

## EUROVENT 9/5



# EMPFEHLUNGEN ZUM WIRKSAMEN UND SICHEREN BETRIEB IHRER VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGE



EUROVENT



CECOMAF

# EUROVENT 9/5 - 2000

Zweite Ausgabe

Richtlinien zur Verhinderung unkontrollierten biologischen Wachstums, u.a. Legionellen in Kühltürmen und Verdunstungsverflüssigern.

Diese Empfehlungen wurden durch EUROVENT/CECOMAF WG 9 erarbeitet.

Die namhaften Hersteller von Verdunstungskühlgeräten sind in der

EUROVENT/CECOMAF Arbeitsgruppe 9 „Kühltürme“ zusammengefasst.

Das Bestreben der Arbeitsgruppe ist, die Wichtigkeit wirksamer und sicherer Rückkühlanlagen im Hinblick auf die heutigen Umwelterfordernisse herauszustellen. Im Hinblick auf dieses Ziel verdient die Verdunstungskühlung besonderer Beachtung, es mögen jedoch hie und da

Bedenken hinsichtlich der Sicherheit solcher Systeme bestehen.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache hat die Arbeitsgruppe Empfehlungen erarbeitet, die für den wirksamen und sicheren Betrieb von Verdunstungskühlanlagen wichtig sind. Diese Empfehlungen basieren auf dem Stand der Kenntnis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung.



**AREA,**

Air Conditioning & Refrigeration European Association empfiehlt diese Richtlinie.

# Nationale Verbände

## **BELGIEN**

### **AGORIA**

80 bd Reyerslaan,  
1030 BRUSSELS  
[www.agoria.be](http://www.agoria.be)



## **FINNLAND**

### **FREA**

P.O. Box 318  
0081 HELSINKI



## **FRANKREICH**

### **UNICLIMA**

92038 PARIS LA DEFENSE CEDEX  
[www.uniclima.org](http://www.uniclima.org)



## **DEUTSCHLAND**

### **FV ALT im VDMA-**

Postfach 71 08 64  
60498 FRANKFURT AM MAIN  
[www.vdma.de](http://www.vdma.de)



## **GROSSBRITANNIEN**

### **FETA (HEVAC and BRA)**

Henley Road, Medmenham  
MARLOW BUCKS SL7 2ER  
[www.feta.co.uk](http://www.feta.co.uk)



## **ITALIEN**

### **ANIMA**

Via Battistotti Sassi 11/B  
20133 MILANO  
[www.anima-it.com](http://www.anima-it.com)



## **NIEDERLANDE**

### **NKI**

Postbus 190  
2700 AD ZOETERMEER  
[www.nvkl.nl](http://www.nvkl.nl)



## **NORWEGEN**

### **NVEF**

Postboks 7174 Majorstua  
0307 OSLO  
[www.nvef.no](http://www.nvef.no)



## **SPANIEN**

### **AFEC**

Francisco Silvela 69-1°C  
28028 MADRID  
[www.afec.es](http://www.afec.es)



## **SCHWEDEN**

### **KTG**

P.O. Box 5510  
11485 STOCKHOLM

### **SWEDVENT**

P.O. Box 175 37  
11891 STOCKHOLM  
[www.svenskventilation.se](http://www.svenskventilation.se)



## **TÜRKEI**

### **ISKID**

Ruhi Bagdadi Sok No:1 , alimumcu  
80700 ISTANBUL  
[www.iskid.org.tr](http://www.iskid.org.tr)

Herausgegeben durch  
**EUROVENT / CECOMAF**  
62 bd de Sébastopol  
75003 PARIS  
Tel. (33) 01 49 96 69 80  
Fax (33) 01 49 96 45 10  
[info@eurovent-cecomaf.org](mailto:info@eurovent-cecomaf.org)  
[www.eurovent-cecomaf.org](http://www.eurovent-cecomaf.org)

# INHALT

1. **EINLEITUNG** -----



2. **DIE ERHALTUNG DES WIRKUNGSGRADES** -----

2.1. *Verdunstung und Abflutung*

2.2. *Qualität des Umlaufwassers*

a) Kalkbildung

b) Korrosion

c) Kontrolle der Keimzahlen

d) Verschmutzung (Fouling)

2.3. *Wartung und Sauberkeit*



3. **FAKTEN ZUR LEGIONÄRSKRANKHEIT** -----

3.1 *Die Ereigniskette*

3.2 *Bedingungen, die das Legionellenwachstum fördern*

3.3 *Aerosole*



4. **DIE ERHALTUNG DER SYSTEMSICHERHEIT** -----

4.1 *Die Auswahl von Verdunstungskühlgeräten*

4.2 *Allgemeine Systemerfordernisse*

4.3 *Mechanische Wartung*

4.4 *Eckdaten zur Wasserqualität*

4.5 *Kontrolle der Wasserqualität*

4.6 *Sicherheit*

4.7 *Überwachung & Betriebshandbuch*

5. **ANHANG 1 : ZUSAMMENFASSUNG DER  
WICHTIGSTEN ERFORDERNISSE** -----



**ANHANG 2 : BEISPIEL EINES BETRIEBSHANDBUCH** -----

# 1. EINLEITUNG



Nasskühltürme und Verdunstungsverflüssiger bieten eine wirksame und kostengünstige Lösung zur Abfuhr von Überschusswärme in Klima- und Kälteanlagen und zahlreichen industriellen Prozessen. Die Verwendung dieser Technologie ist seit vielen Jahrzehnten weit verbreitet. Verdunstungskühlgeräte sind kompakt, sie haben eine niedrige Geräuschemission und geringen Energiebedarf und sparen ca. 95% Wasser im Vergleich zu Durchflusssystemen. Verdunstungskühlgeräte sind einfach zu betreiben und zu warten und unter Berücksichtigung der nachstehenden Empfehlungen, können sie wirksam und sicher betrieben werden.

Das Verdunstungsprinzip beruht auf einem natürlichen Prozess. In einem sogenannten offenen Nasskühlturm wird das Kühlwasser über Rieseleinbauten verteilt und gleichzeitig wird Luft, mit Hilfe von Ventilatoren, die entweder saugend oder drückend angeordnet sind, über die Rieseleinbauten geleitet. Ein kleiner Teil des Kühlwassers verdunstet, wodurch der Kühleffekt entsteht. Das auf diese Weise gekühlte Wasser wird in einer Sammelwanne aufgefangen. Die abzuführende Wärme wird mit der Abluft an die Umgebung abgegeben.

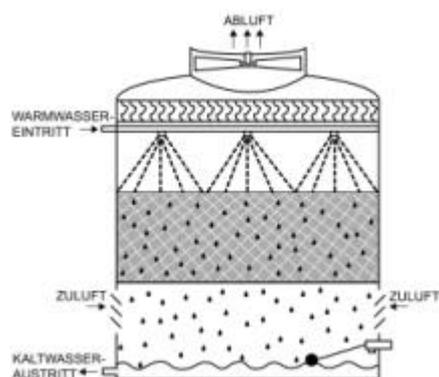
Verdunstungsverflüssiger und Verdunstungskühler mit geschlossenem Kreislauf verwenden statt der Rieseleinbauten einen Wärmetauscher. Über diesem Wärmetauscher wird Wasser versprüht und die Wärme wird dem Kältemittel oder der Flüssigkeit im Wärmetauscher durch Verdunstung entzogen.

Das Verdunstungsprinzip umfaßt einen hohen thermischen Wirkungsgrad und bietet eine kostengünstige Lösung, insbesondere wenn es darum geht niedrige Prozesstemperaturen bei minimalem Aufwand von Wasser und Energie zu erreichen.

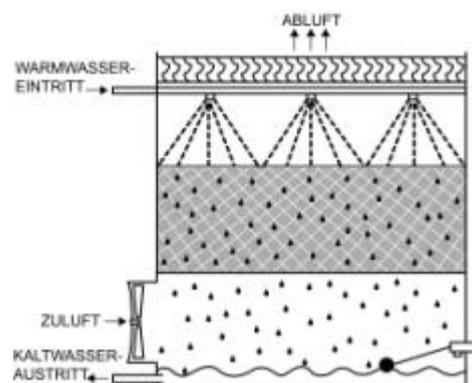
Wirksame Kühlung bei niedrigen Temperaturen ist bei zahlreichen Prozessen deshalb wichtig, weil hierdurch ein besserer Prozesswirkungsgrad mit geringerem Gesamtenergiebedarf erreicht werden kann. In diesem Sinne kann Verdunstungskühlung einen Beitrag dazu liefern, natürliche Ressourcen einzusparen und eine geringere Belastung der Umwelt zu ermöglichen.

Ziel dieser Empfehlungen ist es, diejenigen Maßnahmen zu beschreiben, die erforderlich sind, die Effizienz der Wärmeübertragung zu erhalten und das Wachstum von schädlichen Bakterien, u.a. auch Legionellen im Kühlsystem zu verhindern.

