

Desinfektion: die Lösung, letzte Massnahme oder eine trägerische Sicherheit in der Trinkwasserhygiene?

Antonia Eichelberg, MSc

8. Schweizer Hygienetagung, 24. Januar 2025

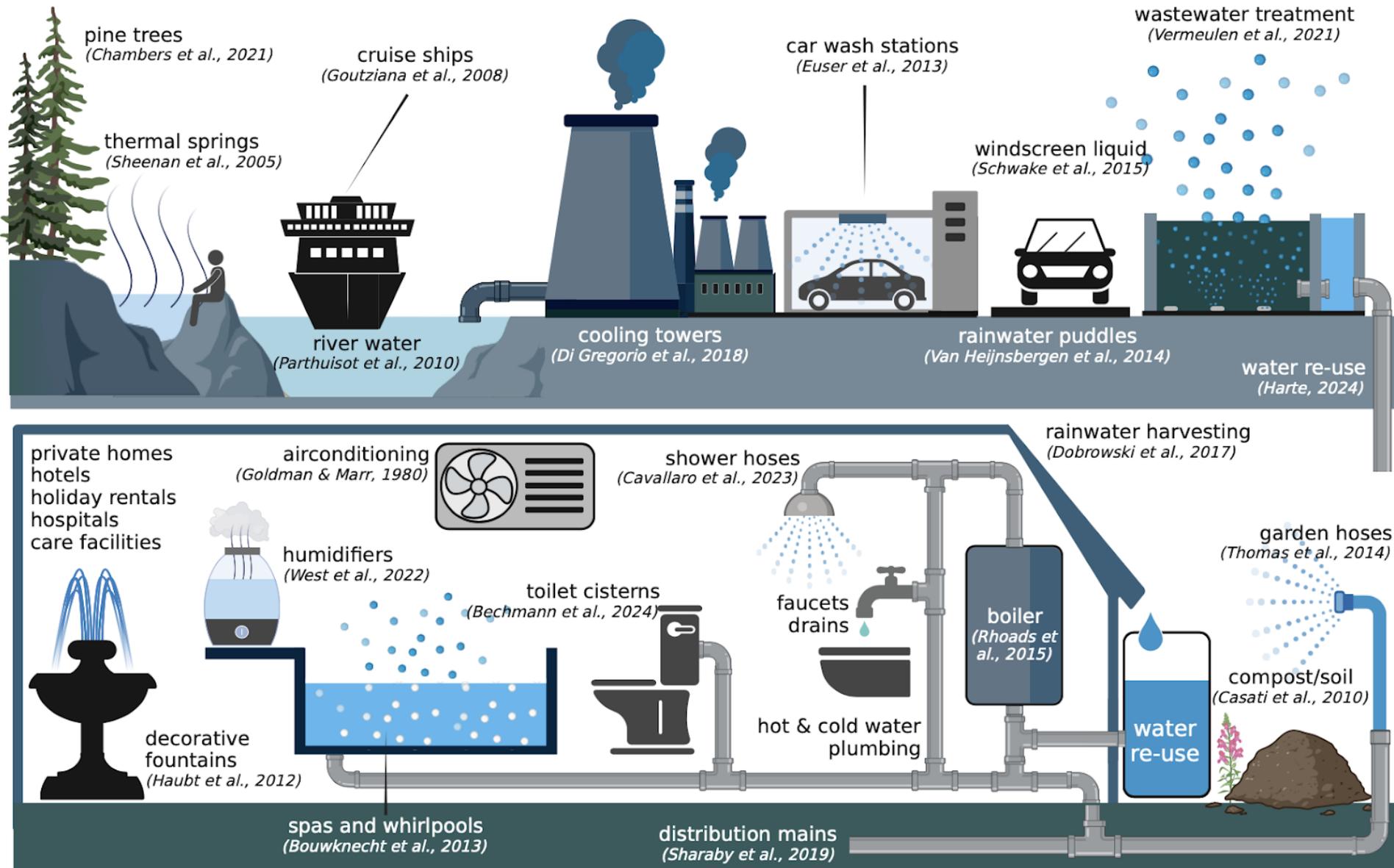
Verkehrshaus Luzern

Inhalt

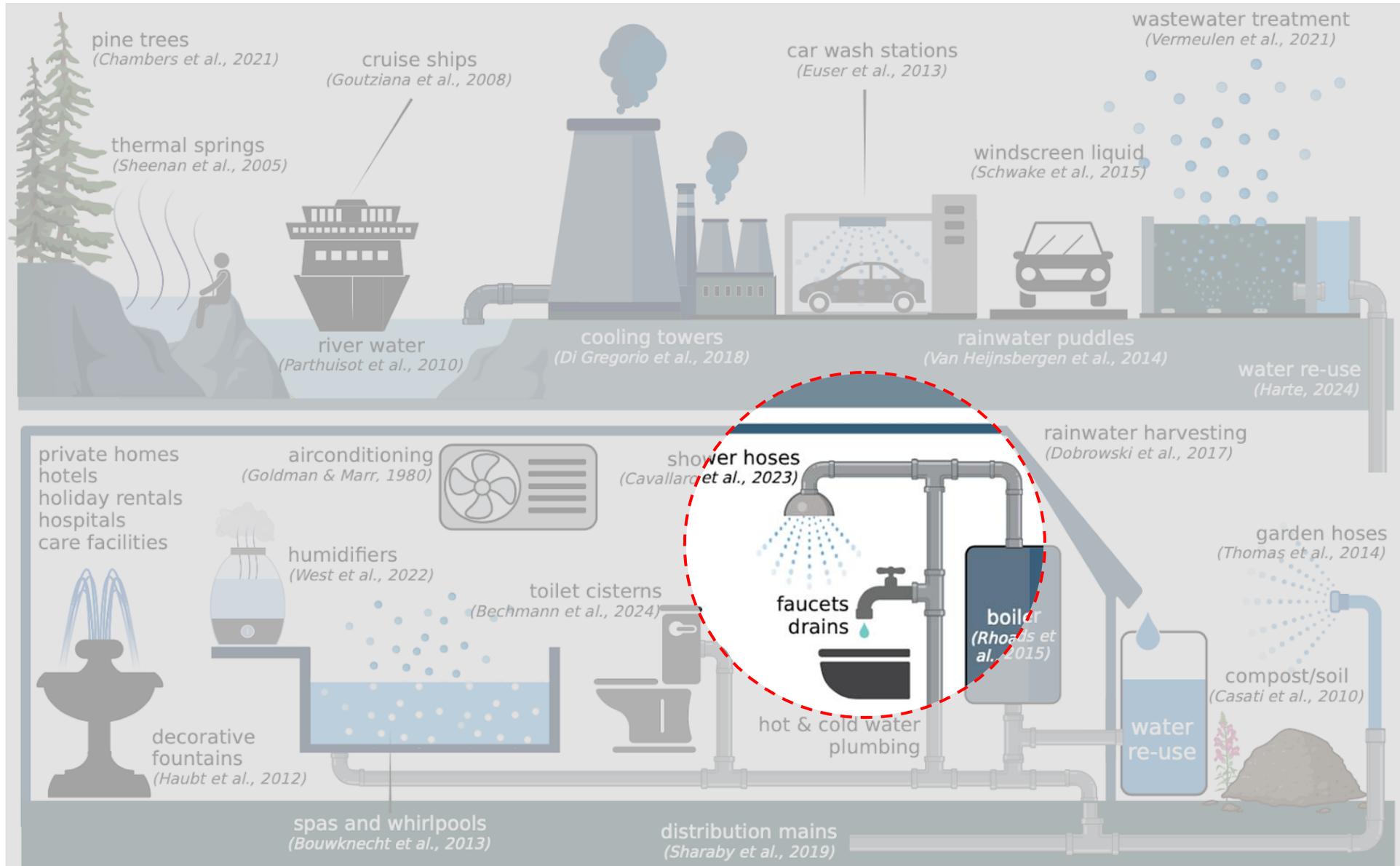
Ausgangslage	3
Meist verbreitete Desinfektionsmethoden	11
Chemische Desinfektionsmethoden	13
Zu berücksichtigende Punkte	22

Ausgangslage

Legionellen sind überall...



