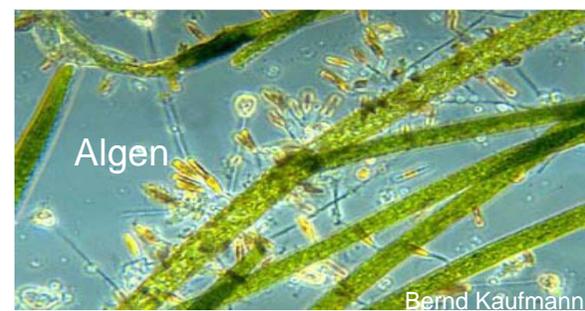


# Hygiene in technischen Wassersystemen am Beispiel Legionellen

Dr. Simone Schulte

# Mikroorganismen

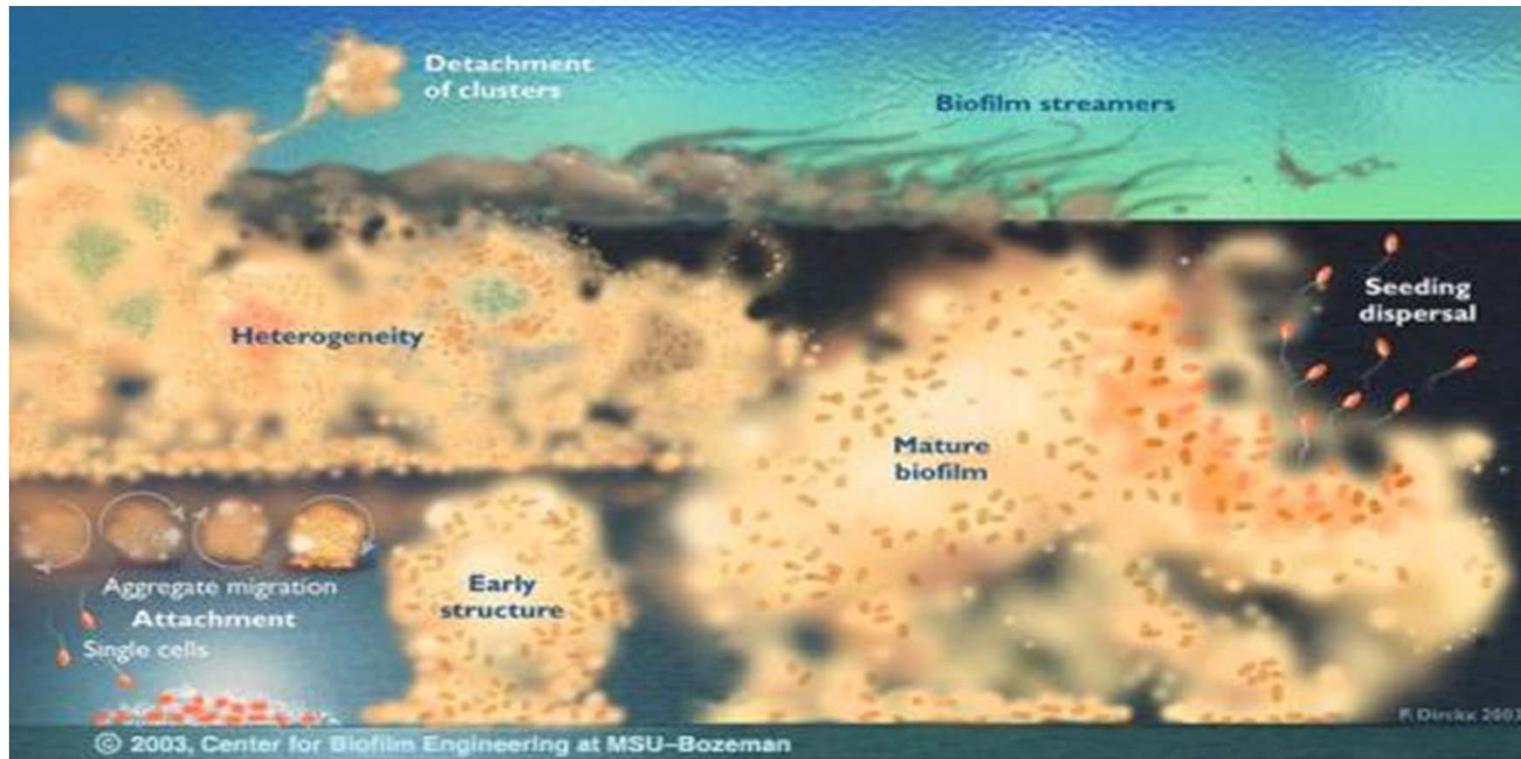


## Vermehrung von Mikroorganismen ist abhängig von

- Wasser / Feuchtigkeit
- Nährstoffe  
(Wasser, Materialien, Luft)
- Temperatur  
(psychro-, meso-, thermophil)
- Wasserstoffionen-Konzentration  
(= pH-Wert)
- Zeit  
(Stagnation / Durchströmung / Oberfläche)
- Biozid / Desinfektionsmittel  
(bakterizid, viruzid, fungizid, algizid, ... )

# Biofilm

Der natürliche Lebensraum von Mikroorganismen ist der Biofilm



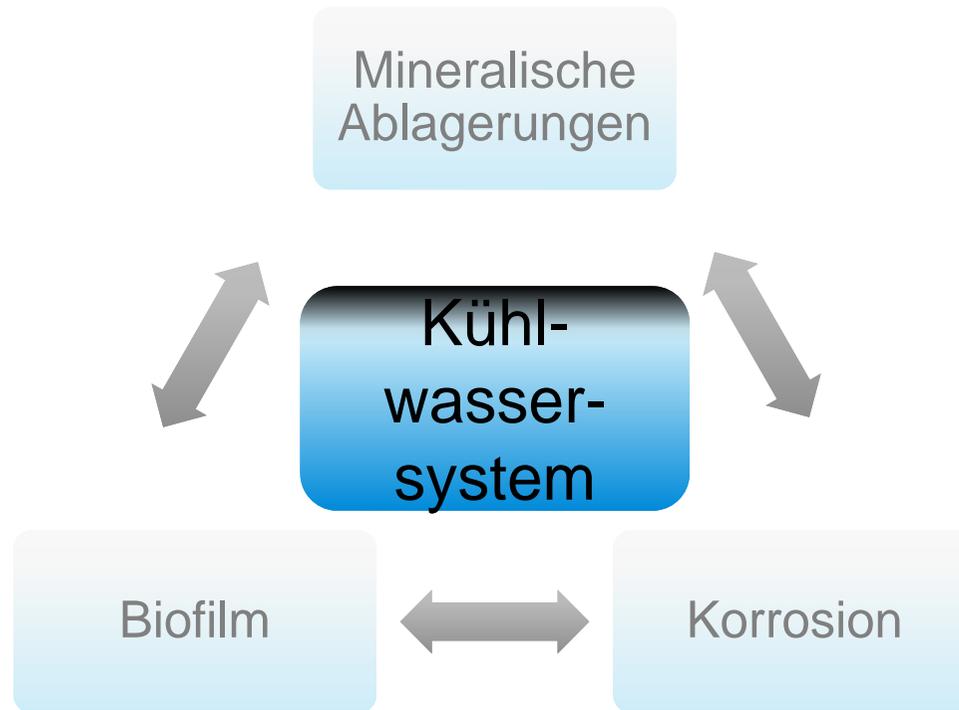
## Biofilm

### Der natürliche Lebensraum von Mikroorganismen ist der Biofilm

- Biofilme sind an Grenzflächen auftretende Ansammlungen von Mikroorganismen, die in eine wasserhaltige Matrix aus selbst gebildeten extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) eingebettet sind
- Biofilme bestehen überwiegend aus
  - Wasser (bis zu 95 % der gesamten Biofilm-Masse)
  - EPS (bis zu 95 % der Trockenmasse)
  - Mikroorganismen (ggf. vielzellige Organismen)
  - eingebettete Partikel (anorganisch, organisch)
- allgemeine Bezeichnung des makroskopischen Erscheinungsbildes von Biofilmen: Schleim, Belag, Bewuchs, Aufwuchs
- Gelegentlich können auch Krankheitserreger (z. B. Legionellen, *Pseudomonas aeruginosa*) zumindest temporär im Biofilm vorhanden sein