## ARBEITSPRINZIP



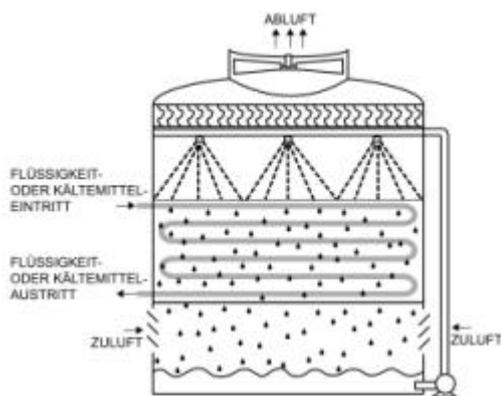
**Bild 1: Saugzuganordnung**



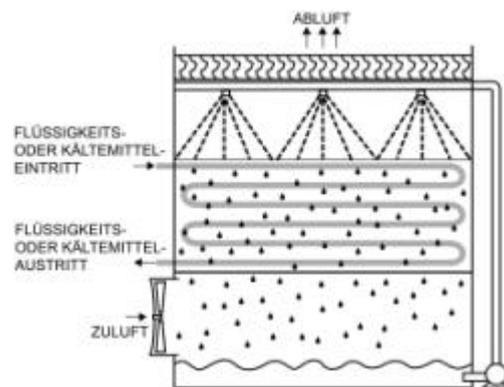
**Bild 2: Durchblasanordnung**

### Offener Nasskühlturm (Bild 1 & 2)

Das zu kühlende Wasser wird dem Warmwassereintritt zugeführt und mittels eines Sprühsystems über den Rieseleinbauten verteilt. Gleichzeitig wird Luft durch das Gerät gesaugt oder geblasen. Hierdurch wird erreicht, dass ein kleiner Teil des Kühlwassers verdunstet. Durch den Entzug der Verdunstungswärme wird das Restwasser gekühlt. Das auf diese Weise gekühlte Wasser wird in einer Sammelwanne aufgefangen und kann erneut verwendet werden. Man spricht von einem offenen Kreislauf, wenn das Kühlwasser in direktem Kontakt mit der Luft ist.



**Bild 3: Saugzuganordnung**



**Bild 4: Durchblasanordnung**

### Verdunstungskühler mit geschlossenem Kreislauf oder Verdunstungsverflüssiger (Bild 3 & 4)

Die zu kühlende Flüssigkeit (Kältemitteldampf) wird üblicherweise durch ein Rohrbündel geleitet, welches über einen Sekundärsprühwasserkreislauf benetzt wird.

Gleichzeitig wird Luft durch das Gerät gesaugt oder geblasen, wodurch der Verdunstungseffekt erreicht wird. Hierdurch wird die im Rohrbündel zirkulierende Flüssigkeit gekühlt oder der Kältemitteldampf kondensiert. Das Sprühwasser wird in einer Wanne aufgefangen, von wo es erneut über die Rohrschlange geleitet wird. Man spricht hier von einem geschlossenen Kreislauf, da Kühlflüssigkeit/Kältemittel nicht in direktem Kontakt mit der Luft sind.

## 2. DIE ERHALTUNG DES WIRKUNGSGRADES

Die Erhaltung des Wirkungsgrades ist von großer Wichtigkeit und zwar sowohl im Hinblick auf die Wärmeübertragung als auch die Umweltbelastung. Wenn der im Neuzustand vorhandenen Wirkungsgrad erhalten bleibt, erfolgt nicht nur die Kühlung des Prozesses optimal, sondern es wird im allgemeinen auch weniger Wasser und Energie verbraucht. Darüber hinaus wird ein sicherer Betrieb gewährleistet, wenn man das unkontrollierte Wachstum von Bakterien verhindern kann.

Die hierfür wichtigsten Erfordernisse sind, eine angemessene Kontrolle der Wasserqualität und ein Wartungsprogramm, welches sicherstellt, dass die Verdunstungskühlgeräte sauber und in gutem Zustand bleiben.

## 2.1 VERDUNSTUNG UND ABFLUTUNG

Der Kühleffekt in Verdunstungskühlgeräten wird durch Verdunstung einer kleinen Wassermenge erreicht. Da die im Wasser ursprünglich vorhandenen Verunreinigungen nicht mitverdunsten, bleiben sie im Restwasser zurück, wo sie sich stark anreichern und Verkalkung oder Korrosion zuwege bringen können. Um dies zu verhindern, muss eine kleine Menge des angereicherten Wassers abgeflutet werden. Um die im System erforderliche Gesamtwassermenge zu erhalten, muss sowohl die verdunstete, als auch die abgeflutete Wassermenge ersetzt werden.

Die erforderliche Zuspeisewassermenge kann mit nachstehender Formel berechnet werden :

Zuspeisewassermenge = Verdunstungsverlust + Abflutwassermenge

Der Verdunstungsverlust ist in erster Linie von der abzuführenden Wärmemenge abhängig und nur in geringerem Umfang von der relativen Feuchte der Zuluft. Als Faustregel für den Verdunstungsverlust kann man davon ausgehen, dass ca. 0.4 Liter Wasser verdunsten, wenn man eine Wärmemenge von 1000 kJoule abführen will.

Die Abflutwassermenge wird durch die Eindickung des Umlaufwassers bestimmt, mit der das System betrieben werden kann. Die mögliche Eindickung hängt von der Qualität des Zuspeisewassers und den Richtlinien zur Umlaufwasserqualität ab. Letztere sind durch den Planer oder ggf. den Lieferanten des Rückkühlsystems zu erstellen.

Als Eindickung bezeichnet man das Verhältnis der Konzentration der Minerale im Umlaufwasser zur Konzentration der Minerale im Zuspeisewasser. Wenn die zulässige Eindickung bestimmt ist, kann die erforderliche Abflutwassermenge bestimmt werden :



$$\text{Abflutwassermenge} = \frac{\text{Verdunstungsverlust}}{\text{Eindickung} - 1}$$

Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die anzuwendende Eindickung zwischen 2 und 4 liegt. Die Einsparung an Abflutwasser bei mehr als vierfacher Eindickung ist relativ gering.

Hohe Eindickungen beinhalten üblicherweise ein höheres Betriebsrisiko, da z.B. bereits eine geringe Fehlsteuerung zu Verkalkung oder Korrosion führen kann.

## 2.2 QUALITÄT DES UMLAUFWASSERS

Über die wasserseitige Verunreinigung des Umlaufwassers kann dieses auch noch luftseitig oder bakteriologisch kontaminiert werden. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, über die unbedingt notwendige Abflutung hinaus, ein Wasserbehandlungsprogramm zu erstellen, welches Kalkbildung und Korrosion verhindert und die bakteriologische Kontrolle des Wassers sicherstellt. Die hierfür notwendigen Einrichtungen müssen bei der Erstinbetriebnahme vorhanden sein, die Funktion der Wasserbehandlung ist bei Inbetriebnahme sicherzustellen, und danach laufend zu überwachen. Hierzu bedarf es eines Kontrollprogramms, welches die Einhaltung der erforderlichen Wasserqualität sicherstellt (siehe hierzu Absatz 4.4 & 4.5).

Das verfügbare Zuspisewasser wird oftmals eine Tendenz zur Kalkbildung oder Korrosion haben, welche durch die Eindickung und die höhere Temperatur im Kreislauf noch verstärkt werden kann. Gleich welche Tendenz in einem Bedarfsfall vorliegen mag, Verkalkung oder Korrosion sind schädlich und deshalb zu verhindern.

### a) Kalkbildung

Eine übermäßige Ablagerung von Kalk in Verdunstungskühlgeräten vermindert ihren Wirkungsgrad erheblich. Dies wiederum führt zu höheren Kühlwassertemperaturen, Wirkungsgradverlusten und ggf. sogar zum Ausfall der Anlage. Kalkbildung erhöht den jährlichen Energiebedarf, ganz gleich, wie das Lastprofil im einzelnen aussehen mag. Obwohl Kalk an sich kein Nährstoff für Bakterien ist, bieten starke Kalkablagerungen ideale Brutstätten für Bakterien und insofern stellen sie ein erhöhtes Risiko im Hinblick auf bakteriologische Verunreinigungen dar.

Je nach der Qualität des verfügbaren Zuspisewassers und dem beabsichtigten Betrieb der Rückkühlanlage, kann Kalkbildung durch eine Kombination von Zuspisewasserenthärtung, Kontrolle der Abflutung und Dosierung von Kalkinhibitoren verhindert werden. Physikalische Methoden der Enthärtung sind ebenfalls verfügbar, ihre Einsatzmöglichkeiten sind jedoch bei jedem Bedarfsfall zu prüfen.

Die Kontrolle der Kalkbildung gilt für alle Rückkühlanlagen, ganz gleich aus welchen Werkstoffen die Komponenten gefertigt sind. Kalk kann sich auf beschichtetem Stahl, rostfreiem Stahl oder auch Kunststoffen ablagern. Im Hinblick auf Entkalkung sind Kunststoffe und rostfreier Stahl zwar weniger empfindlich, es sollte jedoch nicht aus den Augen verloren werden, dass es in erster Linie darum geht, eine übermäßige Verkalkung zu verhindern.

