

# Legionellen aus Rückkühlwerken eine Gefahr für die Umgebung?

Dr. Regine Szewzyk

Fachgebiet II 1.4 Mikrobiologische Risiken  
Umweltbundesamt, Berlin

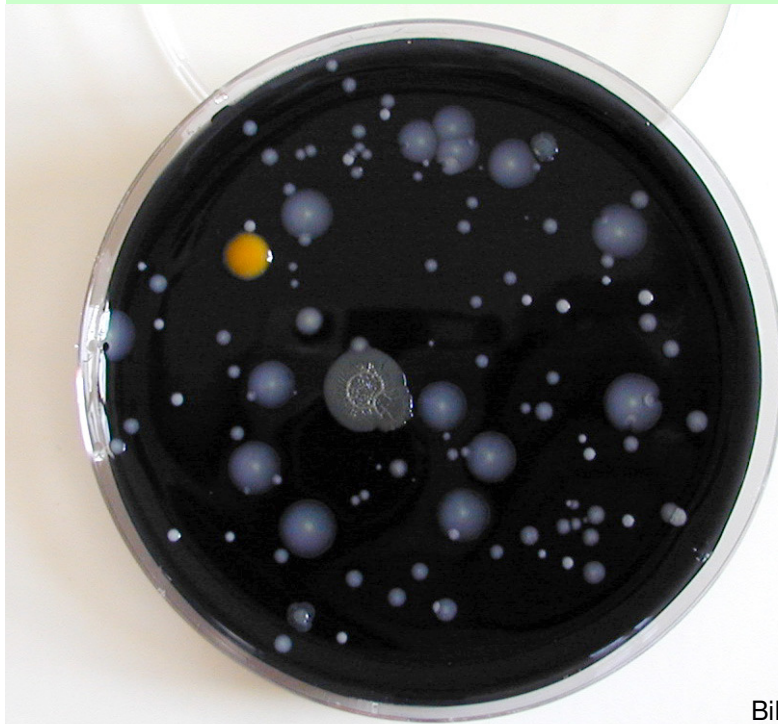
# Übersicht

- Legionellen
- Erkrankungen durch Legionellen
- Ökologie der Legionellen
- Legionellen in Trinkwassersystemen
- Legionellen in Rückkühlsystemen
- Ausblick

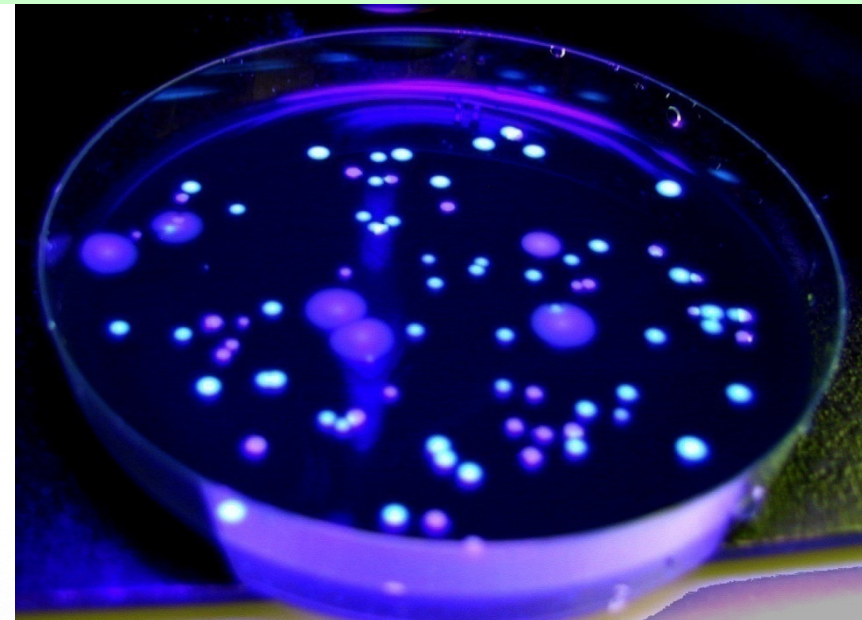
- *Legionella pneumophila* 1976 entdeckt
  - Ausbruch in einem Hotel in Philadelphia Juli 1976
  - bei einem Treffen amerikanischer Kriegsveteranen
  - ca. 4000 Teilnehmer, ca. 200 erkrankt, ca. 30 Todesfälle

