage gewährleistet ist (entsprechend den Empfehlungen Ihres Wasserspezialisten).

## Verzinkter Stahl - Passivierung

„Weißer Rost“ deutet auf einen vorzeitigen Defekt der schützenden Zinkauflage bei feuerverzinktem Stahl hin. Das kann passieren, wenn während der Inbetriebnahme von

## Wasserchemie-Parameter

Das für Ihr Verdunstungskühlaggregat erstellte Wasserbehandlungsprogramm muss zu den Konstruktionsmaterialien Ihres Kühlturms passen.

neuen, verzinkten Aggregaten, die Wasseraufbereitung nicht ordnungsgemäß durchgeführt wird. Die Erst-Inbetriebnahme und Passivierungsperiode ist ein kritische Zeit, die sich entscheidend auf die maximale Betriebsfähigkeit und Lebensdauer Ihrer Anlage auswirkt. EVAPCO empfiehlt daher, dass Ihr ortsspezifisches Wasserbehandlungsprogramm einen Passivierungsprozess vorsieht, in dem die Wasserchemie, alle notwendigen chemischen Zusätzen und Sichtkontrollen für die ersten 6 – 12 Wochen detailliert beschrieben werden. Während der Passivierungszeit sollte der pH-Wert des Umlaufwassers immer oberhalb 7,0 und unterhalb 8,0 gehalten werden. Erhöhte Temperaturen wirken sich schädlich auf den Passivierungsprozess aus. Daher sollten neue, verzinkte Aggregate während dieser Phase so weit wie möglich ohne Last laufen.

Die nachfolgend aufgeführte Wasserchemie fördert die Bildung von weißem Rost, und sollte daher während des Passivierungsprozesses vermieden werden:

1. pH-Werte im Umlaufwasser höher als 8,3
2. Kalziumhärte (wie CaCO<sub>3</sub>) weniger als 50 ppm im Umlaufwasser
3. Anionen von Chloriden und Sulfaten größer als 250 ppm im Umlaufwasser
4. Alkalität größer als 300 ppm im Umlaufwasser, unabhängig vom pH-Wert

Änderungen bei der Wasserchemie können vorgenommen werden, sobald der Passivierungsprozess abgeschlossen ist (erkennbar anhand der matt-grauen Farbe, die die verzinkte Oberfläche annimmt). Jegliche Änderungen innerhalb des Wasserbehandlungsprogramms oder der Regelwerte sollten langsam und stufenweise vorgenommen werden. Die Auswirkungen auf die passivierte Zinkoberfläche müssen hierbei protokolliert werden.

- Der Betrieb mit einem Wasser pH-Wert unter 6,0 (unabhängig von der Zeitdauer) kann die schützende Zinkoberfläche des Verdunstungskühlsystems zerstören.
- Bei Betrieb mit einem Wasser pH-Wert über 9,0 (unabhängig von der Zeitdauer) kann die passivierte Oberfläche des Verdunstungskühlsystems jederzeit destabilisieren und weißen Rost verursachen.
- Sollten Störfälle auftreten, die die Zinkoberfläche destabilisieren, kann eine Repassivierung jederzeit im Laufe der Betriebsdauer Ihrer Anlage erforderlich werden.

Korrosion und Kalkablagerungen sind nur schwer zu kontrollieren, wenn die zirkulierende Wasserchemie nicht konsequent innerhalb der Normwerte liegt (siehe hierzu **Tabelle 3**), oder innerhalb der Grenzwerte, die durch Ihren Wasserspezialisten vorgegeben sind.

