



VDI 2047 Blatt 2

Sicherstellung des hygiene-gerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen

Hintergrundinformation

VDI 2047 Blatt 2

Verdunstungskühlanlagen bei denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder anderweitig in Kontakt mit der Atmosphäre kommt neigen zur Aerosolbildung und können Quellen für luftgetragene Keime sein. Dies zeigen auch die jüngsten Vorfälle in Ulm, Warstein und Jülich mit mehreren Todesopfern.

Anwendungsbereich

Die Richtlinie gilt für neue und bestehende Rückkühlanlagen und -apparate, bei denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder anderweitig in Kontakt mit der Atmosphäre kommen kann (unerheblich, ob das Kühlwasser als Kühlmedium im Prozess direkt eingesetzt wird oder die Prozesswärme über Wärmeübertrager aus einem Primärkühlkreislauf auf einen Wasserkühlkreislauf übertragen wird)

Ziel der Richtlinie

Diese Richtlinie unterstützt das Ziel, die Betriebssicherheit von Verdunstungskühlanlagen sicherzustellen und gleichzeitig das Gesundheitsrisiko für Dritte weitestgehend zu minimieren. Der Betreiber einer Verdunstungskühlanlage hat dabei den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene gemäß §4 des Arbeitsschutzgesetzes wahrzunehmen und zu erfüllen. Unter diesen Voraussetzungen spielt die Wahl des Aufstellungsortes eines offenen Verdunstungsrückkühlwerkes eine untergeordnete Rolle.

Legionellen

Legionellen sind im Wasser lebende gramnegative nicht sporenbildende Bakterien, die durch eine oder mehrere polare oder subpolare Flagellen beweglich sind.



- Legionellen wachsen am besten bei 25 °C bis 45 °C
- Legionellen kommen in Biofilmen vor.
- Legionellen können schwere Lungenentzündungen (mit Todesfolge) verursachen.
- Eine Ansteckung von Mensch zu Mensch ist nicht bekannt.
- Verdunstungskühlanlagen sind für mehrere Ausbrüche mit vielen Erkrankten und Todesfällen verantwortlich (Schlagwort: Ulm und Warstein).

Wasserbeschaffenheit

Aufbereitung des Rohwassers

- Entfernung von Feststoffen
-> Filtration, Enteisenung, Entmanganung, Flockung
- Entfernung gelöster Wasserinhaltsstoffe
-> Enthärtung, Entkarbonisierung, Teil- und Vollentsalzung
- Desinfektion
-> hygienerelevante Parameter müssen vor Befüllung bekannt sein

Behandlung des Kreislaufwassers

- Entfernung von Feststoffen
-> Filtration
- Dosierung von Konditionierungsmitteln
-> Härtestabilisatoren, Korrosionsinhibitoren, Dispergiermittel
- Kontrolle der Mikrobiologie
-> Biozide, UV-Desinfektion

Betrieb und Instandhaltung

Ziel ist es, eine Verdunstungskühlanlage mit möglichst geringem hygienischem Risiko zu betreiben. Hierfür sind technische Instandhaltungs- und Hygienekontrolle unerlässlich.

- **Gefährdungsbeurteilung**
Die Gefährdungsbeurteilung ist von einer hygienisch fachkundigen Person nach hygienischen Aspekten zu erstellen. Sie umfasst die Schritte:
 - a) **Risikoanalyse**
 - Identifikation von Gefährdungen
 - Risiken hinsichtlich des potentiellen Schadensausmaßes und Eintrittswahrscheinlichkeit für die Gefährdungen betrachten
 - b) **Risikobewertung**
 - Priorisierung der Risiken hinsichtlich ihrer potentiellen Auswirkungen auf die hygienische Sicherheit
 - Einschließlich einer vollständigen Dokumentation der Verdunstungskühlanlage.
- **Hygienekontrollen**
Es sind regelmäßige Inspektionen (Sichtprüfungen), mikrobiologische und chemisch-physikalische Untersuchungen durch geschultes Fachpersonal durchzuführen.

Für die mikrobiologischen Untersuchungen des Kreislaufwassers wird eine Wasserprobe entnommen. Die Untersuchungen auf *Legionella* spp. sowie die allg. Koloniezahl sind **mindestens alle 3 Monate** in einem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor durchzuführen. Die Untersuchung auf *Pseudomonas aeruginosa* liefert weitere Informationen und wird zusätzlich empfohlen. Bedingt durch veränderliche Umgebungsbedingungen kann ein engeres Untersuchungsintervall, z.B. monatlich sinnvoll sein.

Empfehlung

Konsequentes Kühlwassercontrolling

- ✓ Kontinuierliche oder zumindest 14 tägige Messung der elektrischen Leitfähigkeit.
- ✓ Regelmäßige Kontrolle (mindestens alle 2 Monate) der folgenden Wasserparameter:
 - pH-Wert, el. Leitfähigkeit, Gesamthärte, Chlorid, Sulfate und Gehalte der Konditionierungsmittel
- ✓ Weitere anlagenspezifische Messungen sind außerdem regelmäßig notwendig und müssen dokumentiert werden!
- ✓ Konsequente Hygieneüberwachung des Kühlwassers durch geschulte Probenehmer:
 - Mindestens 14-tägige Kontrolle der Koloniezahl (mittels Dip-Slide-Tests)
 - Mindestens alle 3 Monate Kontrolle der Mikrobiologie, wie Legionellen, Pseudomonaden etc.



