

Analyse und hygienische Bewertung von Trinkwasserkontaminationen

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Lothar Erdinger

Akademischer Direktor
Universitätsklinikum Heidelberg
Zentrum für Infektiologie
Medizinische Mikrobiologie und Hygiene
Wasserlabor



Trinkwasser-Installation

miXuse - Fallbeispiel „Multifunktionales Gebäude“

OG 7	Penthouse-Komfort-Wohnungen (Dachgeschoß - Aufstockung)
OG 4-6	Mietwohnungen;
OG 5	Leerstand
OG 3	Pension (Hostel)
OG 2	Schlaflabor
OG1	Ärztehaus
EG	Restaurant; Shop; Fitness-Studio



Risikogruppen

Generell: kranke Menschen

Menschen mit geschwächtem Immunsystem

Ältere Menschen

Kinder

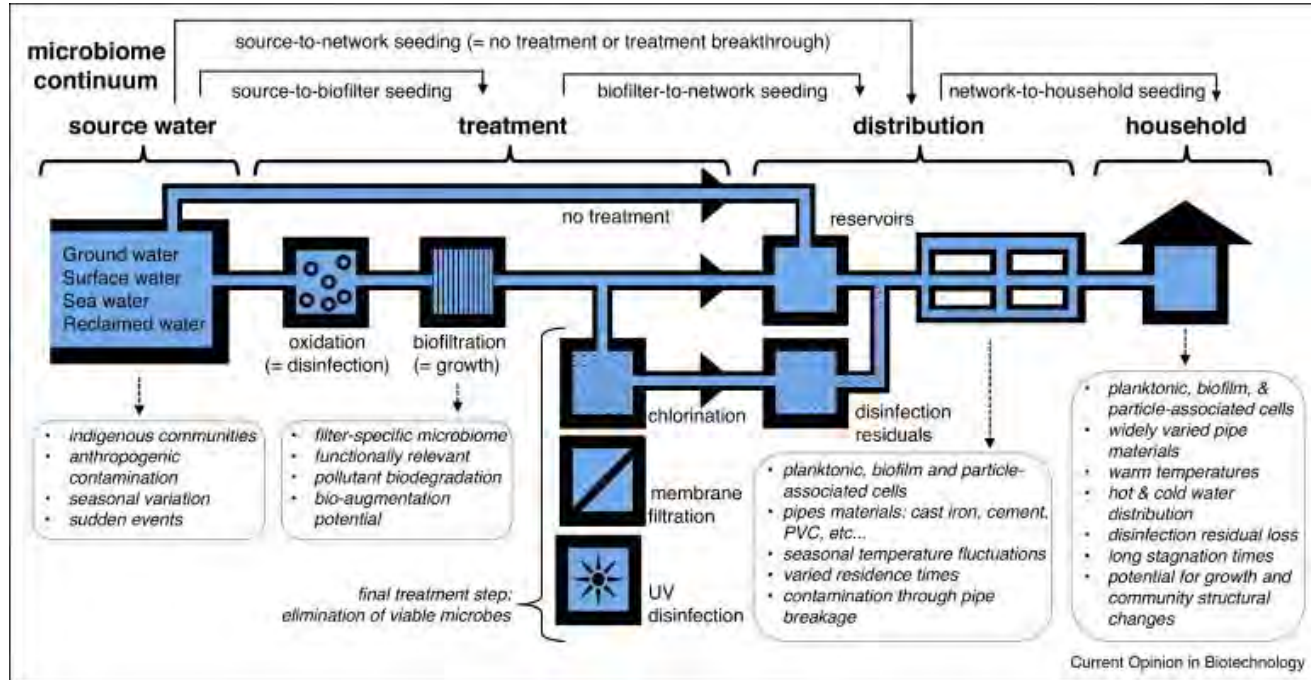
Schwangere

Sportler, Raucher, Alkoholiker.....

**„YOPI“ – Young, old, pregnant, immuncompromised
= ca. 20% der Bevölkerung**

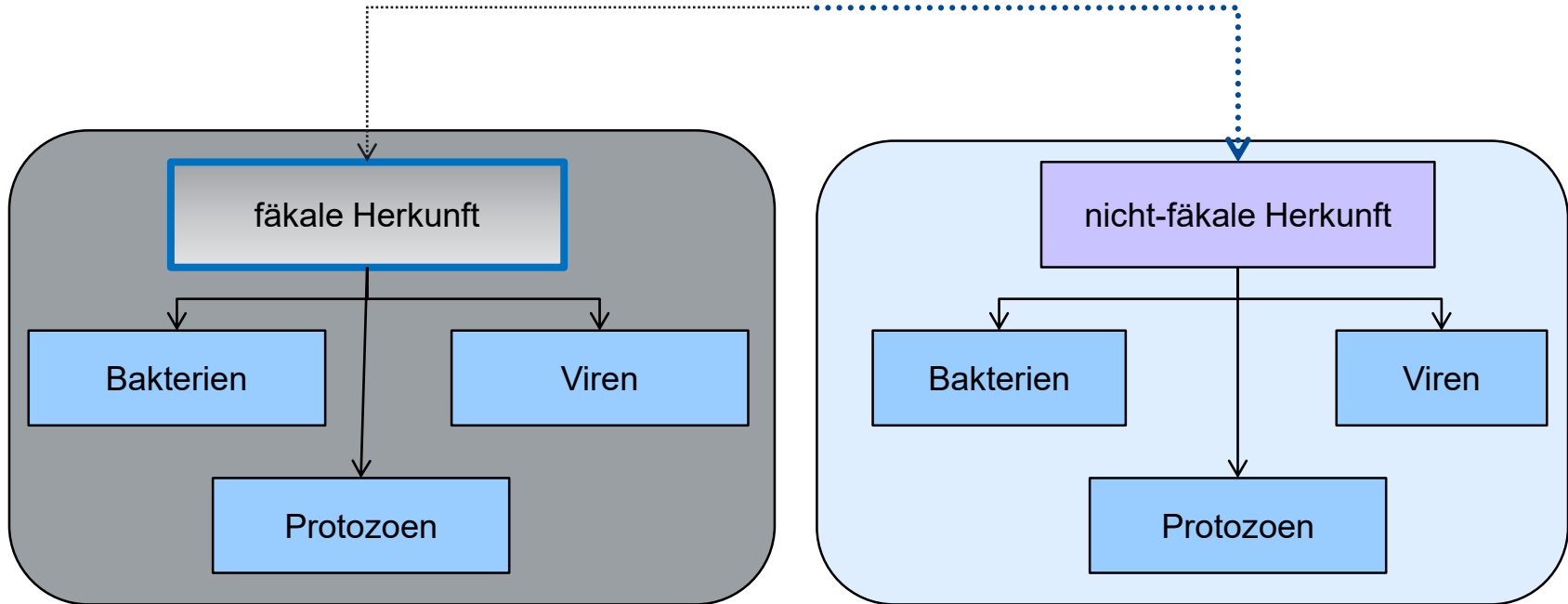
Ein Überblick...

Caitlin R Proctor, Frederik Hammes **Drinking water microbiology — from measurement to management** Current Opinion in Biotechnology, Volume 33, 2015, 87–94



Schematic overview of drinking water systems, highlighting major influences on microbial quantity and composition across the four stages of the microbiome continuum - source, treatment, distribution and household.