**b) Korrosion**

Frühzeitige und schnell um sich greifende Korrosionserscheinungen sind sehr schädlich für eine Rückkühlanlage und sie können die Lebenserwartung der Anlage sehr stark verkürzen. Korrosionsprodukte, wie Eisenoxyd fördern darüber hinaus das bakteriologische Wachstum.

Aus diesen Gründen muss Korrosion in Rückkühlanlagen in jedem Fall vermieden werden. Um dies zu erreichen, muss die Umlaufwasserqualität in den Grenzen gehalten werden, die durch den Hersteller vorgeschrieben sind. In vielen Fällen wird die Dosierung von Korrosionsinhibitoren zu empfehlen sein.

Bem.: Hinsichtlich der Mischung verschiedener Chemikalien sind soweit Fortschritte gemacht worden, dass die meisten Wasserbehandlungsfirmen heute ein Produkt anbieten können, welches sowohl als Kalk- als auch als Korrosionsinhibitor wirksam ist.

**c) Kontrolle der Keimzahlen**

Sachgemäßer Betrieb, richtige Abflutung und angemessene Wasserbehandlung zur Verhinderung von Kalk- und Korrosionserscheinungen bieten keine ausreichende Garantie für, eine Kontrolle der Keimzahlen im Umlaufwasser. Die Kontrolle der Keimzahlen erfordert einer gesonderten Betrachtung. Nicht nur, dass bakteriologische Verunreinigungen, beispielsweise durch Schleimbildung oder Biofilme, den Wirkungsgrad der Rückkühlanlage beeinträchtigen, sondern auch ein starkes Bakterienwachstum kann dazu führen, dass ein Gesundheitsrisiko entsteht. Unter den gefährlichen Bakterien werden als wichtigste Gruppe die Legionellen genannt, welche unter unkontrollierten Bedingungen die Legionärskrankheit hervorrufen können.

Es gibt heute eine große Bandbreite von Entkeimungsverfahren, ob oxydierend oder nicht oxydierend, eine wirksame Kontrolle des Bakterienwachstums (hierunter auch Legionellen) ermöglichen. Darüber hinaus gibt es nicht chemische Entkeimungsverfahren, z.B. Ozon, UV-Strahlung, Kupfer und Silberionen usw., die eingesetzt werden können. Bei der Auswahl des Verfahrens für einen speziellen Bedarfsfall, ist ein Spezialist/Fachfirma zu Rate zu ziehen.

**d) Verschmutzung (Fouling)**

Die Verschmutzung von Wärmetauscherflächen führt nicht nur zum Wirkungsgradverlust, sondern kann auch dazu beitragen das Bakterienwachstum zu fördern. Aus diesem Grund sind Maßnahmen zu treffen, die die Anhäufung von Schmutz und Schlamm im System verhindern. Vorhandene Verschmutzungen sind zu entfernen.

Für Anlagen, die mit schmutzigem Wasser betrieben werden oder die sehr viel Schmutz aus der Umgebung aufnehmen können, mag es erforderlich sein eine Filtrierung des Umlaufwassers vorzunehmen. Üblicherweise erfolgt dies über einen Nebenstrom, durch den Wasser aus der Sammelwanne dem Filter zugeleitet und danach dem System wieder zugeführt wird.

In einigen Fällen ist es möglich Sand- und Schlammansammlungen durch chemische Biodispersiermittel zu begegnen, welche separat oder mit der zentralen Dosieranlage zugefügt werden.

### **2.3 WARTUNG UND SAUBERKEIT**

Um die maximale Wirksamkeit und Sicherheit der Rückkühlanlage zu gewährleisten, ist es erforderlich, ein strukturiertes Programm der Wartung und Reinigung zu erstellen.

Die Wartung der Anlage hat gemäß den Hinweisen des Herstellers zu erfolgen (siehe auch Absatz 4.3).

Die Sauberkeit des Systems hängt von dem Aufstellungsort, der vorhandenen luftseitigen Verunreinigung, der Art des Kühlprozesses, sowie der Wirksamkeit der Wasserbehandlung und der Durchführung der Wartung ab. Darüber hinaus wird es von Zeit zu Zeit notwendig sein, das System zu reinigen (siehe Absatz 4.5).

Wenn eine bleibend übermäßige bakteriologische Verunreinigung festgestellt wird (hohe Keimzahlen aerober Bakterien), muss eine Desinfizierung der Anlage erfolgen. Hierzu ist eine erfahrene Fachfirma zu Rate zu ziehen. Weitere Angaben hierzu finden sich in Absatz 4.5.

Sachgemäße Wartung und Sauberkeit im System sind für den sicheren Betrieb von großer Wichtigkeit. Eine solcherart betriebene Rückkühlanlage ist noch nie die Ursache für das Auftreten der Legionärskrankheit gewesen.



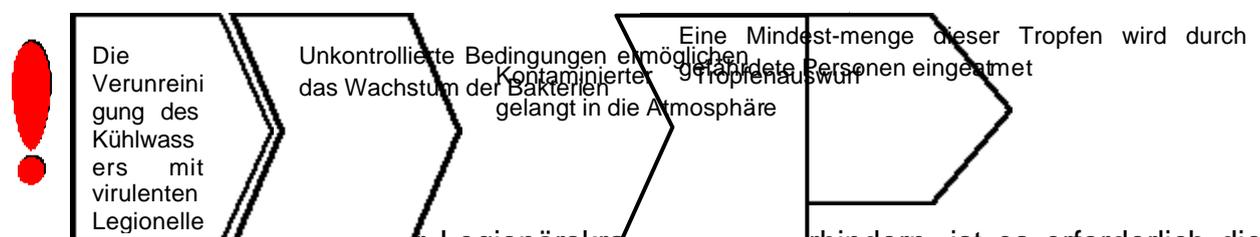
### 3. FAKTEN ZUR LEGIONÄRSKRANKHEIT

Die Legionärskrankheit ist eine eher selten vorkommende, jedoch ernsthafte, Lungenerkrankung. Sie tritt nur bei einer kleineren Gruppe von Menschen auf, die für diese Art der Erkrankung empfindlich sind. Die Krankheit kann nur durch Einatmung von kontaminierten Aerosolen übertragen werden, nicht jedoch z.B. durch Trinken von Wasser in dem sich Legionellen befinden.

Legionellen, welche die Krankheit hervorrufen können, kommen häufig im Oberflächenwasser (Flüsse, Teiche usw.) vor. Eine geringe Konzentration von Legionellen kommt wahrscheinlich in zahlreichen Wasserkreisläufen vor. In diesen, niedrigen Konzentrationen ist die Anwesenheit von Legionellen harmlos, nur wenige Spezies der Bakterie können eine Gefahr für den Menschen darstellen. Die Gefahr der Legionellenverbreitung durch Nasskühltürme oder Verdunstungsverflüssiger unterliegt dem zeitlich hintereinander abfolgenden Ablauf einer Ereigniskette, die eher selten in dieser Form auftritt.

#### 3.1. DIE EREIGNISKETTE

Das Auftreten von Legionärskrankheit, verursacht durch eine Verdunstungskühlanlage, bedarf einer Ereigniskette, deren Ereignisse ALLE in zeitlichen Ablauf nacheinander erfolgen müssen.



Um das Auftreten der Legionärskrankheit zu verhindern, ist es erforderlich die Ereigniskette zu unterbrechen. Drei Glieder dieser Kette können durch richtigen Systementwurf und sachgemäßen Betrieb der Anlage unterbrochen werden.

- Bedingungen die das Wachstum von Bakterien fördern müssen vermieden werden
- den Tropfenausswurf/Aerosoleffekt durch die Kühlturmabluft minimalisieren
- Reduzierung der Einatmungsgefahr durch entsprechende Wahl des Aufstellungsortes und persönliche Sicherheitsmaßnahmen

Die hier angesprochenen Maßnahmen sind nicht alle gleichwertig im Hinblick auf das Legionellenrisiko. Die bei weitem wichtigste Maßnahme ist, dass keine Bedingungen geschaffen werden, die das unkontrollierte Wachstum von Bakterien fördern.



### 3.2 **BEDINGUNGEN, DIE DAS LEGIONELLENWACHSTUM FÖRDERN**

Wenn virulente Legionellen in das Kühlwasser gelangen, hängt es von gewissen Voraussetzungen ab, ob sich die Bakterien bis zu einer gefährlichen Konzentration entwickeln können. Bei Keimzahlen der aerobischen Bakterien bis zu einer Konzentration von  $10^4$  KBE/l, kann man davon ausgehen, dass das bakteriologische Wachstum unter Kontrolle ist, wenn die Konzentration jedoch über  $10^5$  KBE/l steigt, sind sofort Maßnahmen zu treffen, die das Wachstum vermindern. Es ist möglich die Konzentration der Legionellen gesondert zu messen, in diesem fall darf die Konzentration nicht höher als  $10^3$  KBE/l sein (KBE/l = Kolonie bildende Einheit = Keimzahl bei 30°C).

