



Foto: Lisa Neu,  
Frederik Hammes  
Eawag

Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur



**Bakterien im  
Trinkwasser  
–  
die  
unsichtbaren  
Untermieter**

Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE  
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik

**Franziska Rölli**

Senior Wissenschaftliche Mitarbeiterin

T direkt +41 41 349 38 44

[franziska.roelli@hslu.ch](mailto:franziska.roelli@hslu.ch)

# Trinkwasser während den letzten 100 Jahren ...



# ... die Ansprüche haben zugenommen!

## Komfort

- Vervielfachung der Entnahmestellen pro Person
- Flächendeckend Kalt- UND Warmwasser
- Definierte Ausstosszeiten



- Grundsätzlich so günstig wie möglich
- Investition primär in die sichtbare Ausstattung & Design

## Kosten



## Ressourcenschutz: Energie

- Druck für Senkung des Energieverbrauchs für die Warmwasseraufbereitung wächst
- Druck für Nutzung erneuerbarer Energie mittels «neuer» Technologien



## HYGIENE

- Druck zum Wassersparen mittels Durchflussbegrenzern etc.

## Ressourcenschutz: Wasser

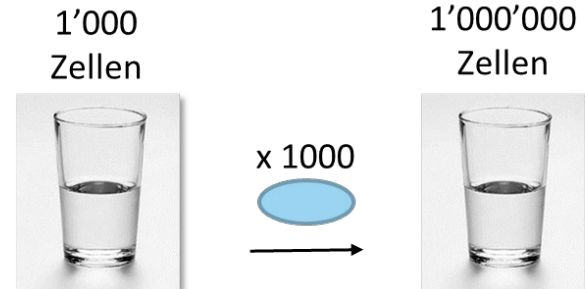


- Hygiene generell: Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Gesundheit
- Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV):

## Art. 3 Anforderungen an Trinkwasser

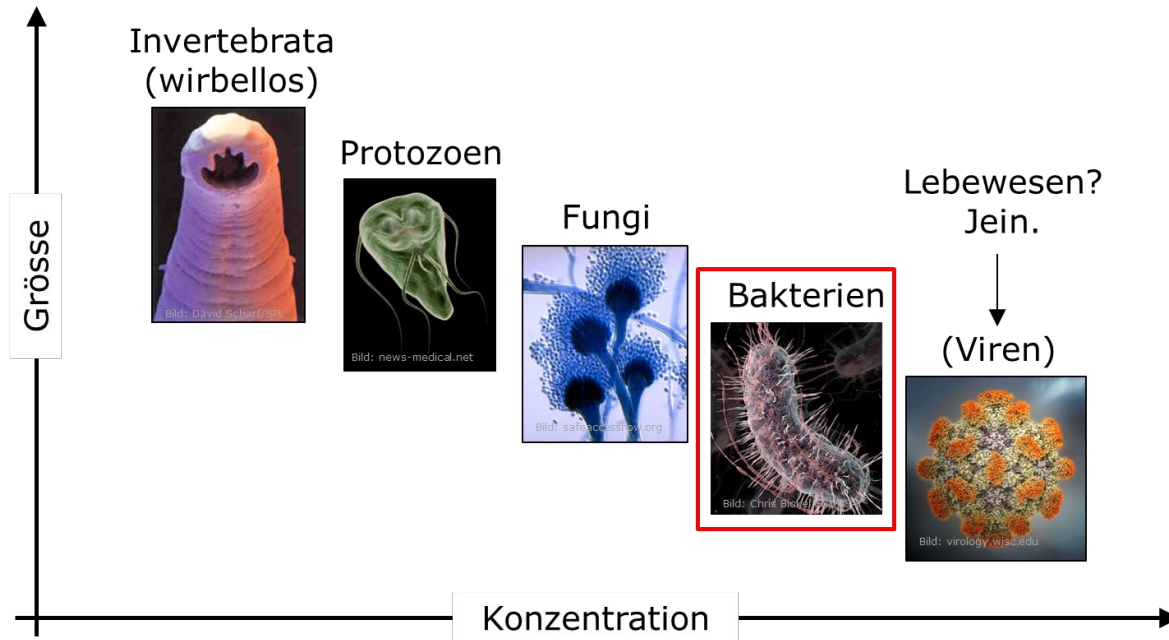
<sup>1</sup> Trinkwasser muss hinsichtlich Geruch, Geschmack und Aussehen unauffällig sein und darf hinsichtlich Art und Konzentration der darin enthaltenen Mikroorganismen, Parasiten sowie Kontaminanten keine Gesundheitsgefährdung darstellen.