| Beschaffenheit                          | Z-725<br>Verzinkter Stahl | Type 304<br>Rostfreier Edelstahl | Type 316<br>Rostfreier Edelstahl |
|---|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| pH                                      | 7.0 – 8.8                 | 6.0 – 9.5                        | 6.0 – 9.5                        |
| pH während der Passivierung             | 7.0 – 8.0                 | N/A                              | N/A                              |
| Schwebstoffe insgesamt (ppm)*           | <25                       | <25                              | <25                              |
| Leitfähigkeit (Mikro-Siemens/cm) **     | <2,400                    | <4,000                           | <5,000                           |
| Alkalinität wie CaCO <sub>3</sub> (ppm) | 75 - 400                  | <600                             | <600                             |
| Kalziumhärte CaCO <sub>3</sub> (ppm)    | 50 - 500                  | <600                             | <600                             |
| Chloride wie Cl <sup>-</sup> (ppm) ***  | <300                      | <500                             | <2,000                           |
| Bakterien gesamt (ppm)                  | <150                      | <150                             | <150                             |
| Silica wie SiO <sub>2</sub> (ppm)       | <10,000                   | <10,000                          | <10,000                          |

\* basierend auf Standard EVAPAK® Füllkörpern

\*\* basierend auf sauberen Metalloberflächen (Schmutzansammlungen, Ablagerungen oder Schlamm erhöhen die Möglichkeit von Korrosion)

\*\*\* basierend auf Maximaltemperaturen unter 49°C

**Tabelle 3** - Richtlinien für die empfohlene Wasserchemie

Chemikalien sollten grundsätzlich über eine automatische Einrichtung zugeführt werden, um eine sorgfältige Kontrolle und Dosierung zu gewährleisten, bevor diese in das Verdunstungskühlsystem gelangen. Die Chemikalien sollten niemals direkt in die Wasserwanne des Verdunstungskühlsystems eingespeist werden.

Vom regelmäßigen Gebrauch von Säure raten wir wegen der schädigenden Konsequenzen bei unsachgemäßer Dosierung ab. Sollte aufgrund des standortspezifischen Wasserbehandlungsprogrammes trotzdem Säure verwendet werden, sollte diese verdünnt mittels einer automatischen Dosiervorrichtung in einem Bereich des Systems zugeführt werden, der eine adäquate Mischung gewährleistet. Die Einbauposition von pH-Sonden und Säureeinspeisungsleitung ist dahingehend zu konzipieren, dass sie mit der automatischen Regelungstechnik verbunden sind, um permanent einen korrekten pH-Wert im gesamten Kühlsystem sicher zu stellen. Das automatische System muss in der Lage sein, sowohl Betriebsdaten (einschließlich pH-Wert-Messung) als auch die Aktivitäten der chemischen Dosiervorrichtung aufzuzeichnen und wieder zu geben. Die vollautomatische pH-Wert-Überwachung erfordert ständigen Abgleich/Kontrolle, um den korrekten Betriebsablauf zu gewährleisten, und das Aggregat vor erhöhter Korrosion zu schützen.

Die Reinigung mit Säure sollte mit extremer Sorgfalt vorgenommen werden. Hierbei dürfen nur inhierte Säuren verwendet werden, die für die Verwendung auf den Materialien Ihres Aggregates empfohlen werden. Jedes Reinigungsprogramm, das die Anwendung von Säure beinhaltet, bedarf einer schriftlichen Anleitung zur anschließenden Neutralisierung und Spülung des Verdunstungskühlsystems zwecks vollständiger Reinigung.

### Kontrolle biologischer Verunreinigung

Verdunstungskühlsysteme müssen regelmäßig überprüft werden, um eine gute mikrobiologische Regulierung sicherstellen zu können. Die Überprüfung sollte beides sicherhalten: Kontrolle biologischer Populationen mittels Kulturen und zusätzliche Sichtkontrolle auf Anzeichen von biologischer Fäulnis.

Mangelhafte mikrobiologische Kontrolle kann unter anderem zu folgendem führen: Einschränkung der Wärmeübertragungsleistung, Erhöhung des Korrosionsrisikos, Steigerung des Risikos von Pathogenen (Überträger der Legionärskrankheit). Ihr standortspezifisches Wasserbehandlungsprogramm sollte – wenn möglich – sowohl Verfahren für den Routinebetrieb, die Inbetriebnahme nach Stillstandzeiten, als auch die Komplettreinigung des Kühlwasserkreislaufsystems beinhalten. Im Falle von starker biologischer Verunreinigung muss eine aggressive mechanische Reinigung und/oder Wasseraufbereitung vorgenommen werden.