- *Legionella pneumophila* 1976 entdeckt
  - Ausbruch in einem Hotel in Philadelphia Juli 1976
  - Bakterium durch CDC identifiziert im Januar 1977 (Anzucht in Meerschweinchen)
  - gramnegative, nicht sporenbildende Bakterien
  - auch in älteren Biopsieproben nachweisbar
- Inzwischen ca. 50 Arten mit ca. 60 Serogruppen beschrieben;
- Die meisten Erkrankungen durch *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (LP1), aber mindestens 17 Arten mit ca. 30 Serogruppen humanpathogen.

- Inzwischen auf Nährmedien anzüchtbar



Mischkultur mit *Legionella pneumophila* und *Legionella sp.*



Blau-weiße Fluoreszenz der *Legionella sp.*-Kolonien

Bildquelle: R. Szewzyk, UBA

## Mögliche Erkrankungen:

- Legionellen-Pneumonie (Legionärskrankheit)
  - schwere Lungenentzündung
  - erfordert Hospitalisierung
  - Letalität 7-15 % (nosocomial: 14-40 %)
- Pontiac-Fieber
  - grippeähnlich
  - spontan abklingend
  - 2 - 12 Tage

## Mögliche Erkrankungen

- Übertragung durch Einatmen von Aerosolen d.h. Legionellen-haltigen Wassertröpfchen (selten durch Aspiration)
- Mögliche Infektionsquellen:
  - Hausinstallationssysteme – Wasserhähne, Duschen
  - Schwimmbecken, Warmsprudelbecken
  - Klimaanlage, Rückkühlwerke

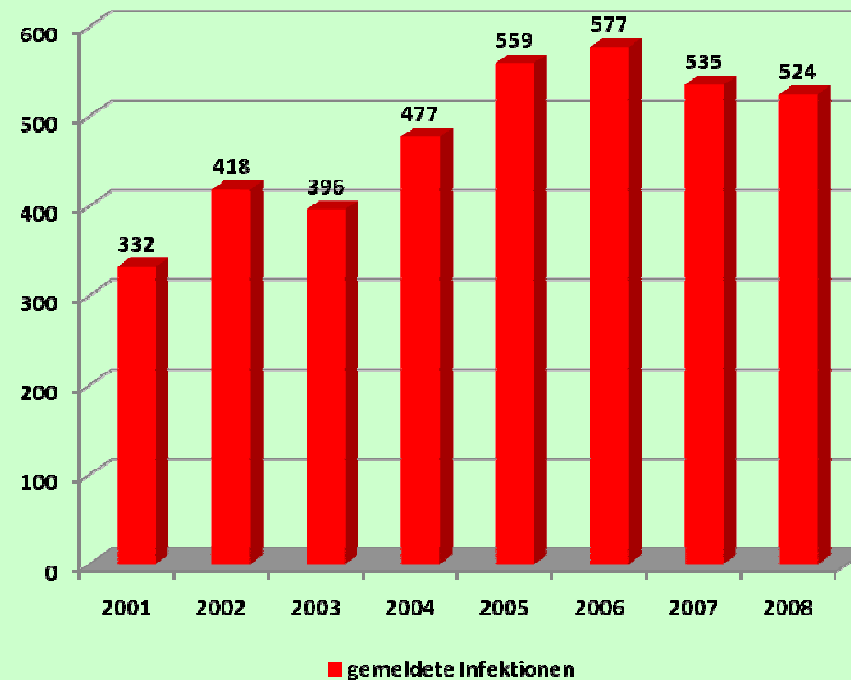
## Mögliche Erkrankungen

- Ein erhöhtes Erkrankungsrisiko haben:
  - Raucher
  - ältere Personen
  - Männer
  - Immunsupprimierte
  - Personen mit Lungenerkrankungen
  - Extremsportler (z.B. Triathleten)
  - Alkoholiker
  - Personen mit Nierenfunktionsstörung
- Problem: Infektionsdosis unbekannt