## Ablagerungen in Kühlsystemen

Finden an Grenzflächen statt und sind durch Komplexität und Dynamik charakterisiert

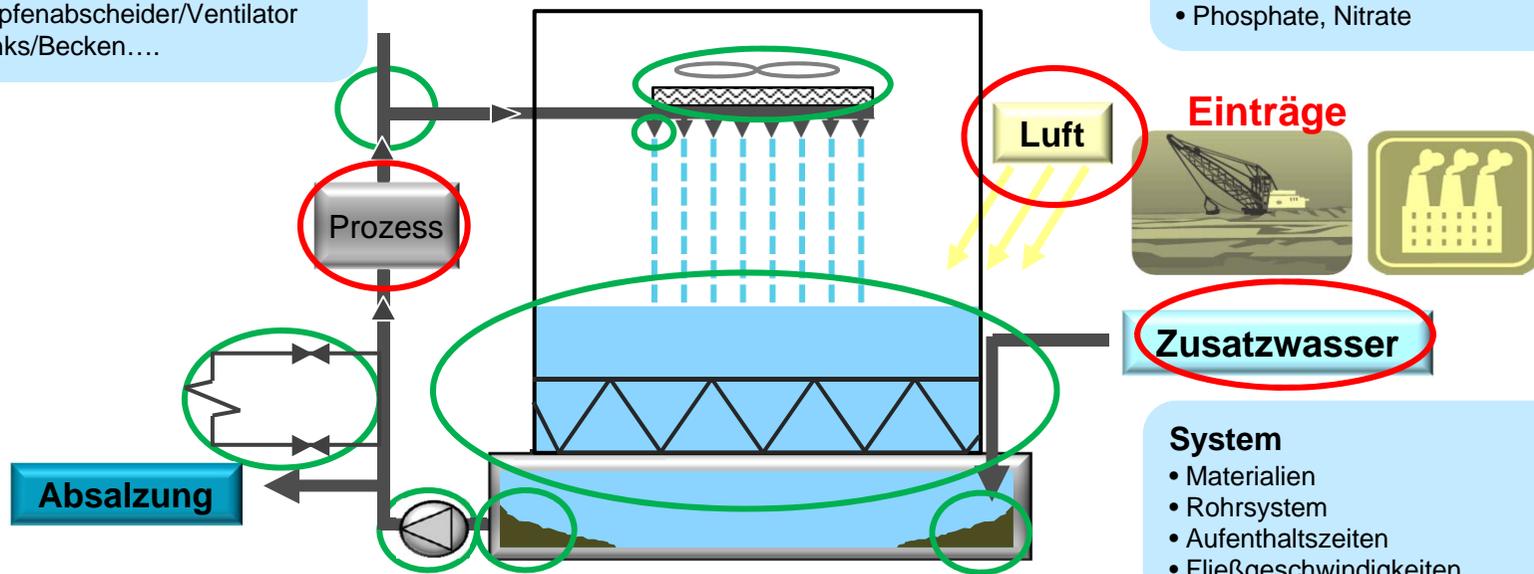


# Wo bildet sich Biofilm? Welche Faktoren verstärken die Biofilmbildung?

## Kontaminationsquellen

- Totenden, Stagnation
- Filter, Siebe
- Tasse/Einbauten
- Tropfenabscheider/Ventilator
- Tanks/Becken....

## Einnistung & Vermehrung



## Nahrungsquellen

- Prozesseinbrüche
- Zusatzwasser
- Dreck, Blätter, Insekten
- Phosphate, Nitrate

## Einträge



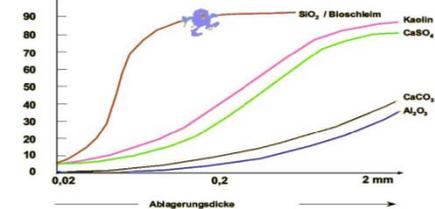
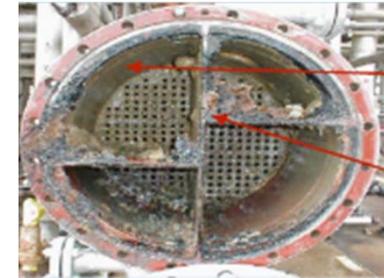
## Zusatzwasser

