

# Legionellen in Verdunstungskühlungen – Gesetzliche Regelungen zur Überwachung In Deutschland

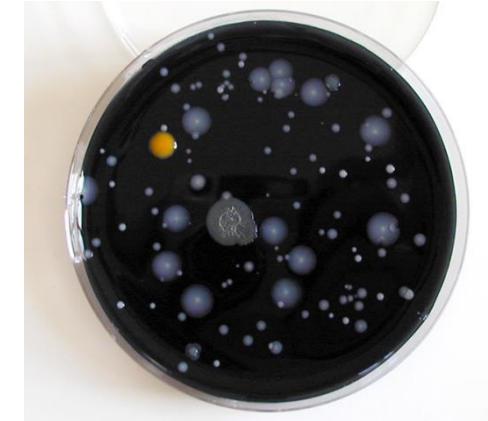
Dr. Regine Szewzyk,  
Fachgebiet II 1.4 Mikrobiologische Risiken  
Umweltbundesamt, Berlin

## 42. Bundesimmissionsschutzverordnung Legionellen

- **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 %)

## Legionellen



# LEGIONELLEN



Bildquelle:  
Medical Illustration  
Central Public Health  
Laboratory , UK

### LEGIONELLEN

- Meldung RKI: 800 - 1.000 Erkrankungsfälle pro Jahr
- CAPNETZ Studie ([www.capnetz.de](http://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

- Natürliche 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

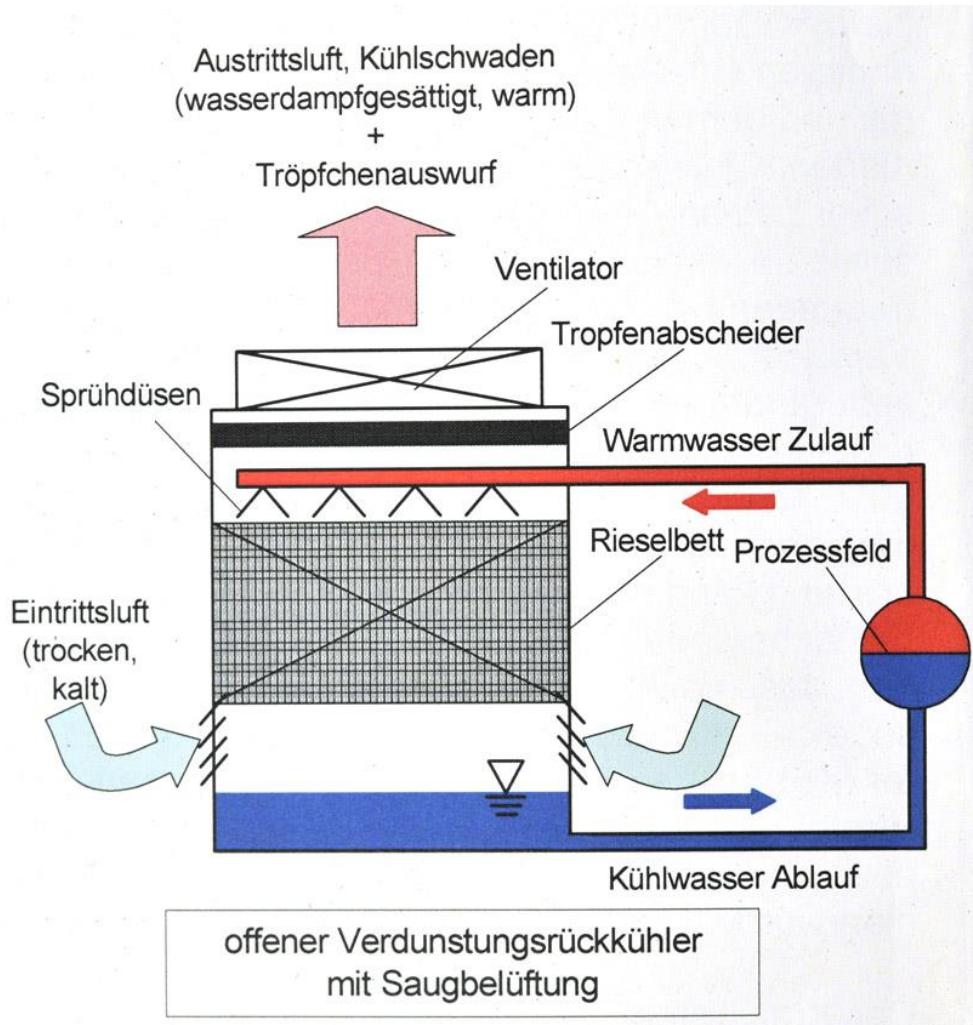


Biofilm in einem Schlauch

Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

- Bsp. Verdunstungskühlanlagen

# VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN



Quelle: Fembacher et al., 2007

### KÜHLTÜRME

› 200 MW, Naturzug



[http://hks-korrosionsschutz.de/?page\\_id=8](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:

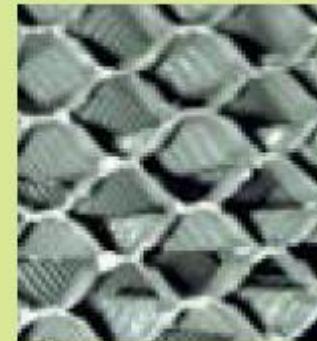
- Biofilme
  - Nährstoffe (Verunreinigungen, Korrosionsschutzmittel)
  - Korrosion, Skaling
  - Amöben!
- geeignete Temperaturen + pH-Werte
- ungünstige konstruktive Ausführungen

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 (Verdunstungskühllanlagen)

- Rückkühlwerke - Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühllanlagen (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:

- Verdunstungskühllanlagen
- 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
  - Koloniezahldeterminierung 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 (< 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

## BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- 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

## BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- Meldeverpflichtungen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr
  - Festlegung eines **Maßnahmewertes** für die Legionellenkonzentration, bei dessen Überschreitung eine unverzügliche Gefahrenabwehr notwendig ist  
Bei Verdunstungskühllanlagen: 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*

## BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- 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

# BUNDESIMMISSIONSSCHUTZVERORDNUNG

- 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 Verdunstungskühllanlagen, 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 Probennahmeprotokoll und im Prüfbericht aufführen
  - Probe möglichst zeitnah am Probennahmetag 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](mailto:regine.szewzyk@uba.de)

