

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Legionellen in Verdunstungskühlanlagen – Gesetzliche Regelungen zur Überwachung In Deutschland

Dr. Regine Szewzyk,
Fachgebiet II 1.4 Mikrobiologische Risiken
Umweltbundesamt, Berlin

- **LEGIONELLEN**
- **VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN + KÜHLTÜRME**
- **LEGIONELLEN IN VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN**
- **AUSBRÜCHE IN DEUTSCHLAND**
- **VDI 2047 BLATT 2 UND BLATT 3**
- **42. BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG**
- **NACHWEIS VON LEGIONELLEN/ UBA-EMPFEHLUNG**
- **ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

LEGIONELLEN

- *Legionella pneumophila* 1976/77 entdeckt
 - Ausbruch in einem Hotel in Philadelphia Juli 1976
 - bei einem Treffen amerikanischer Kriegsveteranen
 - ca. 4000 Teilnehmer, ca. 200 erkrankt, ca. 30 Todesfälle
 - Bakterium durch CDC im Januar 1977 identifiziert
- Gramnegative, nicht sporenbildende Stäbchen
- Inzwischen über 50 Arten mit ca. 80 Serogruppen beschrieben
- Die meisten Erkrankungen durch *Legionella pneumophila* Serogruppe 1
- Mindestens 17 Arten mit ca. 30 Serogruppen humanpathogen



LEGIONELLEN

- Übertragung durch Einatmen von legionellenhaltigen Aerosolen (selten durch Aspiration)
- Pontiac-Fieber
 - grippeähnlich
 - spontan abklingend
 - 2 - 12 Tage
- Legionellen-Pneumonie (Legionärskrankheit)
 - schwere Lungenentzündung
 - erfordert Hospitalisierung
 - Letalität 7-15 % (nosocomial: 14-40 %)

Die „Legionellen-Verordnung“ (42. BImSchV): Warum wir eine neue Verordnung brauchen und was sie leisten soll

Legionellen



LEGIONELLEN



Bildquelle:
Medical Illustration
Central Public Health
Laboratory, UK

LEGIONELLEN

- Meldung RKI: 800 - 1.000 Erkrankungsfälle pro Jahr
- CAPNETZ Studie (www.capnetz.de):
- hochgerechnet aus den Ergebnissen wären 15.000-30.000 Legionellen-Pneumonien in Deutschland pro Jahr zu erwarten (ambulant erworben)
- Letalität von ca. 10 % d.h. → ca. 1.500-3.000 Todesfälle pro Jahr in Deutschland
- D.h. trotz Meldepflicht werden > 95 % der Legionellosen nicht erkannt

Legionellen

- Natürlich vorkommende Wasserbakterien, insbesondere im Süßwasser
- Hohe Nährstoffansprüche
- Vermehrung nur durch Kooperation mit anderen Mikroorganismen
 - Bakterien
 - Algen
 - Protozoen = einzellige Tierchen (z.B. Amöben, intrazelluläres Wachstum).
- Vermehrungsbereich ca. 20 °C - 45 °C, Optimum bei ca. 36 °C