## System

- Materialien
- Rohrsystem
- Aufenthaltszeiten
- Fließgeschwindigkeiten

## Nachteilige Effekte von Biofilmen in Kühlwassersystemen

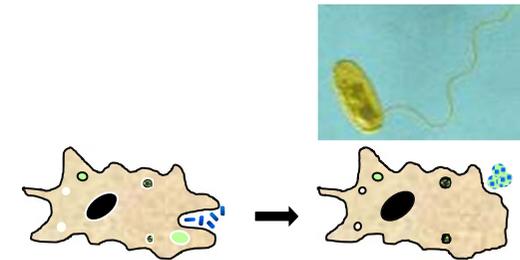
- Mechanisches Verstopfen der Rohre, von Wärmeübertrager-Oberflächen und Kühleinbauten mit lebendiger oder toter Biomasse
- Verlust der Wärmeleitfähigkeit durch Aufbau einer Isolationsschicht
- Verlust der Kühlturmleistung
- Mikrobiologisch beeinflusste/induzierte Korrosion
- Mechanische Zerstörung von Kühltürmen
- Qualitätsverlust bei direkt gekühlten Produkten
- Hygienerisiko durch Freisetzung pathogener Organismen



## Mikrobiologische Grundlagen zu Legionellen

### Allgemeine Grundlagen

- Gramnegative, nicht sporenbildende, stäbchenförmige Bakterien
- Obligat aerob
- Beweglich durch Flagellen
- Vermehrung intrazellulär in Einzellern wie Amöben und menschliche Makrophagen
- Vermehrungstemperatur: 25°C bis 45°C, maximale Vermehrungsrate zwischen 37°C und 43°C
- Heterotrophe Bakterien, die Aminosäuren als Kohlenstoffquelle verwerten und keine Kohlenhydrate
- Etwa 50 Legionellenarten mit 60 Serogruppen
- Mindestens 17 Arten mit ca. 30 Serogruppen humanpathogen
- *Legionella pneumophila* humanpathogenetisch wichtigste Art, am häufigsten Serogruppe 1
- neu auftretende ("emerging") Krankheitserreger (bekannt seit 1977)



## Legionellen als Krankheitserreger

- *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 epidemiologisch wichtigste Art und Serogruppe
- Verantwortlich für ca. 90% der menschlichen Legionellose
- Nach Technischer Regel für biologische Arbeitsstoffe (TRBA 466):  
Risikogruppe 2
  - Können Krankheiten hervorrufen
  - Verbreitung der Infektionserreger in der Bevölkerung unwahrscheinlich
  - wirksame Vorbeugung oder Behandlung normalerweise möglich
- Übertragung auf den Menschen:
  - durch Inhalation lungengängiger Aerosole (Tröpfchengröße  $<5 \mu\text{m}$ )
  - seltener durch Aspiration (z. B. beim Schwimmen)
  - sehr selten extrarrespiratorisch (z. B. Wundinfektion)
  - direkte Übertragung von Mensch zu Mensch gilt bisher als ausgeschlossen

## Klinik der Legionellenerkrankungen - Legionellose

Kriterien	Legionärskrankheit (schwere Verlaufsform)	Pontiac-Fieber (leichte Verlaufsform)
Erkrankungsquote	1-5 % der Exponierten	95 % der Exponierten
Inkubationszeit	2-10 Tage	1-2 Tage
Initialsymptome	Unwohlsein, Kopfschmerzen, Frösteln, Muskelschmerz, trockener Husten, kaum Auswurf	Unwohlsein, Kopfschmerzen, Frösteln, Muskelschmerz, trockener Husten, kaum Auswurf
akuter Verlauf	39 ° C - 41 ° C Fieber, Schüttelfrost, Brustschmerzen, Atemnot, Leibschmerzen, Durchfall, Verwirrtheit	Fieber, Brustschmerzen, Verwirrtheit
Lungenerkrankung	Lungenentzündung (atypische Pneumonie)	keine Lungenentzündung
Organbeteiligung	Niere, Leber, Magen, Nervensystem	keine
Letalität	5-15 % (ohne Therapie > 15 %)	keine