Mikroorganismen



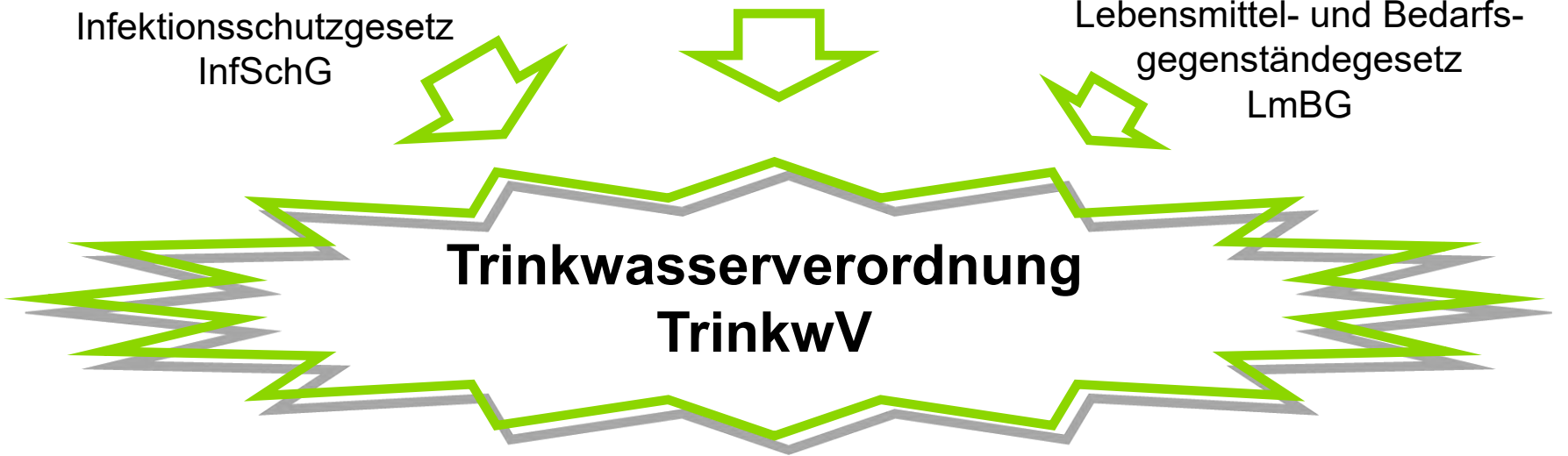
Rechtliche Anforderungen an das Trinkwasser

EU RiLi 98/83/EG

Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Infektionsschutzgesetz
InfSchG

Lebensmittel- und Bedarfs-
gegenstände-gesetz
LmBG



**Trinkwasserverordnung
TrinkwV**

Mikroflora in Trinkwasser

Grundwasser/Wasserflora



fakultativ/pathogene Keime

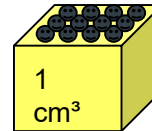


Bakterienzelle - 1 μm $\varnothing$

1 cm: 10.000 (10^4) Bakterienzellen

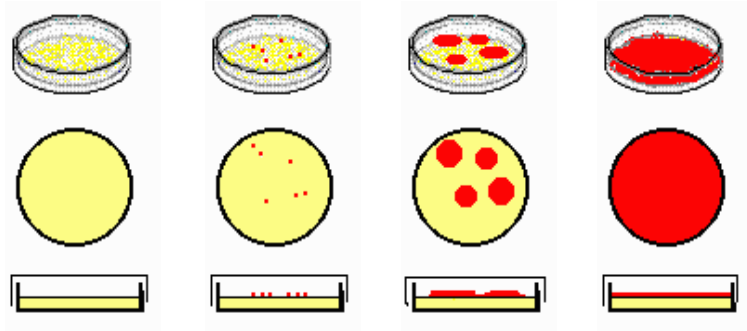


1 cm^2 : 10.000 x 10.000 =
100.000.000 (10^8) Bakterienzellen



1 cm^3 : 10.000 x 10.000 x 10.000 =
1.000.000.000.000
(10^{12}) Bakterienzellen

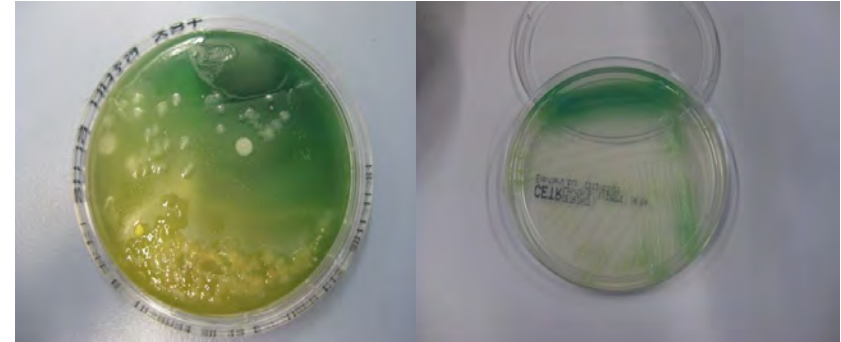
Wachstum und Kultur von Bakterien



Bakterienkultur:

Anzucht / Vermehrung von Bakterien auf einem geeigneten festen oder flüssigen

Nährboden



Cetrimid Agar:
fluoreszierende Kolonien mit blau-grüner Färbung

Temperaturverlauf im Leitungssystem

Anlage 1 zum Prüfbericht 16/02/1603886
Mikrobiologische Untersuchung

Entnahmestelle: Trinkwasseraufbereitungsanlage Grundmühle
Entnahmedatum: 17.02.2016
Eingang im Labor: Nummer 1603886, 17.02.2016

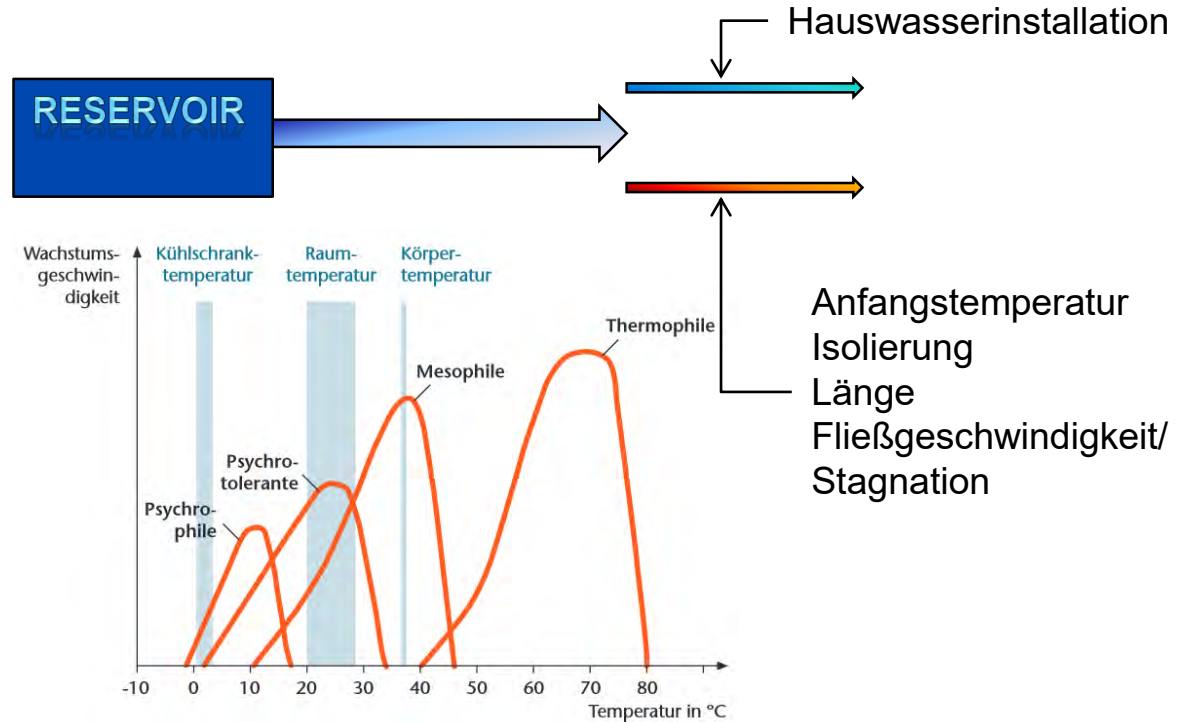
Mikrobiologische Untersuchung (Anlage 1 - Lfd. Nr. 1 und 2 - und Anlage 3 - Lfd. Nr. 4, 5 und 10) der Trinkwasserverordnung (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001) von 2001, aktueller Stand

