

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie

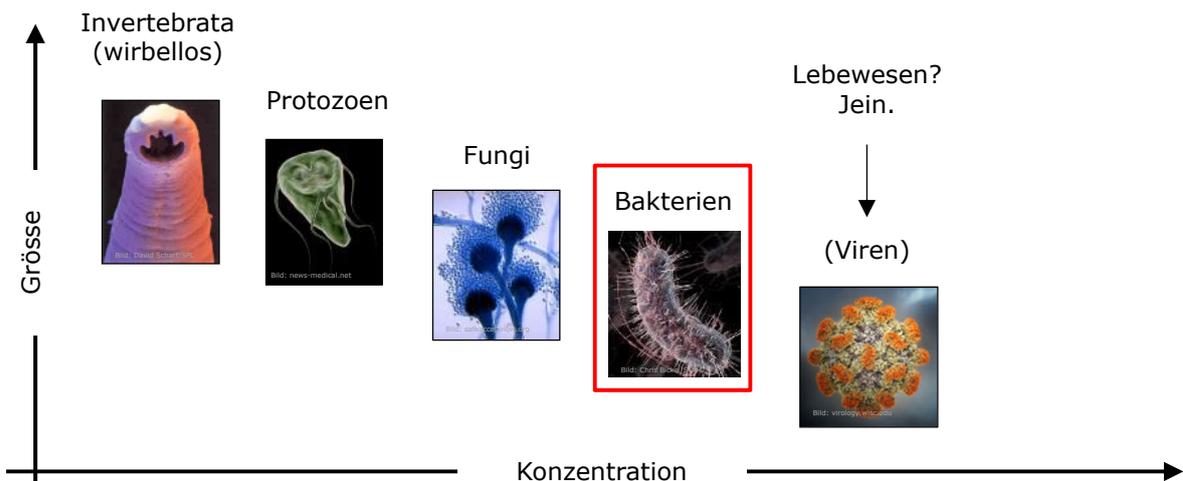
In der Sanitär-Hausinstallation

Stefan Kötzsch
Institut für Gebäudetechnik und Energie

Bild: F. Hammes/ea

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Mikroorganismen im Trinkwasser



Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Zahlen und Vielfalt

Normale Bakterienkonzentrationen

- Wasserphase: $10^3 - 10^5$ Bakterien/mL



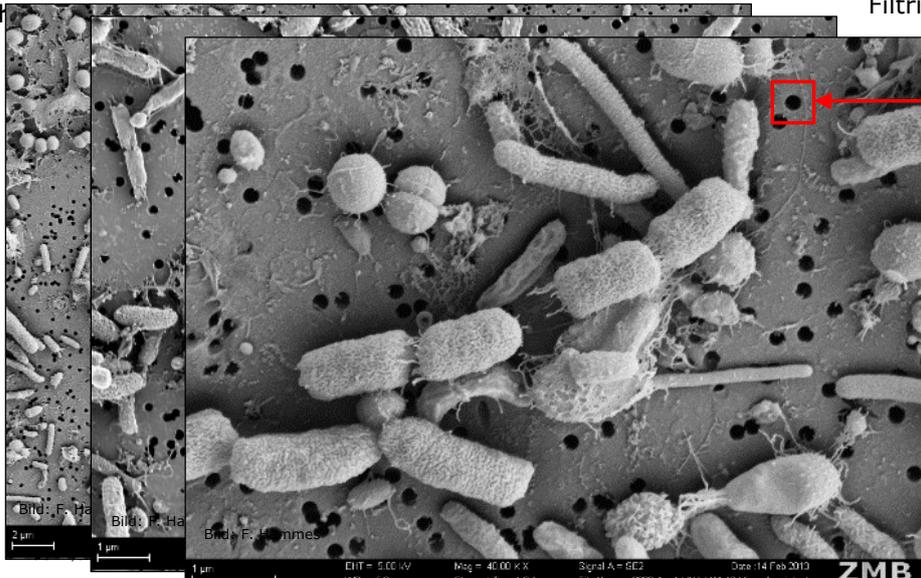
Folie 3, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Zahl

Filterierte Wasserprobe



Porengrösse
 $0.2 \mu\text{m}$

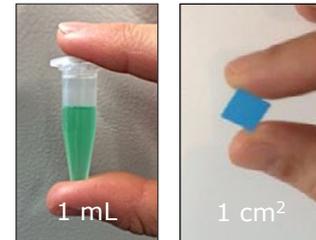
Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Zahlen und Vielfalt

Normale Bakterienkonzentrationen

- Wasserphase: $10^3 - 10^5$ Bakterien/mL
- Biofilmphase: $10^4 - 10^7$ Bakterien/cm²
- 99 % der Bakterien leben im Biofilm



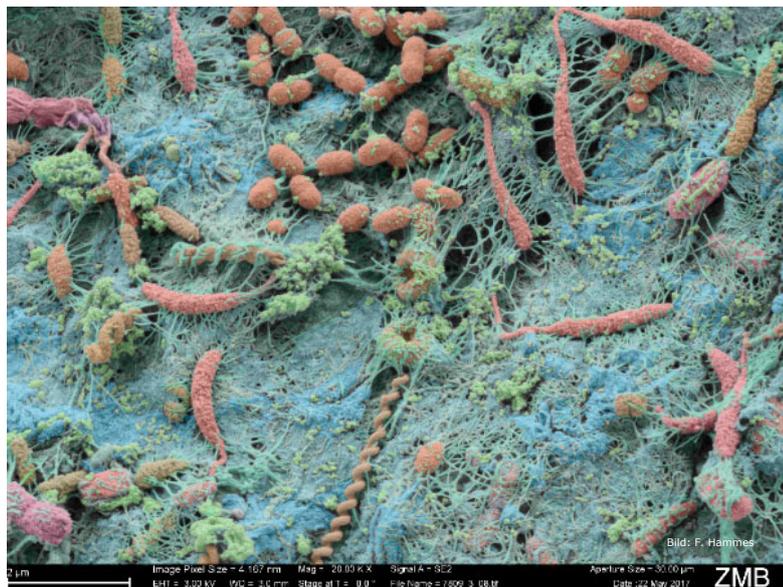
Folie 5, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Wachstum & Biofilme