## Mögliche Infektionsquellen

### Kombination: Erwärmtes Wasser und Aerosol

- Whirlpools
- Duschen
- Waschbecken
- Springbrunnen
- Nebelmaschinen in Supermärkten
- Autowaschanlagen
- Anlagen mit Prozesswasser (Papier-, Zellstoffproduktion)
- Feuchte Böden, Blumenerde
- **Verdunstungskühlanlagen mit Kühlwassersystemen**

Auszug aus VDI 4250 

# Legionellen in der Presse

**Tod durch Dampf aus Kühltürmen**  
24 Menschen infiziert mit Legionella-Bakterien

**Sieben Tote nach Ausbruch der Legionärskrankheit**  
Verdacht: Chemiefabrik könnte Infektionsherd sein - 59 Infizierte

**Sieben Tote nach Ausbruch der Legionärskrankheit**  
Verdacht: Chemiefabrik könnte Infektionsherd sein - 59 Infizierte

**Fünf Tote durch Legionärskrankheit in Spanien**  
In einem spanischen Hospital sind fünf Menschen an der Legionärskrankheit gestorben. Die Infektion habe sich über die Luft ausgebreitet, erste Legionärskrankheit (sp)

**In Portugal tödliche Legionärskrankheit**  
LISABON, 14. November. Die bislang schlimmsten Ausbrüche der Legionärskrankheit in Portugal sind Freitag sieben Personen weitere Todesfälle werden der Gesundheitsbehörde gemeldet. Die Legionärskrankheit ist in Verbindung mit einer

**WESER KURIER**  
TAGESZEITUNG FÜR BREMEN UND NIEDERSACHSEN

76 Rückkühlanlagen ausfindig gemacht  
Bremer Behörden suchen weiter nach Legionellen-Quelle

Von Sabine Doll - 09.04.2016 - 0 Kommentare

Noch immer ist die Legionellen-Quelle in Bremen nicht gefunden. Die Behörden gehen von einer Rückkühlanlage als Ursache aus. Um sie ausfindig zu machen, war eine Meldefrist eingeführt worden. Bislang konnte keine weitere Anlage gefunden werden.

**WAZ**  
Legionellen in Warstein fordern drittes Todesopfer

Legionellen in Warstein fordern drittes Todesopfer

Legionellen in Warstein fordern drittes Todesopfer

**WELT ONLINE**  
14.01.10 | MEDIZIN  
**Legionellen-Infektion fordert fünftes Todesopfer**

In Um und Neu-Ulm sind inzwischen fünf Menschen an einer Legionellen-Infektion gestorben. Der Erreger war eine hochbetagte Frau. Inzwischen haben die Behörden mehr als 60 infizierte Personen von ihnen konntaeilerdings das Krankenhaus schon wieder verlassen.

**UV-Licht stoppt gefährliche Viren**  
Neues Verfahren tötet Legionellen

Die Zahl der Todesfälle d Erkrankungen in Um und Neu-Ulm auf fünf erhöht. Am Mittwoch ist eine hochbetagte Frau gestorben, die Vorerkrankungen gehabt und der Alb-Donau-Kreis Inzwischen seien den Behörden 60 infizierte Personen bekannt, aber nur noch, weil neue Verfahren Knapp die Hälfte aus den Krankenhäusern entlassen. Bei der Suche nach der Infektionsquelle keine Fortschritte. Experten fordern die Abluft von einer Kühlturmanlage als Ursache.