Lfd. Nr.	Parameter	Dimension	Probenbezeichnung Trinkwasseraufbereitungs- anlage Grundmühle Reinwasser E-Nr. 1603886	Grenzwert gemäß Trinkwasser- verordnung 2001	Methode
Mikrobiologie:					
	Analysenbeginn		17.02.2016	-	-
	Desinfektion = Chlorbleich	mg/l	0,06	0,2	DIN 38409-6: 1999-06
	Entnahmetemperatur	°C	0,4	-	DIN 38409-6: 1999-12
10	Koloniezahl bei 22°C	KBE/lml	0	100 *)	TrinkwV 2001 (2001), Anl. 5, Tab. 4, B1-B5
	Koloniezahl bei 36°C	KBE/lml	0	100	
1	Escherichia coli	KBE/100ml	0	0	DIN EN ISO 9298-1 (4/12): 2004-12
6	Coliforme Bakterien	KBE/100ml	0	0	DIN EN ISO 9298-1 (4/12): 2004-12
2	Enterokokken	KBE/100ml	0	0	DIN EN ISO 7899-2 (6/13): 2006-11
4	Clostridium perfringens (einschließlich Sporen)	KBE/100ml	0	0	TrinkwV 2001 (2001), Anl. 5, Tab. 4, B1-B5

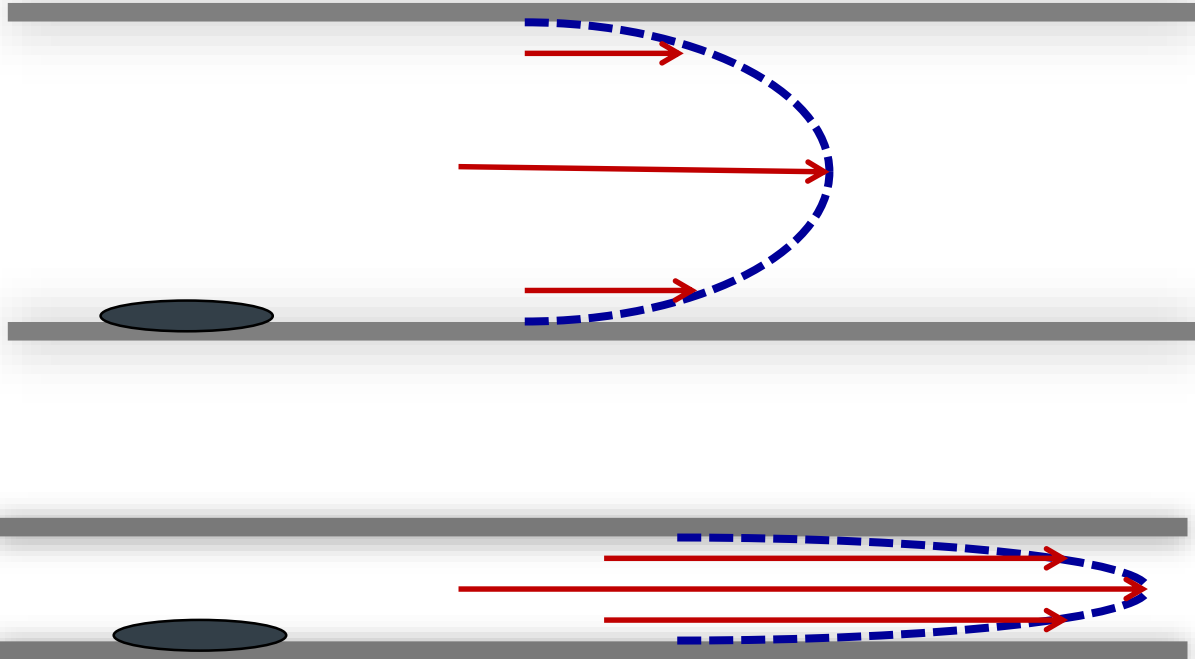
KBE = koloniebildende Einheiten

*) 20 KBE/lml: unmittelbar nach Abschluss der Aufbereitung im definierten Wasser;
1000 KBE/lml: bei Wasserversorgungsanlagen mit weniger als 10 mTTag zur eigenen Nutzung
bei mobilen Versorgungsanlagen

CLG Chemisches Labor Dr. Graser KG, Goldfelden 5, 97453 Schöningen



Strömungsprofil (schematisch)



Trinkwasser-Installation

Multifunktionales Gebäude

Die in Planung befindlichen **Penthouse-Wohnungen** lassen nur eine **sporadische Nutzung** erwarten.

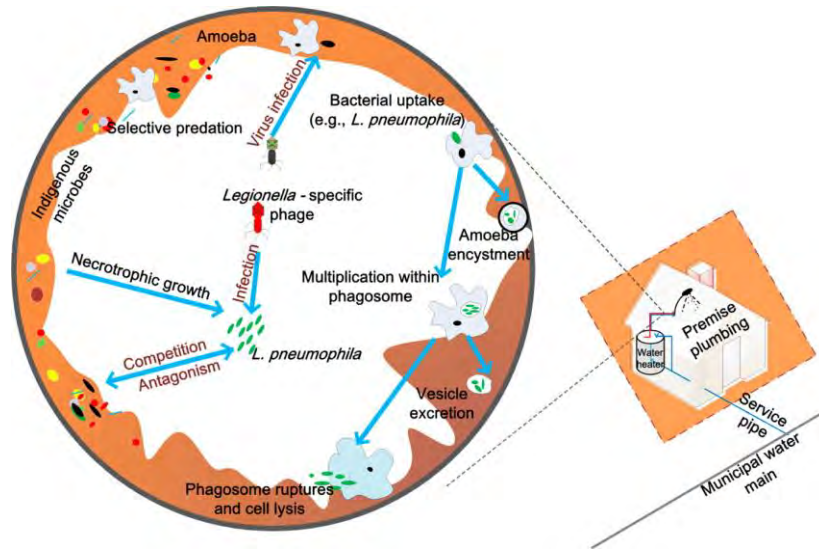
Die Ausstattung soll exklusive Bäder mit Doppel-Waschbecken, Whirlpool und Rainshower-Duschkssystemen beinhalten.

Bauherr und Makler wünschen die Komfortanforderung Stufe III nach VDI 6003.

Penthouse-Wohnungen



Premise plumbing as the idealized ecological niche for opportunistic pathogens.



Legionella pneumophila

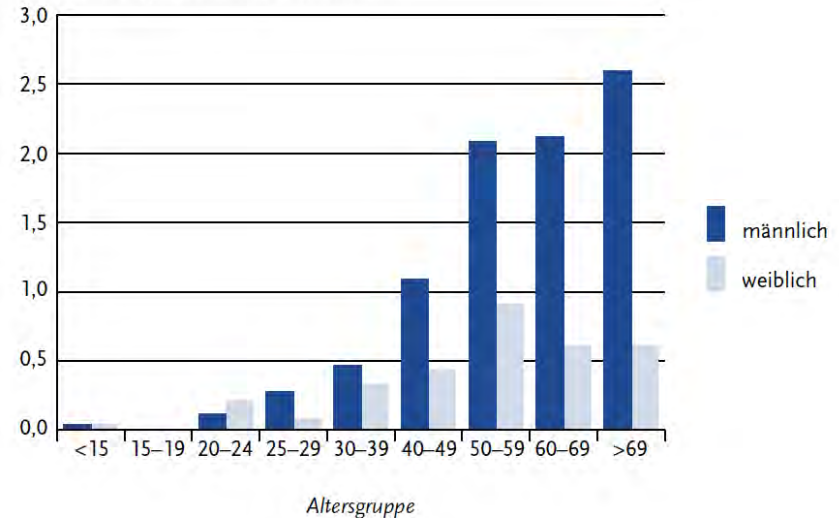


Risikofaktoren:

- Alter
- Geschlecht
- Serotyp
 - Zur Zeit sind 48 Arten und 70 Serogruppen bekannt.
- Wasserinstallation
 - Boilergröße
 - Wassertemperatur
 - stagnierendes WW
 -
- Aerosolbildung
- Jahreszeit
-