Es ist wichtig, dass alle inneren Flächen, speziell die Wasserwanne, grundsätzlich von Schmutzansammlungen und Schlamm sauber gehalten werden. Außerdem müssen die Tropfenabscheider regelmäßig überprüft, und in einem guten Betriebszustand gehalten werden.

### Grauwasser (Abwasser) und rück-gewonnenes Wasser

Das aus einem anderen Prozess rück-gewonnene Wasser kann als Frischwasserquelle für Verdunstungsaggregate in Betracht gezogen werden, sofern die resultierende Chemie des Umflaufwassers den in Tabelle 3 genannten Parametern entspricht. Es ist zu beachten, dass der Gebrauch von rück-gewonnenem Wasser aus anderen Prozessen zu Korrosion, mikrobiologischer Fäulnis oder Kalkablagerungen führen kann.

Die Nutzung von Grauwasser oder rück-gewonnenem Wasser sollte daher vermieden werden, ausgenommen alle

damit verbundenen Risiken sind bekannt, und als Teil des ortsspezifischen Wasserbehandlungsprogramms dokumentiert.

### Luftverschmutzung

Verdunstungskühltürme saugen funktionsbedingt die Luft an, wobei Partikel aus der Umgebungsluft ausgewaschen werden. Stellen Sie Ihren Kühlturm daher nicht in der Nähe von Schornsteinen, Ausblassechächten, Rauchabzügen, Abgaskanälen o.ä. auf. Das Aggregat würde diese Schwaden ansaugen, was zu beschleunigter Korrosion bis hin zum Ausfall der Anlage führen kann. Außerdem ist es wichtig, das Aggregat weit genug weg von Gebäude-Frischluftzugängen zu installieren, um jegliches Eindringen von Abluft und biologischer Verunreinigung in das Luftzirkulationssystem des Gebäudes zu verhindern.

### Winterbetrieb

EVAPCO's gegenstromgerichtete Verdunstungskühlaggregate sind bestens für den Betrieb bei niedrigen Umgebungstemperaturen geeignet. Aufgrund der Gegenstrombauweise sind die Rieselskörper-Einbauten vollständig von den Gehäuseblechen umgeben und somit vor Wind und Wetter geschützt, wodurch Eisbildung im Inneren des Aggregates verhindert wird.

Wenn Verdunstungskühlaggregate auch bei niedrigen Temperaturen betrieben werden, müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden. Diese beinhalten unter anderem: Aggregatanordnung, Umlaufwasser, Sprühwasser-Verrohrung, Wärmetauscher, Zubehör und Leistungsregelung der Aggregate.

**Weitere Informationen zum Thema Winterbetrieb finden Sie in der „Betriebs- und Wartungsanleitung 116-D“ oder im EVAPCO „Leitfaden für den Kühlturbetrieb bei tiefen Temperaturen“**

### Frostschutz für das Sprühwasser

Die einfachste und effektivste Art, das Sprühwasser vor Frost zu schützen, ist der Einsatz eines separaten Wasserbeckens. Hierbei ist die Sprühwasserpumpe außerhalb des Aggregates am separaten Becken montiert. Wann immer die Pumpe abgeschaltet wird, läuft das gesamte Sprühwasser zurück in das separate Becken. Empfehlungen für die Bemessungen des separaten Beckens und der Sprühwasserpumpe für Rohrschlangenwärmetauscherprodukte finden Sie sowohl für Verdunstungsverflüssiger als auch für Verdunstungskühler für geschlossenen Kreislauf in den entsprechenden Produktkatalogen. Hinweise zum Druckverlust durch das Wasserverteilsystem – gemessen am Wassereintritt – entnehmen Sie bitte nachstehende Tabelle 4.