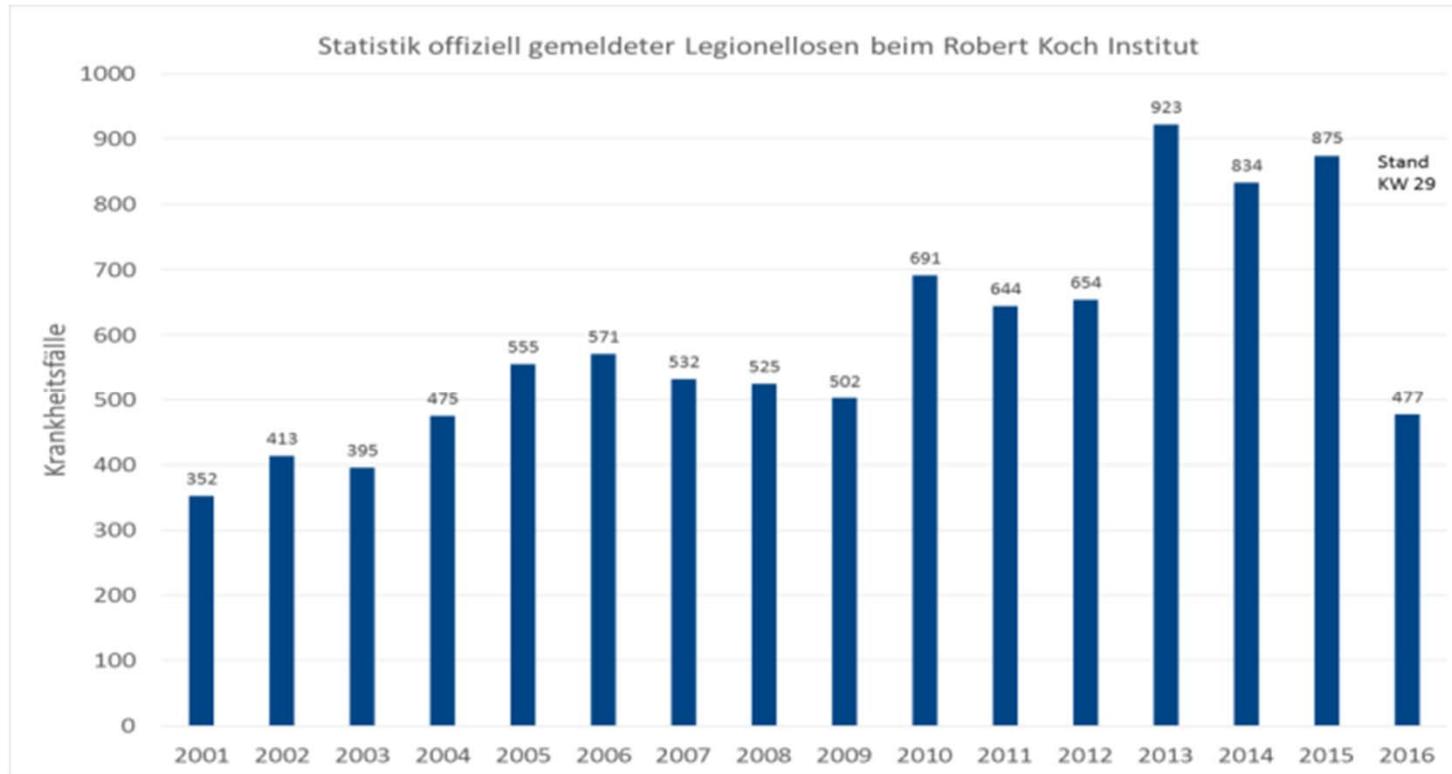
**Krankheitswelle in Nijmegen**  
Legionellen alarmieren die Behörden

Legionellen haben im Kreis Düren mehrere Fälle von Lungenentzündungen verursacht. Bei zwei Menschen führte die Lungenentzündung zum Tode. Ob sie aber tatsächlich an Legionellen erkrankt waren, ist unklar.

Neues Legionellen-Problem?

**ENVIROCHEMIE**

## Epidemiologische Situation in Deutschland Gemeldete Fälle beim Robert Koch Institut



Schätzungen der tatsächlichen Erkrankungsfälle sind höher:

RKI:  
6.000 – 10.000  
Fälle/Jahr

CAPNETZ-  
Hochrechnung  
15.000 – 30.000  
Fälle/Jahr

2.000  
Todesfälle/Jahr  
→ Letalität ca. 10%

Innovation für Wassertechnik

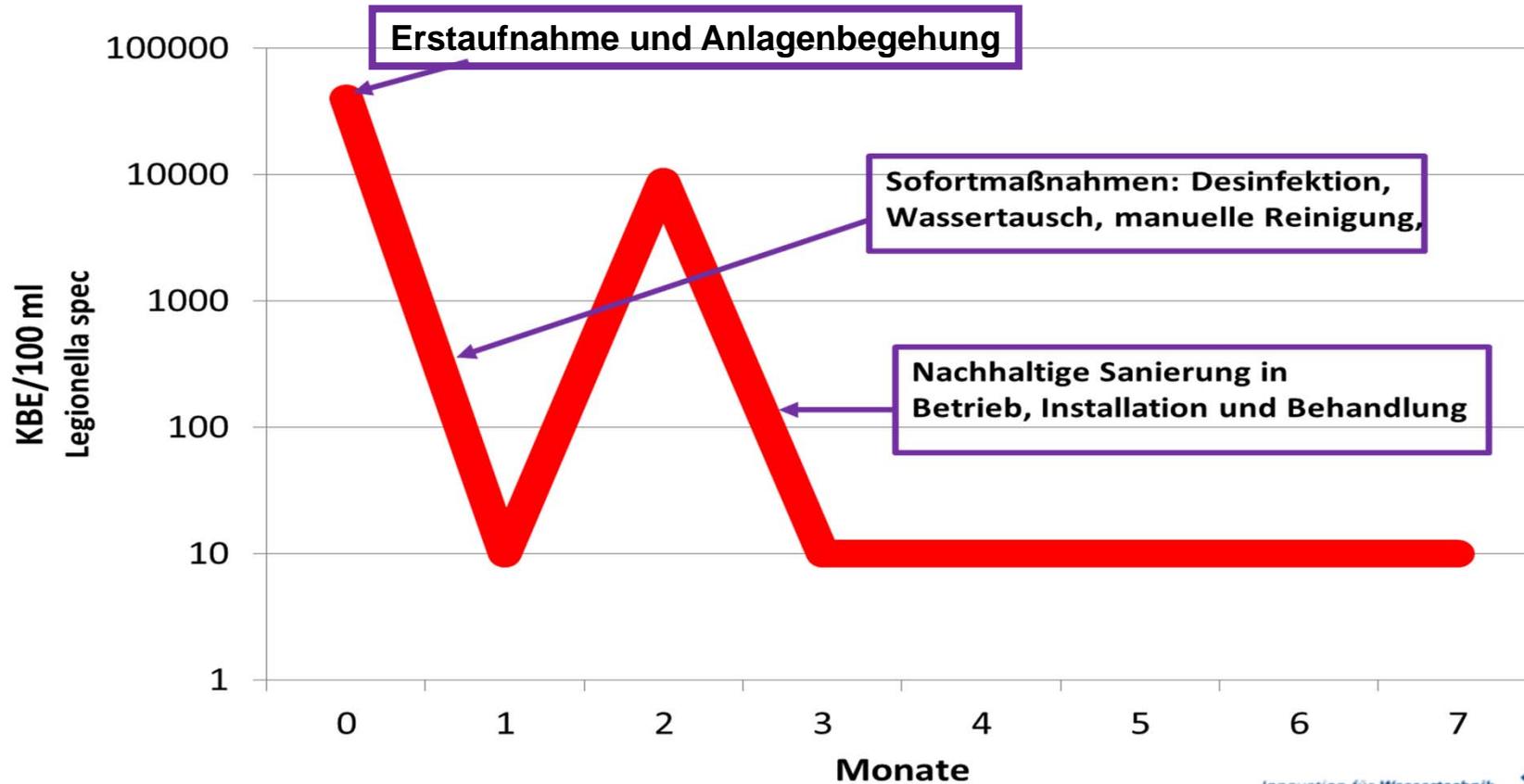


**ENVIROCHEMIE**

## Maßnahmen bei stark erhöhten Legionellen Konzentrationen

- **Sofortmaßnahmen**
  - Systemuntersuchung
  - Mechanische + Chemische Reinigung/Desinfektion
- **Mittelfristige Maßnahmen**
  - Anpassung von Installation & Betrieb
  - Geeignete chemische Behandlung
- **Dauerhafte Sanierung**
  - Regelmäßige Überwachung
  - Bei Bedarf weiter Korrekturmaßnahmen