...auch in Hausinstallationen

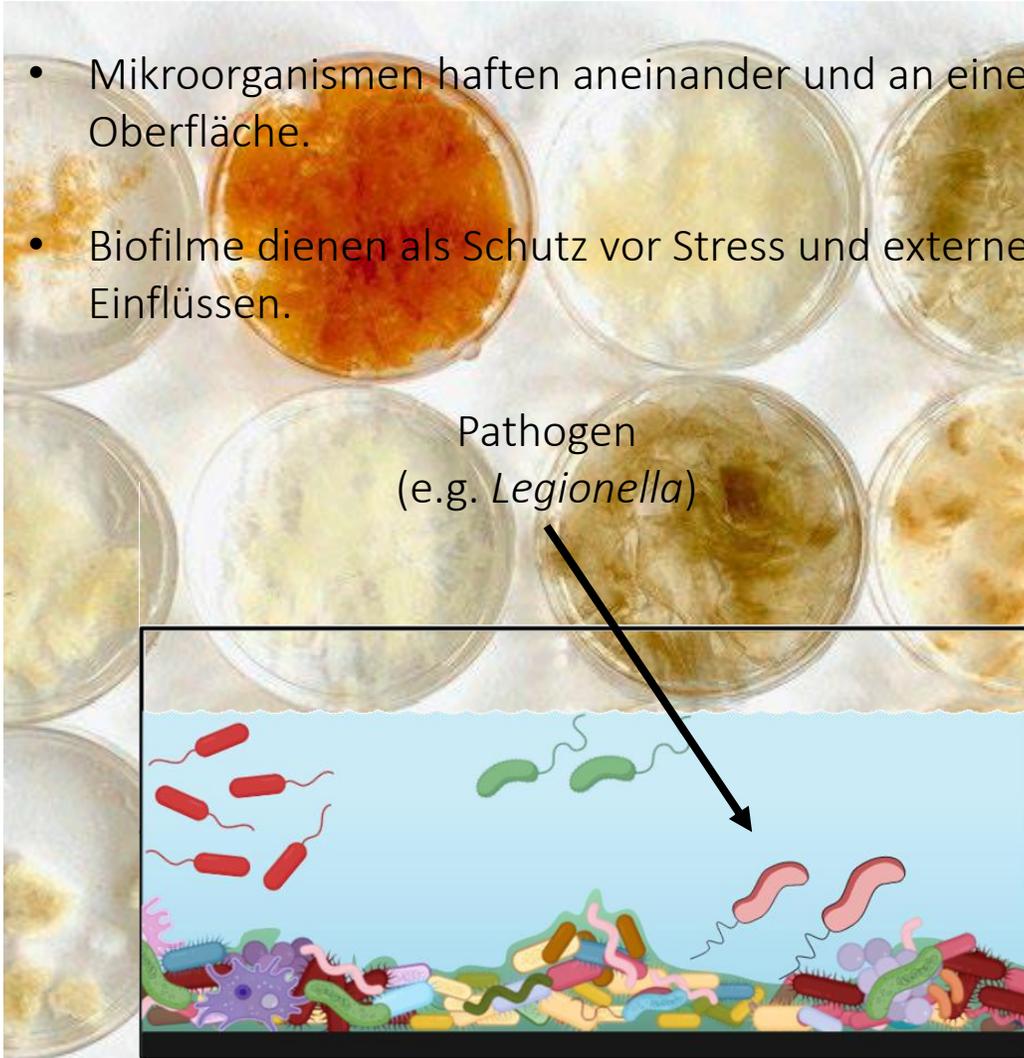


Biofilme kommen überall in verschiedener