Legionellen

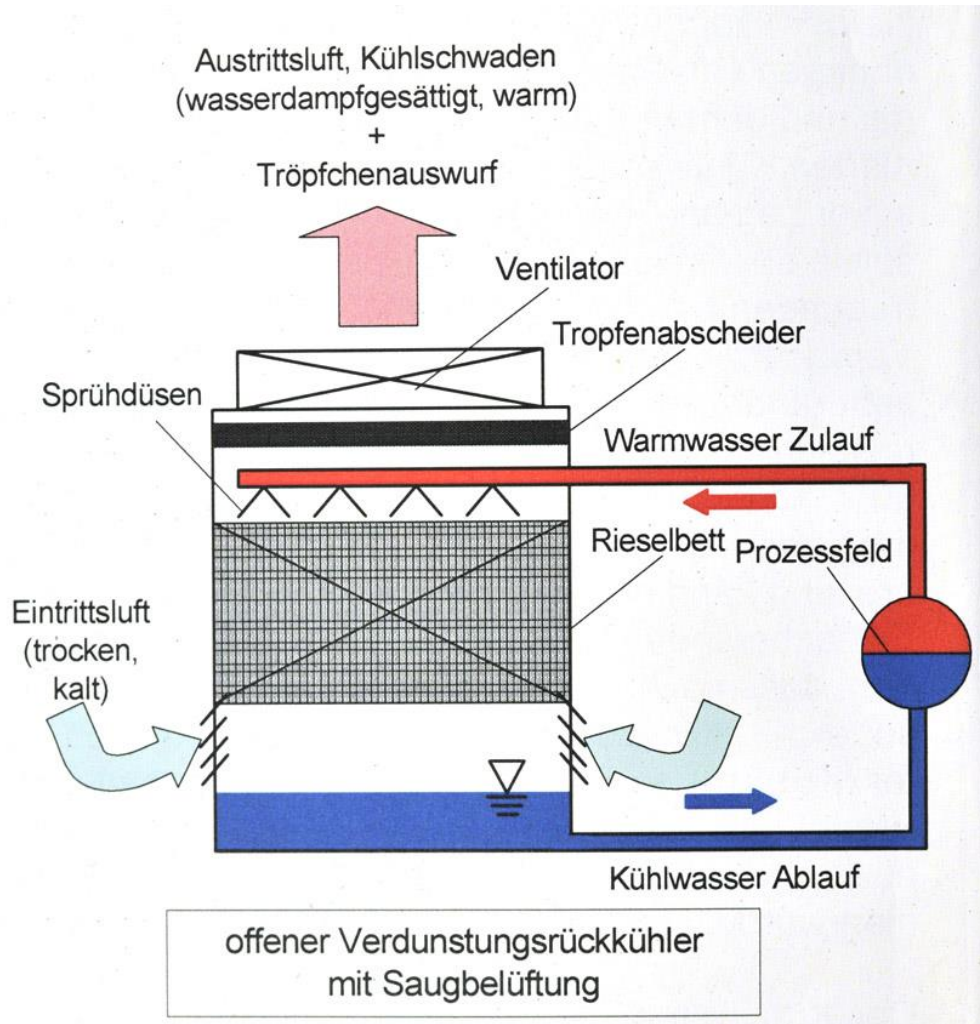
- Gelangen aus ihrem natürlichen Habitat in geringen Konzentrationen in die Wasserleitungssysteme
- Unter günstigen Bedingungen → Vermehrung
- Vermehrung gefördert durch:
 - Temperatur (Warmwasser, Stagnation)
 - Nährstoffe
 - Biofilme
- Bsp. Trinkwassersysteme
- Bsp. Verdunstungskühlanlagen



Biofilm in einem Schlauch

Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN



Quelle: Fembacher et al., 2007

KÜHLTÜRME

› 200 MW, Naturzug



http://hks-korrosionsschutz.de/?page_id=8

Wikipedia

VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN



<http://www.ikz.de/ikz-fachplaner/artikel/article/hygienischer-betrieb-von-kuehlturm-anlagen-bradia.html>

VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN/KÜHLTÜRME - LEGIONELLEN

Faktoren, die zur Besiedlung beitragen:

- Biofilme
Nährstoffe (Verunreinigungen, Korrosionsschutzmittel)
Korrosion, Skaling
Amöben!
- geeignete Temperaturen + pH-Werte
- ungünstige konstruktive Ausführungen

Faktoren, die zur Infektionsgefahr beitragen:

- Aerosolaustrag (über km!)
- empfindliche Personen im Umfeld

VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN/KÜHLTÜRME - LEGIONELLEN

Good: Pack very clean – no action required



Staining and not a deposit

guter Zustand
keine Biofilme
keine Ablagerungen

High risk: Heavy mineral or microbial deposits – urgent action required



Heavy scale



Silt



Algal growth

sehr schlechter Zustand
starke Biofilme
starke Ablagerungen

VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN

Wichtige Legionelloseausbrüche durch nasse Rückkühlwerke (1,2,4) und Luftwäscher (3) in Europa

Nr.	Jahr	Ort	Anzahl Erkrankte	Anzahl Todesfälle	Erkrankungen bis
1	2001	Murcia (Spanien)	800 (Verdacht) 449 (bestätigt)	6	1,3 km
2	2003/4	Harnes Pas-de-Calais Frankreich	86	18	10 km
3	2005	Sarpsborg Norwegen	56	10	10 km
4	2014	Vila Franca de Xira Portugal	417 (Verdacht) 334 (bestätigt)	10 (12)	3 km

aus: Exner et al. (2001), Umweltmed Forsch Prax 15:43-57, verändert

GRÖßERE AUSBRÜCHE IN DEUTSCHLAND

- Ulm/Neu-Ulm 2010
64 Fälle mit Legionellen-Pneumonie; 5 Todesfälle
- Warstein 2013
160 Fälle mit Legionellen-Pneumonie; 2 Todesfälle
- Jülich 2014
39 Fälle mit Legionellen-Pneumonie; ev. 1 Todesfall
Quelle nicht gefunden
- Bremen 2016
45 Fälle mit Legionellen-Pneumonie; 3 Todesfälle
Quelle nicht gefunden

VDI 2047 Blatt 2 (Verdunstungskühlanlagen)

