



## Informationsblatt für Betreiber von Verdunstungsrückkühlwerken (VRKW)

### 1 Verwendungszweck

Dieses Informationsblatt wurde Betreibern von Verdunstungskühlanlagen ausgehändigt, die, kontaktiert durch die Gesundheitsämter, an der Studie zur Untersuchung der mikrobiologischen Belastung von Verdunstungsrückkühlwerken in Bayern im Jahr 2004 teilnahmen. Es ist eine unverbindliche Orientierungshilfe zur Einordnung der Analyseergebnisse im Vergleich mit gebräuchlichen Empfehlungen und Richtwerten. Dem Betreiber soll ermöglicht werden, Handlungsbedarf zu erkennen und er erhält Ratschläge für die weitere Vorgehensweise sowie Hinweise auf Quellen für Zusatzinformationen.

### 2 Die Legionärskrankheit und der möglich Zusammenhang mit dem Betreiben von Verdunstungskühltürmen

Legionellen sind aerobe Umweltbakterien mit dem Potential, Krankheiten auszulösen. Die eigentliche Legionärskrankheit zeigt sich in einer schweren, atypischen Lungenentzündung. Weiters häufiger ist das fiebrige, grippeähnlich verlaufende „Pontiac-Fieber“, eine Erkrankung der Atemwege, die meist ohne Lungenbeteiligung unbehandelt binnen weniger Tage abheilt. Als Hauptinfektionsweg ist das Einatmen erregerehaltiger, lungengängiger Aerosole (Tröpfchengröße  $\leq 5 \mu\text{m}$ ) anzusehen. Daneben wird die Mikroaspiration beim Trinken als Infektionsweg diskutiert.

In Verdunstungsrückkühlwerken wird in der Regel im Kreislauf geführtes Kühlwasser im Gegenstrom zu eingeblasener oder angesaugter Luft versprüht und zur Realisierung möglichst großer Flüssigkeitsoberflächen auf Füllkörpern verrieselt. Dabei werden im Luftstrom Wassertröpfchen mitgerissen. Zur Verringerung des Tropfenauswurfs eingesetzte technische Einbauten, so genannte Tropfenabscheider, haben jedoch auch keinen lückenlosen Wirkungsgrad. Gerade die kleinen Tröpfchenfraktionen werden nur schwer abgeschieden und mit der Austrittsluft ausgetragen. Sie ist jedoch nicht mit dem durch Kondensation von Wasserdampf übersättigter Abluft entstehenden Nebelschwaden zu verwechseln.

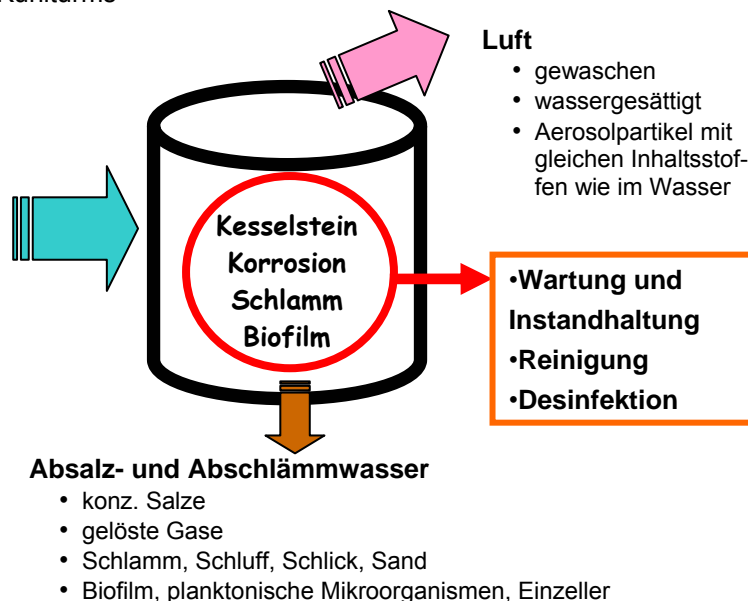
Abb. 1 Stoffbilanz eines Kühlturms

#### Luft

- Staub
- Pollen
- Sand
- Blätter, Geäst
- Gasmoleküle
- Wassertropfen

#### Wasser

- Härtebildner
- gelöste Stoffe (Ionen)
- suspendierte Stoffe
- Mikroorganismen
- Chemikalien zur Systemstabilisierung