Zusammensetzung vor

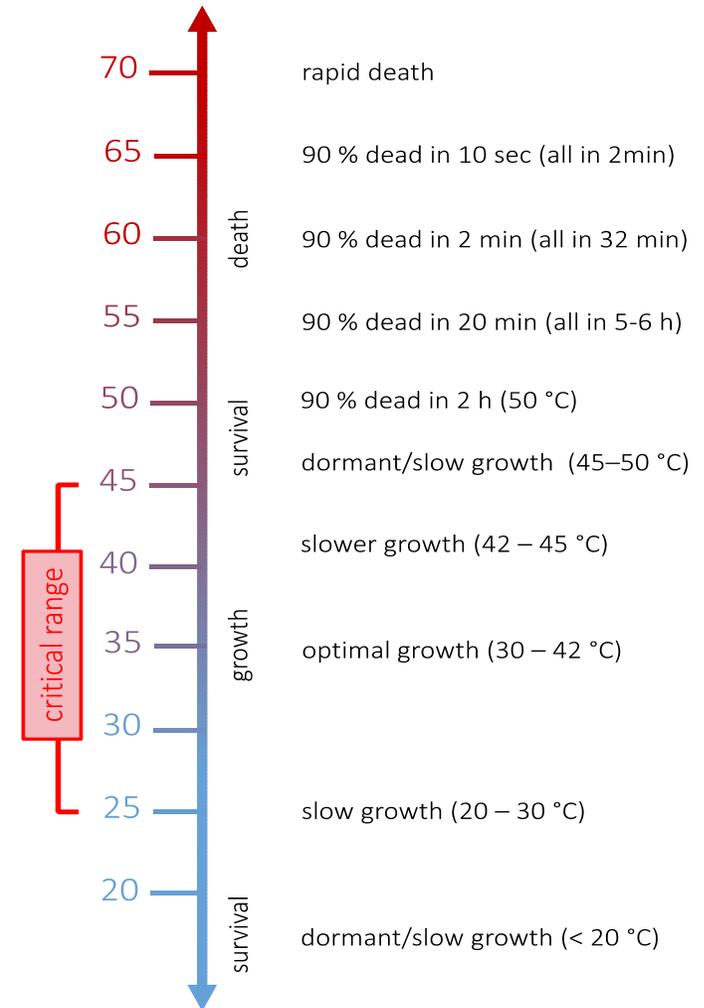
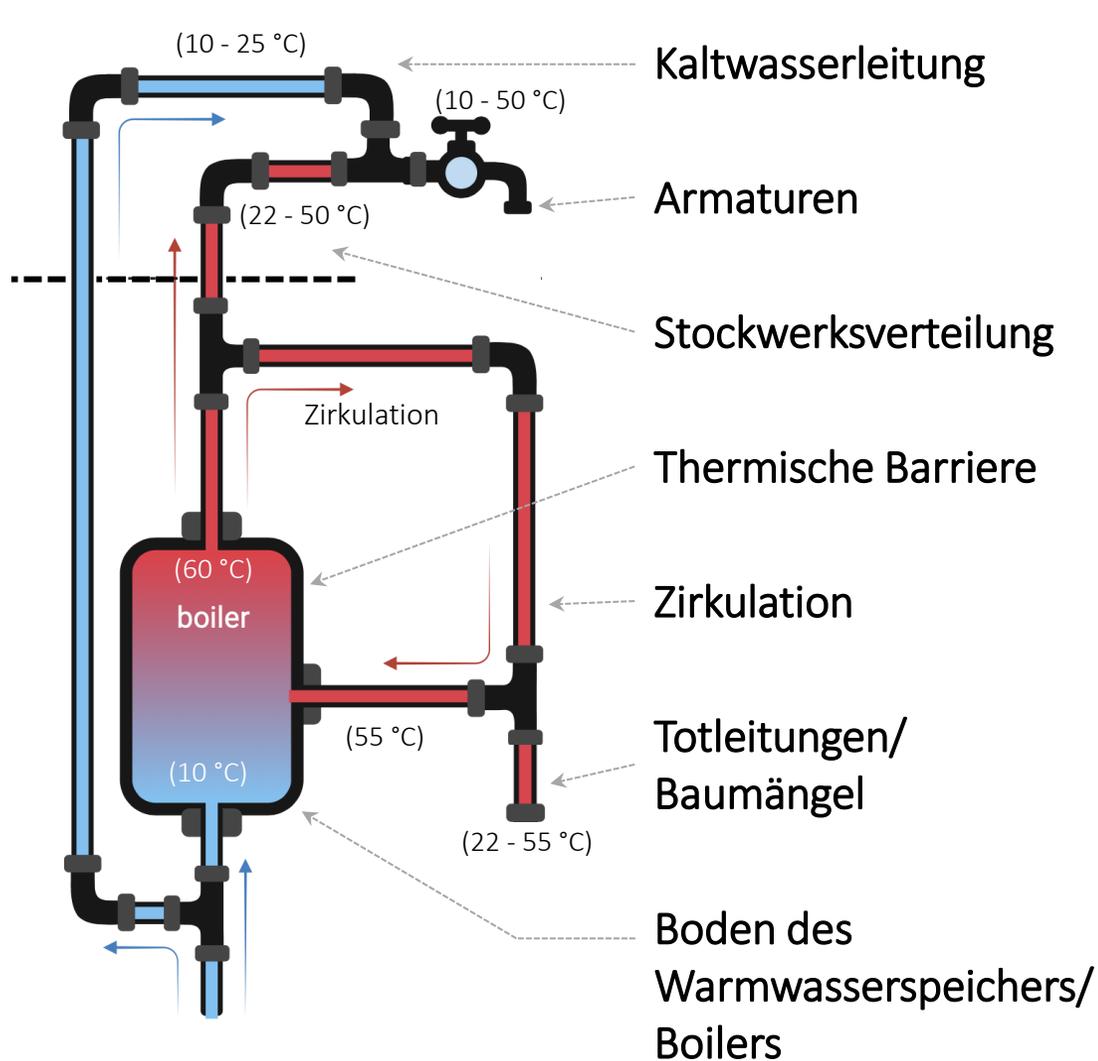