Legionellosen 2011 (n = 638)

Erkrankungen/100.000 Einwohner

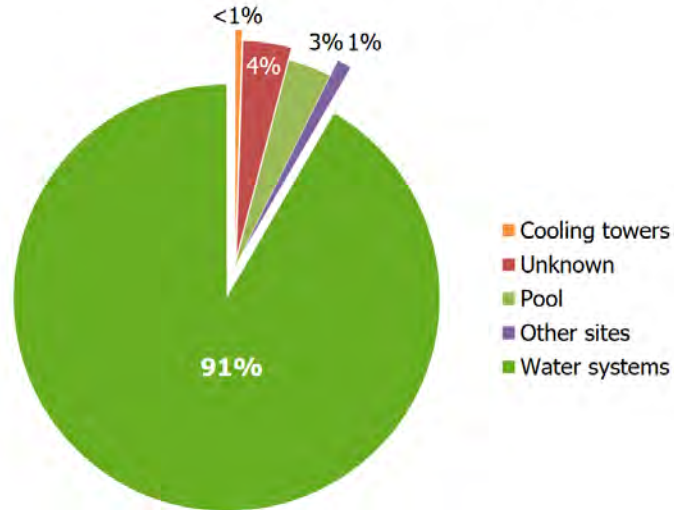


Legionellen in Europa

Legionnaires' disease in Europe – 2013

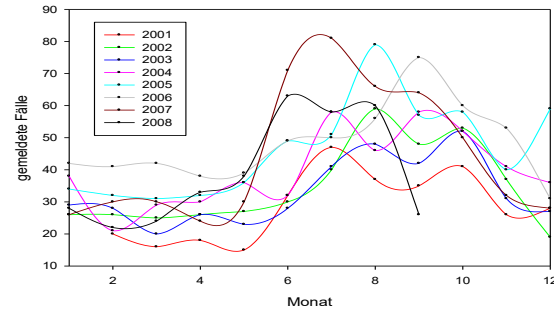
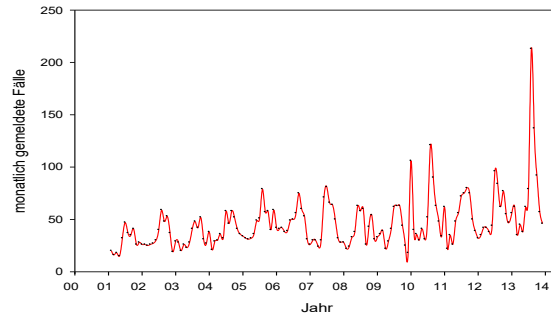
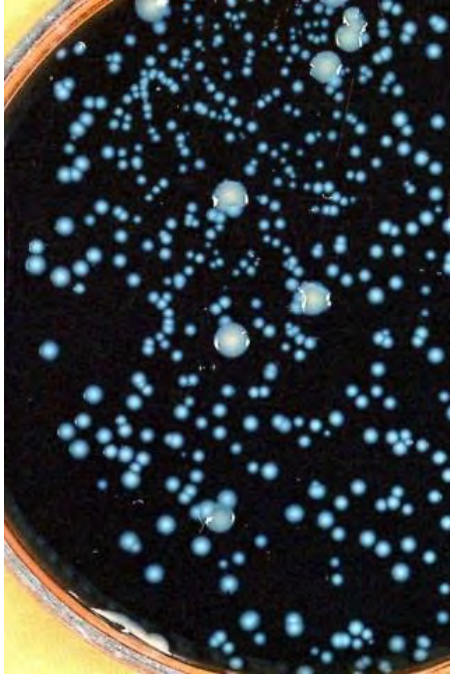
SURVEILLANCE REPORT

Figure 11. Distribution of sampling sites testing positive for *Legionella*, EU/EEA, 2013

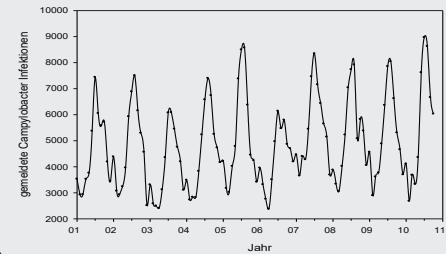
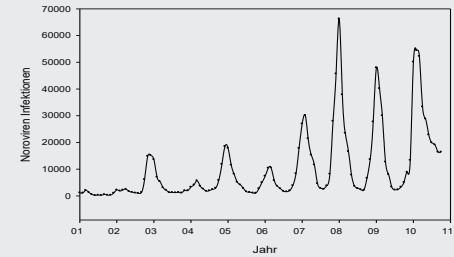


Legionellen Infektionen

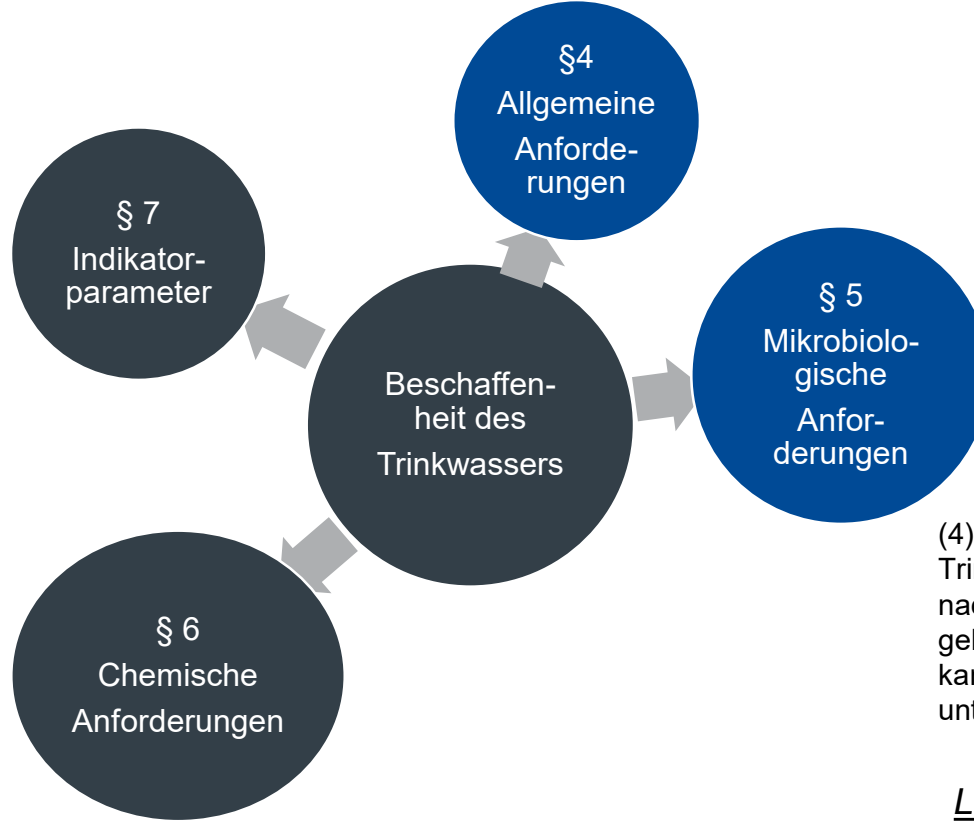
Monatlich gemeldete Fälle



zum Vergleich



2. Abschnitt der TrinkwV



(2) Der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage dürfen Wasser, das den Anforderungen nicht entspricht, **nicht als Trinkwasser abgeben und anderen nicht zur Verfügung stellen.**

→ kein Grenzwert für Legionellen

(4) Konzentrationen von Mikroorganismen, die das Trinkwasser verunreinigen oder seine Beschaffenheit nachteilig beeinflussen können, sollen so niedrig gehalten werden, wie dies nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung von Einzelfällen möglich ist.

