

Betreiber von Verdunstungskühlanlagen sind für deren hygienisch einwandfreien Betrieb verantwortlich. Sie müssen sicherstellen, dass von der Abluft mitgerissene Tröpfchen keine schädlichen Mikroorganismen wie etwa Legionellen, Bakterien, Algen, Protozoen oder Schimmelpilze enthalten.

Ohne geeignete Maßnahmen zur Kontrolle von mikrobiellem Wachstum im Kühlwasser steigt das Risiko einer gesundheitlichen Gefährdung von Personal und dritten Personen im Umfeld der Kühlanlage. Der VDI verweist auf Hochrechnungen von 2011, denen zufolge in Deutschland jährlich 15.000 bis 30.000 Menschen eine Legionellen-pneumonie entwickeln. Die Erkrankung wird aufgrund eines grippeähnlichen Verlaufs oft nicht als solche erkannt. Allerdings kann eine Infektion im Extremfall auch tödlich ausgehen, wie zuletzt

die Ausbrüche 2010 in Ulm, 2013 in Warstein und 2016 in Bremen verdeutlicht haben. In allen Fällen wurden Kühlsysteme als eine Infektionsquelle ausgemacht.

Auch aus diesem Anlass spezifiziert die im Januar 2015 veröffentlichte VDI-Richtlinie 2047 Blatt 2 die Anforderungen an einen hygienegerechten Betrieb von Kühltürmen. Diese Fachinformation fasst wichtige Punkte für Betreiber zusammen.

Die VDI 2047-2 ist auch Basis für die ab Juli 2017 geltenden gesetzlich verpflichtenden Regelungen der 42. Bundesimmissionsschutzverordnung (42. BImSchV), zur Legionellen-Vorsorge in Kühlanlagen ([Fachinfo](#)). Verstöße gegen diese Vorgaben können nun strafrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen.

Übersicht

1.	Geltungsbereich.....	3
2.	Pflichten der Betreiber	3
	2.1 Gefährdungs- und Risikobeurteilung	3
	2.2 Einzuhaltende Grenzwerte	3
	2.2.1 Allgemeine Koloniezahl	4
	2.2.2 Pseudomonas aeruginosa	4
	2.2.3 Legionella spp.	4
	2.3 Kontrolle & Dokumentation	5
3.	Technologien zur Sicherung der Hygiene	5
4.	Checkliste VDI 2047-2 – Wann besteht Handlungsbedarf?	6
5.	Schulungen & Ansprechpartner	7

1. Geltungsbereich

Die VDI-Kühlturmregeln gelten für alle luftgekühlten Verfahren, bei denen Wasser in direkten Kontakt mit der Luft gebracht wird:

- Offene Nasskühltürme
- Naturzugkühltürme mit einer Leistung bis 200 MW
- Hybridkühltürme

2. Pflichten der Betreiber

2.1 Gefährdungs- und Risikobeurteilung

Betreiber einer Verdunstungskühlanlage müssen laut Arbeitsschutzgesetz den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene erfüllen. Die mit der Tätigkeit verbundenen Gesundheitsgefahren für Beschäftigte sind in einer Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln. Dies gilt auch für Mitarbeiter von Fremdfirmen, die während ihrer Tätigkeit Gesundheitsrisiken ausgesetzt sein könnten.

Aus der Gefährdungsbeurteilung müssen Schutzmaßnahmen abgeleitet und in einer Betriebsanweisung beschrieben werden. Beschäftigten müssen vor Aufnahme ihrer Tätigkeit und mindestens einmal jährlich anhand dieser Anweisung geschult werden.

Legionellen, Pseudomonaden und Schimmelpilze gelten als biologische Arbeitsstoffe im Sinne der Biostoffverordnung, Biozide fallen unter die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Die Vorgaben dieser Verordnungen sind beim Erstellen

2.2 Einzuhaltende Grenzwerte

Die allgemeine Koloniezahl und der Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa* (deuten auf eine massive Oberflächenbesiedlung hin) sind Überwachungsparameter. Erhöhte Werte bedeuten nicht unbedingt eine Gesundheitsge-

- Verdunstungskondensatoren

Ausgeschlossen sind Anlagen mit Taupunktunterschreitung und Systeme mit Trockenbetrieb. Die Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Naturzugkühltürme ab 200 MW werden durch andere VDIRichtlinien geregelt.

der Gefährdungsbeurteilung und der Betriebsanweisung zu berücksichtigen.