Mikrobiologische Parameter

Allgemeine Koloniezahl

Aerobe und fakultativ anaerobe, heterotrophe Bakterien.

Für die allgemeine Koloniezahl ist ein Maßnahmewert nicht angegeben, es soll eine „annähernd konstante Keimzahl“ angestrebt werden (sog. Normalzustand). Die Überwachung des „Normalzustands“ kann durch eine betriebsinterne Kontrolle z.B. 14-tägig mittels Eintauchnährmedien (Dipslices) oder durch Laboruntersuchungen, über einen Zeitraum von mind. 3 Monaten erfolgen.

Legionella spp.

Krankheitserreger, deren Übertragung durch Aerosole stattfindet. Das Vorhandensein von Legionellen im Kreislaufwasser ist weder durch den Parameter „allg. Koloniezahl“ noch durch andere Indikatorbakterien nachweisbar. Ein direkter Nachweis dieses humanpathogenen Bakteriums ist im Sinne des Gesundheitsschutzes unabdingbar.

Tabelle 3 Maßnahmen bei Veränderung der allgemeinen Koloniezahl

Koloniezahl: Veränderung	Maßnahmen
Keine	Keine
≥ 10-fach	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ursachenermittlung unter Einbeziehung einer Inspektion (siehe Tabelle 1 und Abschnitt 9.3.1) und Mängelbeseitigung, gegebenenfalls Anpassung der Betriebsweise ▪ erneute mikrobiologische Untersuchungen; bei Bestätigung der Konzentration Kontrolle der Wasseraufbereitung und -behandlung (gegebenenfalls Desinfektion) und Korrektur
≥ 100-fach	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachbeprobung und bei Bestätigung sofortige Stoßdosierung Biozid ▪ sonst gleiche Maßnahmen wie bei 10-fach ▪ gegebenenfalls Erweiterung der Probenahmestellen (siehe Abschnitt 9.2)

Anmerkung: In vielen Regelwerken wird als Maßnahmewert 10.000 KBE/m ℓ genannt. Dieser Wert kann als Orientierungswert verwendet werden, wenn der Normalzustand nicht bestimmt wurde oder nicht bekannt ist

Tabelle 4 Maßnahmen in Abhängigkeit von der Legionellenkonzentration

Legionella spp. in KBE/100 m ℓ	Maßnahmen
< 100	Keine
100 bis < 1.000	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erneute Untersuchung; bei Bestätigung der Konzentration mikrobiologische Untersuchungen im monatlichen Rhythmus
1.000 bis <10.000	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sofortige Stoßdosierung Biozid ▪ Ursachenermittlung unter Einbeziehung einer Inspektion (siehe Tabelle 1 und Abschnitt 9.3.1) und Mängelbeseitigung, gegebenenfalls Anpassung der Betriebsweise ▪ erneute mikrobiologische Untersuchungen im monatlichen Rhythmus; bei Bestätigung der Konzentration Kontrolle der Wasseraufbereitung und -behandlung (gegebenenfalls Desinfektion) und Korrektur ▪ gegebenenfalls Erhöhung der Anzahl der Probenahmestellen (siehe Abschnitt 9.3)
≥ 10.000	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unverzügliche Gefahrenabwehr ist notwendig. ▪ Es ist unverzüglich nach Maßnahmenkatalog des Störfallmanagements zu sanieren, je nach Anlage z. B.: ▪ Stoßdosierung Biozid ▪ Erhöhung der Absalzung ▪ Entleerung ▪ Reinigung und Desinfektion ▪ Umsetzung von bau- und betriebstechnischen Maßnahmen ▪ Überprüfung der Wirksamkeit durch zeitnahe zusätzliche mikrobiologische Untersuchungen bei fehlendem Sanierungserfolg: ▪ Außerbetriebnahme der Anlage ▪ Einleitung von weiteren Sanierungsmaßnahmen ▪ bei Wiederinbetriebnahme sofortige mikrobiologische Untersuchungen (siehe Erstinbetriebnahme Abschnitt 9.3) ▪ Maßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter und Dritter

Pseudomonas aeruginosa

Schleimbildendes, humanpathogenes Bakterium.

Das Vorkommen von *Pseudomonas aeruginosa* deutet auf das Vorhandensein einer massiven Oberflächenbesiedlung (sog. Biofilm), eine unzureichende Desinfektion und eine mangelhafte Instandhaltung hin. Dies kann zu prozessrelevanten Störungen führen.