Biofilme: Eine natürliche Gemeinschaft von Mikroorganismen

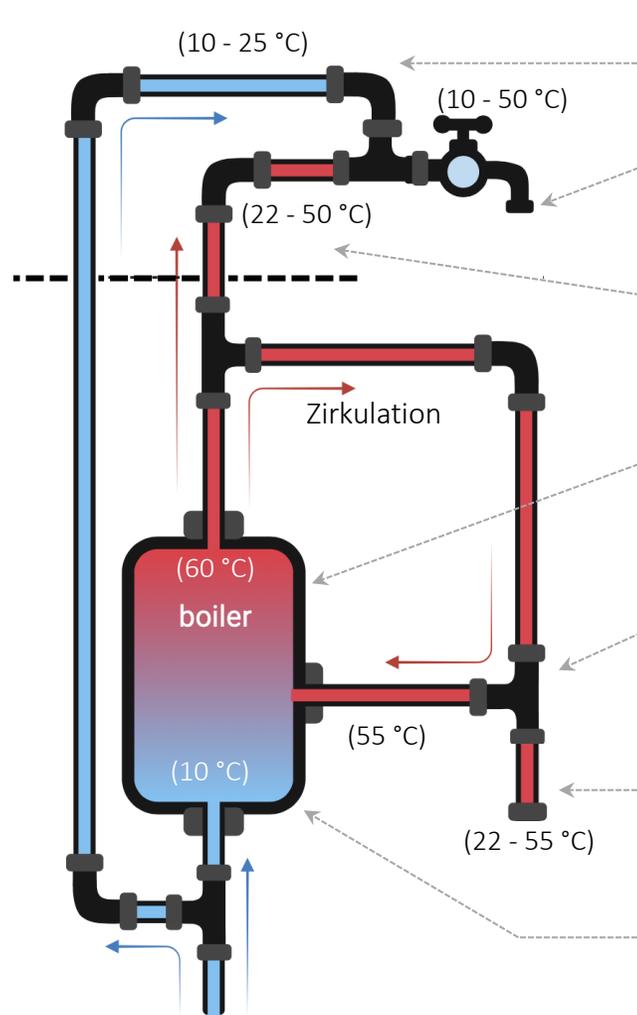
- Mikroorganismen haften aneinander und an einer Oberfläche.
- Biofilme dienen als Schutz vor Stress und externen Einflüssen.



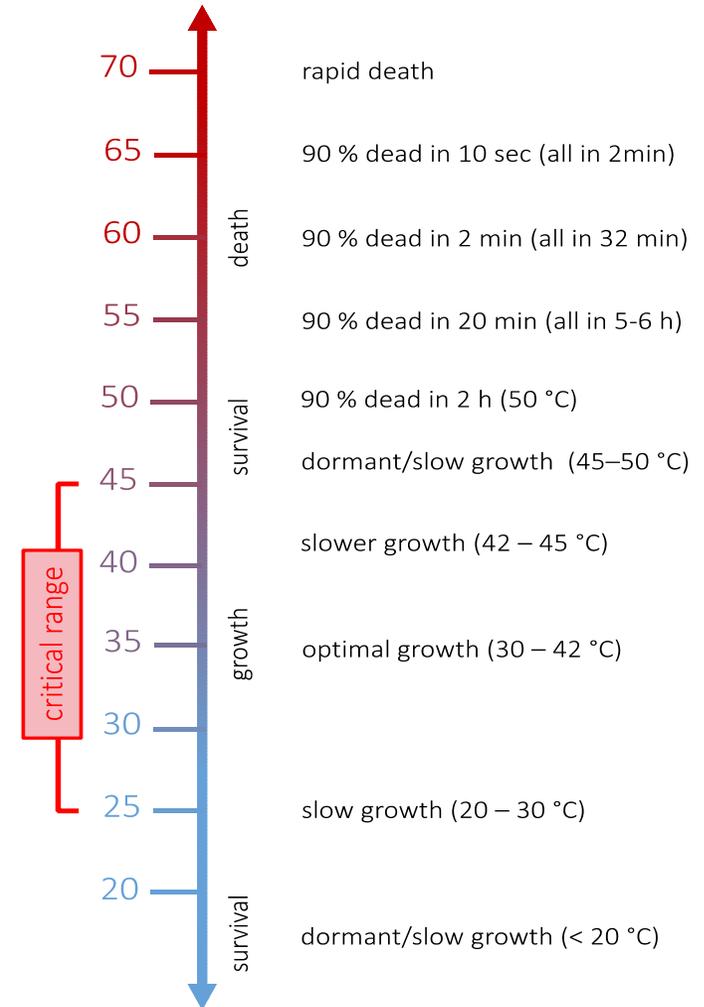
Wie verhindert man dass sich *Legionellen* entwickeln?