## Erkrankungen in Deutschland

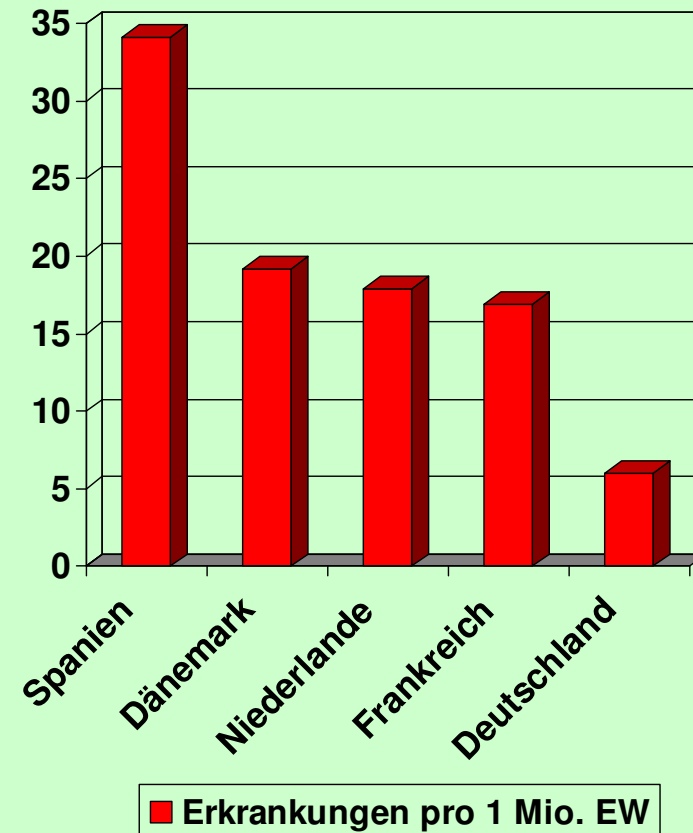
- Legionellosen  
Meldepflicht nach Infektionsschutzgesetz  
seit 2001