Die nachstehenden Bedingungen können zu erhöhtem Bakterienwachstum führen :

#### - Temperatur

Unter einer Temperatur von 20°C erfolgt kein wesentliches Wachstum der Bakterien (sie werden jedoch nicht abgetötet). Die höchste Wachstumsrate ist bei einer Temperatur von 37°C. Obwohl es im allgemeinen wünschenswert ist, möglichst niedrige Kühlwassertemperaturen zu erreichen, lässt sich im Ganzjahresbetrieb nicht immer vermeiden, dass Temperaturen gefahren werden, die das Wachstum fördern.

#### - Nährstoffe

Zu ihrem Wachstum benötigen die Legionellen Nährstoffe. Typische Nährstoffe sind Ablagerungen, Schlamm, Korrosionsprodukte, sowie Werkstoffe wie unbehandeltes Holz oder Naturgummi, welche wachstumsfördernd sind. Solche Werkstoffe sind in der Rückkühlanlage nicht zu verwenden. Algen, Schleim und Schimmel sind ebenfalls ideale Nährstoffe für Legionellen. Kalk ist kein Nährstoff, bietet aber eine Brutstätte. Wenn keine anderen Richtlinien vorliegen, sollte die Gesamtkeimzahl der aerobischen Bakterien unterhalb von  $10^5$  KBE/l liegen (siehe auch Absatz 4.5 Kontrolle der Wasserqualität).

#### - Brutstätten für Legionellen

Biofilme, Schleim- und Kalkablagerungen bieten ideale Brutstätten für Legionellen. Es sind regelmäßige Inspektionen vorzunehmen und, wenn erforderlich, muss die Anlage gereinigt und desinfiziert werden. Die Rückkühlanlage ist nach Möglichkeit so auszuführen, dass diese Maßnahmen einfach durchgeführt werden können.



### 3.3 AEROSOLE

Das Prinzip der Verdunstungskühlung beinhaltet, dass ein enger Kontakt zwischen Wassertropfen und dem Luftstrom entsteht und dass Tropfen im Abluftstrom mitgerissen werden. Es ist jedoch nicht alles im Abluftstrom befindliche Wasser potentiell gefährlich. Schwaden von Nasskühltürmen oder Verdunstungsverflüssigern werden oftmals irrtümlich als umweltverschmutzend betrachtet. Diese Schwaden entstehen, wenn die weitgehend gesättigte Abluft im Kontakt mit der Umgebungsluft abkühlt und der in der Abluft enthaltene Wasserdampf kondensiert. Hier entsteht ein reines Kondensat, welches keine Bakterien enthält.

Andererseits sind Wassertropfen, die im Abluftstrom mitgerissenen werden und die üblicherweise als Tropfenauswurf bezeichnet werden, dann gefährlich, wenn sie eine hohe Konzentration von Legionellen enthalten.

Um den Tropfenauswurf und somit den Aerosoleffekt zu beschränken, sind Verdunstungskühlgeräte mit geeigneten Tropfenabscheidern auszurüsten, die die gesamte Abluftfläche bedecken müssen. Je höher der Wirkungsgrad der Abscheider, umso geringer der Aerosoleffekt. Es besteht jedoch keine Möglichkeit den Aerosoleffekt vollständig zu verhindern.

Eine Beschränkung des Aerosoleffekts mag dazu beitragen, das Risiko der Legionärskrankheit zu vermindern, als alleinige Maßnahme ist dies jedoch in keinem Fall ausreichend.

Trotzdem wird die Verwendung geeigneter Tropfenabscheider empfohlen. Diese sollten für Inspektionen zugänglich sein. Auch muss eine Demontage der Tropfenabscheider zum Zwecke der Reinigung möglich sein.

## 4. DIE ERHALTUNG DER SYSTEMSICHERHEIT



Der Schlüssel zur Erhaltung der Systemsicherheit ist die Verhinderung unkontrollierten Bakterienwachstums. Um dies zu ermöglichen, muss eine umfassende Lösung gefunden werden, welche die nachstehenden Elemente enthält :

- richtige Auswahl, Aufstellung und Installation der Rückkühlanlage
- Installation und Betrieb einer angemessenen Wasserbehandlung
- Erstellung und Durchführung eines vorbeugenden Wartungsprogramms
- Regelmäßige Überwachung und Registrierung aller Ergebnisse

### 4.1 WAHL DES VERDUNSTUNGSKÜHLGERÄT

Ein Nasskühlturm oder Verdunstungsverflüssiger sollte so entworfen sein, dass er einfach zu warten und zu reinigen ist. Die verwendeten Werkstoffe sollten einen guten Korrosionsschutz haben, bei Stahlkomponenten gilt Verzinkung als Minimalerfordernis. Wirksame Tropfenabscheider, entsprechend dem Stand der Technik, sind zu verwenden. Bei Altanlagen mit wenig wirksamen Tropfenabscheidern ist ein Ersatz in Erwägung zu ziehen.

Verdunstungskühlgeräte sind nach Möglichkeit in einer gewissen Entfernung von Zonen aufzustellen, in denen sich regelmäßig Menschen befinden. Die Geräte selbst sollten im Hinblick auf Wartung und Inspektion zugänglich sein.

Es ist außerordentlich wichtig, dass der Hersteller oder Anlagenbauer eingehende Betriebs- und Wartungsvorschriften zur Verfügung stellt.

### 4.2 ALLGEMEINE SYSTEMERFORDERNISSE

Es wird empfohlen eine Risikoanalyse und einen Betriebsplan für die Rückkühlanlagen zu erstellen. Aus der Risikoanalyse geht hervor, welche Folgen bei einer allfälligen Legionellenkontaminierung entstehen könnte und wie dieses Risiko verhindert werden kann.

Betriebsplan und Betriebshandbuch, in dem alle relevanten Tätigkeiten; Testergebnisse und Vorfälle zu notieren sind, müssen vor Inbetriebnahme zur Verfügung stehen.



**Tabella 1 : Allgemeine Erfordernisse an das System**

Art des Erfordernisses	Zeitpunkt der Durchführung
Risikoanalyse im Hinblick auf Legionärskrankheit.	Vor Inbetriebnahme (*)
Betriebsplan (hierunter auch die Wasserbehandlung), der das Risiko verhindert.	Vor Inbetriebnahme
Installation einer geeigneten Entkeimungsanlage mit automatischer oder kontinuierlicher Dosierung.	Vor Inbetriebnahme mit regelmäßiger Wartung und Kontrolle danach.
Installation einer Wasserbehandlung zur Verhinderung von Kalkbildung oder Korrosion, je nach der verfügbaren Wasserqualität.	Vor Inbetriebnahme mit regelmäßiger Wartung und Kontrolle danach.
Betriebshandbuch in dem alle Wartungsarbeiten registriert werden.	Vor Inbetriebnahme, regelmäßige Eintragungen (wöchentlich, monatlich usw.)

**Bem.:** (\*) Die Erstellung einer Risikoanalyse wird empfohlen, es ist jedoch zu beachten, dass in einigen Europäischen Ländern eine Pflicht hierüber besteht.

Nationale oder regionale Vorschriften sind zu beachten.

Ein Wasserbehandlungsprogramm zur Kontrolle von Kalk- und Korrosionserscheinungen, sowie zur Kontrolle der Keimzahlen ist mit der Rückkühlanlage zu installieren, in Betrieb zu nehmen und danach laufend zu überwachen.

Wie in Absatz 2 dargestellt, soll das Programm nachstehende Bedingungen erfüllen, wenn man das unkontrollierte Wachstum von gefährlichen Bakterien verhindern will :

- eine angemessene Abflutung hat unter allen Umständen zu erfolgen
- Kalkbildung und Korrosion müssen verhindert werden
- Ein wirksames Entkeimungsverfahren ist einzusetzen
- Eine Verschmutzung des Systems muss verhindert werden



### 4.3 MECHANISCHE WARTUNG

Ein den Betriebserfordernissen angemessenes Wartungsprogramm ist zu erstellen und durch Überwachung ist sicherzustellen, dass dieses Programm durchgeführt wird. Darin sind enthalten, dass die Wartungsarbeiten richtig geplant, durchgeführt und registriert werden. Die nachstehende Tabelle bietet eine Hilfe bei der Erstellung eines solchen Programms .



***Tabelle 2 : Vorschlag Wartungsplan***

Wartungsarbeit	Inbetriebnahme (siehe Bem. 1)	Monatlich	Halb- jährlich	Ausser- betrieb- nahme	Jährlich
Zustand der Anlage überprüfen	X			X	X
Wärmetauscherflächen überprüfen (Fouling)	X		X		
Wasserverteilung überprüfen	X		X		
Tropfenabscheider (Lage, Sauberkeit) überprüfen	X		X		
Sammelwanne überprüfen	X		X		
Betriebswasserstand überprüfen ggf. nachstellen	X		X		
Dosierung Wasserbehandlung überprüfen	X	X			
Funktion Abluftung überprüfen	X	X			
Funktion Wannenheizung überprüfen (falls vorhanden)	X		X		
Wanne und Saugsieb reinigen	X		X		
Wanne & Verrohrung entleeren				X	

- Anlagenbedingte Wartungsvorschriften des Lieferanten/Herstellers sind zu beachten.