Sollte ein separates Wasserbecken nicht in Frage kommen, sind Wannenheizungen erhältlich, damit das Sprühwasser bei abgeschalteter Pumpe nicht gefriert. Elektrische Heizungen können ebenfalls zum Einsatz kommen, wenn das Aggregat außer Betrieb ist. Hierbei müssen sowohl Frischwasserzufuhr, Überlauf und Abflussrohre, als auch Pumpe und Pumpenverrohrung bis hin zum Überlaufniveau mit Begleitheizungen versehen und isoliert werden, um Schäden zu vermeiden. Darüber hinaus müssen alle anderen Verbindungen und Zubehör am oder unter dem Wasserniveau (wie z.B. elektr. Wasserstandsregelung) mit Begleitheizungen versehen und isoliert werden.

**ACHTUNG: Der Einsatz von Wannenheizungen schützt weder das Kältemedium in den Rohrschlangenwärmetauschern, noch das stehende Wasser in der Pumpe oder der Pumpenverrohrung vor Frost.**

Ein Verflüssiger oder Verdunstungskühler kann nicht trocken betrieben werden (d.h. Ventilatoren eingeschaltet, Pumpe ausgeschaltet), es sei denn, die Wasserwanne ist vollständig geleert. Die Wannenheizungen sind so bemessen, dass das Wannenwasser nicht einfrieren kann, wenn das Aggregat vollständig außer Betrieb ist.