Die Bedingungen im Kühlwasser (25 bis 35 °C, Nährstoffangebot) sind häufig ideal für die Vermehrung von Mikroorganismen, darunter auch Legionellen, die sowohl mit dem Füllwasser als auch über die Luft eingetragen werden.

Im Gegensatz zum verdunsteten Wasser und durch Kondensation entstandener Nebelschwaden, die sich aus reinem Wasser und den flüchtigen Komponenten im Kühlwasser zusammensetzen, haben die ausgetragenen Aerosoltröpfchen die gleiche Zusammensetzung wie das Kreislaufwasser. Sie transportieren also auch die im Kreislaufwasser enthaltenen Mikroorganismen, darunter möglicherweise auch Legionellen. Das ist die Ausgangslage für eine mögliche Gefährdung durch Einatmung kontaminierter Aerosole aus Kühltürmen.

### 3 Empfehlungen zum sicheren Betrieb von VRKW

In der Vergangenheit lies sich wiederholt ein Zusammenhang zwischen Legionellen-Epidemien und kontaminierten Kühltürmen herstellen. Diese Fälle waren in den betroffenen Ländern (z.B. Großbritannien, Frankreich, Spanien, USA, Australien etc.) Grundlage zur Vorgabe von Empfehlungen und Richtlinien für den Betrieb von VRKW, zum Teil mit gesetzlichem Charakter. Ein Beispiel ist „The Approved Code of Practice - The control of legionella bacteria in water systems“ der britischen Gesundheitsbehörde.

Daneben gibt es Empfehlungen der Verbände und Dachverbände, in denen Hersteller von Kühltürmen organisiert sind, zum hygienisch sicheren Betrieb von Verdunstungskühlanlagen. Zahlreiche deutsche Hersteller sind dem VDMA (Fachverband Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate, [www.vdma.org](http://www.vdma.org)) angeschlossen, von dem das VDMA-Einheitsblatt 24649 mit ausführlicheren Informationen zum wirksamen und sicheren Betrieb von Verdunstungskühlanlagen herausgegeben wurde.

Die VDI 6022 und 3803 geben vereinzelte Informationen zur Hygiene und Wasserqualität beim Betrieb von Kühltürmen.

#### 3.1 Übliche Richtwerte der mikrobiologischen Belastung in Kühltürmen

Die folgende Tabelle soll den Vergleich der Analyseergebnisse von Proben aus Verdunstungskühlanlagen mit üblichen Richtwerten ermöglichen und Anhaltspunkte für Korrekturmaßnahmen geben:

Aerobe Gesamtkeimzahl <sup>1)</sup> KBE/ml in 48 h bei 30°C	<i>Legionella</i> <i>spezies</i> <sup>2)</sup> KBE/Liter	Korrekturmaßnahmen <sup>3)</sup>
10.000 oder weniger	1.000 oder weniger	Keine Maßnahmen erforderlich
10.000 bis 100.000	1.000 bis 10.000	Konzentration erneut feststellen, bei Bestätigung Dosierung des Entkeimungsmittels erhöhen. Wenn der TAB Wert <sup>1)</sup> hoch bleibt, einen Legionellen-Test durchführen. Wenn die Legionellen-Konz. $10^4$ KBE/Liter oder höher ist, System reinigen und desinfizieren. Tests alle zwei Wochen wiederholen, bis die Legionellen-Konz. $< 10^3$ KBE/Liter. Überprüfung der vorbeugenden Maßnahmen und der Gefährdungsbeurteilung.
Mehr als 100.000	Mehr als 10.000	System sofort (desinfizieren), reinigen und desinfizieren. Maßnahmenprogramme zur Vorbeugung überprüfen und gegebenenfalls aktualisieren.