Bem. 1: Erstinbetriebnahme und nach saisonbedingter Ausserbetriebsnahme.



## **Beschreibung der Wartungsarbeiten**

### **Zustand der Anlage überprüfen**

Die Überprüfung erstreckt sich auf folgende Punkte :

- Beschädigung des Korrosionsschutzes (falls vorhanden)
- Korrosionserscheinungen
- Kalkablagerungen
- Anwesenheit von Schmutz und Schlamm
- Anwesenheit von Biofilmen

Nachstehend werden die Maßnahmen beschrieben, die ggf. zur Anwendung kommen sollten

- Beschädigung des Korrosions-schutzes

a) Geringfügige Beschädigungen, Kratzer, kleine Krater und Ablösungen

Korrosionsschutz gem. Richtlinien des Herstellers reparieren.

b) Größere Beschädigungen:

Hinsichtlich der Reparatur den Hersteller zu Rate ziehen. Wasserbehandlung und Messdaten kontrollieren. Analyse des Umlaufwassers erstellen und mit den Richtwerten vergleichen.

- Korrosionserscheinungen
- Kalkablagerungen

Gleiche Vorgehensweise wie oben.

Härte des Umlaufwassers ist zu hoch.

Dies kann die Folge sein von :

- zu geringer Abluftung
- Störung der Enthärtungs- oder Wasserbehandlungsanlage

Bei örtlichen Kalkablagerungen kann versucht werden diese mechanisch zu entfernen.

Wenn die Kalkablagerungen umfassend sind, muss eine Entkalkung erfolgen. Hierzu eine Fachfirma oder den Hersteller zu Rate ziehen

- Anhäufung von Schmutz und Schlamm

Anlage Reinigen, wenn erforderlich System spülen und mit Frischwasser füllen. Bei Inbetriebnahme Biozidschockbehandlung durchführen.

- Biofilme

Wenn das Vorhandensein von Biofilmen festgestellt wird, ist das System inkl. Verrohrung zu entleeren und zu spülen. Organische Verunreinigungen, wie Schleim, Algen etc. sind zu entfernen. System mit Frischwasser füllen und Biozidschockbehandlung durchführen. PH Wert kontrollieren, sowie Funktion der Biozidbehandlung laufend überwachen.



Bem.:

Die Qualität des Umlaufwassers schwankt immer während des Betriebes. Die Analyse einer an einem bestimmten Tag entnommenen Probe kann anders sein, als die einer Probe, die an einem anderen Tag genommen wurde. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass eine regelmäßige Probeentnahme geschieht und dass die Resultate der Analysen aufbewahrt werden. Die Diagnose eines Problems auf Basis einer einzigen Analyse ist meist nicht möglich.

Wärmetauscherflächen überprüfen (Fouling)

Geringere Verschmutzungen können im allgemeinen durch zeitweilige Anpassung der Wasserbehandlung entfernt werden. Den Lieferanten zu Rate ziehen. Umfangreichere Verschmutzungen erfordern Reinigung und Spülung, Neufüllung mit frischem Wasser und eine Überprüfung der Wasserbehandlung.

Bem.:

Eine gutfunktionierende Wasserbehandlung verringert die Notwendigkeit der Reinigung und Desinfizierung erheblich. Die regelmäßige Kontrolle der Keimzahlen innerhalb der zulässigen Grenzen trägt weitgehend zur Verhinderung von Verschmutzung (Fouling) bei.

Wasserverteilung überprüfen

Die Wasserverteilung muss frei von Schmutz und Fremdkörpern sein. Sprühdüsen oder Verteilrinnen müssen richtig installiert und sauber sein. Bei Verunreinigungen, Wasserverteilung gem. Anleitung des Herstellers reinigen. Beschädigte oder fehlende Düsen, sowie Düsen, die nicht mehr gereinigt werden können, sollen ersetzt werden.

Tropfenabscheider überprüfen

Die Tropfenabscheider müssen sauber und frei von Fremdkörpern sein. Fremdkörper und Schmutz entfernen, beschädigte Tropfenabscheider ersetzen. Sicherstellen, dass Tropfenabscheider richtig installiert sind (Lückenlos).

Sammelwanne überprüfen

Der Zustand der Wanne gibt im allgemeinen einen guten Eindruck von dem Zustand der gesamten Anlage. Bei größeren Wannen (Betonbecken) wird eine regelmäßige Reinigung und Spülung aus praktischen Gründen nicht möglich sein. Falls nicht anderweitig der Fall, Wasserprobe entnehmen und Keimzahl feststellen. Wenn die Keimzahl zu hoch ist, Biozidschockbehandlung durchführen und zeitweilig Entkeimungsverfahren anpassen, bis Sollwert erreicht wird.



### Betriebswasserstand prüfen und ggf. nachstellen

Wasserstand gem. Angaben des Herstellers einstellen. Funktionsprüfung der Frischwasserzufuhr durchführen, ggf. Einstellung gem. Angaben des Herstellers nachregeln. Verschleissteile der Frischwasserzufuhr überprüfen, ggf. ersetzen.

### Dosierung Wasserbehandlung überprüfen

Überprüfen, ob die Dosieranlage normal funktioniert. Eine gründliche Überprüfung der Dosieranlage in regelmäßigen Intervallen durch den Lieferanten wird empfohlen.

### Funktion Abflutung überprüfen

Bei kontinuierlicher Abflutung über ein Strömungsventil, prüfen, ob das Ventil frei ist und dass das Abflutwasser frei ablaufen kann. Abflutrate feststellen, indem die Zeit zur Füllung eines gegebenen Volumens gemessen wird.

Bei automatischer Abflutung durch Leitfähigkeitsmessung, kontrollieren, ob die Messsonden sauber sind und dass das Abflutventil funktioniert. Falls kein bestimmter Richtwert für die Einstellung vorliegt, muss die Einstellung durch den Lieferanten erfolgen.

### Funktion Wanneneheizung überprüfen

Wanneneheizungen dürfen nur im Winter zur Verhinderung von Frostschäden eingeschaltet werden. Unter keinen Umständen dürfen sie zu einem anderen Zeitpunkt betrieben werden, da dann eine Aufheizung des Wannengewässers erfolgen kann, die dem Bakterienwachstum förderlich ist. Feststellen ob der Wannenthermostat sauber und richtig eingestellt ist. Auch überprüfen, ob ggf. vorhandener Trockengehschutz funktioniert und richtig angeschlossen ist.

### Saugsieb reinigen

Saugsieb herausnehmen. Mechanisch oder mit Hochdruckreiniger reinigen. Beschädigte oder korrodierte Siebe ersetzen. Gem. Angaben des Herstellers installieren.

### Wanne und Verrohrung entleeren

Während einer längeren Stillstandzeit wird empfohlen, Wanne und Verrohrung zu entleeren. Wanneneentleerung geöffnet lassen, so dass Regen- oder Schmelzwasser ablaufen kann. Sicherstellen, dass alle Teile der Verrohrung, die der Frostgefahr ausgesetzt sind entleert werden. Wenn dies nicht möglich ist, sind diese Teile der Verrohrung mit Begleitheizungen zu versehen und zu isolieren. Nicht leerlaufende Teile der Verrohrung sollten abgesperrt werden, um den Kontakt mit der Atmosphäre zu vermeiden. Frischwasserzufuhr absperren.



#### 4.4. ECKDATEN ZUR WASSERQUALITÄT

In der nachstehenden Tabelle sind die empfohlenen Kontrollparameter und die einzuhaltenen Sollwerte im Hinblick auf Keimzahlen und Härte angegeben. Die zulässigen Richtwerte im Hinblick auf Korrosion sind vom Anlagenbauer vorzugeben und von der Wasserbehandlungsfirma zu bestätigen.

**Tabelle 3 : Kontrollwerte für Wasserqualität**

Art des Kennwertes	Grenzwert
TAB im Umlaufwasser	Nicht höher als $10^5$ KBE/ml (*) (***)
LP (wenn gemessen)	Nicht höher als $10^4$ KBE/l (**) (***)
PH im Umlaufwasser	Zwischen 7 und 9
Härte des Umlaufwassers	< 50°F < 28°D < 500 mg/l als CaCO <sub>3</sub>
Andere Eckdaten, wie Chlorite, Sulfate und Leitfähigkeit.	Je nach Spezifikation des Systems oder gem. Angaben der verantwortlichen Fachfirmen.

Bem.: (\*) KBE/ml : Kolonie bildende Einheit pro Milliliter

(\*\*) KBE/l : Kolonie bildende Einheit pro Liter

(\*\*\*) Für Korrekturmaßnahmen, siehe Tabelle 5

Wenn in Ländern oder Regionen andere Richtwerte für TAB und LP zwingend vorgeschrieben sind, sind diese Werte selbstverständlich zu beachten. Die Beachtung gesetzlicher Vorgaben hat *IMMER* Vorrang.



## 4.5 KONTROLLE DER WASSERQUALITÄT

Tabelle 4 fasst die empfohlenen Kontrollen und deren Zeitplan zusammen.