- Treten hygienische Probleme auf, können diese oft nicht mit der menschlichen Sensorik wahrgenommen werden.



# Mikroorganismen im Wasser

Verschiedenste **Mikro**organismen gehören zur normalen Trinkwasserflora:



Trinkwasser lebt:  
wasserführende  
Systeme sind  
niemals steril!



# Häufigkeit und Vielfalt von Bakterien im Trinkwasser

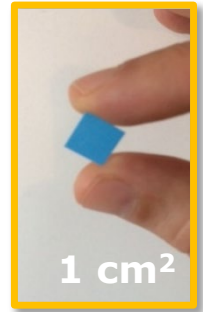
Ca. 200 – 10'000 Arten in Abhängigkeit  
verschiedenster Faktoren



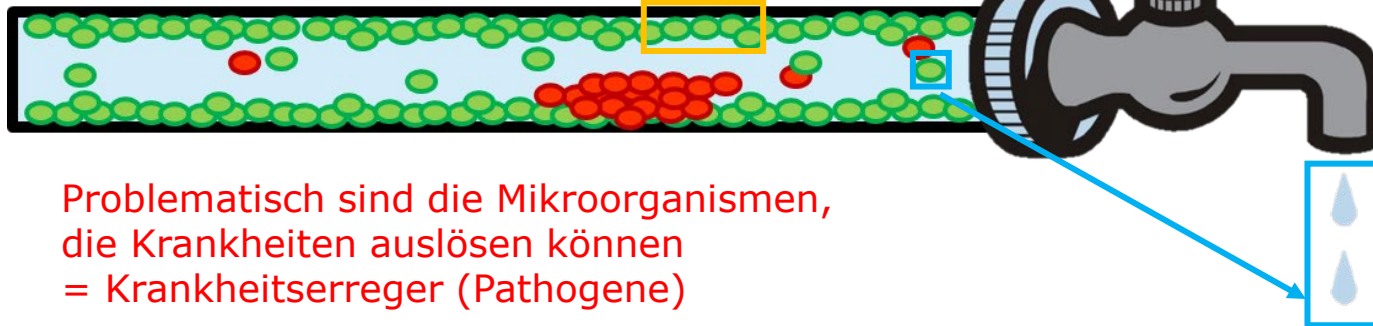
> 95 % der  
Bakterien leben im  
Biofilm



Biofilmphase:  
10'000  
– 10'000'000  
Bakterien/cm<sup>2</sup>



1 cm<sup>2</sup>



Wasserphase:  
1'000  
– 100'000  
Bakterien/mL



1 mL

Problematisch sind die Mikroorganismen,  
die Krankheiten auslösen können  
= Krankheitserreger (Pathogene)

- Fakultativ oder obligat pathogene Mikroorganismen, die in ein Verteilsystem eingetragen werden und/oder aufwachsen können umfassen sowohl Bakterien, wie auch Pilze, Protozoen und Viren

| Bakterien   | Pilze   | Protozoen  | (Viren)  |
|---|---|--|--|
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i><br><b><i>Legionella spp.</i></b><br><i>Non-tuberculous mycobacteria</i><br><i>Acinetobacter baumannii</i><br><i>Aeromonas hydrophila</i><br>ARB* (e.g. <i>Afipia</i> , <i>Bosea</i> ,<br><i>Parachlamydia</i> )<br><i>Enterococcus spp.</i><br><i>E. coli</i> (toxigenic strains)<br><i>Listeria monocytogenes</i><br><i>Staphylococcus aureus</i><br><i>Stenotrophomonas maltophilia</i><br><i>Shigella spp.</i> , <i>Vibrio Cholerae</i><br><i>Clostridium spp.</i> | <i>Aspergillus fumigatus</i><br><i>A. terreus</i><br><i>Candida albicans</i><br><i>C. parapsilosis</i><br><i>Exophiala dermatitidis</i> | <i>Acanthamoeba T4</i><br><i>Balamuthia mandrillaris</i><br><i>Naegleria fowleri</i><br><i>Acanthamoeba Vahlkampfia</i><br><i>Vannella spp.</i><br><i>Vermamoeba vermiformis</i><br><i>Giardia spp.</i><br><i>Cryptosporidium spp.</i> | Mimivirus and<br>Mamavirus of amoebae<br>Norovirus<br>Rotavirus<br>Adenovirus<br>Enterovirus |