| Verdunstungsverflüssiger Modell Nr. |     |            |        |                               |  | Verdunstungskühler für geschlossenen Kreislauf Rahmengröße | Erforderlicher Eingangsdruck (kPa) |
|-------------------------------------|-----|------------|--------|-------------------------------|--|--|------------------------------------|
| <b>eco-ATC</b>                      |     | <b>ATC</b> |        | <b>ATW, eco-ATW, eco-ATWE</b> |  |  |                                    |
| -                                   | -   | 50E        | bis    | 165E                          | 0,9 m & 1,2 m wide                     | 14   |                                    |
| 176                                 | bis | 272        | M170E  | bis                           | M247E                                  | 2,3 x 2,6 m  | 14                                 |
| M208                                | bis | M302       | M203E  | bis                           | M233E                                  | 2,4 x 2,7 m  | 14                                 |
| M252                                | bis | M454       | M252E  | bis                           | M439E                                  | 2,4 x 3,2 m / 3,7 m / 4,3 m                                | 14                                 |
| M411                                | bis | M604       | M426E  | bis                           | M591E                                  | 2,4 x 5,5 m  | 21                                 |
| M545                                | bis | M718       | M523E  | bis                           | M679E                                  | 2,4 x 6,4 m  | 27,5                               |
| M600                                | bis | M903       | M607E  | bis                           | M877E                                  | 2,4 m x 7,4 m / 8,6 m                                      | 14                                 |
| M821                                | bis | M1206      | M852E  | bis                           | M1179E                                 | 2,4 m x 11,0 m   | 21                                 |
| M995                                | bis | M1384      | M1046E | bis                           | M1358E                                 | 2,4 m x 12,9 m   | 27,5                               |
| M503                                | bis | M906       | M501E  | bis                           | M844E                                  | 4,9 m x 3,2 m / 3,6 m / 4,3 m                              | 17                                 |
| 280                                 | bis | 503        | XE298E | bis                           | XC462E                                 | 3 m x 3,6 m  | 25,5                               |
| 559                                 | bis | 1005       | XE596E | bis                           | XC925E                                 | 3 m x 7,4 m  | 25,5                               |
| 365                                 | bis | 705        | XE406E | bis                           | XC669E                                 | 3 m x 5,5 m  | 39                                 |
| 731                                 | bis | 1411       | XE812E | bis                           | XC1340E                                | 3 m x 11,0 m   | 39                                 |
| 433                                 | bis | 942        | 428E   | bis                           | 892E                                   | 3,6 m x 3,6 m / 4,2 m / 5,5 m                              | 24                                 |
| 866                                 | bis | 1883       | 858E   | bis                           | 1784E                                  | 3,6 m x 7,4 m / 8,6 m / 11,0 m                             | 17                                 |
| 867                                 | bis | 1884       | 857E   | bis                           | 1783E                                  | 7,3 m x 3,6 m / 4,3 / 5,5 m                                | 21                                 |
| 1908                                | bis | 3766       | 1879E  | bis                           | 3459E                                  | 7,3 m x 7,4 m / 8,6 m / 11,0 m                             | 17                                 |
| 775                                 | bis | 1023       | 791E   | bis                           | 967E                                   | 3,6 m x 6,1 m  | 24                                 |
| 1607                                | bis | 2043       | 1625E  | bis                           | 1925E                                  | 3,6 m x 12,3 m   | 24                                 |
| 1608                                | bis | 2044       | 1616E  | bis                           | 1915E                                  | 7,3 m x 6,1 m  | 22                                 |
| 2911                                | bis | 4086       | 2855E  | bis                           | 3714E                                  | 7,3 m x 12,3 m   | 22                                 |
| <b>C-ATC</b>                        |     |            |        |                               |  | <b>C-ATW</b>   |                                    |
| 181                                 | bis | 373        | 67-3H  | bis                           | 133-6J                                 | 17   |                                    |
| 362                                 | bis | 504        | -      |                               | -                                      | 21   |                                    |
| <b>LRC</b>                          |     |            |        |                               |  | <b>LRW</b>   |                                    |
| 25                                  | bis | 72         |        |                               | 1 m breit                              | 7  |                                    |
| 76                                  | bis | 114        |        |                               | 1,5 m x 3,7 m                          | 14   |                                    |
| 108                                 | bis | 183        |        |                               | 1,5 m x 4,6 m                          | 14   |                                    |
| 190                                 | bis | 246        |        |                               | 1,5 m x 5,6 m                          | 14   |                                    |
| 188                                 | bis | 379        |        |                               | 2,4 m x 4,6 m / 5,6 m                  | 14   |                                    |
| <b>LSCE</b>                         |     |            |        |                               |  | <b>LSWA</b>  |                                    |
| 36                                  | bis | 80         |        |                               | 1,2 m x 1,8 m                          | 10   |                                    |
| 90                                  | bis | 120        |        |                               | 1,2 m x 2,7 m                          | 10   |                                    |
| 135                                 | bis | 170        |        |                               | 1,2 m x 3,6 m                          | 10   |                                    |
| 185                                 | bis | 385        |        |                               | 1,6 m x 3,6 m / 5,5 m                  | 14   |                                    |
| 281                                 | bis | 1120       |        |                               | 2,4 m x 3,6 m / 5,6 m / 7,3 m / 11,0 m | 21   |                                    |
| 400                                 | bis | 1610       |        |                               | 3 m x 3,6 m / 5,6 m / 7,3 m / 11,0 m   | 17   |                                    |
|                                     |     |            |        |                               |  | <b>ESWA</b>  |                                    |
|                                     |     |            |        |                               |  | 72-23H bis 72-46K  | 21                                 |
|                                     |     |            |        |                               |  | 96-23H bis 96-46K  | 17                                 |
|                                     |     |            |        |                               |  | 142-23H bis 142-46K  | 24                                 |
|                                     |     |            |        |                               |  | 144-23I bis 144-46M  | 21                                 |
|                                     |     |            |        |                               |  | 216-23J bis 216-46S  | 17                                 |
| <b>PMCQ</b>                         |     |            |        |                               |  |  |                                    |
| 316 - 1420 (3 m breit)              |     |            |        |                               |  |  | 21                                 |
| 399 - 1786 (3,6 m breit)            |     |            |        |                               |  |  | 24                                 |

Anmerkungen: Für 2-zellige Aggregate gilt der angegebene Eintrittsdruck pro Zelle.