**Tabelle 4 : Kontrollprogramm Wasserqualität**

Art der Kontrolle	Zeitpunkt der Durchführung
Funktion der Wasserbehandlung prüfen	Bei Erstinbetriebnahme & nach längerer Stillstandzeit, sonst monatlich.
Vorhandenen Vorrat Chemikalien prüfen	Bei Erstinbetriebnahme & nach längerem Stillstand, sonst wöchentlich.
Keimzahl (TAB) feststellen	Wöchentlich
Wasserqualität mit Sollwerten vergleichen	Monatlich
Visuelle Inspektion (Algen, Biofilme)	Halbjährlich (siehe Text)
LP Keimzahl feststellen	Bei bleibend hohem TAB Wert (siehe Tabelle 5) trotz erfolgter Korrektur. Bei Verdacht auf Legionellen.
System reinigen & desinfizieren	Vor Erstinbetriebnahme, jährlich oder nach einer Stillstandperiode von mehr als einem Monat. Wenn TAB mehr als $10^5$ KEB/ml ist. Wenn LP Keimzahl höher als $10^4$ KBE/l ist. Wenn ein starkes Bakterienwachstum festgestellt wird.

### Funktion der Wasserbehandlung überprüfen

Es ist von großer Wichtigkeit, dass die Wasserbehandlungsanlage bei Erstinbetriebnahme funktionsbereit ist und danach richtig betrieben und gewartet wird. Wurde eine Wasserbehandlungsfirma beauftragt, ist diese für die Abnahme und Inbetriebnahme verantwortlich. In den gleichen Verantwortungsbereich gehören die monatlichen Kontrollen der Umlaufwasserqualität und der Vergleich mit den Sollwerten.

Wenn keine Fremdfirma beauftragt ist muss der Verantwortliche vor Ort sämtliche, oben genannten, Kontrollen durchführen.



### Vorhandenen Chemikalien Vorrat prüfen

Es darf in keinem Fall dazu kommen, dass die Wasserbehandlung wegen Mangels an Chemikalien ausfällt. Mit dem Lieferanten sind Vereinbarungen der Art zu treffen, die sicherstellen, dass immer eine ausreichende Menge von Chemikalien vor Ort verfügbar ist.

### Keimzahl TAB feststellen

Die einfachste Methode zur Bestimmung der Keimzahl ist die Verwendung von Tauchproben. Hierbei sind die Richtlinien des Lieferanten zu befolgen, insbesondere die Hinweise zur Entnahme der Probe aus dem Umlaufwasser. Zur Entwicklung der Objektträger ist ein geeigneter Brutschrank erforderlich, wenn man ein verlässliches Resultat erhalten will.

Für Rückkühlanlagen mit Verdunstungskühlgeräten kommen nachstehende Richtwerte in Betracht :



**Tabelle 5 : TAB Konzentration und korrektive Massnahmen**

<b>TAB Konzentration KBE/ml</b>	<b>Korrektur Maßnahmen</b>
Weniger als $10^4$ Zwischen $10^4$ und $10^5$	Keine Maßnahmen erforderlich Konzentration erneut feststellen, bei Bestätigung Dosierung der Entkeimung erhöhen. Wenn der TAB Wert hoch bleibt, einen LP Test durchführen. Wenn die LP Konzentration bei $10^4$ KBE/l oder höher ist, System reinigen und desinfizieren. Tests alle zwei Wochen wiederholen, bis die LP Konzentration unter $10^3$ KBE/l ist.
Größer als $10^5$	System sofort reinigen und desinfizieren

(\*) Wenn in Ländern oder Regionen andere Richtwerte für TAB und LP zwingend vorgeschrieben sind, sind diese Werte selbstverständlich zu beachten. Die Beachtung gesetzlicher Vorgaben hat *IMMER* Vorrang



## Vergleich der Wasserqualität mit den Sollwerten

### a) Kontrolle der Zuspeisewasserqualität

Eine Probe des Zuspeisewassers ist zu entnehmen, diese ist zu kennzeichnen und mit dem Datum der Entnahme zu versehen. Für eine Wasseranalyse ist eine Wassermenge von ca. 1 Liter Wasser ausreichend. Die Analyse selbst ist innerhalb von einigen Tagen nach der Entnahme durchzuführen. Die Analyse sollte mindestens Aussagen zu nachstehenden Parametern machen:

- pH Wert
- Gesamthärte
- Alkalinität
- Chloride
- Sulfate
- Leitfähigkeit

Die Analysedaten werden mit früheren Ergebnissen verglichen. Bei Erstentnahme ist das Ergebnis mit den Wasserdaten zu vergleichen, die für die Auslegung der Wasserbehandlung angenommen wurden. Wenn die Vergleiche Unterschiede aufweisen, wird empfohlen drei weitere Proben in den nächsten Wochen zu analysieren. Je nach dem Resultat ist festzustellen woher eine ggf. auftretende Schwankung der Zuspeisewasserqualität stammt. In Zusammenarbeit mit der Wasserbehandlungsfirma sind die daraus erfolgenden Neueinstellungen des Wasserbehandlungsprogramms vorzunehmen.

#### Bem. :

Wenn die Qualität des Zuspeisewassers variabel ist, wird empfohlen eine leitfähigkeitsgesteuerte Abflutung einzusetzen. Darüber hinaus ist eine genauere Überwachung des Wasserbehandlungsprogramms erforderlich. Auch hier sollte die Fachfirma zu Rate gezogen werden.

### b) Kontrolle der Umlaufwasserqualität

Das gleiche Verfahren, wie unter Abschnitt a ist durchzuführen, wobei die Entnahme an einer anderen Stelle im Wasserkreislauf erfolgt. Im allgemeinen kann die Umlaufwasserprobe am besten aus der Wanne entnommen werden. Hierbei ist sicherzustellen, dass die Probe nicht durch Frischwasserzufuhr oder Dosierung beeinflusst wird. Proben sollen nicht kurz nach einem Reinigungsvorgang oder nach Neufüllung entnommen werden. Ein dreitägiger Betrieb mit erheblicher Wärmelast sollte in solchen Situationen erst erfolgt sein. Eine Umlaufwasserprobe kann auch aus der Abflutung entnommen werden.



Wenn eine Filteranlage vorhanden ist, darf die Probe nicht aus dem Filtrückspülwasser entnommen werden.

Die Resultate der Wasseranalyse sind mit den Vorgaben für die Umlaufwasserqualität zu vergleichen. Wenn die vorgegebenen Grenzwerte erheblich überschritten werden, ist ein sofortiger Eingriff erforderlich. In vielen Fällen wird eine Erhöhung der Abfltrate ausreichend sein. Es wird jedoch empfohlen, eine Fachfirma zu Rate zu ziehen, bevor ein Eingriff vorgenommen wird. Wenn die Grenzwerte nur unwesentlich überschritten werden, sind die Ergebnisse mit denen früherer Analysen zu vergleichen. Wenn festgestellt wird, dass ein Trend zu stets höheren Überschreitungen besteht, wird es im allgemeinen erforderlich sein die Wasserbehandlung neu einzuregulieren. Es wird empfohlen die Frequenz der Probenahme zeitweilig auf eine Entnahme pro Woche zu erhöhen. Wenn die Analysen zufriedenstellende Resultate zeigen ist kein weiterer Eingriff erforderlich, andernfalls wird eine Neueinstellung der Wasserbehandlung empfohlen.

#### Visuelle Inspektion (Algen, Biofilme)

Wenn die vorgegebenen TAB Grenzwerte nicht überschritten werden und immer dann, wenn erforderlich eingegriffen wurde, ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich Biofilme im System entwickeln können. Trotzdem wird empfohlen die Anlage halbjährlich hinsichtlich des Vorhandenseins von Biofilmen zu kontrollieren. Da eine vollständige Kontrolle des Systems aus praktischen Gründen nicht möglich ist, muss sich diese auf die "kritischen" Zonen beschränken, d.h. diejenigen Zonen, in denen sich Biofilme zuerst entwickeln. Ober- und Unterseite der Rieseleinbauten, Tropfenabscheider und Wannen, sowie diejenigen Zonen in denen das Wasser zeitweilig stillstehen kann, sind als "kritisch" zu betrachten. Wenn Biofilme festgestellt werden, ist es erforderlich das System zu reinigen und zu desinfizieren (siehe weiter unten).

Es wird ebenfalls empfohlen, eine Funktionsprüfung der Entkeimungsanlage vorzunehmen, da das Vorhandensein von Biofilmen möglicherweise auf eine Störung der Entkeimung zurückzuführen ist.

#### LP Keimzahl feststellen

Eine direkte Bestimmung der Lp-Keimzahl ist nicht erforderlich, es sei denn, diese wird durch anderweitige Regeln zwingend vorgeschrieben. Es gibt jedoch eine Reihe von Situationen, in denen die Lp-Keimzahl bestimmt werden sollte. Diese sind nachstehend beschrieben:

- wenn der Verdacht besteht, dass LP Wachstum vorhanden ist
- wenn, trotz Eingriff, die TAB Keimzahlen über  $10^4$  KBE/ml bleiben

Je nach Resultat der LP Analyse sind die in Tabelle 6 angegebenen Maßnahmen erforderlich. Die LP Analyse muss durch ein zugelassenes Labor durchgeführt werden. Die Resultate einer LP Analyse sind üblicherweise erst nach Tagen verfügbar.