Hygienisch kritische Stellen und Zustände der Verdunstungskühlanlage sind in einer Risikoanalyse zu identifizieren. Basis ist eine vollständige Dokumentation des Systems und eventueller Änderungen (Bau und Betrieb) mit mindestens folgenden Angaben:

- Anlagenschema
- technische Daten
- eingesetzte Werkstoffe
- Behandlungsprogramme
- Betriebsweise
- Reinigungs- & Instandhaltungsintervalle
- Wasserbeschaffenheit
- Bewertung des Aufstellorts im Hinblick auf mögliche Exposition

Die Höhe und Wahrscheinlichkeit der hygienischen Risiken sind zu bewerten. Für von der Norm abweichende Untersuchungsergebnisse muss ein Maßnahmenplan erstellt werden.

fährdung, sie sind jedoch Anlass zur Überprüfung der Anlage. Im Gegensatz dazu ist der Nachweis von Legionellen ein für den Arbeitsschutz hygienisch relevanter Parameter.

2.2.1 Allgemeine Koloniezahl

Nachweisverfahren: DIN EN ISO 6222 oder TrinkwV 2001

Veränderung	Maßnahmen
keine	Keine (Der Normalzustand wird durch wiederholte Messungen über mdst. 3 Monate hinweg ermittelt. Der Maßnahmenwert 10.000 KBE/ml kann Orientierungswert sein, wenn der Normalzustand nicht bestimmt wurde oder nicht bekannt ist.)
≥ 10-fach	<ul style="list-style-type: none"> – Ursachenermittlung mit Inspektion und Mängelbeseitigung, ggf. Anpassung der Betriebsweise – erneute mikrobiologische Untersuchungen; bei Bestätigung der Konzentration Kontrolle der Wasseraufbereitung (ggf. Desinfektion) und Korrektur
≥ 100-fach	<ul style="list-style-type: none"> – Nachbeprobung und bei Bestätigung sofort Stoßdosierung Biozid – sonst wie bei 10-fach – ggf. Erweiterung der Probenahmestellen

2.2.2 Pseudomonas aeruginosa

Nachweisverfahren: DIN EN ISO 16266

Konzentration	Maßnahmen
<100 KBE/100 ml	keine
100 bis < 1.000 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – Kontrolle der Wasseraufbereitung (ggf. Desinfektion) und Korrektur erneute Untersuchung; bei Bestätigung der Konzentration monatliche mikrobiologische Untersuchungen
ab 1.000 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – sofortige Kontrolle der Wasseraufbereitung (ggf. Desinfektion) und Korrektur – Kontrolle der bau- und betriebstechnischen Gegebenheiten, ggf. Korrektur – monatliche mikrobiologische Untersuchungen; bei Bestätigung der Konzentration Erhöhung der Anzahl der Probenahmestellen

2.2.3 Legionella spp.

Nachweisverfahren: ISO 11731 und DIN EN ISO 11731-2

Konzentration	Maßnahmen
< 100 KBE/100 ml	keine
100 bis < 1.000 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – erneute Untersuchung – bei Bestätigung monatliche mikrobiologische Untersuchungen
1.000 bis < 10.000 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – sofortige Stoßdosierung Biozid – Ursachenermittlung mit Inspektion und Mängelbeseitigung, ggf. Anpassung der Betriebsweise – Monatliche mikrobiologische Untersuchungen, bei Bestätigung der Konzentration Kontrolle der Wasseraufbereitung (ggf. Desinfektion) und Korrektur – ggf. Erhöhung der Anzahl der Probenahmestellen
ab 10.000 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – Unverzügliche Gefahrenabwehr. Es ist unverzüglich nach Maßnahmenkatalog des Störfallmanagements zu sanieren, je nach Anlage z.B.: <ul style="list-style-type: none"> – 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: <ul style="list-style-type: none"> – Außerbetriebnahme der Anlage – Einleitung von weiteren Sanierungsmaßnahmen – Bei Wiederinbetriebnahme sofortige mikrobiologische Untersuchungen – Maßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter und Dritter

2.3 Kontrolle & Dokumentation

Empfohlen wird die permanente Überwachung **wichtiger Betriebsdaten** einschließlich **Desinfektion** und **Kühlwasserqualität** durch MSR-Technik. Die **Wirksamkeit** des eingesetzten **Wirkstoffs** gegen Legionellen muss durch eine Prüfung nach DIN EN 13623 nachgewiesen sein.

In regelmäßigen **Inspektionen** durch geschultes Fachpersonal sollen Hygienemängel rechtzeitig erkannt und beseitigt werden. Der VDI empfiehlt orientierend:

- monatliche Funktionsprüfungen
- vierteljährliche Inspektionen auf Ablagerungen (mineralisch, Schmutz, Schlamm, Biofilm) mit Ausnahme einer monatlichen Kontrolle der MSR-Technik
- eine jährliche Überprüfung aller Komponenten auf Korrosion.