Hinweise zur Sprühwasserumwälzmenge entnehmen Sie bitte der jeweiligen Aggregate-Broschüre.

**Tabelle 4** - Empfohlener Eintrittsdruck zur Auslegung von Sprühwasserpumpen beim Betrieb mit separat aufgestelltem Zwischenbecken – nur für Rohrschlangenwärmetauscherprodukte

### Frostschutz für Rohrschlangenwärmetauscher in Verdunstungskühlern für geschlossenen Kreislauf

Die einfachste und effektivste Art, den Rohrschlangenwärmetauscher vor Frost zu schützen, ist der Einsatz eines inhibierten Frostschutzmittels wie Ethylen- oder Propylen-Glykol. Sofern das nicht in Frage kommt, muss eine Behelfs-Wärmezufuhr und ein Mindestdurchfluss im Rohrschlangenwärmetauscher beibehalten werden, so dass die Wassertemperatur nicht unter 10°C fallen kann, auch wenn das Aggregat außer Betrieb ist (siehe hierzu auch **Tabelle 5** – empfohlener Mindestdurchfluss).

Wenn kein Frostschutz im Medium verwendet wird, muss der Rohrschlangenwärmetauscher unverzüglich entleert werden, sobald die Pumpen abgeschaltet werden, oder kein Durchfluss mehr vorhanden ist. Dies kann über automatische Abfluss- und Entlüftungsventile in den Rohrleitungen zum und vom Verdunstungskühler gesteuert werden. Es ist darauf zu achten, dass die Rohrleitungen ausreichend bemessen und

isoliert sind, um einen schnellen Abfluss des Wassers aus dem Rohrschlangenwärmetauscher zu ermöglichen. Da diese Möglichkeit weder eine geeignete noch empfohlene Art des Frostschutzes darstellt, sollte sie ausschließlich in Notsituationen zum Einsatz kommen. Rohrschlangenwärmetauscher sollten nicht über einen längeren Zeitraum hin entleert bleiben, da sie von innen rosten können.

Für den Winterbetrieb von Aggregaten ist üblicherweise eine Leistungsregelung erforderlich um sicher zu stellen, dass die Wassertemperatur nicht unter 10°C sinkt. Der Betrieb mit separatem Zwischenbecken bietet eine ausgezeichnete Möglichkeit, die Leistung des Aggregates bei niedrigen Temperaturen zu reduzieren. Eine andere Art der Leistungsregelung kann mittels 2-touriger Motore, Frequenzumformern oder dem Zu- und Abschalten der Ventilatoren erfolgen. Diese Methoden können sowohl einzeln angewandt werden, als auch in Kombination (bestehend aus Trockenbetrieb und separatem Zwischenbecken).