**Tabelle 6 : Erforderliche Massnahmen**



LP Keimzahl in KBE/l	Erforderliche Maßnahmen
Unter $10^3$ (*)	Keine Maßnahme erforderlich.
Zwischen $10^3$ und $10^4$ (*)	LP Test wiederholen und parallel dazu TAB Analyse erstellen. Wenn sich die LP Analyse bestätigt und TAB über dem Grenzwert liegt, muss das System gereinigt und desinfiziert werden. Wenn sich die LP Analyse bestätigt und der TAB Wert unter dem Grenzwert liegt, Versuche alle zwei Wochen wiederholen, bis der LP Wert unter $10^3$ ist. (Hierzu wird es erforderlich sein, die Entkeimung neu einzuregeln.
Über $10^4$ (*)	Sofortige Reinigung und Desinfizierung.

(\*) In gewissen Ländern mag es andere Richtlinien hinsichtlich der LP Keimzahlen geben. Diese sind *IMMER* mit zu beachten.

### System reinigen und desinfizieren

#### a) Reinigen

Es ist wichtig, dass das System vor Erstinbetriebnahme oder vor Inbetriebnahme nach einer längeren Stillstandszeit gereinigt wird. Darüber hinaus wird empfohlen, das System einmal im Jahr zu reinigen. Anlagen, die sich in einer stark verschmutzenden Umgebung befinden, sollten häufiger gereinigt werden. Bei Verdacht auf hohe TAB Werte oder wenn die TAB Grenzwerte wiederholt überschritten wurden, sollte eine Desinfizierung des Systems (siehe unten) *VOR* der Reinigung erfolgen.

Wenn das System entleert ist kann, durch eine Inspektion der inneren Flächen, der Umfang der notwendigen Reinigung ermessen werden. Die Wanne ist von Sand, Fremdkörpern und Schlamm zu reinigen. Bei starker Verschmutzung der Rieseleinbauten sind diese ebenfalls zu reinigen oder ggf. zu ersetzen. Wasserverteilung und Tropfenabscheider sind sorgfältig zu reinigen und es ist zu kontrollieren, dass alle erforderlichen Einzelteile vorhanden sind.

Schalldämpfer oder sonstige Zusatzausrüstungen sind im Falle der Verschmutzung ebenfalls zu reinigen.



Nach dem Reinigungsvorgang ist das System sorgfältig zu spülen und mit frischem Wasser zu füllen. Vor Inbetriebnahme ist dafür zu sorgen, dass die erforderliche Startkonzentration an Chemikalien, insbesondere für die Entkeimung zugefügt wird.

b) Desinfizierung

Wie bereits erläutert, ist eine Desinfizierung des Systems bei hohen TAB oder LP Konzentrationen (siehe Tabellen 4, 5 & 6) oder wenn ein Verdacht oder der Beweis hoher bakteriologischer Verunreinigung besteht, notwendig.

In einigen nationalen und regionalen Regelwerken wird die Desinfizierung vor Erstinbetriebnahme oder nach längerer Stillstandzeit, nach jeder Routinereinigung oder nach einem Umbau der Anlage empfohlen.

Die Desinfizierung muss in einem sachgemäßen Verfahren unter Berücksichtigung der Sicherheit der ausführenden Fachkräfte erfolgen.

Üblicherweise wird die Desinfizierung mit einer Natrium Hypochloridlösung durchgeführt, wobei eine Restkonzentration von 5 – 15 mg/l freies Chlor einzuhalten ist. Diese Lösung wird 6 Stunden lang durch das System umgewälzt. Es ist möglich mit höheren Chlorkonzentrationen zu fahren, wenn man den Desinfizierungsvorgang abkürzen will. In solchen Fällen sollten jedoch Fachfirmen und Lieferanten der Systemkomponenten zu Rate gezogen werden.

Übermäßige Chlorkonzentrationen sind zu vermeiden, da sie schnell Korrosionsschäden hervorrufen können.

Das chlorhaltige Wasser muss vor der Entsorgung erst entchlort werden. Nach der Desinfizierung ist das System zu spülen.



#### 4.6 **SICHERHEIT**

Ein Risiko im Hinblick auf Legionärskrankheit besteht dann, wenn Aerosole kontaminiert sind. Nur Tröpfchen mit Durchmessern von  $5\mu\text{m}$  und kleiner können tief in die Lungen gelangen. Um die Gefahr des Einatmens solcher Tröpfchen zu verringern, können verschiedene Maßnahmen getroffen werden.

- Systementwurf

Die Verdunstungskühlanlage ist so anzuordnen, dass sie sich nicht in der Nähe von Zonen befindet, in denen sich regelmäßig Personen aufhalten, und dass die Abluft nicht in Zuluftkanäle von Gebäuden oder offene Fenster gelangen kann. Bei der Aufstellung ist die Hauptwindrichtung weitgehendst zu berücksichtigen.

- Persönliche Sicherheit

Personal, welches zur Wartung oder Reinigung von kontaminierten Anlagen eingesetzt wird, sollte Halbgesichtsmasken der Sicherheitsklasse P3 oder gleichwertig tragen.

Diese Vorsichtsmaßnahme ist dann zu treffen, wenn

- stagnierendes oder kontaminiertes Wasser nicht entleert werden konnte,
- wenn nebenstehende Kühlturm-Zellen nicht abgeschaltet werden können,
- wenn mit Hochdruckreinigern gearbeitet wird,
- wenn ein hoher LP Wert gemessen wurde
-



## **PERSÖNLICHE SICHERHEIT**

Die Sicherheit und Gesundheit Ihrer Mitarbeiter oder anderer Personen, die sich in der Nähe der Anlage befinden können, muss gewährleistet sein. Es ist deshalb Sorge zu tragen, dass Personen die an der Anlage arbeiten, nachstehende Sicherheitsmaßnahmen treffen:

- Vor Beginn von Arbeiten oder Inspektionen ist sicherzustellen, dass Lüfter, Pumpen, Heizungen etc. elektrisch abgeschaltet sind.
- Normale Schutzkleidung ist für Inneninspektionen und Reinigungen hinreichend. Wenn jedoch mit einem Hochdruckreiniger oder Wasserstrahl gearbeitet wird muss das Personal Halbgesichtsmasken tragen.

### **4.7 ÜBERWACHUNG UND BETRIEBSHANDBUCH**

Der wirksame und sichere Betrieb einer Rückkühlanlage erfordert eine regelmäßige Überwachung, d.h. alle Wartungsvorgänge und Kontrollen sind in einem Betriebshandbuch zu registrieren.

Wenn Arbeiten, z.B. Wartung und Wasserbehandlung an Fremdfirmen vergeben werden, müssen diese entsprechende Berichte abliefern. Diese sind zu überprüfen und in dem Betriebshandbuch abzulegen.

Als Minimalerfordernis sind nachstehende Dokumente zu registrieren :

- Abnahmeprotokoll, ggf. Protokoll der Erstinbetriebnahme
- Berichte über monatliche, halbjährliche und jährliche Wartungen
- Monatliche und jährliche Wasserkontrollberichte
- Monatliche Wasserqualitätsanalysen
- Wöchentliche TAB Aufzeichnungen
- Berichte zu Reinigungs- und Desinfizierungsvorgängen
- Probleme an der Anlage und getroffene Maßnahmen

Diese Richtlinie beschreibt, wie Verdunstungskühlanlagen wirksam und sicher betrieben werden können, insbesondere im Hinblick auf die Verhinderung von bakteriologischen Verunreinigungen und der Vorbeugung von Legionärskrankheit.

Wenn Sie weitere Informationen benötigen, ziehen Sie den Hersteller Ihres Verdunstungskühlgeräts, Ihre Wasserbehandlungsfirma oder die zuständige Umweltbehörde zu Rate.

## 5. ANHÄNGE



### ANHANG 1 : ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN ERFORDERNISSE

**Tabelle 1** : Allgemeine Erfordernisse an das System

Art des Erfordernisses	Zeitpunkt der Durchführung
Risikoanalyse im Hinblick auf Legionärskrankheit.	Vor Inbetriebnahme (*)
Betriebsplan (hierunter auch die Wasserbehandlung), der das Risiko verhindert.	Vor Inbetriebnahme
Installation einer geeigneten Entkeimungsanlage mit automatischer oder kontinuierlicher Dosierung.	Vor Inbetriebnahme mit regelmäßiger Wartung und Kontrolle danach.
Installation einer Wasserbehandlung zur Verhinderung von Kalkbildung oder Korrosion, je nach der verfügbaren Wasserqualität.	Vor Inbetriebnahme mit regelmäßiger Wartung und Kontrolle danach.
Betriebshandbuch in dem alle Wartungsarbeiten registriert werden.	Vor Inbetriebnahme, regelmäßige Eintragungen (wöchentlich, monatlich usw.