Problemfall: Biofilm

Tabelle 5 Maßnahmen in Abhängigkeit von der Konzentration von *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas a.: Veränderung	Maßnahmen
Keine	Keine
100 bis < 1.000	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontrolle der Wasseraufbereitung und -behandlung (gegebenenfalls Desinfektion), gegebenenfalls Korrektur ▪ erneute Untersuchung; bei Bestätigung der Konzentration mikrobiologische Untersuchungen im monatlichen Rhythmus
1.000 bis <10.000	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sofortige Kontrolle der Wasseraufbereitung und -behandlung (gegebenenfalls Desinfektion), gegebenenfalls Korrektur ▪ sofortige Kontrolle der bau- und betriebstechnischen Gegebenheiten, gegebenenfalls Korrektur ▪ mikrobiologische Untersuchungen im monatlichen Rhythmus; bei Bestätigung der Konzentration Erhöhung der Anzahl der Probenahmestellen (siehe Abschnitt 9.3)

Nachweismethoden

Parameter	Nachweisverfahren	Maßnahmen
Allgemeine Koloniezahl	DIN EN ISO 6222 oder TrinkwV	Tabelle 3
<i>Legionella</i> spp.	ISO 11731 und DIN EN ISO 11731-2	Tabelle 4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	DIN EN ISO 16266	Tabelle 5

Betrieb und Instandhaltung

- **Chemische und chemisch-physikalische Untersuchungen** (kontinuierliche Überwachung aller Komponenten)

Die **elektrische Leitfähigkeit muss kontinuierlich oder mindestens 14-tägig bestimmt werden**. Die Konzentrationen und Werte mindestens der folgenden Parameter des Kreislaufwassers sind nach Bedarf zu bestimmen. Die Auswahl der zu bestimmenden Parameter sowie die Grenzwerte sind durch den Anlagenbauer festzulegen.

Prozess- und anlagenspezifisch sind beispielsweise zu bestimmen:

- **elektrische Leitfähigkeit**
- **pH-Wert**
- **Gesamthärte** (Summe Erdalkalien)
- **Chlorid**
- **Sulfat**
- **Säurekapazität (K_{S4,3})**
- **Nitrat**
- **Ammonium**
- **Gesamtphosphor**
- **Eisen**
- **TOC**
- **Abfiltrierbare Stoffe oder Trübung**
- **Silikat**
- **Produktgehalt des Konditionierungsmittels**
- **Biozid-Konzentration** (wenn möglich direkte Messung, oder indirekt über KBE-Messung)
- **Weitere werkstoffspezifische Parameter** (Zink, **Kupfer**, Chrom, etc)

Rot: WWT-Empfehlung der mindestens zu überwachenden Parameter

Hinweis

Der Zeitraum zwischen aufeinanderfolgenden Messungen darf auf bis zu zwei Monate ausgedehnt werden, wenn Erfahrungen vorliegen, die belegen, dass die Werte im laufenden Betrieb stabil sind.

Eine Vorgabe hierzu gibt es in der VDI 2047 nicht.

WWT-Empfehlung:

Die Parameter sind wöchentliche bzw. 14-tägige über ca. 3 Monate zu überwachen, bei konstanten Werten (Abweichung max. 15%) kann das Intervall verlängert werden.

Betrieb und Instandhaltung

- **Inspektionen**
(regelmäßige Überwachungen aller aufgeführten Komponenten)

Beispiel – Checkliste für regelmäßige Inspektionen (orientierend)

Prüfungen auf	Bauteile/ Komponenten	Maßnahme(n)	Intervall	
Funktion	Mess- und Regelorgane	Instandsetzen	1 Monat	
	Abflutung/Absalzung/Abschläm.		1 Monat	
	Pumpen		1 Monat	
	Filter		1 Monat	
Mineralische Ablagerungen	Mess- und Regelorgane	weitergehende Untersuchungen, gegebenenfalls mikrobiologische Bestimmung	1 Monat	
	Wärmeübertrager		3 Monate	
	Filter		3 Monate	
Schmutz- und Schlammablagerungen	Füllkörper		Entfernen der Ablagerungen	3 Monate
	Sprühdüsen			3 Monate
Biofilm (biol. Ablagerungen)	Tropfenabscheider		Entfernen der Ablagerungen	3 Monate
	Rohrleitungen	3 Monate		
	Kühlturmtassen	3 Monate		
Beschädigung und Korrosion	alle Komponenten	Instandsetzen	12 Monate	

VDI Qualifikation

Analog zur schon länger bestehenden Schulungsreihe der VDI 6022 (RLT Anlagen) und VDI/DVGW 6023 (Trinkwassersysteme) wird mit der VDI 2047 eine neue Schulungsreihe für den Kühlturbetrieb gestartet, um auch hier den hygienischen Betrieb qualifiziert abzusichern.

Ihr Ansprechpartner WWT

Unsere WWT-Mitarbeiter unterstützen Sie gerne bei der Durchführung und Umsetzung der neuen Hygiene-Richtlinie VDI 2047. Die WWT GmbH ist lizenzierter Schulungspartner des VDI und bietet bundesweite Schulungen zur VDI 2047-2 an. Die Termine finden Sie auf unserer Internetseite unter: www.wwt.eu



WATER & WASTEWATER TECHNIC WWT GMBH
 STAUFENSTRASSE 5
 D-74385 PLEIDELSHEIM
 FON +49 7144 / 81 88 0
 FAX +49 7144 / 81 88 200
 E-MAIL: info@wwt.eu