| Verdunstungskühler für geschlossenen Kreislauf<br>Grundfläche | Mindestwasserregelung      |                    |
|---|----------------------------|--------------------|
|   | Standard-Durchfluss<br>LPS | Serienfluss<br>LPS |
| <b>ATW, eco-ATW &amp; eco-ATWE Baureihe</b>                   |                            |                    |
| 0,9 m breit   | —                          | 1,7                |
| 1,2 m breit**   | 4,7                        | 2,4                |
| 2,3 m x 2,6 m   | 9,4                        | 4,7                |
| 2,4 m x 2,7 m to 2,4 m x 6,4 m                                | 10,1                       | 5,1                |
| 4,9 m breit   | 20,2                       | 10,1               |
| 3 m x 3,6 m & 3 m x 5,6 m                                     | 11,9                       | 6,0                |
| 3 m x 7,3 m; 3 m x 11,0 m; 6,1 m x 3,6 m; 6,1 m x 5,5 m       | 23,8                       | 11,9               |
| 6,1 m x 7,3 m; 6,1 m x 11,0 m                                 | 47,4                       | 23,8               |
| 3,6 m x 3,6 m; 3,6 m x 4,2 m; 3,6 m x 5,5 m; 3,6 m x 6,1 m    | 14,7                       | 7,4                |
| 3,6 m x 7,3 m; 3,6 m x 8,6 m; 3,6 m x 11,0 m; 3,6 m x 12,9 m  | 29,3                       | 14,7               |
| 7,3 m x 3,6 m; 7,3 m x 4,2 m; 7,3 m x 5,5 m; 7,3 m x 6,1 m    | 29,3                       | 14,7               |
| 7,3 m x 7,3 m; 7,3 m x 8,6 m; 7,3 m x 11,0 m; 7,3 m x 12,9 m  | 58,6                       | 29,3               |
| <b>CATW Baureihe</b>  | 8,9                        | 4,5                |
| <b>LRW Baureihe</b>   |                            |                    |
| 1,2 m breit   | 3,8                        | 1,9                |
| 1,6 m breit   | 6,0                        | 3,0                |
| 2,4 m breit   | 9,4                        | 4,7                |
| <b>LSWA Baureihe</b>  |                            |                    |
| 1,2 m breit   | 4,2                        | 1,9                |
| 1,6 m breit   | 6,0                        | 3,0                |
| LSWA 91 to LSWA 135   | 9,4                        | 4,7                |
| LSWA 116 to LSWA 174  | 11,9                       | 6,0                |
| LSWA 232 to LSWA 348  | 23,8                       | 11,9               |
| <b>Doppelzellige Aggregate</b>                                |                            |                    |
| LSWA 182 to LSWA 270  | 16,7                       | 8,4                |
| <b>ESWA Baureihe</b>  |                            |                    |
| 2,4 m breit   | 15,0                       | 7,5                |
| 3,6 m breit   | 20,9                       | 10,5               |

\*\* Nicht verfügbar als eco-ATWE

**Tabelle 5** - Empfohlener Mindestdurchfluss für Verdunstungskühler für geschlossenen Kreislauf

**Zur Fehlersuche siehe Betriebs- und Wartungsanleitung 116-D.**

### Ersatzteile

EVAPCO verfügt über ein breites Ersatzteilsortiment, dass zum sofortigen Versand zur Verfügung steht. Die meisten Aufträge werden innerhalb von 24 Stunden nach Erhalt der Bestellung verschickt!

Ihren örtlichen Ansprechpartner für Ersatzteilbestellungen finden Sie unter [www.MrGoodTower.eu](http://www.MrGoodTower.eu)



## WARTUNGS-CHECKLISTE

| MASSNAHMEN   | JAN | FEBR | MÄRZ | APR | MAI | JUNI | JULI | AUG | SEPT | OKT | NOV | DEZ |
|--|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 01. Wannensieb reinigen - <b>monatlich oder nach Bedarf</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 02. Wasserwanne reinigen und ausspülen** - <b>vierteljährlich oder nach Bedarf</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 03. Abflutventil prüfen um sicher zu stellen, dass es in Betrieb ist - <b>monatlich</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 04. Pumpe und Pumpenmotor gemäß der Herstelleranleitung schmieren  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 05. Betriebsniveau in der Wasserwanne prüfen und Schwimmerventil ggf. justieren - <b>monatlich</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 06. Wasserverteilsystems und Sprühbild überprüfen - <b>monatlich</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 07. Tropfenabscheider überprüfen - <b>vierteljährlich</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 08. Ventilatorflügel auf Risse, fehlende Auswuchtgewichte und Schwingungen/Vibrationen überprüfen - <b>vierteljährlich</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 09. Ventilatorwellenlager schmieren* - <b>alle 1.000 Betriebsstunden oder alle drei Monate</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 10. Ventilatormotorlager schmieren - entsprechend der Herstelleranweisung. Üblicherweise für nicht geschlossene Lager: <b>Alle 2 - 3 Jahre</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 11. Keilriemenspannung überprüfen und ggf. nachspannen - <b>monatlich</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 12. Schwenkbare Motorkonsole überprüfen und schmieren - <b>jährlich oder nach Bedarf</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 13. Ventilatorschutzgitter, Lufteintrittsgitter und Ventilatoren überprüfen. Entfernen Sie jegliche Art von Schmutz oder Ablagerungen - <b>monatlich</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 14. Schutzanstrich inspizieren und reinigen - <b>jährlich</b><br>a) Verzinkte Oberfläche: Korrodierte Flächen abschmirgeln und mit Zinkschutzfarbe nachbehandeln<br>b) Edelstahloberfläche: Reinigen, und mit Edelstahlreiniger nachpolieren             |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 15. Wasserqualität auf biologische Verunreinigungen überprüfen. Reinigen Sie das Aggregat den Erfordernissen entsprechend, und ziehen Sie für Empfehlungen zur Wasseraufbereitung einen Fachbetrieb für Wasser- aufbereitung hinzu** - <b>regelmäßig</b> |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 16. Wärmetauscheroberfläche hinsichtlich Kalk und/oder Korrosion inspizieren - <b>alle 6 Monate</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |

\* Siehe Wartungsanleitung für Hinweise zur Inbetriebnahme und Empfehlungen für Schmierung

\*\* Kühltürme müssen regelmäßig gereinigt werden, um Bakterienwachstum und Legionellen zu vermeiden

| ZUBEHÖR (optional)   | JAN | FEBR | MÄRZ | APR | MAI | JUNI | JULI | AUG | SEPT | OKT | NOV | DEZ |
|--|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 01. <b>Heizung:</b> Überprüfen Sie den Klemmkasten auf lose Kabel und Feuchtigkeit - <b>einen Monat nach Inbetriebnahme, dann halbjährlich</b>                         |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 02. <b>Heizung:</b> Überprüfen Sie die Elemente auf Kalkablagerungen - <b>vierteljährlich</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 03. <b>Elektr. Wasserstandsregelung:</b> Überprüfen Sie den Klemmkasten auf lose Kabel und Feuchtigkeit - <b>halbjährlich</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 04. <b>Elektr. Wasserstandsregelung:</b> Reineigen Sie die Sonden und entfernen Sie eventuelle Kalkablagerungen - <b>vierteljährlich</b>                               |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 05. <b>Elektr. Wasserstandsregelung:</b> - Reinigen Sie das Standrohr innen - <b>halbjährlich</b>  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 06. <b>Frischwasser-Magnetventil:</b> Überprüfen Sie das Ventil und reinigen Sie es im Falle von Verschmutzungen - <b>nach Bedarf</b>                                  |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 07. <b>Schwingungsschutzschalter (mechanisch):</b> Überprüfen Sie das Gehäuse auf lose Kabel und Feuchtigkeit - <b>einen Monat nach Inbetriebnahme, dann monatlich</b> |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 08. <b>Schwingungsschalter:</b> Justieren der Empfindlichkeit - <b>während der Inbetriebnahme, dann jährlich</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 09. <b>Wannen-Spüleinrichtung:</b> Überprüfen Sie das Rohrsystem und reinigen Sie es von Verschmutzungen - <b>halbjährlich</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |
| 10. <b>Trockenkühler:</b> Reinigen Sie diese - <b>halbjährlich</b>   |     |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |     |

### WÄHREND STILLSTANDZEITEN

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 01. <b>Bei zwei oder mehr Tagen:</b> Nehmen Sie die Begleitheizung für den Motor in Betrieb, oder lassen Sie den Motor für 10 Minuten laufen - <b>zweimal täglich</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 02. <b>Bei einem Monat oder länger:</b> Drehen sie die Motor-/Ventilatorwelle mind. 10 mal - <b>alle zwei Wochen</b>  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 03. <b>Bei einem Monat oder länger:</b> Testen Sie mithilfe eines Widerstandsmessers die Motorwicklung - <b>halbjährlich</b>  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