<sup>1)</sup> Zahlenwerte (KBE/ml: Koloniebildende Einheiten pro Milliliter; TAB: total aerobic bacterial counts) übernommen aus ACoP L8 (Britische Gesundheitsbehörde). Die Schwellenwerte gelten für 48stündige Inkubation bei 30 °C. Eine andere Analyseverfahren der aeroben Gesamtkeimzahl ist die nach EN ISO 6222 (Anlage 5) bei 22 und 36 °C (48 Stunden Inkubation) entsprechend der Trinkwasseranalytik nach alter Fassung der Trinkwasserverordnung. Die ohnehin nur orientierende Beurteilung der mikrobiologischen Situation im Kühlwasser kann trotz der Unterschiede der Analysemethoden anhand der angegebenen Werte erfolgen. In der VDI 6022 wird empfohlen den Richtwert von 10.000 KBE/ml zu unterschreiten.

<sup>2)</sup> Werte für *Legionella* *spezies* abgestuft nach DVGW-Arbeitsblatt W 551. Hinsichtlich der empfohlenen Maßnahmen sind die Richtwerte im ACoP L8 um den Faktor 10 niedriger angesetzt als im DVGW-Arbeitsblatt. Das

VDMA Einheitsblatt 24649 bezieht sich, bei gleichen Zahlenwerten wie im DVGW W 551, ausschließlich auf Koloniezahlen der Spezies *Legionella pneumophila*. In der VDI 6022 wird die Unterschreitung des Richtwertes von 10.000 KBE (Leg. spez.)/Liter empfohlen.

<sup>3)</sup> Die vorgesehenen Korrekturmaßnahmen sollen zwei Grundelemente aufweisen: Als akute Maßnahme ist das Bestreben zur Senkung der Messwerte anzusehen. Als zweites sollte die Konsequenz erhöhter Analyseergebnisse immer die Revision des Präventionsprogramms sein, um Ursachen der erhöhten Werte und mögliche Abhilfemaßnahmen feststellen und abstellen zu können. Das bereits bestehende Vorbeugeprogramm sollte entsprechend der bei der Überprüfung des Systems gewonnenen Erkenntnisse aktualisiert werden.

Aufgrund fehlender eindeutiger Modelle kann Anhand von Analysewerten allerdings kein Rückschluss auf eine konkrete Infektionsgefährdung gezogen werden. Folglich ist ausschließlich ein wirkungsvolles Gesamtkonzept aus Auslegung und Betrieb der Anlage ein geeignetes Instrument, um die hygienische Sicherheit zu gewährleisten.

### 3.2 Einflüsse auf die hygienische Sicherheit

Zur Minimierung des Hygienierisikos beim Betrieb eines Verdunstungsrückkühlwerkes müssen zahlreiche Aspekte beachtet werden. Auszugsweise:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimierung der Keimzahlbelastung             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Geeignete Konstruktion</li> <li>– Periodische Reinigung</li> <li>– Regelmäßige Wartung</li> <li>– Effektive Wasserbehandlung</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimierung der Übertragungsräte             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aerosolaustragsrate minimieren</li> <li>– Geeignete Standortwahl</li> <li>– Mitarbeiterschutz beachten</li> </ul> </li> </ul>
---	--

### 3.3 Wartung und Vorbeugemaßnahmen

Damit ein Kühlturm eine lange Lebenszeit hat und mit optimalem Wirkungsgrad betrieben werden kann, sind eine regelmäßige und systematische Wartung und Reinigung sowie die Kontrolle der Kühlwasserqualität unerlässlich. Gerade dies ist aber auch eine wesentliche Voraussetzung für den hygienisch sicheren Betrieb der Verdunstungskühlung, der durch eine Gefährdungsbeurteilung und ein entsprechendes Gefährdungsmanagement, worunter auch Maßnahmen zur mikrobiologischen Kontrolle fallen, ergänzt wird. Dabei sind die Anweisungen des Apparateherstellers zu berücksichtigen.