Legionellen: → DVGW-Arbeitsblatt W 551

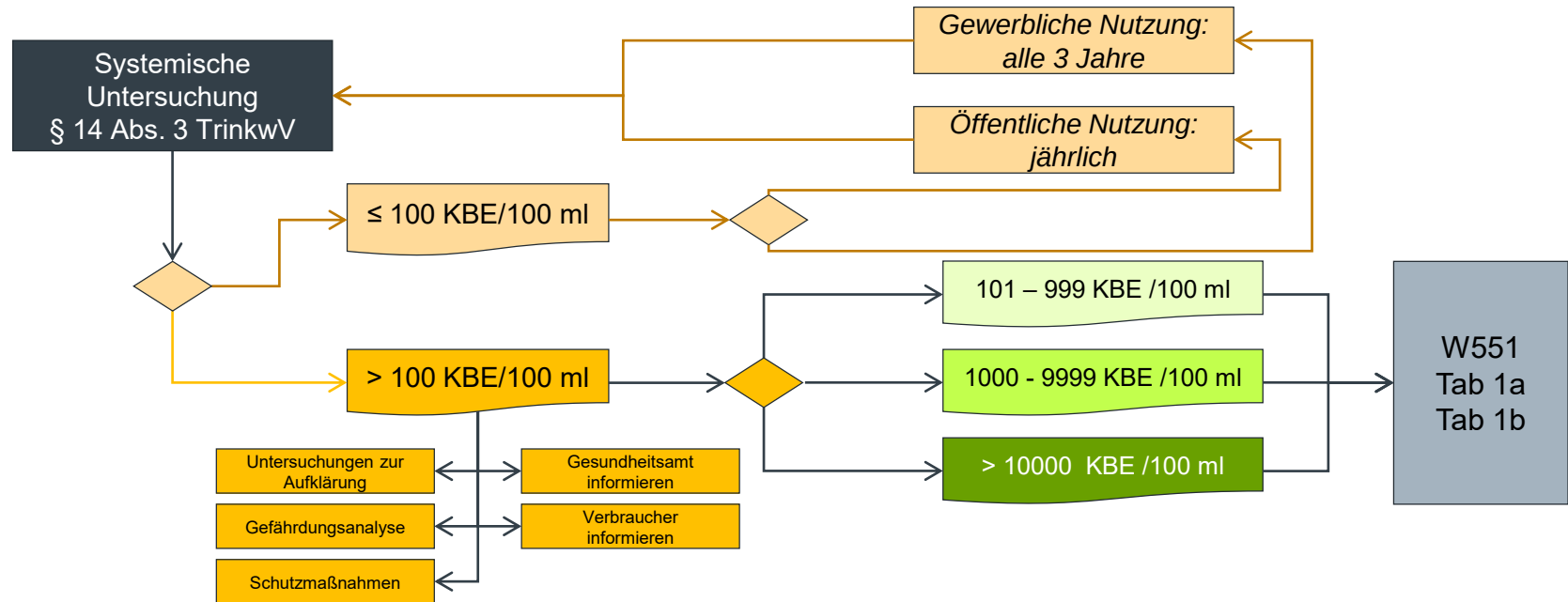
WICHTIG...

Legionellen und Temperaturen

- | | |
|----------------|--------------------------------------|
| • unter 20 °C | keine <u>nennenswerte</u> Vermehrung |
| • ab 20 °C | Wachstum möglich |
| • 30 bis 45 °C | optimales Wachstum |
| • ab 55 °C | Wachstum gehemmt |
| • ab 60 °C | beginnendes Absterben |
| • ab 70 °C | Absterben |