- Rückkühlwerke - Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln), 2015-01
- im Moment in Überarbeitung

Anforderungen an:

- Planung, Errichtung und Inbetriebnahme
- Qualifikation und Schulung des Personals
- Betrieb und Instandhaltung
 - regelmäßige Wartung und Reinigung
 - mikrobiologische Untersuchungen
 - *Legionella* spp.
 - Koloniezahl
 - *Pseudomonas aeruginosa*

VDI 2047 Blatt 3 (Kühltürme)

- Rückkühlwerke - Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen - Naturzugkühltürme über 200 MW Kühlleistung (VDI-Kühlturmregeln)
- in Bearbeitung (Gründruck Februar 2017)

Anforderungen an:

- Planung, Errichtung und Inbetriebnahme
- Qualifikation und Schulung des Personals
- Betrieb und Instandhaltung
regelmäßige Wartung und Reinigung
mikrobiologische Untersuchungen
- *Legionella* spp.

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

Rechtliche Umsetzung durch:

42. Bundesimmissionsschutzverordnung (Vorsorge!)

Am 19.08.2017 in Kraft getreten

Geltungsbereich 42. Bundesimmissionsschutzverordnung:

- Verdunstungskühlanlagen
- Kühltürme (> 200 MW, Naturzug)
- Nassabscheider

Aus dem Geltungsbereich ausgenommen u.a.:

- „trockene Wärmeübertrager“
- Anlagen mit für Legionellen ungünstigen Vermehrungsbedingungen (Temperatur, pH, Salzgehalt)

Gilt nicht für Biofilter

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

Inhalte der geplanten 42. Bundesimmissionsschutzverordnung:

- Anzeigepflicht zur Erfassung und Lokalisierung aller Verdunstungskühlanlagen
- Anforderungen an Beschaffenheit und Betrieb der Anlagen
- Stärkung der Betreiberverantwortung durch Eigenüberwachung und Verpflichtung zur Wartung
- Überwachung der Anlagen durch Dritte
- Festlegung von Meldeverpflichtungen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Anzeigepflicht zur Erfassung und Lokalisierung aller Anlagen,
 - hilfreich im Ausbruchsfall zur schnellen Identifikation der Infektionsquelle
 - Neuanlage: spätestens 1 Monat nach Erstbefüllung
Altanlage: spätestens 6 Monate nach Inkrafttreten Verordnung
(Standort, Betreiber, Anlagenart, Datum Inbetriebnahme)
 - Änderungen, Stilllegung, Betreiberwechsel
(unverzüglich, max. < 1 Monat)
 - Behörde kann Meldeformat festlegen
 - Gilt nach § 13 ab dem 19. Juli 2018

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Anforderungen an Beschaffenheit und Betrieb der Anlagen
 - orientieren sich an den Vorgaben der VDI 2047/2 + 3
 - nur allgemeine, wichtige Anforderungen
 - keine technischen Details
 - Wieder/Inbetriebnahme nach Checkliste

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Stärkung der Betreiberverantwortung durch Eigenüberwachung und Verpflichtung zur Wartung
 - regelmäßige Messung chemischer/physikalischer Parameter
 - Koloniezahlbestimmung nicht obligatorisch gefordert
 - regelmäßige Inspektionen
 - Dokumentation (u.a. Betriebstagebuch, Anlage 4)

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Überwachung durch Dritte
 - Regelmäßige mikrobiologische Untersuchungen des Kühlwassers (19. September 2017)
 - Probenahme und Analytik durch akkreditiertes Labor
 - Bei Verdunstungskühlanlagen alle 3 Monate auf die Parameter Koloniezahl und Legionellen
 - Bei Kühltürmen monatlich auf den Parameter Legionellen
 - Wenn zwei Jahre unauffällig ($< \text{Prüfwert } 1$)
 - Verlängerung der Intervalle

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Überwachung durch Dritte: Koloniezahl
 - Bestimmung eines **Referenzwertes** aus mindestens sechs aufeinanderfolgenden Untersuchungen
 - Falls kein Referenzwert bestimmt werden kann/wird: Konzentration aus Erstuntersuchung, aber höchstens 10.000 KBE/ml als Referenzwert
 - Bei Überschreitung um Faktor 100 oder mehr: Aufklärung der Ursachen, Maßnahmen

BUNDESMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Überwachung durch Dritte - Legionellen
 - Festlegung von **Prüfwerten** sowie von Maßnahmen bei Überschreitungen (Grundlage: VDI 2047/2 + 3)
 - Bei Verdunstungskühlanlagen
Prüfwert 1: 100 KBE/ 100 ml und
Prüfwert 2: 1.000 KBE/100 ml
 - Bei Kühltürmen
Prüfwert 1: 500 KBE/ 100 ml und
Prüfwert 2: 5.000 KBE/ 100 ml

BUNDESMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Meldeverpflichtungen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr
 - Festlegung eines **Maßnahmewertes** für die Legionellenkonzentration, bei dessen Überschreitung eine unverzügliche Gefahrenabwehr notwendig ist
 - Bei Verdunstungskühlanlagen: 10.000 KBE/100 ml
 - Bei Kühltürmen: 50.000 KBE/ 100 ml
 - Bei Überschreiten dieser Konzentration muss eine Typisierung der Legionellen erfolgen in:
 - Legionella pneumophila* Serogruppe 1
 - Legionella pneumophila* Serogruppen 2-14
 - Legionella non-pneumophila*

BUNDESMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Meldeverpflichtungen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr
 - Meldepflicht des Betreibers beim ersten Überschreiten dieses Maßnahmewertes an die zuständigen Behörden.
 - dadurch Berücksichtigung der Gesundheitsbehörden zur Abwehr der konkreten Gefahr möglich (Begründung).
 - unverzüglich gemeldet werden muss u.a.:
Datum Probenahme, Ergebnis Legionellenuntersuchung, Prüflabor
 - innerhalb von 4 Wochen zusätzlich u.a.:
Ergebnis Differenzierung Legionellen, Ursachen der Überschreitung, Maßnahmen

BUNDESMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Überwachung durch Dritte
 - Regelmäßige Kontrolle der baulichen, organisatorischen und betrieblichen Anforderungen (alle 5 Jahre)
 - Durch öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen (IHK ab Ende 2017) oder akkreditierte Inspektionsstelle Typ A
 - Betreiber muss Ergebnisse innerhalb von 4 Wochen an zuständige Behörde melden
 - Gestaffelte Umsetzungszeit für bestehende Anlagen
 - Für Anlagen, die vor dem 19. August 2011 (bzw. 2013; 2015; 2017) in Betrieb genommen wurden, muss die erste Prüfung bis zum 19. August 2019 (bzw. 2020; 2021; 2022) erfolgen
 - Abweichende Anforderungen für genehmigungsbedürftige Anlagen möglich

NACHWEIS VON LEGIONELLEN

Bisher:

DIN EN ISO 11731-2 (2006)

- für saubere Wässer
- MF mit Auflegen des Filters

ISO 11731 (1998)

- für alle Wässer
- unterschiedliche Verfahren

Neu: ISO 11731 (Mai 2017)

- Kombination der beiden ISO Normen
- Entscheidungsmatrix mit vorgegebenen Verfahren

UBA EMPFEHLUNG

- UBA-Empfehlung zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern mit Angaben zu
 - Probenahme
 - Analytik und Messunsicherheit
 - Ergebnisangabe
- Empfohlene Ansätze:
 - Membranfiltration 20 ml mit Hitzebehandlung
 - Membranfiltration 20 ml mit Säurebehandlung
 - Ausplattieren 0,1 ml ohne Behandlung
 - Ausplattieren 1 x 0,1 ml + 2 x 0,5 ml nach Hitzebehandlung
 - Ausplattieren 2 x 0,5 ml nach Säurebehandlung
- Auswertung unter Berücksichtigung der Messunsicherheit

UBA EMPFEHLUNG

Problem: Biozidinaktivierung bei der Probenahme

- Oxidative Biozide wie Chlor/Hypochlorit oder Chlordioxid können durch Natriumthiosulfat inaktiviert werden.
- Für nicht oxidative Biozide wie Isothiazolinone gibt es kein in der Praxis erprobtes Inaktivierungsverfahren → Minderbefunde
- UBA-Empfehlung:
 - Wahl der Probenahmestelle und Zeitpunkt der Probenahme
 - im Probenahmeprotokoll und im Prüfbericht aufführen
 - Probe möglichst zeitnah am Probenahmetag bearbeiten
- UFOPLAN Vorhaben zur Inaktivierung von nicht oxidativen Bioziden

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

- Eine neue Bundesimmissionsschutzverordnung ist der sinnvollste Weg zu einer rechtlichen Verankerung der Anforderungen an einen hygienischen Betrieb der Anlagen
- 42. Bundesimmissionsschutzverordnung am 19. August 2017 in Kraft getreten
- Neue ISO Norm 11731 im Mai 2017 veröffentlicht
- UBA-Empfehlung zum Nachweis von Legionellen in solchen Anlagen erarbeitet (UBA Internet: Themen/Wasser/Nutzwasser)
- VDI Richtlinie zu Ausbruchsmanagement in Vorbereitung



regine.szewzyk@uba.de