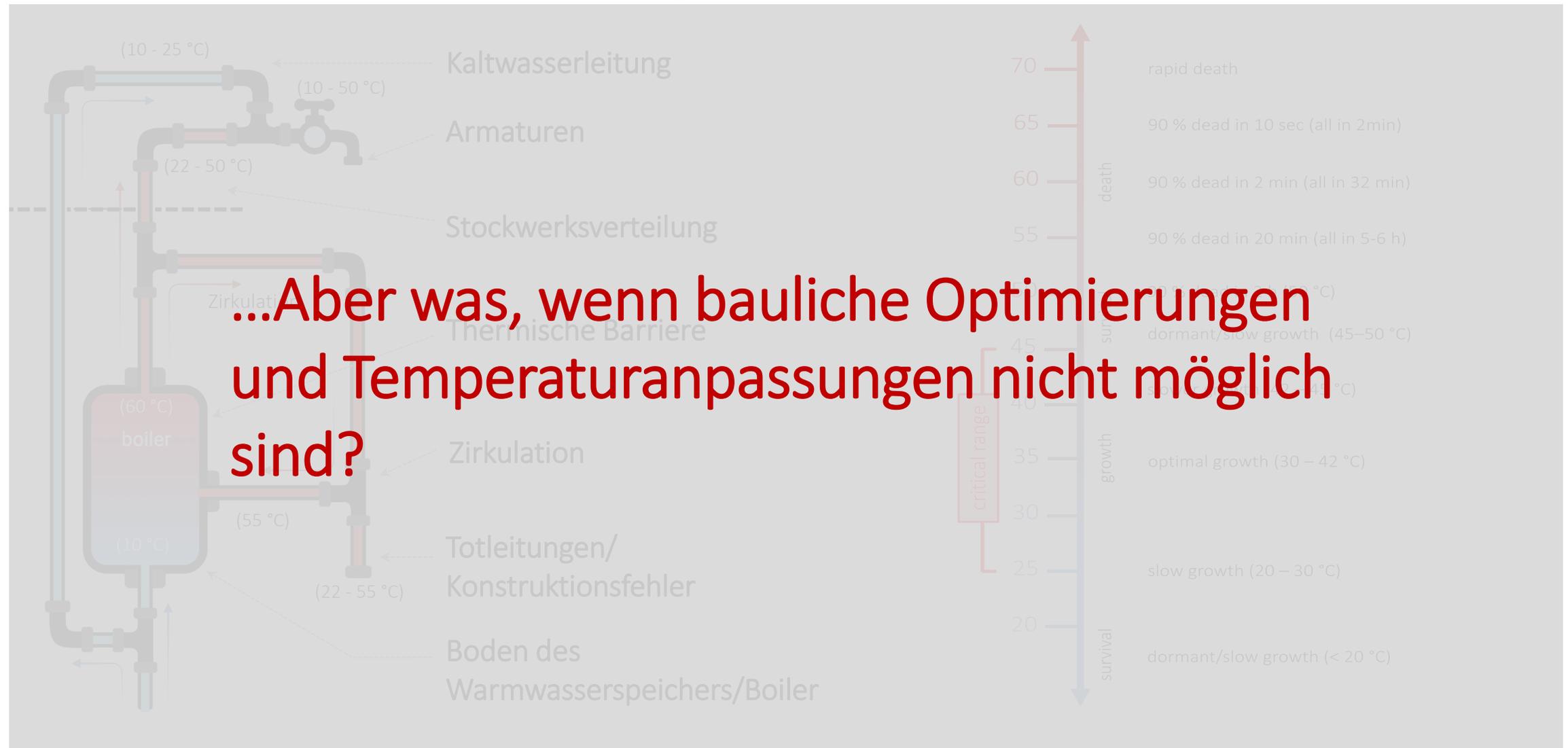
Wie verhindert man dass sich *Legionellen* entwickeln?



- Wassertemperaturen ausserhalb des kritischen Bereichs halten
- Beseitigung baulicher Mängel / Systemoptimierungen



Wie verhindert man dass sich *Legionellen* entwickeln?



...Aber was, wenn bauliche Optimierungen und Temperaturanpassungen nicht möglich sind?

Meist verbreitete Desinfektionsmethoden

Desinfektionsmethoden

- **Thermische Desinfektion mit Spülung:**
 - Gängigste Methode in der Schweiz
 - Einschränkungen: Energieintensiv und in komplexen Systemen manchmal unwirksam
- **Chemische Methoden:**
 - Schockdesinfektion (hohe Konzentration, kurzfristig)
 - Kontinuierlichen Desinfektion (niedrige Konzentration, langfristig)
- **Physikalische Methoden:**
 - Point-of-Use: Schutz an spezifischen Punkten im System
 - z. B. UV-Desinfektion oder Membranfiltration

Chemische Desinfektionsmethoden

Chemische Methoden

Schock-Desinfektion



Kurzfristige, einmalige Desinfektion
mit sehr hohen Konzentrationen

Sanierung – Ziel ist die Beseitigung einer bereits
vorhandenen *Legionellen*-Kontamination

vs.

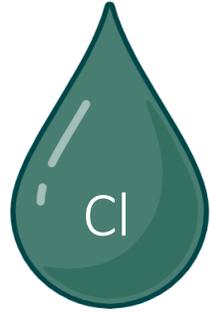
Kontinuierliche Desinfektion



Langfristige Desinfektion mit
niedrigen Konzentrationen

Prävention – Ziel ist es, die (erneute) Ansiedlung
von *Legionellen* im System zu verhindern

Chemische Methoden – Schock-Desinfektion



Chemische Desinfektion

Sanierung – Ziel ist die Beseitigung einer bereits vorhandenen *Legionellen*-Kontamination

Kontaminiertes Gebäude
nach Durchführung aller Sanierungs-/
Optimierungsschritte gemäss den
Richtlinien (SVWG, BLV, SIA)