Mikrobiologische Untersuchungen auf Legionellen durch ein akkreditiertes Labor sind 1/4-jährlich vorgeschrieben; bei positivem Befund > 100 KBE/100 ml sind die Untersuchungen im monatlichen Rhythmus umzusetzen. Die Probennahme muss durch eine geschulte Person erfolgen (Qualifikation VDI 2047-2 oder VDI 6022 mit VDI-Zertifikat). Interne Kontrollen der Gesamtkoloniezahl durch Dip-Slides werden 14-tägig empfohlen.

Die **elektrische Leitfähigkeit** ist kontinuierlich oder mindestens 14-tägig zu bestimmen.

Folgende **Parameter des Kreislaufwassers** sind abhängig von Anlage und Prozess nach Bedarf zu ermitteln, bspw.:

- Kalzium
- Gesamthärte oder Summe Erdalkalien
- Chlorid
- Sulfat
- Säurekapazität (KS4,3)
- Nitrat
- Ammonium
- Gesamtphosphor
- Eisen
- TOC
- abfiltrierbare Stoffe oder Trübung
- Silikat
- pH-Wert
- Konzentration des Konditionierungsmittels

Je nach Werkstoff sind **chemische Parameter** für die Untersuchungen zu bestimmen, zusätzlich sind im Kreislaufwasser zu messen: Chrom, Kupfer, Nickel, Zink.

3. Technologien zur Sicherung der Hygiene

Die Aufbereitung von Kühlwasser verfolgt zwei Ziele, die sowohl der Hygiene als auch dem kosteneffizienten Betrieb der Anlage dienen.

1. Vermeidung der Ablagerung von Salzen (Scaling), denn diese...

- bilden eine Isolationsschicht und behindern den Wärmeübergang
- verblocken die Installation, erhöhen so die Temperatur und vermindern den Druck
- verursachen Korrosion unter der Deckschicht
- bilden einen Nährboden für Mikroorganismen

2. Vermeidung von mikrobiellem Wachstum und Biofilm-Bildung (Fouling), denn dieser...

- stört den Wärmeübergang und verblockt Armaturen und Messzellen
- verursacht Korrosion
- ist ein Lebensraum für Krankheitserreger und Legionellen

Zur **Aufbereitung des Rohwassers** und bei der Behandlung des **Kreislaufwassers** werden Feststoffe durch *Filtration, Enteisenung, Entmanganung* und *Flockung* sowie gelöste Stoffe durch *Enthärtung, Entkarbonisierung* und *Teil- oder Vollentsalzung* entfernt. Im Kreislaufwasser werden Härtestabilisatoren, Korrosionsinhibitoren und Dispergiermittel dosiert.

Zur Begrenzung von mikrobiellem Wachstum und Biofilmbildung können folgende Verfahren eingesetzt werden:

- Dosierung von Bioziden (sollte möglichst vermieden werden)
- UV-Bestrahlung
- Einsatz von oberflächenaktiven Substanzen, z.B. erzeugt durch Vollmetallkatalysatoren

4. Checkliste VDI 2047-2 – Wann besteht Handlungsbedarf?

Beantworten Sie mehr als 2 Fragen mit „Nein“, sind eine Schulung und eine Anlagenaufnahme empfehlenswert. Bei Fragen stehen unsere Ansprechpartner zur Verfügung.

Schulungen

- Ist das betraute Personal bereits geschult?

Keimreduktion

- Ist eine Teilstromfiltration vorhanden?
 Findet eine Zusatzwasseraufbereitung statt?

Überwachung & Dokumentation

- Gibt es ein Betriebshandbuch mit sämtlichen Anlagenkomponenten und Betriebsweisen?
 Wurde eine Gefährdungsanalyse durchgeführt?
 Besteht eine zentrale Datenerfassung der Kühlturm-Parameter über Fernabfrage oder Leitstelle?
 Werden die Betriebsweisen und Behandlungsprogramme aufgezeichnet?
 Werden die Füllstände im Kühlturm und in den Produkt-Vorlagen automatisch überwacht?
 Findet die kontinuierliche Überwachung von LF, pH, Temperatur, M-Wert, Cl-, SO₄²⁺, Fe, Nitrat, Gesamtphosphat, Produkt-Gehalt statt?

Hygienekontrollen

- Wurden bereits Hygieneuntersuchungen auf Legionellen, Pseudomonaden und Gesamtkeimzahl durchgeführt?
 Findet 14tägig eine interne Hygieneuntersuchung statt?
 Ist die Beprobung durch ein externes Labor und Untersuchung auf Gesamtkeimzahl, Legionellen und Pseudomonaden mind. 4mal im Jahr beauftragt?
 Gab es bereits Überschreitungen der neuen Richtwerte?