

Für Mensch & Umwelt

Umwelt   
Bundesamt

# Legionellen in Verdunstungskühlanlagen

## Was können wir aus dem Fall Warstein lernen?

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

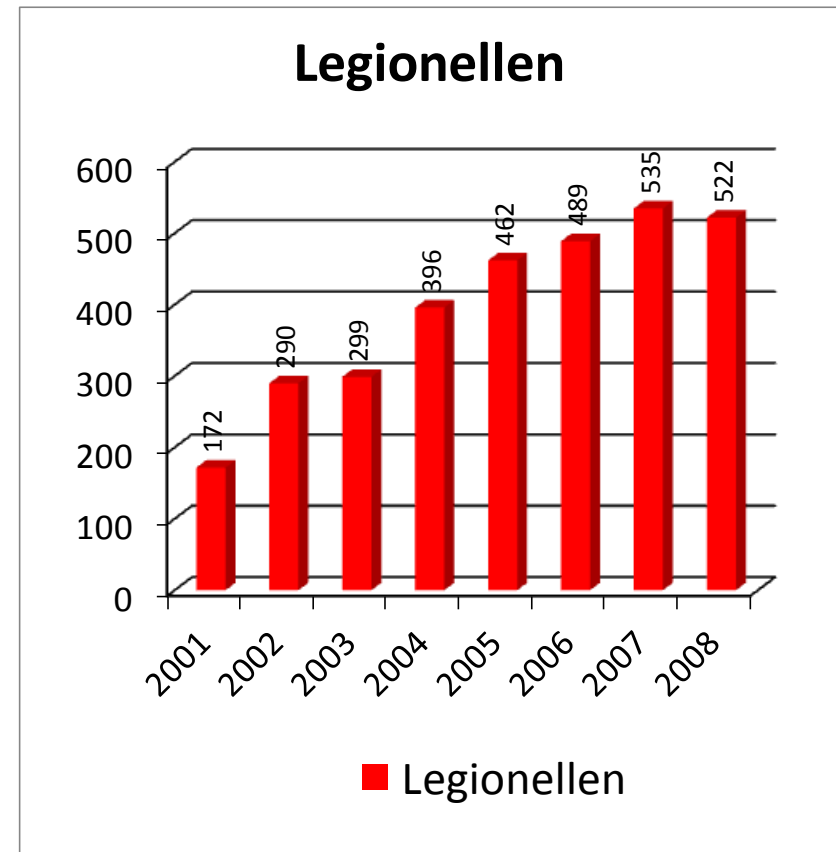
- **LEGIONELLEN**
- **LEGIONELLEN IN VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN**
- **WARSTEIN**
- **VDI 2047 BLATT 2 (TECHNIK)**
- **VDI 4250 BLATT 2 (UMWELTMEDIZIN)**
- **AUSBLICK**

## LEGIONELLEN

- Legionellen: ca. 50 Arten mit ca. 60 Serogruppen
- die meisten Erkrankungen durch *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (LP1), aber mindestens 17 Arten mit ca. 30 Serogruppen humanpathogen
- Übertragung durch Aerosole
- Legionellen-Pneumonie (Legionärskrankheit)
  - schwere Lungenentzündung,
  - Letalität 7-15 % (nosocomial: 14-40 %)
- Pontiac-Fieber
  - grippeähnlich, spontan abklingend

## LEGIONELLENERKRANKUNGEN

- Meldepflicht nach Infektionsschutzgesetz seit 2001
- umfassender Bericht des Robert-Koch-Institutes mit Daten von 2008:  
Epid. Bulletin 47/2009,  
(abrufbar unter [www.rki.de](http://www.rki.de))
  - Inzidenz ca. 6,5 pro 1 Mio. Einwohner
  - 29 Todesfälle (bei Daten von 276 Erkrankten)
  - Letalität 10,5 %



## LEGIONELLENERKRANKUNGEN

- Untererfassung!
- 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
- 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 ÖKOLOGIE