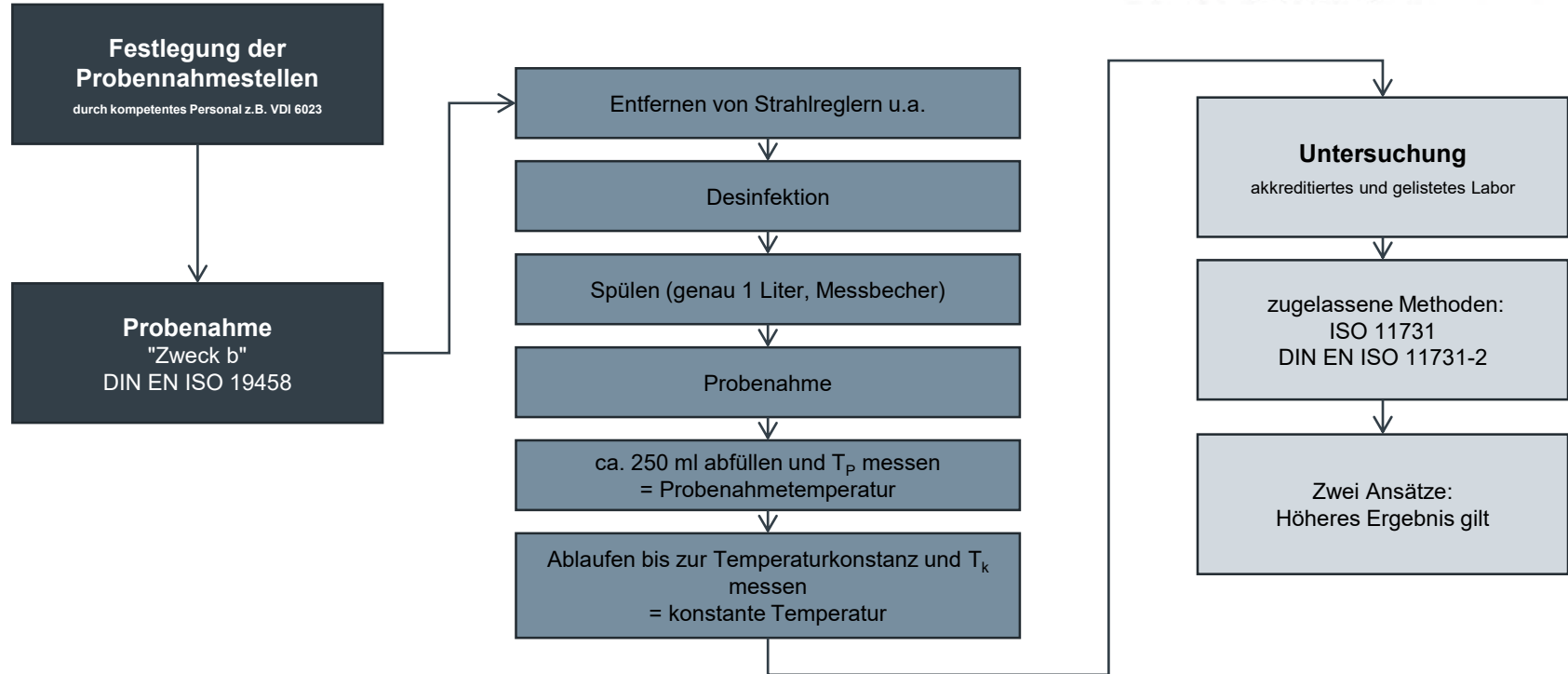
Legionellen

Systemische Untersuchung

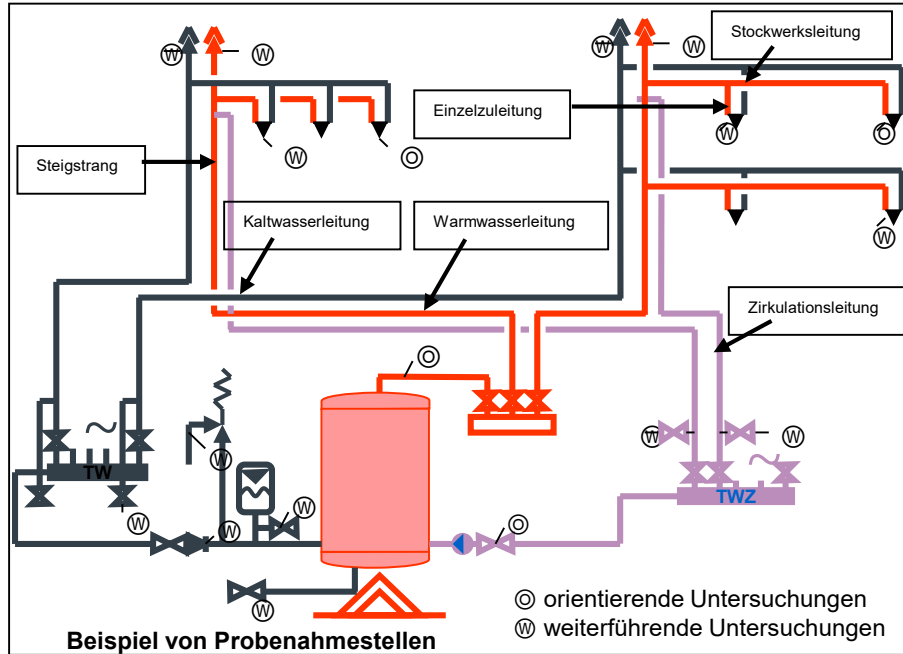


Geregelter Untersuchungsablauf

UBA-Empfehlung

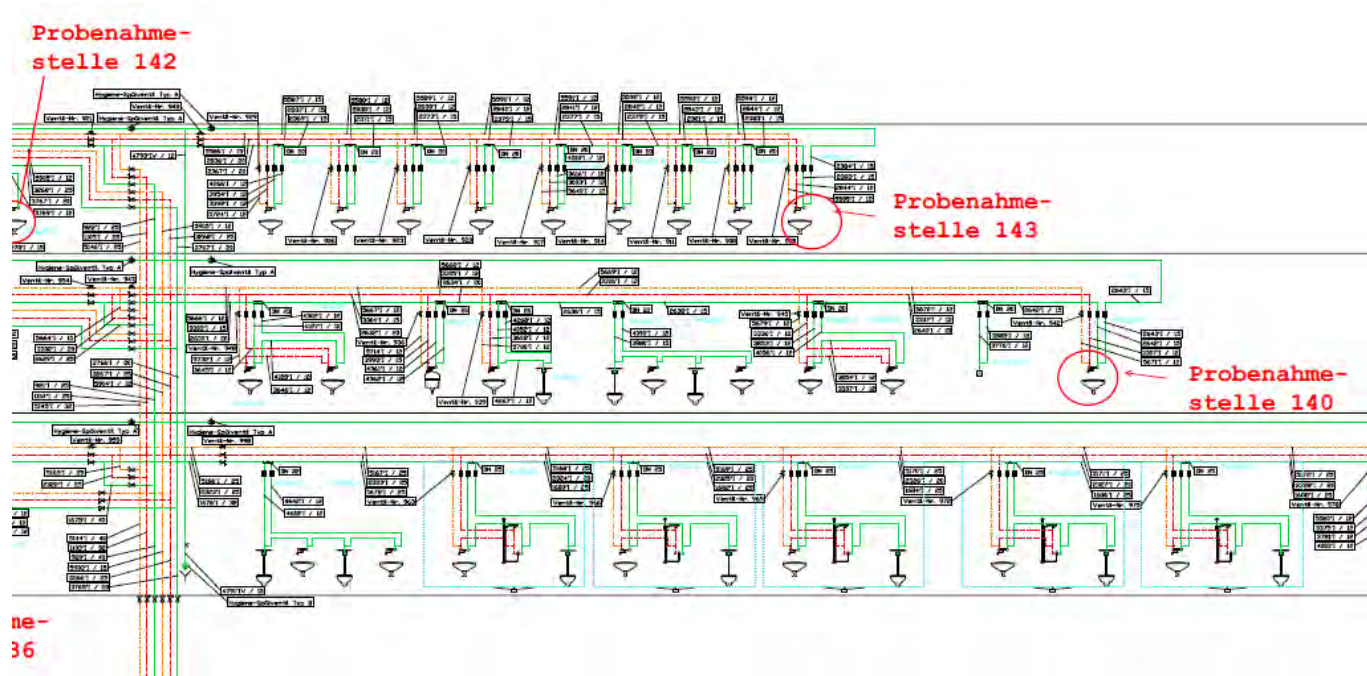


Legionellenuntersuchung



Quelle: Zentralverband Sanitär Heizung Klima, verändert

Bereits bei der Planung: Festlegung der Probenahmestellen



ne-
36

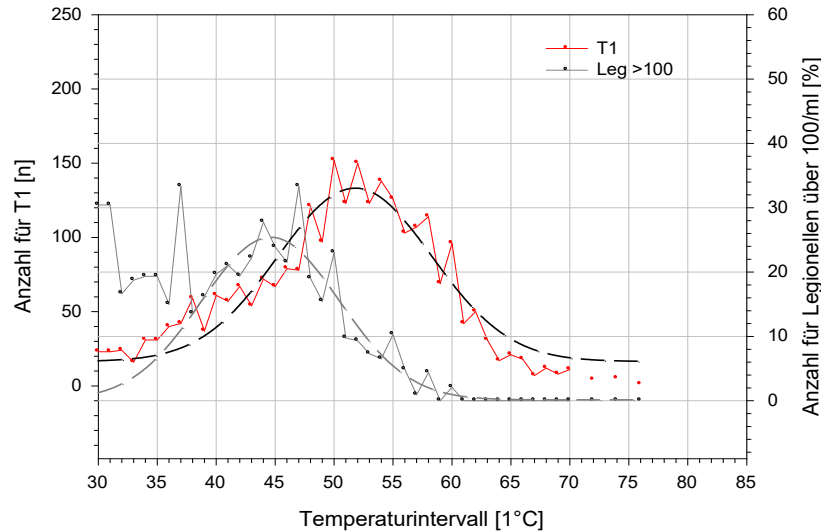
Dokumentation

Probenahmestellen

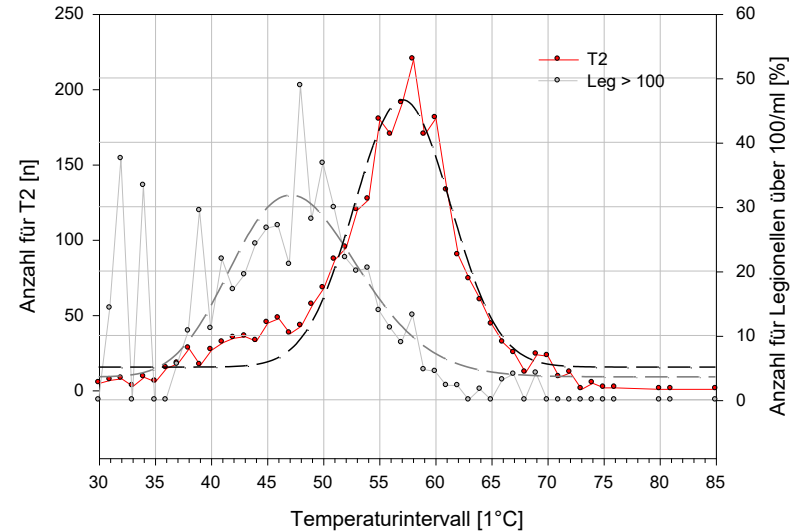


Eigene Legionellen – Untersuchungsergebnisse (2015, n = 2685)