System wird ausser Betrieb genommen

Schock-Desinfektion

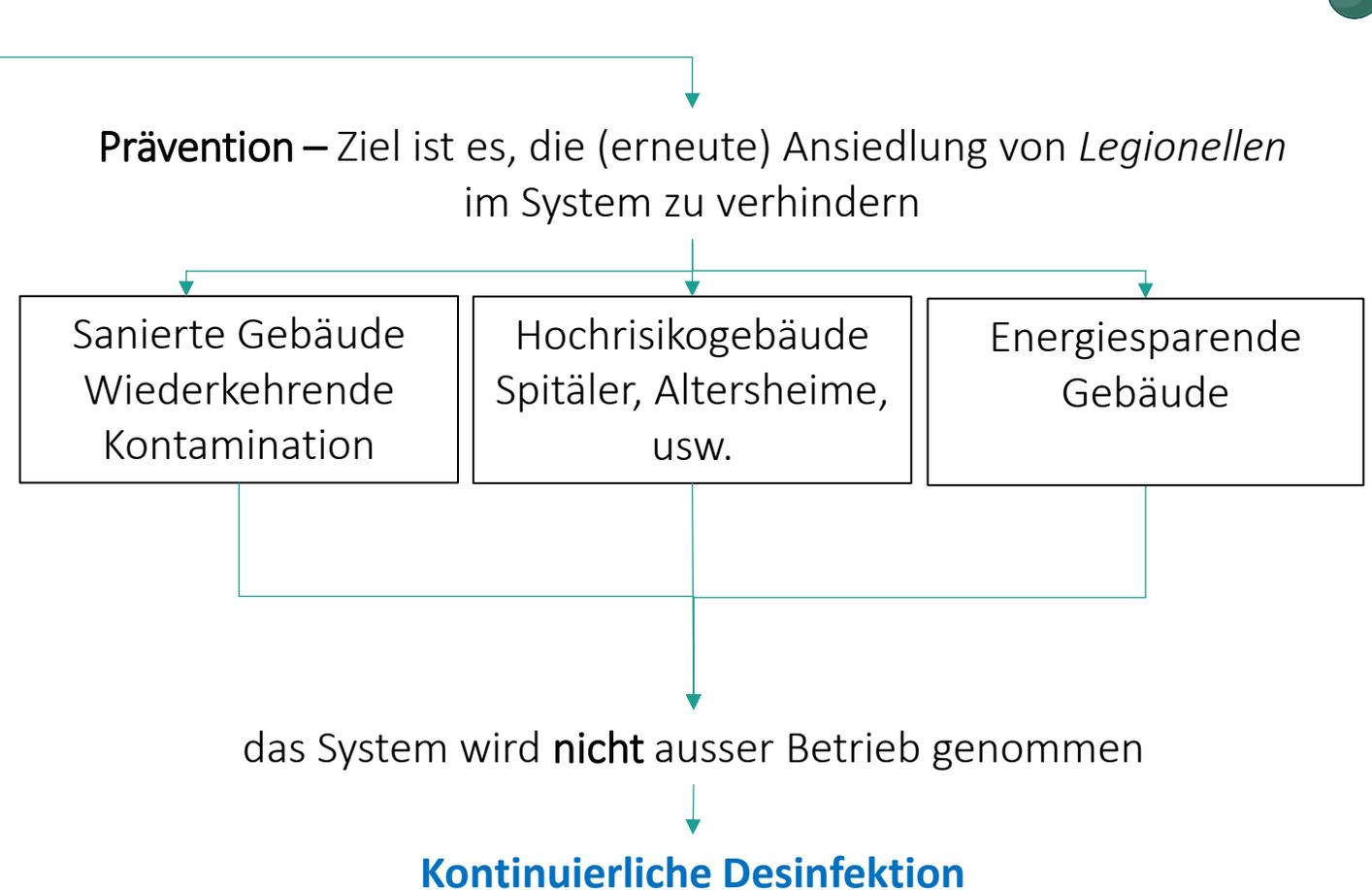
- Kurzfristige, einmalige Desinfektion mit sehr hohen Konzentrationen
- An stark kontaminierten Standorten
- Konzentrationen können gesetzliche Grenzwerte überschreiten
- System wird ausser Betrieb genommen
- Professionelle Handhabung erforderlich
- Sorgfältige Nachspülung erforderlich, um chemische Rückstände und Nebenprodukte auf die gesetzlichen Grenzwerte zu reduzieren

Chemische Methoden – Kontinuierliche Desinfektion

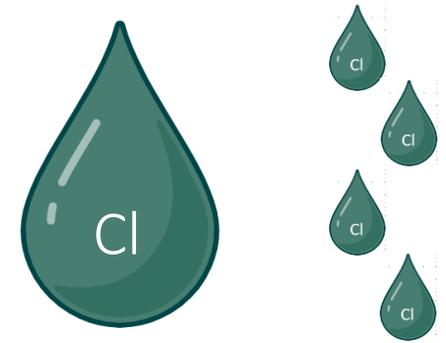


Chemische Desinfektion

- Langfristige Desinfektion mit niedrigen Konzentrationen
- Häufig als präventive Massnahme
- Konzentrationen gesetzlich geregelt
- Durch die langfristige Anwendung kann es zu Schäden an den Rohrleitungen kommen



Chemische Methoden – Zusammenspiel



Chemische Desinfektion

Instandsetzung – Ziel ist die Beseitigung einer bereits vorhandenen *Legionellen*-Kontamination

Prävention – Ziel ist es, die (erneute) Ansiedlung von *Legionellen* im System zu verhindern

Kontaminiertes Gebäude
nach Durchführung aller Sanierungs-/
Optimierungsschritte gemäss den
Richtlinien (SVWG, BLV, SIA)

Sanierte Gebäude
Wiederkehrende
Kontamination

Hochrisikogebäude
Spitäler, Altersheime,
usw.