Quelle: RKI /  
Schaefer, UBA

## Erkrankungen in Deutschland

- Inzidenz im internationalen Vergleich auffallend niedrig



Quelle: EU /  
Schaefer, UBA

## Erkrankungen in Deutschland

- 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



Bildquelle:  
Schaefer UBA  
Bad Elster



# 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.

# Technische Wassersysteme

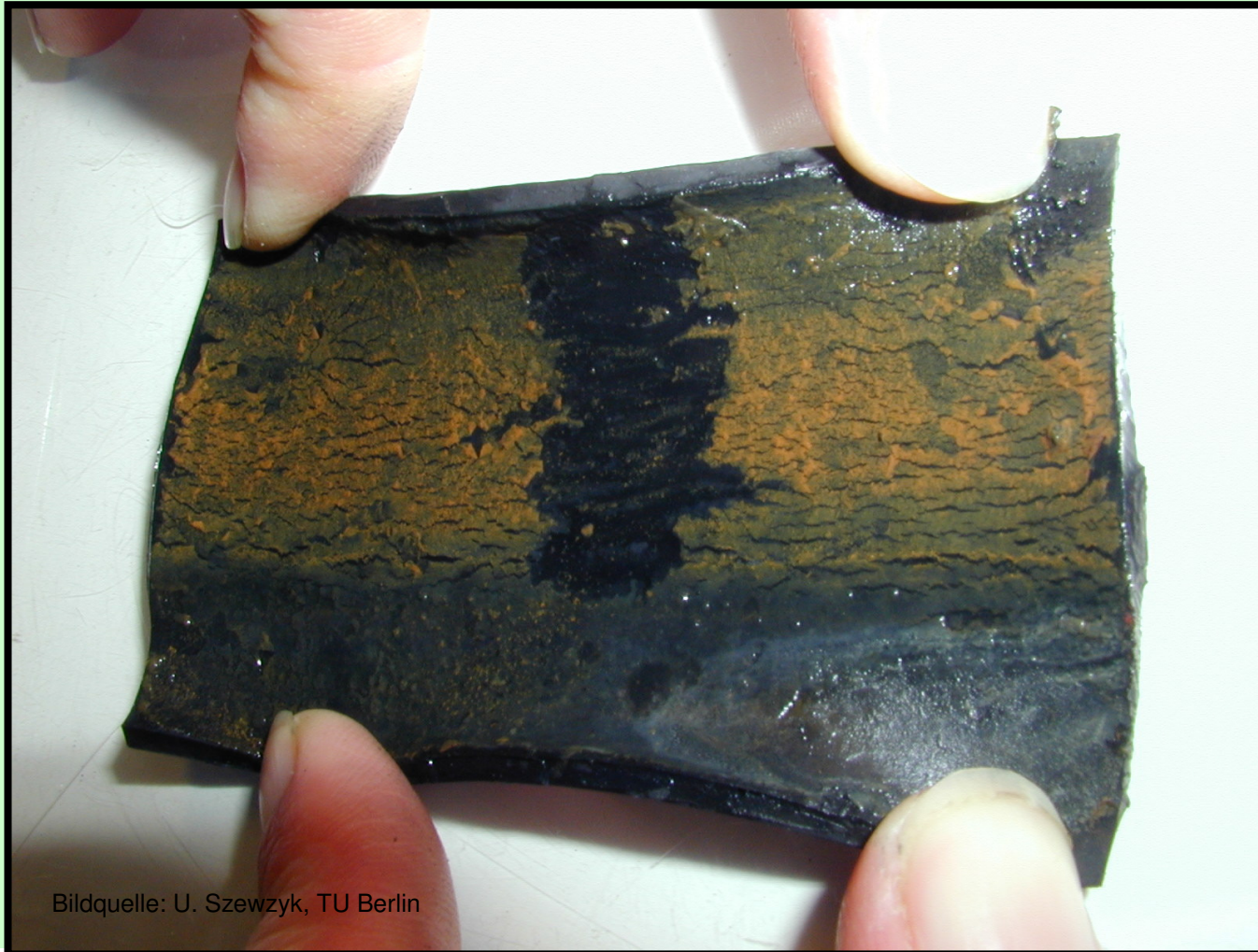