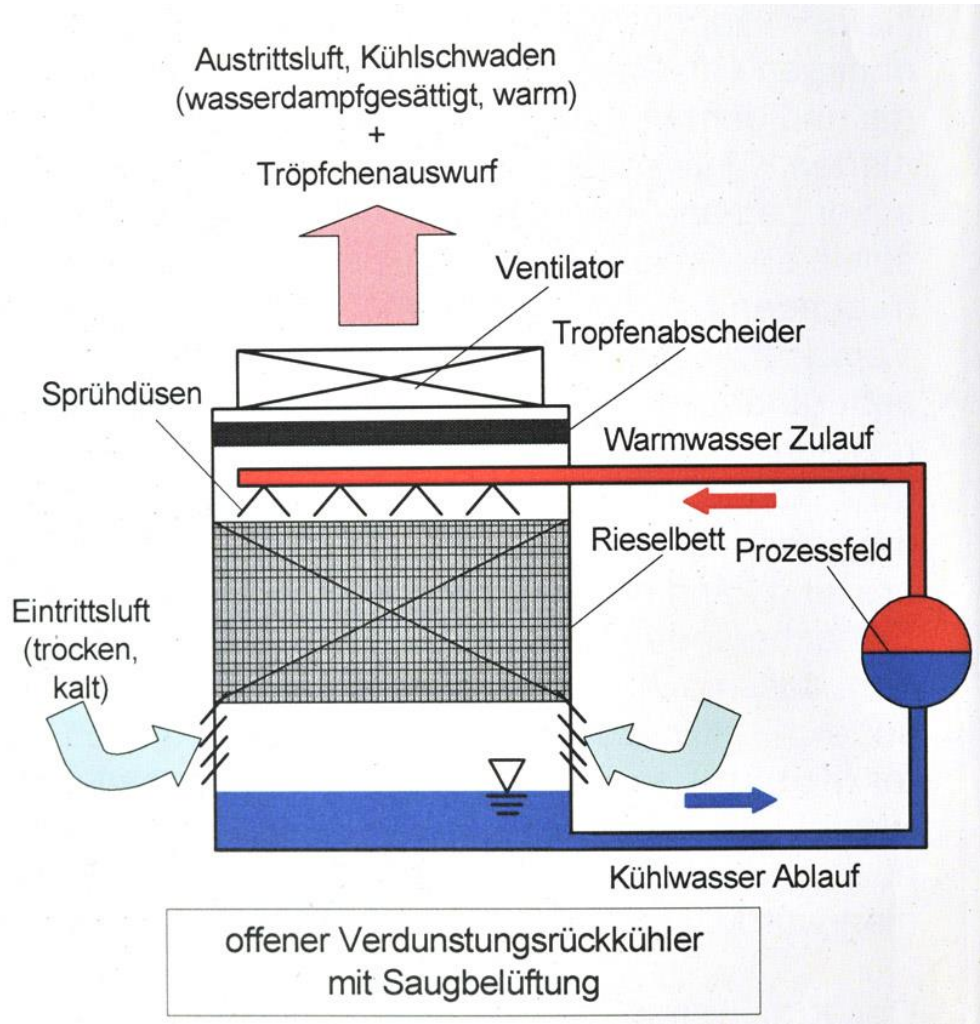
- natürlich vorkommende Wasserbakterien, insbesondere im Süßwasser
- hohe Nährstoffansprüche
- Wachstum nur durch Kooperation mit anderen Bakterien, Algen und Protozoen (intrazelluläres Wachstum)
- Wachstumsbereich ca. 20 °C - 45 °C, Optimum bei ca. 36 °C
- gelangen aus ihrem natürlichen Habitat in geringen Konzentrationen in die technischen Wassersysteme
- unter günstigen Bedingungen → Wachstum

## LEGIONELLEN IN WASSERSYSTEMEN

Bevorzugte Ansiedlungsorte:

- Trinkwasser:  
lauwarme Warmwasserleitungen  
warme Kaltwasserleitungen  
→ Trinkwasserverordnung
- Schwimmbecken/Warmwassersprudelbecken  
→ DIN 19643
- Verdunstungskühlanlagen  
→ VDI 2047 Blatt 2

# VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN



Quelle: Fembacher et al., 2007



# VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN



Wikipedia

## VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN

Faktoren, die zur Besiedlung beitragen:

- Biofilme  
Nährstoffe (Verunreinigungen, Korrosionsschutzmittel)

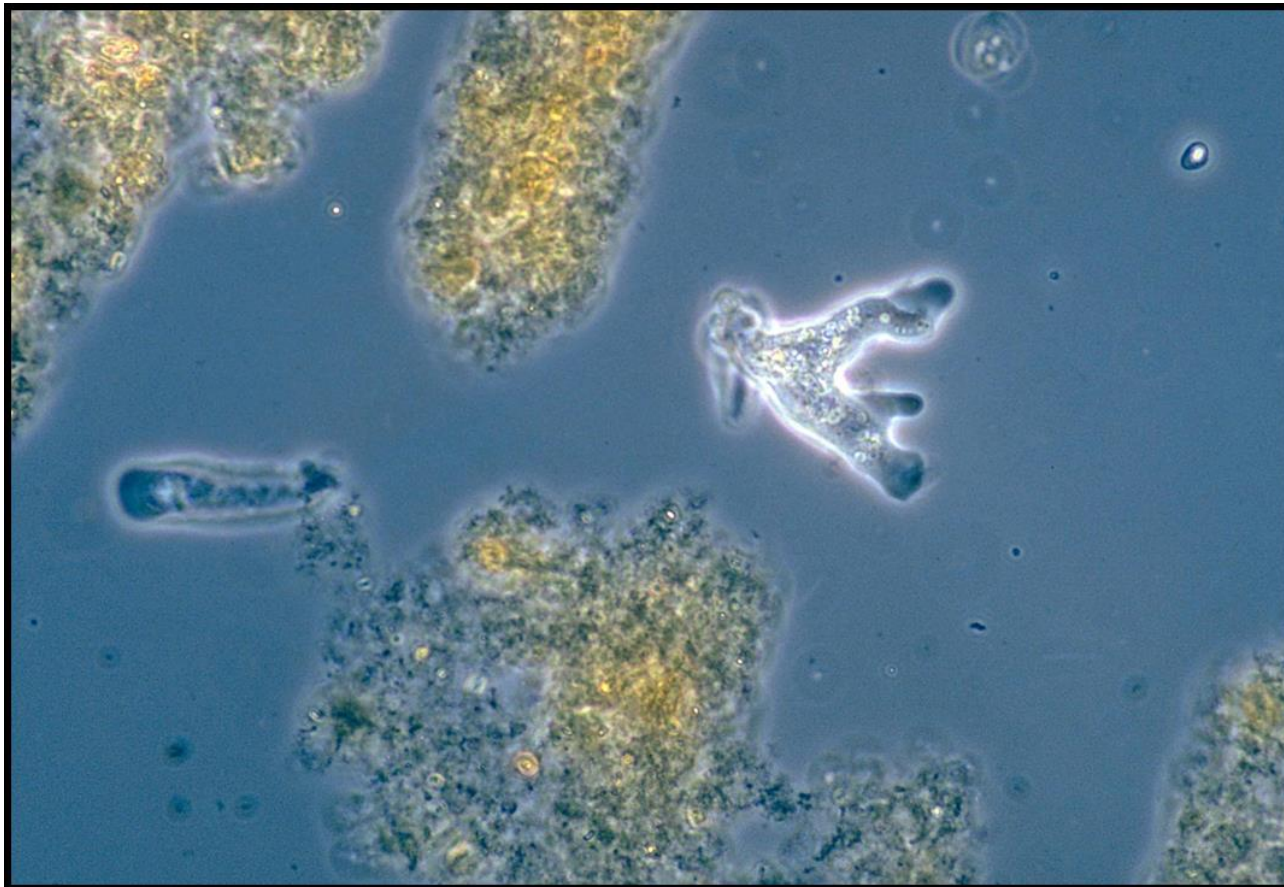
## VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN



Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

## VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN

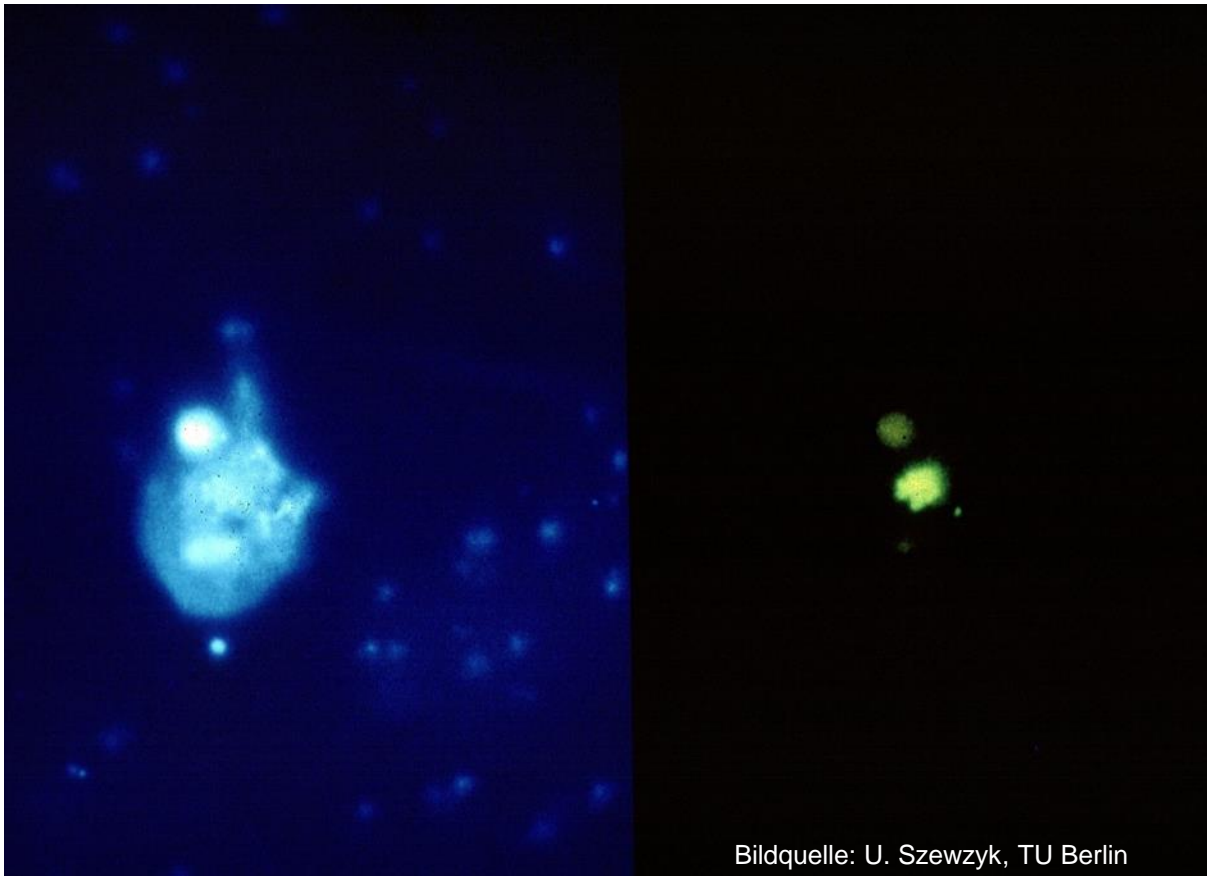
Amöben in einem aktiven, dicken Biofilm



Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

## VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN

Legionellen intrazellulär in einer Amöbe



Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

Amöbe (mit DAPI blau) und Legionellen (durch „Gensonde“ (FISH) grün)

## VERDUNSTUNGSKÜHLANLAGEN

Faktoren, die zur Besiedlung beitragen:

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

Faktoren, die zur Infektionsgefahr beitragen:

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

## 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	2010	Ulm Neu-Ulm Deutschland	64	5	3 km ?

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

### WARSTEIN 2013

- Am 10. August wurde in Warstein ein gehäuftes Auftreten von unspezifischen, schweren Lungenentzündungen beobachtet.
- Bestätigte Labordiagnose Legionellose-Ausbruch am 19. August. Bis dahin bereits 100 Erkrankungen.
- Insgesamt 160 Fälle mit Legionellen-Pneumonie; 2 Todesfälle.
- Quelle des Ausbruchs: Verdunstungskühlanlage(n)
  - Ausbruchstamm nachgewiesen
  - Stilllegung der Anlage(n) führte zum Ende des Ausbruchs (bei Annahme einer etwas verlängerten Inkubationszeit).