T1 = Temperatur bei Probenahme

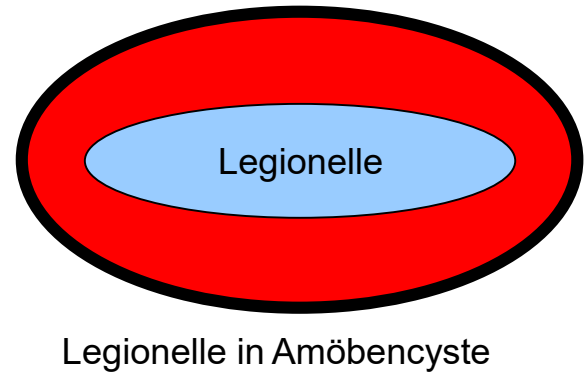
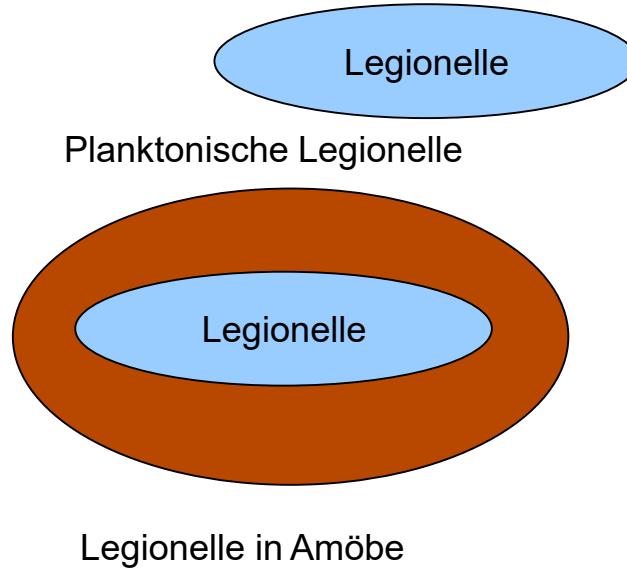
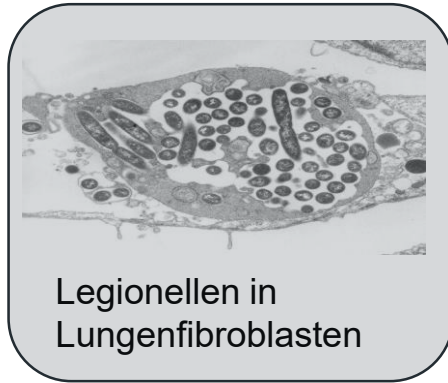


T2 = konstante Temperatur



Alle Untersuchungen nach UBA-Vorgabe.

Zusätzliche Schwierigkeiten

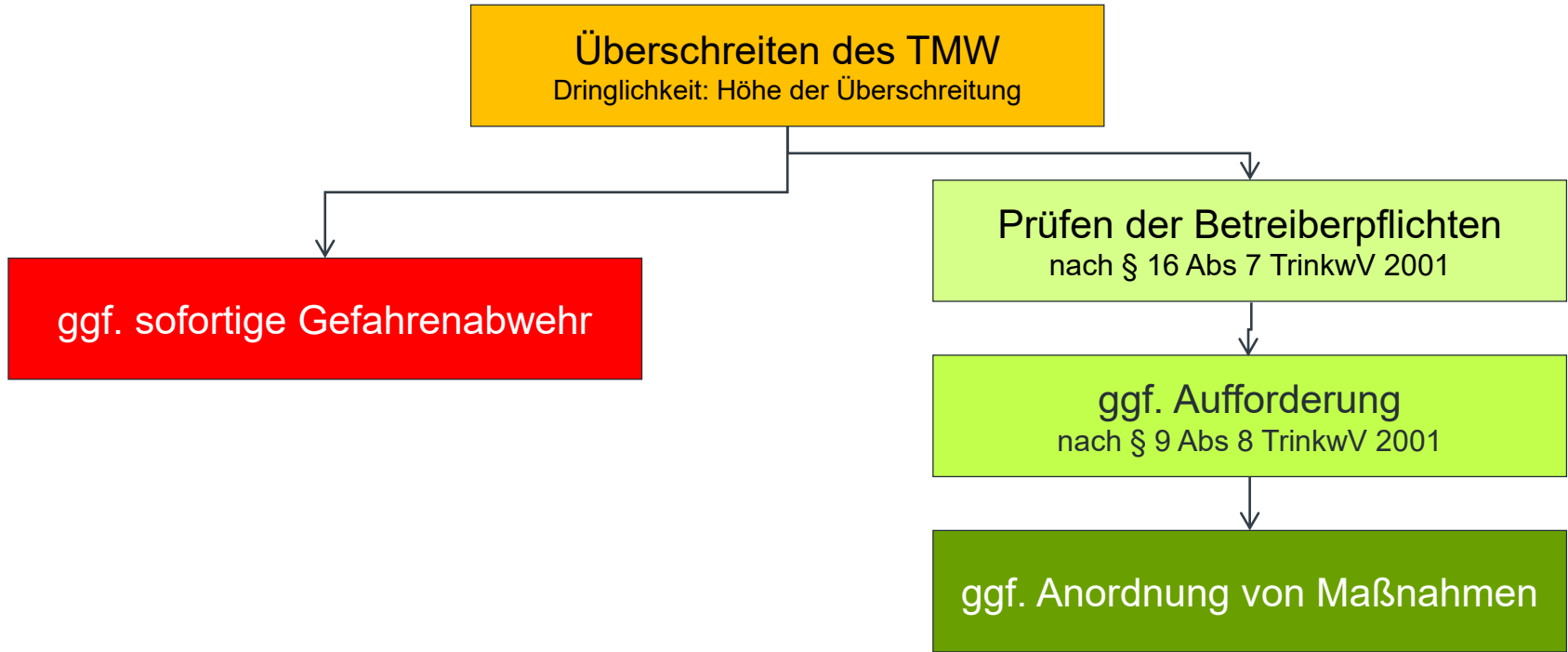


Nosokomiale Legionellose

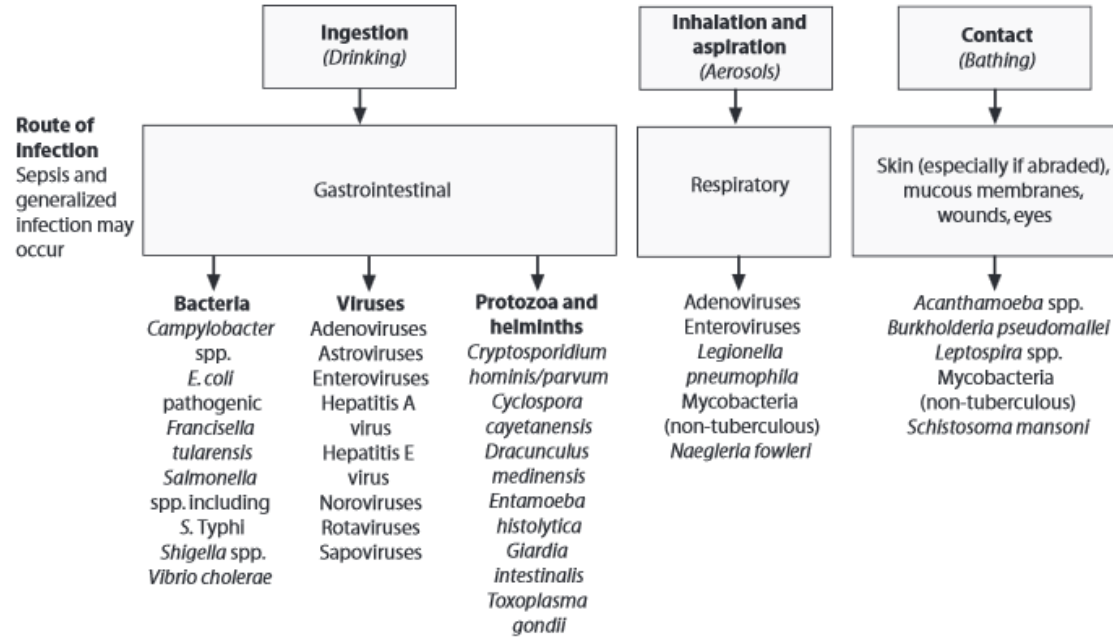


- ✓ übereinstimmende Legionellen-Isolate von Patient und Warmwasser-System

Rolle des Gesundheitsamtes



Wasserassoziierte Infektionswege



Pseudomonas aeruginosa
Legionella pneumophila

Trinkwasser-Installation

miXuse - Fallbeispiel „Multifunktionales Gebäude“



Temperaturverlauf im Leitungssystem

Anlage 1 zum Prüfbericht 16/02/1603886
Mikrobiologische Untersuchung

Entnahmestelle: Trinkwasseraufbereitungsanlage Grundmühle
Reinwasser

Entnahmedatum: 17.02.2016

Eingang im Labor: Nummer 1603886, 17.02.2016

Mikrobiologische Untersuchung (Anlage 1 - Lfd. Nr. 1 und 2 - und Anlage 3 - Lfd. Nr. 4, 5 und 10) der Trinkwasserverordnung (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001) von 2001, aktueller Stand