(spp. = Species  
Pluralis)

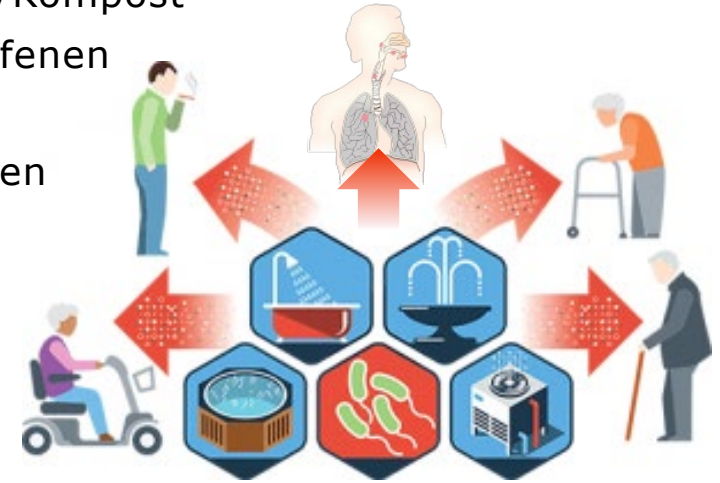
Ashbolt, N. J. (2015). "Microbial Contamination of Drinking Water and Human Health from Community Water Systems." *Current Environmental Health Reports* 2(1): 95-106  
 BAG (2010) *Anerkannte Aufbereitungsverfahren für Trinkwasser*. BBL, S 08.10 1200 d 400 f 100i 40EXT1011.

# Legionellen und Legionellose

**Umweltbakterium**, das weltweit verbreitet ist und natürlicherweise in Grund- und Oberflächengewässern vorkommt, aber auch in Erde/Kompost

- **Risiko für Vermehrung:** u.a. in künstlich geschaffenen Umgebungen wie wasserführenden Systemen
- **Legionellose:** Erkrankungen, die durch Legionellen ausgelöst werden  
→ Inhalation Legionellen-enthaltender Aerosole (feine in der Luft schwebende Teilchen/Tröpfchen)
- **Risikofaktoren:** u.a. Alter, Immunsystem, Lebensstil (Rauchen, ...), Geschlecht
- **Symptome:**

- Legionärskrankheit: Häufig schwer verlaufende Lungenentzündung (Pneumonie) mit ca. 10 % Mortalitätsrate, oft begleitet durch hohes Fieber, Schüttelfrost, Muskelschmerzen, Husten, Beschwerden im Magen-Darm-Trakt, neurologische Ausfallserscheinungen
- Pontiac-Fieber: mildere Form, grippeähnliche Symptome





# Situation in der Schweiz

- Zunahme gemeldeter Fälle über die Jahre
- Reaktion: 2017 Einführung gesetzlicher Höchstwert für Legionellen im Dusch- und Badewasser in öffentlich zugänglichen Gebäuden in der TBDV

## - Anhang 5<sup>17</sup>

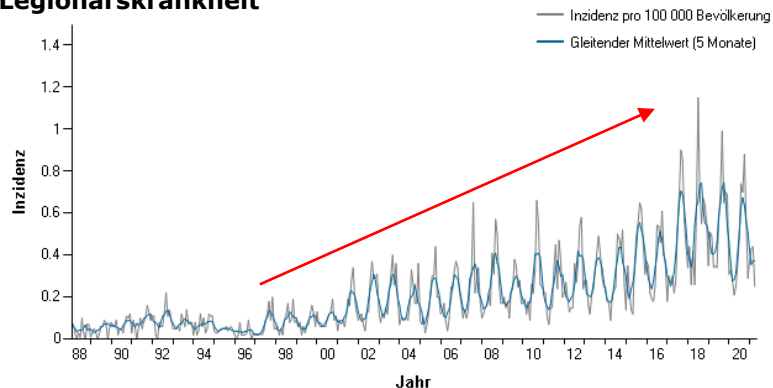
<sup>17</sup> Fassung gemäss Ziff. I Abs. 2 der V des BLV vom 12. März 2018, in Kraft seit 1. Mai 2018 (AS 2018 1325).