- Gelangen aus ihrem natürlichen Habitat in geringen Konzentrationen in die Trinkwasserleitungssysteme
- Unter günstigen Bedingungen → Wachstum
- Wachstum gefördert durch:
  - Temperatur (Warmwasser, Stagnation),
  - Nährstoffe,
  - Biofilme.



Biofilme auf  
Panzerschläuchen,  
die in verschiedenen  
Wassersystemen  
installiert waren.

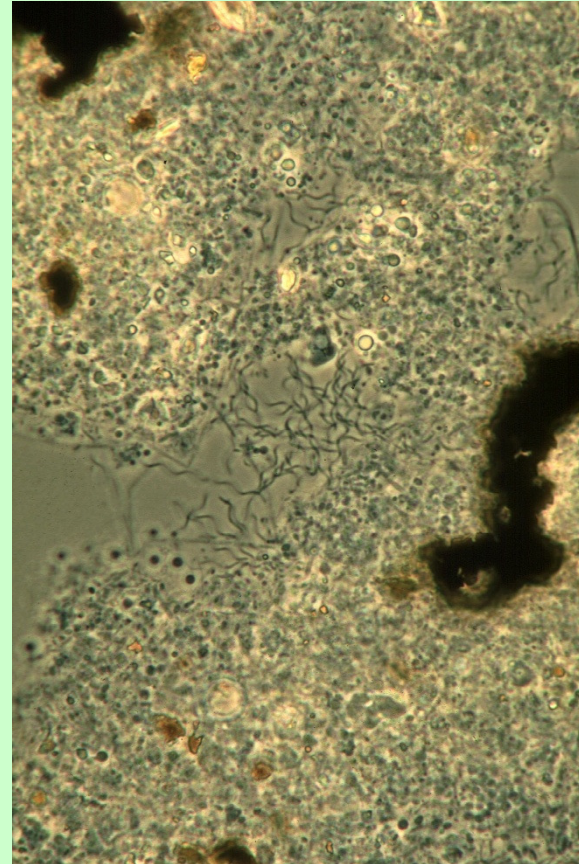
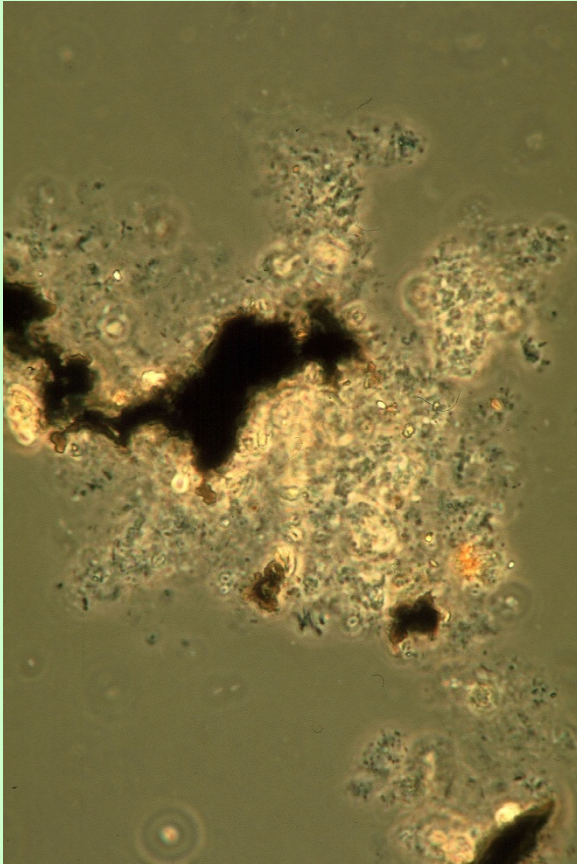
Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin





Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

### Biofilme

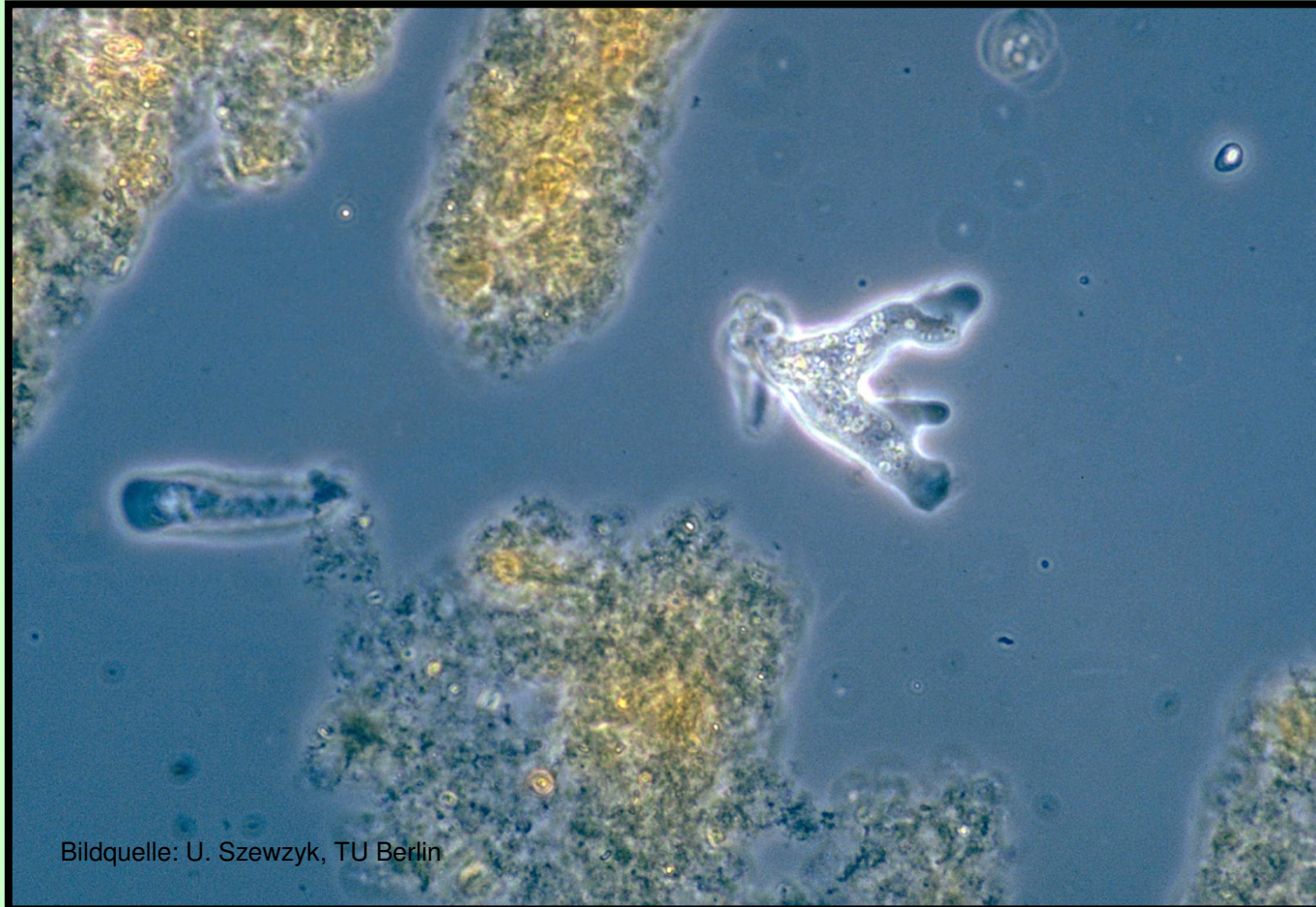


Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

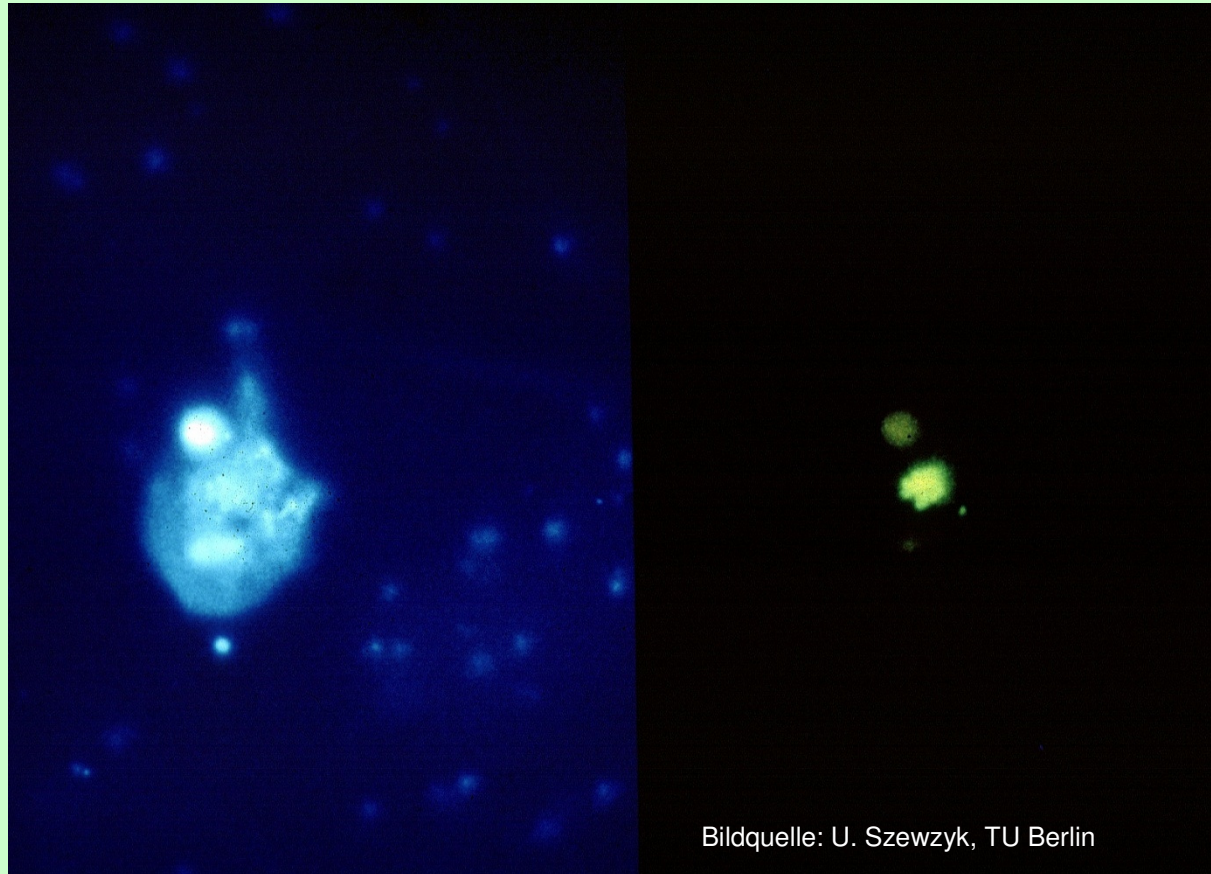
## Technische Wassersysteme

- Gelangen aus ihrem natürlichen Habitat in geringen Konzentrationen in die Wasserleitungssysteme
- Unter günstigen Bedingungen → Wachstum
- Wachstum gefördert durch:
  - Temperatur (Stagnation),
  - Nährstoffe,
  - Biofilme (ungeeignete Materialien),
  - Amöben (intrazelluläres Wachstum);