**Tabelle 2**: Vorschlag für einen Wartungsplan

Wartungsarbeit	Inbetriebnahme (siehe Bem. 1)	Monatlich	Halbjährlich	Ausserbetriebnahme	Jährlich
Zustand der Anlage überprüfen	X			X	X
Wärmetauscherflächen überprüfen (Fouling)	X		X		
Wasserverteilung überprüfen	X		X		
Tropfenabscheider (Lage, Sauberkeit) überprüfen	X		X		
Sammelwanne überprüfen	X		X		
Betriebswasserstand überprüfen ggf. nachstellen	X		X		
Dosierung Wasserbehandlung überprüfen	X	X			
Funktion Abluftung überprüfen	X	X			
Funktion Wanneneheizung überprüfen (falls vorhanden)	X		X		
Wanne und Saugsieb reinigen	X		X		
Wanne & Verrohrung entleeren				X	

**Tabelle 3** : Eckdaten Wasserqualität

Art des Kennwertes	Grenzwert
TAB im Umlaufwasser	Nicht höher als $10^5$ KBE/ml (*) (***)
LP (wenn gemessen)	Nicht höher als $10^4$ KBE/l (**) (***)
PH im Umlaufwasser	Zwischen 7 und 9
Härte des Umlaufwassers	< 50°F < 28°D < 500 mg/l als CaCO <sub>3</sub>
Andere Eckdaten, wie Chlorite, Sulfate und Leitfähigkeit.	Je nach Spezifikation des Systems oder gem. Angaben der verantwortlichen Fachfirmen.

- Bem.: (\*) KBE/ml : Kolonie bildende Einheit pro Milliliter  
(\*\*) KBE/l : Kolonie bildende Einheit pro Liter  
(\*\*\*) Für Korrekturmaßnahmen, siehe Tabelle 5

(\*) Wenn in Ländern oder Regionen andere Richtwerte für TAB und LP zwingend vorgeschrieben sind, sind diese Werte selbstverständlich zu beachten. Die Beachtung gesetzlicher Vorgaben hat *IMMER* Vorrang



**Tabelle 4** : Kontrollprogramm Wasserqualität

<b>Art der Kontrolle</b>	<b>Zeitpunkt der Durchführung</b>
Funktion der Wasserbehandlung prüfen	Bei Erstinbetriebnahme & nach längerer Stillstandzeit, sonst monatlich.
Vorhandenen Vorrat Chemikalien prüfen	Bei Erstinbetriebnahme & nach längerem Stillstand, sonst wöchentlich.
Keimzahl (TAB) feststellen	Wöchentlich
Wasserqualität mit Sollwerten vergleichen	Monatlich
Visuelle Inspektion (Algen, Biofilme)	Halbjährlich (siehe Text)
LP Keimzahl feststellen	Bei bleibend hohem TAB Wert (siehe Tabelle 5) trotz erfolgter Korrektur. Bei Verdacht auf Legionellen.
System reinigen & desinfizieren	Vor Erstinbetriebnahme, jährlich oder nach einer Stillstandperiode von mehr als einem Monat. Wenn TAB mehr als $10^5$ KEB/ml ist. Wenn LP Keimzahl höher als $10^4$ KBE/l ist. Wenn ein starkes Bakterienwachstum festgestellt wird.

**Tabelle 5** : TAB Konzentration und korrektive Maßnahmen

<b>TAB Konzentration KBE/ml</b>	<b>Korrektur Maßnahmen</b>
Weniger als $10^4$	Keine Maßnahmen erforderlich
Zwischen $10^4$ und $10^5$	Konzentration erneut feststellen, bei Bestätigung Dosierung der Entkeimung erhöhen. Wenn der TAB Wert hoch bleibt, einen LP Test durchführen. Wenn die LP Konzentration bei $10^4$ KBE/l oder höher ist, System reinigen und desinfizieren. Tests alle zwei Wochen wiederholen, bis die LP Konzentration unter $10^3$ KBE/l ist.
Größer als $10^5$	System sofort reinigen und desinfizieren



## **ANHANG 2 : BEISPIEL EINES BETRIEBSHANDBUCH**

### **Teil 1 : Angaben des Eigentümers**

- Name und Adresse des Eigentümers.
- Verantwortlicher Werksleiter / Hausingenieur
- Betriebspersonal
- Verantwortliches Wartungspersonal

### **Teil 2 : Anlagenteile**

- Lieferant / Modell des Rückkühlwerks oder Verdunstungsverflüssigers, Seriennummer, Bezeichnung des Anlagenteils
- Lieferant / Modell der Entkeimungsanlage, Beschreibung und Serien / Referenznummer für Systemkomponenten und Chemikalien
- Lieferant / Modell der Wasserbehandlungsanlage, Beschreibung und Serien / Referenznummer für Systemkomponenten und Chemikalien
- Lieferant / Modell von Zusatzausrüstungen (Pumpen/ Wärmetauschern, Filtern), Seriennummern
- Kataloge und technische Daten aller Systemkomponenten
- Betriebsgrenzwerte (Druck, Temperatur, Wasserqualität usw.)

### **Teil 3 : Subunternehmer**

- Adresse und Kontaktpersonen aller Subunternehmer, sowie die Namen der im Anlagenbereich zugelassenen Personen.

### **Teil 4 : Risikoanalyse**

- Risikoanalyse der Rückkühlanlage, falls vorhanden.

### **Teil 5 : Wartungs- und Betriebsplan**

- Betriebsplan (Beschreibung der Rückkühlanlage, Wasserbehandlung, Regelung, Stillstandzeiten usw.)
- Wartungsplan (siehe Anhang A)
- Wartungs- und Betriebsanleitungen der Lieferanten

### **Teil 6 : Registrierung der Daten**

- TAB Testwerte (siehe Anhang B)
- Testwerte Wasserqualität (siehe Anhang C)
- Durchgeführte Arbeiten (siehe Anhang D)

## **Teil 7 : Sicherheit**

- Aufstellung der Rückkühlwerke (falls nicht in der Risikoanalyse)
- Instruktionen zur persönlichen Sicherheit des Wartungspersonals
- Instruktionen zur persönlichen Sicherheit im Hinblick auf die Wasserbehandlung
- Sicherheitsdatenblätter für alle Chemikalien
- Instruktionen zur persönlichen Sicherheit im Hinblick auf alle Zusatzkomponenten

## **Teil 8 : Berichte**

- alle relevanten Berichte (Abnahmeprotokolle, Zertifikate, Ausbildungsunterlagen usw.)

**ANHANG A : VORSCHLAG ZUR WARTUNG VON NASSKÜHLTÜRMEH UND VERDUNSTUNGSVERFLÜSSIGERN**

Art der Wartung	Erstinbetrieb- nahme	Wöchent- lich	Monat- lich	Halb- jährlich	Jährlich
<i>Allgemeinzustand überprüfen</i>					
<i>Verschmutzung überprüfen</i>					
<i>Wanne inspizieren, ggf. Reinigen</i>					
<i>Saugsieb reinigen</i>					
<i>Wasserstand kontrollieren, ggf. nachstellen, sowie Frischwasserzufuhr</i>					
<i>Verschmutzung Wärmetauscher kontrollieren</i>					
<i>Wasserverteilung kontrollieren</i>					
<i>Tropfenabscheider kontrollieren</i>					
<i>Umlaufwasserqualität kontrollieren</i>					
<i>Dosierung kontrollieren</i>					
<i>Abluftrate kontrollieren, ggf. nachstellen</i>					
<i>Wannenheizung und Zubehör kontrollieren</i>					
<i>Wanne und Verrohrung entleeren</i>					
<i>Korrosionsschutz kontrollieren</i>					
<i>Lüfter auf Freilauf kontrollieren</i>					
<i>Pumpe &amp; Motor kontrollieren</i>					
<i>Kontrollieren, ob Störgeräusche/Schwingungen</i>					
<i>Motorspannung/Strom kontrollieren</i>					
<i>Lager schmieren</i>					
<i>Lüfterantrieb kontrollieren/warten</i>					

## ANHANG B : TAB TESTRESULTATE

<b>Woche</b>	<b>Datum Der Entnahme</b>	<b>TAB Keimzahl (KBE/ml)</b>	<b>Bemerkungen</b>	<b>Unter- schrift</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				

## **ANHANG C : KONTROLLE DER UMLAUFWASSERQUALITÄT (VORSCHLAG)**

### **A. Zuspeisewasser**

<b>Parameter</b>	<b>Sollwert</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>März</b>	<b>Apr.</b>	<b>Mai</b>	<b>Juni</b>	<b>Juli</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sept.</b>	<b>Okt.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dez.</b>
pH													
Gesamthärte													
Alkalinität													
Chloride													
Sulfate													
Leitfähigkeit													
Bemerkungen													
Unterschrift													

### **B. Umlaufwasser**

<b>Parameter</b>	<b>Sollwert</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>März</b>	<b>Apr.</b>	<b>Mai</b>	<b>Juni</b>	<b>Juli</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sept.</b>	<b>Okt.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dez.</b>
pH													
Gesamthärte													
Alkalinität													
Chloride													
Sulfate													
Leitfähigkeit													
Bemerkungen													
Unterschrift													