### WARSTEIN 2013

- Besonderheit:
  - hohe Legionellenkonzentrationen im Rohwasser der Verdunstungskühlanlage,
  - sehr hohe Legionellenkonzentrationen in Kläranlage,
  - Untersuchungen ergaben hohe Legionellenkonzentrationen in einem der drei Hauptzuläufe zur Kläranlage (Ablauf der Vorreinigung Warstein Brauerei).
- Bei regelmäßiger Überwachung der Verdunstungs-kühlanlage wäre die hohe Legionellenkonzentration nachgewiesen worden.
- Untersuchungen von Kläranlagen in NRW im September und Oktober 2013

## VDI 2047 Blatt 2

Vermeidung von Besiedlung und Austrag

Anforderungen an:

- Planung, Errichtung und Inbetriebnahme
- Qualifikation und Schulung des Personals
- Betrieb und Instandhaltung
  - regelmäßige Wartung und Reinigung
  - mikrobiologische Untersuchungen
    - Koloniezahl
    - *Legionella* spp.
    - *Pseudomonas aeruginosa*
- im Januar 2014 als Gründruck veröffentlicht

## VDI 2047 Blatt 2

<b>Legionella spp.</b> [KBE/100 ml]	<b>Maßnahmen</b>
bis 99	keine
100 bis 999	erneute Untersuchung; bei Bestätigung der Konzentration mikrobiologische Untersuchungen im monatlichen Rhythmus
1000 bis 9999	<ul style="list-style-type: none"><li>• sofortige Stoßdosierung Biozid</li><li>• Ursachenermittlung und Mängelbeseitigung, ggf. Anpassung der Betriebsweise</li><li>• erneute mikrobiologische Untersuchungen im monatlichen Rhythmus; bei Bestätigung der Konzentration Kontrolle der Wasseraufbereitung und -behandlung (gegebenenfalls Desinfektion) und Korrektur</li></ul>
ab 10000	<p>Unverzögliche Gefahrenabwehr ist notwendig. z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stoßdosierung Biozid</li><li>• Erhöhung der Absalzung</li><li>• Entleerung</li><li>• Reinigung und Desinfektion</li><li>• Umsetzung von bau- und betriebstechnischen Maßnahmen</li></ul> <p>Überprüfung der Wirksamkeit durch zeitnahe zusätzliche mikrobiologische Untersuchungen bei fehlendem Sanierungserfolg:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Außerbetriebnahme der Anlage</li><li>• Einleitung von weiteren Sanierungsmaßnahmen</li><li>• bei Wiederinbetriebnahme sofortige mikrobiologische Untersuchungen</li></ul>

## VDI 4250 Blatt 2

Risikobeurteilung von Legionellen-haltigen Aerosolen:

- Eigenschaften, Vorkommen, Quellen,
  - Messverfahren,
  - gesundheitliche Wirkungen,
  - Möglichkeiten und Grenzen der umweltmedizinischen Bewertung.
- 
- wird voraussichtlich im Mai 2014 als Gründruck erscheinen

### AUSBLICK

- UBA/BMU Vorschlag zur rechtlichen Verankerung der Anforderungen der VDI 2047/2
  - in einigen europäischen Ländern vorhanden
  - im Rahmen des BImSchG damit Vorsorgeanforderungen möglich sind (Legionellen sind nach UA Recht des LAI „schädliche Umwelteinwirkungen“)
- Registrierung von Anlagen - Kataster
  - in einigen europäischen Ländern eingeführt
  - auf Länderebene
  - hilfreich im Ausbruchsfall zur schnellen Identifikation der Infektionsquelle
- generelle Untersuchung/Überwachung kommunaler Abwässer nicht zielführend.
- Untersuchung spezieller Industrieabwässer

A top-down view of a petri dish containing a dark agar medium. Three distinct, light-colored bacterial colonies are visible on the surface. The text 'Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit' is overlaid in white on the dark agar.

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit**

Bildquelle: R. Szewzyk, UBA