## Amöben in einem aktiven, dicken Biofilm



## Legionellen intrazellulär in einer Amöbe



Bildquelle: U. Szewzyk, TU Berlin

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

## Technische Wassersysteme

- Gelangen aus ihrem natürlichen Habitat in geringen Konzentrationen in die Wasserleitungssysteme
- Unter günstigen Bedingungen → Wachstum
- Wachstum gefördert durch:
  - Temperatur (Stagnation),
  - Nährstoffe,
  - Biofilme (ungeeignete Materialien),
  - Amöben (intrazelluläres Wachstum);  
in Zysten von Amöben gegen 50 mg/l Chlor geschützt!!

## Technische Wassersysteme

- Bevorzugte Ansiedlungsorte:
  - lauwarme Warmwasserleitungen
  - warme Kaltwasserleitungen
  - Warmwassersprudelbecken
  
  - Rückkühlsysteme

## Technische Wassersysteme

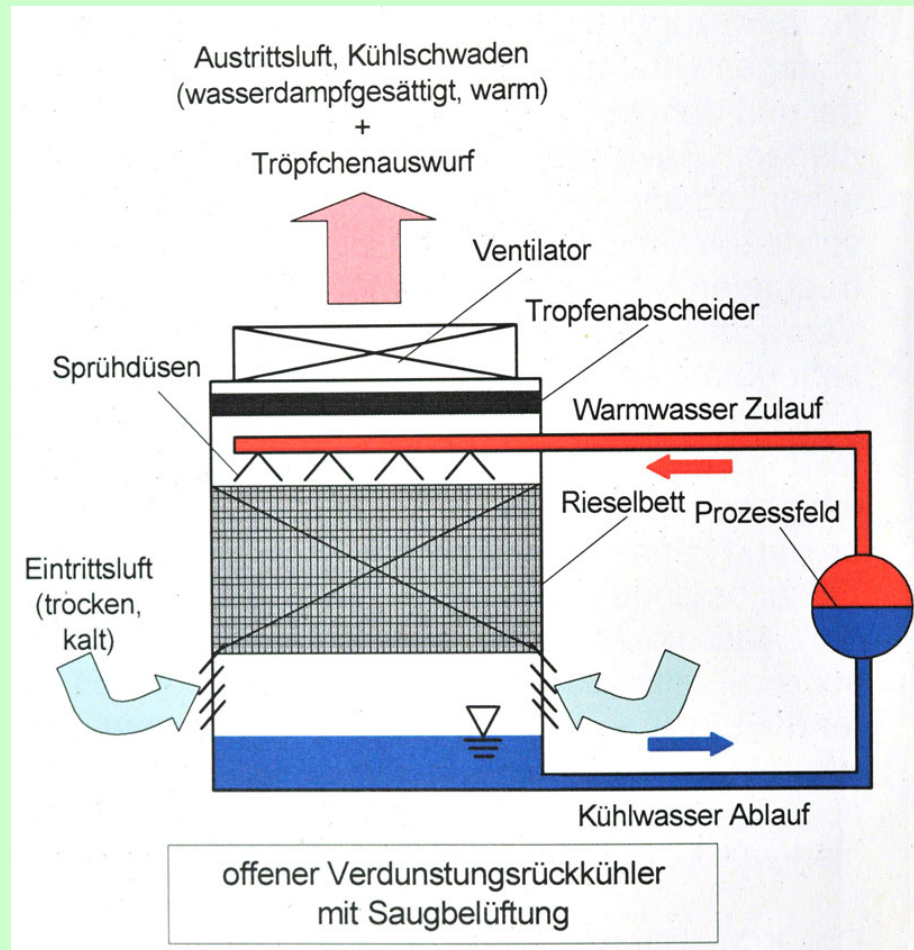
### Vermeidung von Legionellenwachstum

- Bau und Betrieb des Warmwasserinstallationssystems nach dem Stand der Technik (DVGW Arbeitsblatt W 551, UBA-Empfehlungen, Untersuchungspflicht nach TrinkwV, Maßnahmewerte festgelegt)
- Warmwasser heiß halten
  - mind. 60 °C am Warmwasserbereiter
  - mind. 55 °C in den Leitungen
- Kaltwasser kalt halten: < 20 °C
- Für Trinkwasser geeignete Materialien verwenden (KTW + W 270)
- In Schwimm- und Badebecken ausreichende Aufbereitung und Desinfektion



# Technische Wassersysteme

## Rückkühlsysteme



Quelle: Fembacher et al., 2007

## Rückkühlssysteme

Faktoren, die zur Besiedlung beitragen:

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

Faktoren, die zur Infektionsgefahr beitragen:

- Aerosolaustrag
- empfindliche Personen im Umfeld

### 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	65	5	?

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

## Rückkühlsysteme

Vermeidung von Besiedlung und Austrag:

- Bau nach dem Stand der Technik  
(u. a. Reinigungsmöglichkeiten, Materialwahl,  
Vermeidung von Stagnation)
- regelmäßige Wartung und Reinigung  
inklusive mikrobiologischer Untersuchungen
- keine Betriebsunterbrechung ohne Wartung und  
Reinigung
- Wassermanagement zur Verhinderung des Wachstums  
von Mikroorganismen  