## Legionellen Sanierung Beispiel Kühlsystem



### **Kreislauf Desinfektion\*:**

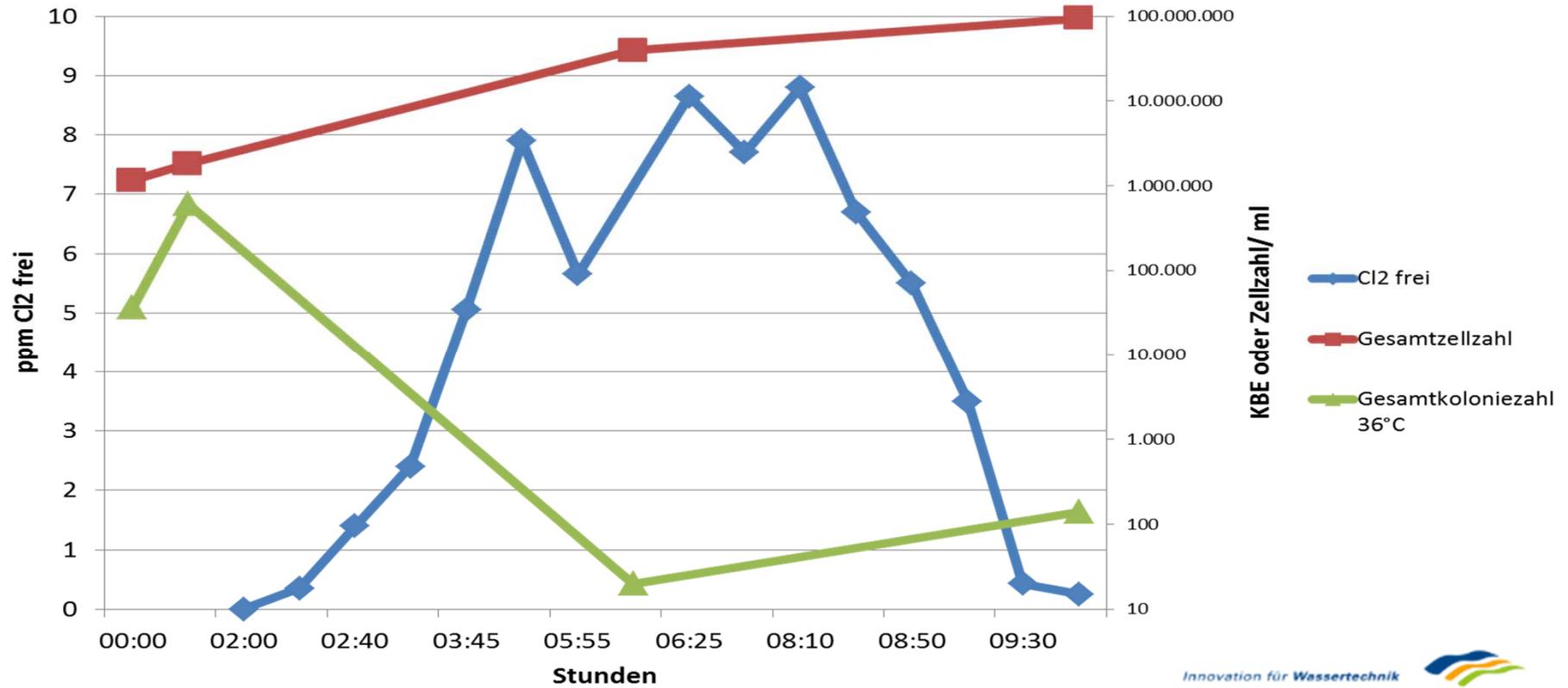
- **Einsatz eines speziellen Biodispersators**
- **Desinfektion mit hoher Konzentration oxidierender Biozide**
- **Durchströmung aller Systembereiche**
- **Neutralisation**
- **Wassertausch**

\* mehrfach notwendig vor und nach Kühlturmdesinfektion

### **Kühlturm Desinfektion:**

- **Grobe Vorreinigung**
- **Desinfektion mit Spezialschaum**
- **Neutralisation**
- **Spülung**

## Kreislauf Desinfektion



## Kühlturm Desinfektion mit Schaum



Innovation für Wassertechnik   
**ENVIROCHEMIE**



Vielen Dank.