Energiesparende
Gebäude

Abkopplung nicht möglich

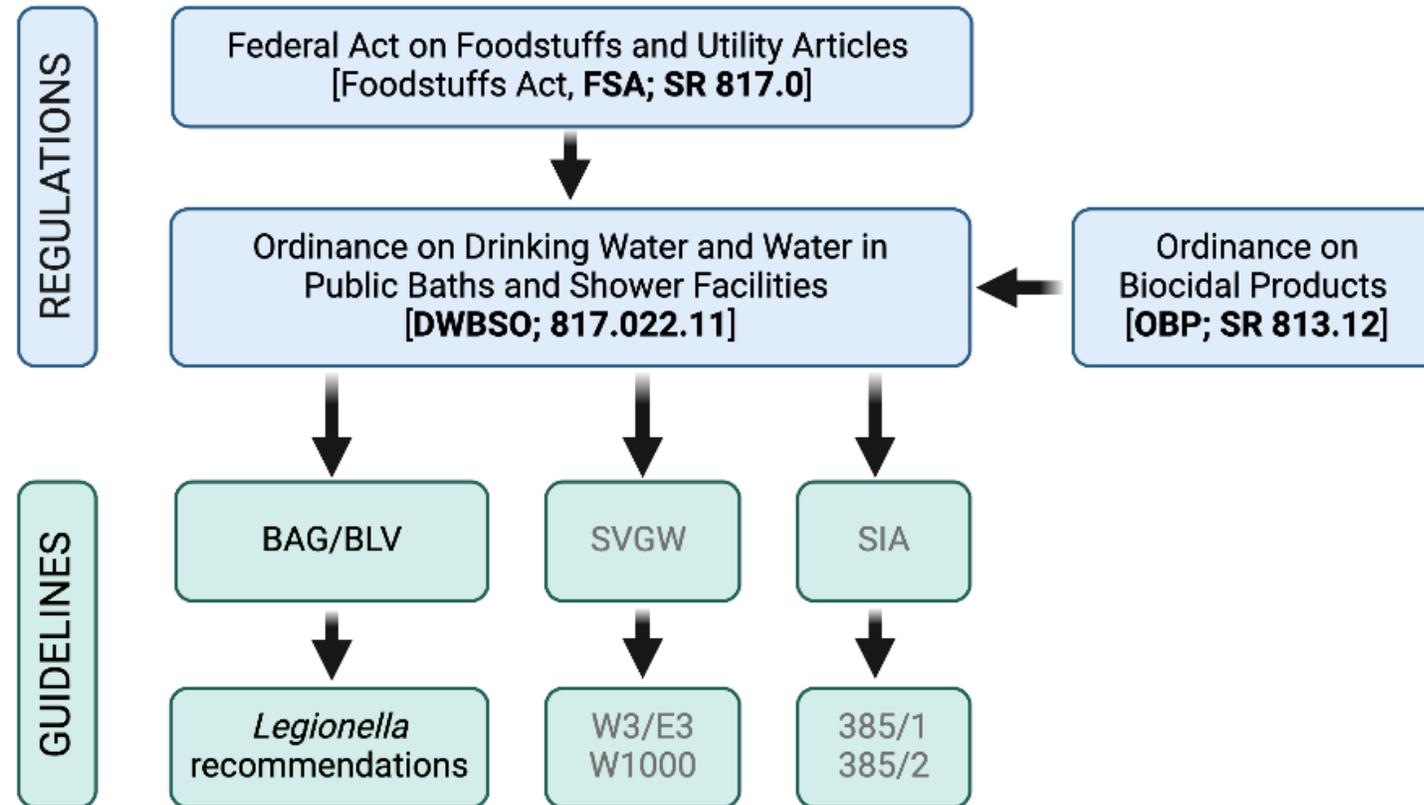
System wird ausser Betrieb genommen

das System wird **nicht** ausser Betrieb genommen

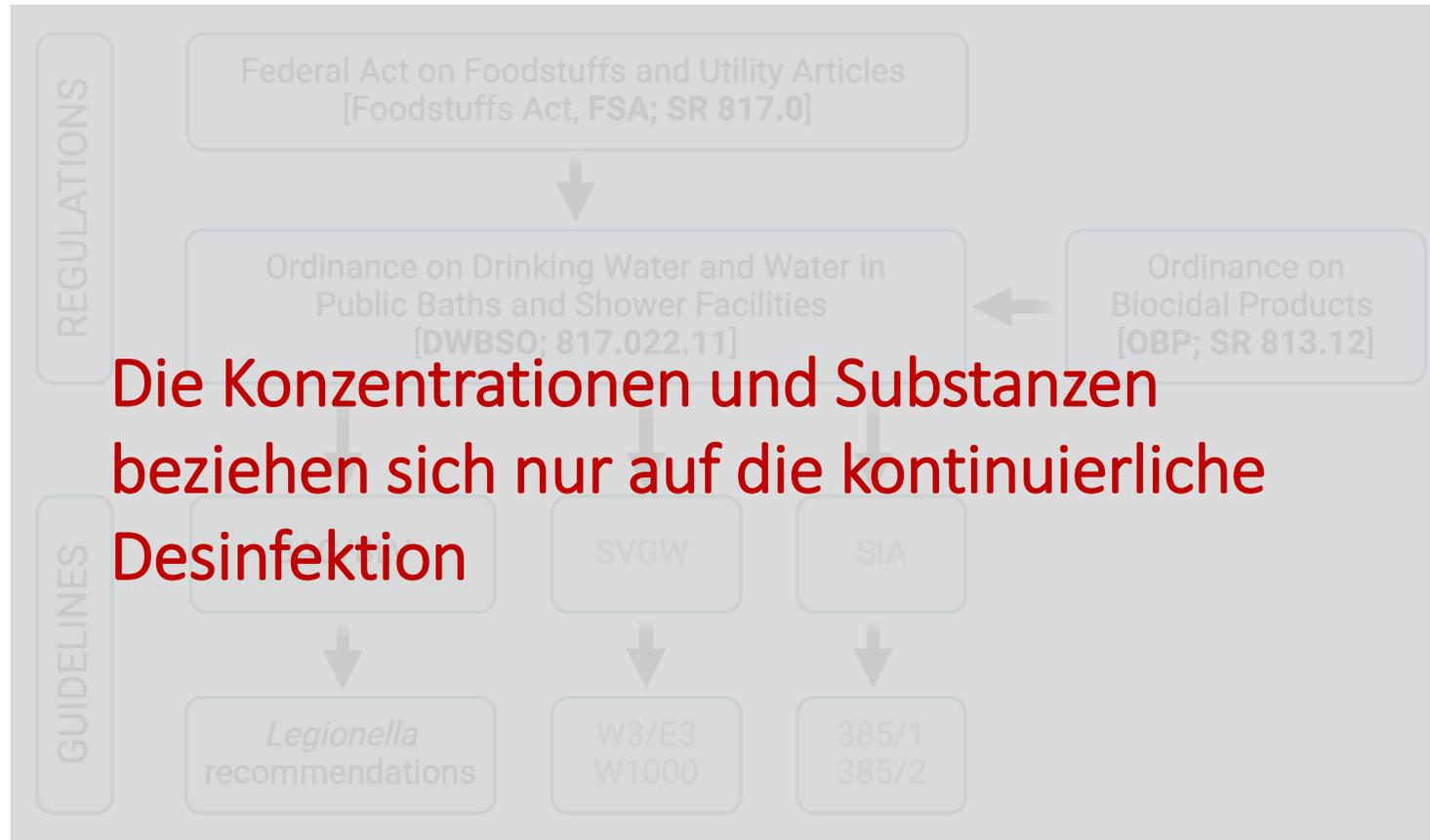
Schock-Desinfektion

Kontinuierliche Desinfektion

Chemische Methoden – Rechtliche Grundlage



Chemische Methoden – Rechtliche Grundlage



Chemische Methoden – Erlaubte Konzentrationen in der Schweiz

Desinfektionsmittel	Maximale Konzentrationen*	Desinfektionsnebenprodukte
Chlor (HOCl)	0,1 mg/L	Trihalogenmethane (THM)
Natriumhypochlorit (NaOCl)	(als freies Chlor)	(max: 50 µg/L)
Calciumhypochlorit (Ca(ClO) ₂)		Chlorat (max: 0,2 mg/L)
Elektrochemische/elektrolytische Herstellung		
Chlordioxid (ClO ₂)	0,05 mg/L	Chlorat & Chlorit (max: 0,2 mg/L)
Silber (Ag ⁺)	0,1 mg/L	

* Richtlinien zu den relevanten chemischen Desinfektionsmitteln für Gebäudewassersysteme in der Schweiz (zusammengestellt aus TBDV; SR 817.022.11 (2024), Anhang WP5 2 & 4; OBP; SR 813.12 (2024), Produkttyp 5)

Chemische Methoden – Herausforderungen

Desinfektionsmittel	Maximale Konzentrationen*	Wirksame Konzentrationen**	Desinfektionsnebenprodukte
Chlor (HOCl)	0,1 mg/L	1–6 mg/L	Trihalogenmethane (THM)
Natriumhypochlorit (NaOCl)	(als freies Chlor)		(max: 50 µg/L)
Calciumhypochlorit (Ca(ClO) ₂)			Chlorat (max: 0,2 mg/L)
Elektrochemische/elektrolytische Herstellung			
Chlordioxid (ClO ₂)	0,05 mg/L	0,1–0,7 mg/L	Chlorat & Chlorit (max: 0,2 mg/L)
Silber (Ag ⁺ ***)	0,1 mg/L	0,02–0,08 mg/L	

* Richtlinien zu den relevanten chemischen Desinfektionsmitteln für Gebäudewassersysteme in der Schweiz (zusammengestellt aus TBDV; SR 817.022.11 (2024), Anhang WP5 2 & 4; OBP; SR 813.12 (2024), Produkttyp 5)