ggf. (kontinuierlicher) Biozideinsatz
- effektive Aerosolabscheidung

## Rückkühlsysteme

Regelwerke zum ordnungsgemäßen Betrieb + Wartung

- VDI 3803 (1998) RLT Anlagen für Fertigungsstätten
- VDI 6022  
Blatt 1 (2006):  
Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte  
Blatt 2 (2007):  
Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte -  
Messverfahren und Untersuchungen bei Hygienekontrollen und  
Hygieneinspektionen
- VDMA-Merkblatt: Hinweise und Empfehlungen zum Betrieb und  
zur Wartung von Verdunstungskühlanlagen  
VDMA Einheitsblatt 24649 Hinweise und Empfehlungen zum  
wirksamen und sicheren Betrieb von Verdunstungskühlanlagen  
(Legionellen!)
- Europa: BAT Reference document (= BVA = beste  
verfügbare Technik) Industrial Cooling systems

## Rückkühlssysteme

Studie des Bayerischen Landesamtes für  
Gesundheit und Lebensmittelsicherheit in 2004

- schlechte Wartung und Reinigung
- nur ca. 1/3 der Betreiber: mikrobiol. Untersuchungen (davon nur 1/3 regelmäßig)
- nur ca. 1/4 der Betreiber: regelmäßige (2x/a) Reinigung

## Rückkühlssysteme

Studie des Bayerischen Landesamtes für  
Gesundheit und Lebensmittelsicherheit in 2004

- 238 Proben aus 199 Verdunstungskühlanlagen
- in 13 % der Proben Legionellen nachgewiesen  
(niedere mittlere Proben temperatur 22 °C)
- in 95 % der Proben Legionellenkonz. < 1000 KBE/100 ml
- starke kurzzeitige Schwankungen
- Hauptreservoir der Legionellen ist der Biofilm
- Wiederaufnahme des Betriebs nach Unterbrechung  
besonders kritisch

## Rückkühlsysteme

### Zusammenfassung und Ausblick

- Gefährdung durch Legionellenwachstum in Rückkühlsystemen gegeben
- allg. technische Regeln zum ordnungsgemäßen Bau und Betrieb vorhanden  
(spez. Regeln werden erarbeitet: KRdL Dachrichtlinie „Messen und Bewerten von Legionellen“ (VDI 4250 Blatt 2), VDI 2047 Blatt 2 „Hygienischer Betrieb von Rückkühlwerken“)
- Umsetzung in der Praxis schlecht  
(Ausnahme Kraftwerke?)
- gesetzliche Verpflichtung notwendig?
- Registrierung von Rückkühlsystemen?  
(hilfreich im Ausbruchsfall zur schnellen Identifikation der Infektionsquelle)