(Art. 9)

## - Mikrobiologische Anforderungen an Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen

| Ziffer | Kategorie   | Untersuchungskriterien | Höchstwerte | Analytische Referenzmethode |
|--------|---|------------------------|-------------|-----------------------------|
| 3      | Wasser in Sprudelbädern oder über 23 °C warmen Becken mit einem der Aerosolbildung förderlichen Wasserkreislauf | Legionella spp.        | 100 KBE/l   | EN/ISO 11731                |
| 4      | Dampfbad: Wasserherstellung mit Aerosolbildung  | Legionella spp.        | 100 KBE/l   | EN/ISO 11731                |
| 5      | Wasser in Duschanlagen  | Legionella spp.        | 1000 KBE/l  | EN/ISO 11731                |

## Legionärskrankheit



 BAG OFSP UFSP SFOPH

Stand 09.03.2021

## Auslöser für

- eine verstärktes Interesse an der Thematik
- Überarbeitungen von Normen, Richtlinien und Merkblättern
- viele Fragen...



«Braucht es wirklich 60 °C  
im Speicher?»

«Was sind Legionellen? Sind  
die wirklich ein Problem?»

«Wie hoch ist das  
Infektionsrisiko  
überhaupt an einer  
Dusche?»

«Wie kann ich meine Anlage  
auf Legionellen überprüfen?  
Ab welchem Wert muss ich  
wie reagieren?»

«Bei einem Bewohner unseres Alters-  
zentrum ist die Legionärskrankheit  
diagnostiziert worden, kurz darauf  
ist er verstorben. Wir sind  
verunsichert, was jetzt?»



«Ich habe eine Legionellen-  
kontamination in meiner  
Anlage festgestellt. Und  
nun?»

«Ich habe gehört, dass auch das Kaltwasser  
betroffen sein kann, stimmt das?»

«Wir haben eine sehr variable  
Belegung, das Wasser wird an  
einigen Stellen kaum genutzt.  
Ist dies schlimm?»

«Erfolgen die meisten Infektionen nicht  
über Klimaanlage und Rückkühlwerke?»

# Aktuelles Forschungsprojekt: LeCo

- «Legionella Control in buildings», 4 Jahre (–2023)
- Gesamtheitlicher Ansatz: Untersuchungen aus mikrobiologischer, medizinischer und technischer Sicht
- U.a. Infektionsrisiko beim Duschen, Probenahme + Analytik, Infektionsquellen, Einfluss von Faktoren wie Temperatur und Stagnation auf das Legionellenvorkommen, optimaler Betrieb Gebäude, Präventions- und Desinfektionstechnologien, ...
- Multidisziplinärer Forschungsverbund und verschiedene beteiligte Institutionen
- Wissenstransfer und Diskurs wichtig:
  - Projekt-Blog: <https://blog.hslu.ch/leco/>
  - u.a. kostenlose online Seminare
- Wir sind interessiert an Ihren Inputs im Zusammenhang mit Legionellen: offene Fragen, Schwierigkeiten, Erfahrungen...



Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur  
FH Zentralschweiz

 **suissetec**



Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur  
FH Zentralschweiz

 **suissetec**



Weiterbildung

## Trinkwasserhygiene im Gebäude

Fachkurs

- 2-Tageskurs
- Nächste Durchführung an der HSLU:  
**22./23. September 2021**
- An STFW: **27./28. Oktober 2021**

Weiterbildung

## Probenahmestrategie im Gebäude

Fachkurs

- 1-Tageskurs
- Nächste Durchführung an der HSLU: **8. Juni 2021**
- Bei Suissetec: voraussichtlich  
im **Herbst 2021**

# Spannungsfeld Trinkwasser: es bleibt spannend...



Anspruchsvolle  
Lösungsfindung

Viele Akteure  
gefordert

- **Komfort**
- **Kosten**
- **Ressourcenschutz:  
Energie + Wasser**
- **Hygiene**



Planung



Erstellung



Wasserbezug



Betrieb &  
Instandhaltung



Qualitäts-  
kontrolle



Foto: Lisa Neu, Frederik Hammes, Eawag

**Herzlichen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

2  $\mu\text{m}$

Image Pixel Size = 4.167 nm

Mag = 20.00 K X

Signal A = SE2

Aperture Size = 30.00  $\mu\text{m}$

EHT = 3.00 kV

WD = 3.0 mm

Stage at T = 0.0 °

File Name = 7809\_3\_08.tif

Date :22 May 2017

**ZMB**