** Die in der Literatur beschriebenen Konzentrationsbereiche für eine wirksame Desinfektion (Springston und Yocavitch, 2017; Campos et al., 2003; Kim et al., 2002)

*** Die meisten Studien beschreiben eine kombinierte Kupfer-/Silber-Ionisierung und nicht Silber als alleinige Methode

Springston, J. P., and Yocavitch, L. 2017. 'Existence and control of Legionella bacteria in building water systems: A review', *J Occup Environ Hyg*, 14: 124-34

Campos, C., Loret, J.-F., Cooper, A. J., and Kelly, R. F. 2003. 'Disinfection of domestic water systems for Legionella pneumophila', *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 52: 341-54.

Kim, B. R., Anderson, J. E., Mueller, S. A., Gaines, W. A., and Kendall, A. M. 2002. 'Literature review--efficacy of various disinfectants against Legionella in water systems', *Water Res*, 36: 4433-44.

Zu berücksichtigende Punkte

Zu berücksichtigende Punkte...

... auf einer direkten Ebene

- **Optimierung des Systemaufbaus:**
Vermeidung von Problemen, bevor sie auftreten.
- **Materialverträglichkeit:**
Beschleunigte Korrosion oder Beschädigung von Leitungen und Armaturen.
- **Nebenprodukte:**
Chemikalien wie Chlor erzeugen Desinfektionsnebenprodukte (z. B. Trihalogenmethane).

... auf einer weiterführenden Ebene

- **Erweiterung der Kenntnisse:**
Prüfung niedrig konzentrierter Desinfektionsmittel und kombinierter Methoden unter Schweizer Bedingungen
- **Evaluation weiterer chemischer Substanzen:**
z. B. Monochloramin

DIE PLANER.
NETZWERK FÜR ENERGIE, UMWELT UND GEBÄUDETECHNIK

Vielen Dank.

Antonia Eichelberg, MSc

Eawag

Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf

antonia.eichelberg@eawag.ch

DIE PLANER, SWKI, Solothurnstrasse 13, CH-3322 Urtenen-Schönbühl
T +41 (0)31 852 13 00, info@die-planer.ch, www.die-planer.ch

Danksagung

Dr. Frederik Hammes

LeCo «*Legionella* Control in Buildings»
Konsortium und Projektteam

Unterstützt vom

Bundesamt für Gesundheit

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen

Bundesamt für Energie

eawag
aquatic research 