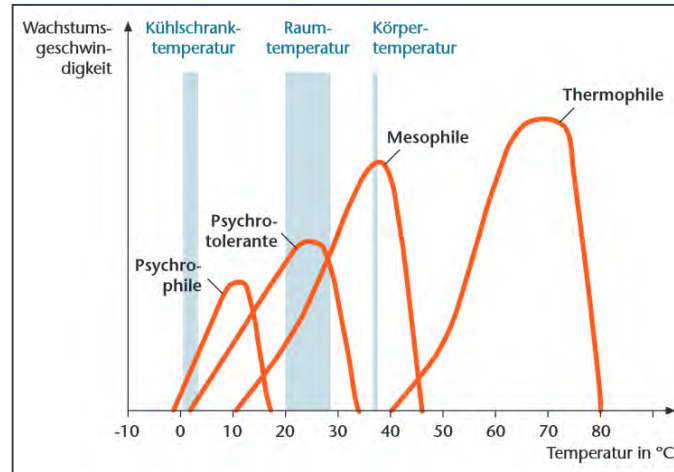
Lfd. Nr.	Parameter	Dimension	Probenbezeichnung Trinkwasseraufbereitungs- anlage Grundmühle Reinwasser E-Nr. 1603886	Grenzwert gemäß Trinkwasser- verordnung 2001	Methode
Mikrobiologie:					
	Analysenabgrenzung		17.02.2016	-	
	Desinfektion - Chlordioxid	mg/l	0,06	0,2	DIN 38409-6: 1999-06
	Entnahmetemperatur	°C	8,4	-	DIN 38409-6: 1976-10
10	Koloniezahl bei 22°C	KBE/1ml	0	100 *)	TrinkwV 2001 (2003), Anl. 5, Teil 1, 6f 160 3886
	Koloniezahl bei 36°C	KBE/1ml	0	100	
1	Escherichia coli	KBE/100ml	0	0	DIN EN ISO 9229-1 (11/12, 2016-12)
5	Coliforme Bakterien	KBE/100ml	0	0	DIN EN ISO 9229-1 (11/12, 2016-12)
2	Enterokokken	KBE/100ml	0	0	DIN EN ISO 7899-2 (01/12, 2005-11)
4	Clostridium perfringens (einschließlich Sporen)†	KBE/100ml	0	0	TrinkwV 2001 (2003), Anl. 5, Teil 1, 6f

KBE = Koloniebildende Einheiten

*) 20 KBE/1ml unmittelbar nach Abschluss der Aufbereitung im desinfizierten Wasser
1000 KBE/1ml bei Wasserversorgungsanlagen mit weniger als 10 m³/Tag zur eigenen Nutzung
bei mobilen Versorgungsanlagen

CLG Chemesches Labor Dr. Grasser KG, Goldstein 5, 97453 Schönlungen

RESERVOIR



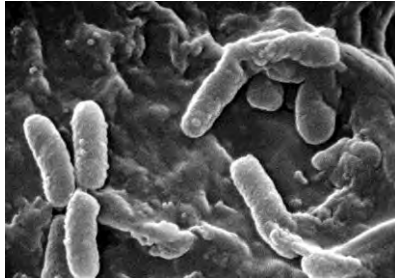
Hauswasserinstallation

Anfangstemperatur
Isolierung
Länge
Fließgeschwindigkeit/
Stagnation

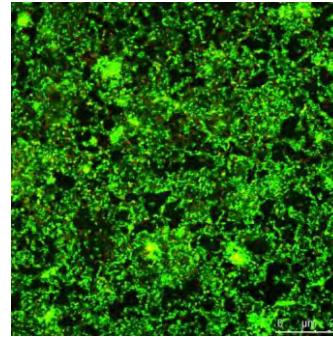
Pseudomonas aeruginosa

Biofilme

- *Pseudomonas aeruginosa*: gram-negativ, aerob, stäbchenförmig
- Opportunistischer Krankheitserreger
- Infektionen in Bädern: Infektionen der Haut, Ohren, Lunge.....
- Biofilm: komplexe bakterielle Struktur, die fest auf Oberflächen haftet.
- Extrazelluläre polymere Substanz (EPS): Schutz- und "Klebe"funktion für Biofilme.



Pseudomonas aeruginosa by scanning electron micrograph (SEM) Image from the CDC Public Health Image Library



Pseudomonas aeruginosa biofilm by confocal laser scanning microscopy

(Bestimmungsgemäßer) Betrieb

➤ Wasseraustausch innerhalb von 72 Stunden

Bei fehlenden Durchfluss:

- *ab 3 Tage:* Leitungen spülen
- *ab 4 Wochen:* Leitungen absperren, spülen
- *ab 6 Monate:* Absperren, spülen, ggf. reinigen und/oder desinfizieren, mikrobiologische Untersuchung

Pseudomonas aeruginosa

„Niststellen“

Strahlregler

Endauslässe: Ventile, Dichtungen, Kugellager

Teilzentrale Stränge der TW-Installation

Zentrale TW-Installationssysteme

u. U. öffentliches Wasserversorgungsnetz



Jede Sanierung ist Einzelfallbetrachtung und kann sehr schwierig sein.

Fakultativ pathogener Erreger

- Hervorragende Anpassung an Umweltbedingungen:
Sehr weit verbreitet
 - z.B. bei bis zu 8% der Bevölkerung (im Stuhl)
- Aufnahme durch Kontakt und Inhalation
 - Haut/Wundinfektionen
 - Follikulitis
 - Lungenentzündung
 - (Mittelohrentzündung)



PA Virulenz

- befällt vor allem geschädigtes Gewebe
- führt zu Neutropenie
(Minderung neutrophiler Granulozyten,
unspezifische Immunabwehr)
- Hypo-Gammaglobulinämie (IgG)
- Medikamentöse Immunsuppression
- Mukoviszidosepatienten
- Nicht: Aids-Patienten

17. Mai 2010 21:32 Brasilien

Miss-World-Kandidatin gestorben

Eine antibiotikaresistente Infektion hat ein brasilianisches Model das Leben gekostet. Zuvor hatte die Krankheit Amputationen erfordert.

Ein brasilianisches Model, dem wegen einer Infektion Hände und Füße amputiert worden waren, ist in einem Krankenhaus gestorben. Der Zustand der 20-jährigen Mariana Bridi habe sich in der Nacht zum Samstag verschlechtert, am frühen Morgen sei dann der Tod eingetreten, erklärten die Behörden des Staats Espírito Santo. Als Todesursache wurden Komplikationen nach der vom Bakterienstamm *Pseudomonas aeruginosa* verursachten Infektion genannt. Das Bakterium ist gegen Antibiotika resistent.

ANZEIGE

5,2% Zins-
Sichere RC
Wohnimm
Euro und

50% auf L
Exklusiv &
Xperia Z1
netto mtl*

2 Hemden
Aus 100%
Jahren Ga
Preis nur



Bakterien in Wartestellung.....



Prof. Dr.-Ing. Günther Michael

Der Usl ist nun über die gesundheitliche Sachlage informiert.



Ansgar Borgmann

Was sagt der Sachverständige dazu?



Schnittstellen zum Anschlussvortrag (1)

- Die Probenahme zeigte eine hohe Legionellen-Konzentrationen nach dem Speicher vor dem PWH-Verteiler.
- Eine weitere Probenahme zeigte zeitlich veränderte Koloniezahlen.
- Neben Legionellen wurden auch Pseudomonaden festgestellt.
 - ❖ Welche Informationen werden an den SV weitergegeben?