- Kontrolle des mikrobiologischen Wachstums
- Kontrolle der Wasserqualität
- Vermeidung und Beseitigung von Ablagerungen und Korrosion
- Arbeitsschutz und persönliche Sicherheit (Gefährdungsbeurteilung)
- Wartungs-, Reinigungs- und Hygieneplanung
- Festlegung von Verantwortlichkeiten
- Gefährdungsbeurteilung insbesondere auch in Hinblick auf das hygienische Risiko
- Führung eines Betriebshandbuches, in dem alle planbaren Maßnahmen dokumentiert sind und Aufzeichnungen über den laufenden Betrieb und durchgeführte Maßnahmen aufgezeichnet werden.

Einige Empfehlungen zu Untersuchungsintervallen des Kühlwassers während der Betriebszeit des Kühlturms:

Quelle	aerobe Gesamtkeimzahl	Legionellen
ACoP L8	wöchentlich (z.B. mit Dip-Slides)	vierteljährlich
VDMA Einheitsblatt 24649	wöchentlich (z.B. mit Eintauchtests = Dip-Slides)	- wenn aerobe Gesamtkeimzahl trotz Maßnahmen >10.000 KBE/ml - bei Verdacht
VDI 6022	vierteljährlich (z.B. mit Dip-Slides)	bei kritischem Befund (u.a. aerobe Gesamtkeimzahl >10.000 KBE/ml)

## 4 Zusammenfassung und Literatur

Die derzeit einzige Möglichkeit Verdunstungskühlanlagen mit minimiertem Risiko zu betreiben, ist der verantwortungsvolle Umgang mit der Technik. Dieser setzt voraus, dass die Anlagen geeignete Konstruktionsmerkmale aufweisen und entsprechend der Vorgaben der Hersteller in einwandfreiem Zustand unterhalten sowie die Empfehlungen zum hygienisch sicheren Betrieb beachtet werden.

Es wird nachdrücklich darauf hingewiesen, dass die notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen für Arbeiten in oder an VRKW festzulegen und durchzuführen sind. (Gefährdungsbeurteilung u.a. gem. BioStoffV → technische, organisatorisch und persönliche Schutzmaßnahmen). Außerdem sind zum Schutz der Umgebung vor möglicherweise konzentriert kontaminierten Emissionen, insbesondere bei Aerosol-bildenden Reinigungsarbeiten wie Hochdruckreinigung z.B. zur Biofilmbilddung, geeignete Vorkehrungen zu treffen.

### Literatur

Association of Water Technologies AWT. Legionella 2003 - An Update and Statement by AWT. (2003) [www.awt.org](http://www.awt.org)

DVGW-Arbeitsblatt W 551. Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen -Arbeitsblatt- (April 2004)

Great Britain Health and Safety Commission and Executive. Legionnaires disease – The control of legionella bacteria in water systems – Approved code of practice & guidance – Legislation series Health and Safety Commission L8. (2001) ISBN 0717617726

VDI 3803. Raumluftechnische Anlagen - Bauliche und technische Anforderungen (auch: Kühlwasserqualität). Beuth-Verlag (Okt. 2002)

VDI 6022-1. Hygienische Anforderungen an raumluftechnische Anlagen. Beuth-Verlag (April 2006)

VDMA-Einheitsblatt 24649. Hinweise und Empfehlungen zum wirksamen und sicheren Betrieb von Verdunstungskühlanlagen. Beuth-Verlag (Mai 2005)