Biofimbewuchs in
einem Duschschauch



Folie 6, 01.10.2019

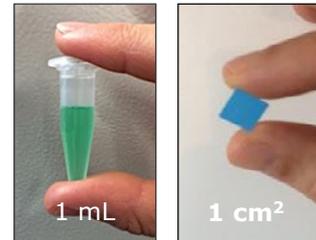
Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Zahlen und Vielfalt

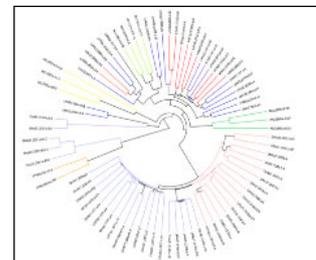
Normale Bakterienkonzentrationen

- Wasserphase: $10^3 - 10^5$ Bakterien/mL
- Biofilmphase: $10^4 - 10^7$ Bakterien/cm²
- 99 % der Bakterien leben im Biofilm



Vielfalt der Bakterien

- Ca. 200 - 10'000 Arten



Der Grossteil der Bakterienarten ist für den Menschen nicht gefährlich. Im Gegenteil, sie sind nützlich und notwendig.

Folie 7, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Wachstum & Biofilme

- Pro Bakterienzelle beträgt das zum Wachstum benötigte Nährstoffverhältnis ...

Kohlenstoff : Stickstoff : Phosphor
100 : 10 : 1

Folie 8, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Wachstum & Biofilme

- Das Wachstum von Bakterien und damit die Ausbildung von Biofilmen wird in der Regel durch die Verfügbarkeit von assimilierbaren organischen Kohlenstoffverbindungen (AOC) limitiert. AOC ist „Fast Food“ für Bakterien.
- AOC wird hauptsächlich durch Verschmutzungen sowie durch Substanzen aus Werkstoffen (z.B. Metalle und Kunststoffe) ins Wasser eingetragen.
- **Aus 1 µg AOC können sich 10 Millionen Bakterien bilden.**

Folie 9, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Wachstum & Biofilme



Zuckerwürfel = 3 g
(= 1.3 g AOC)

+



Pool = 2'500 m³

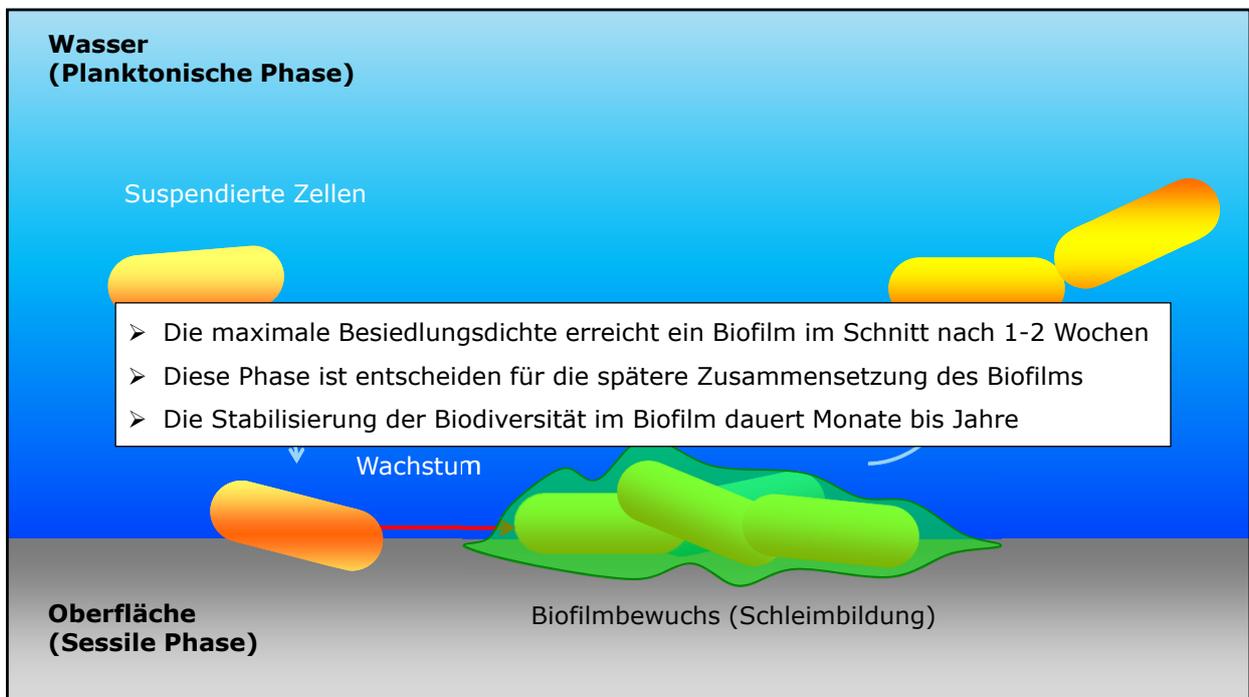
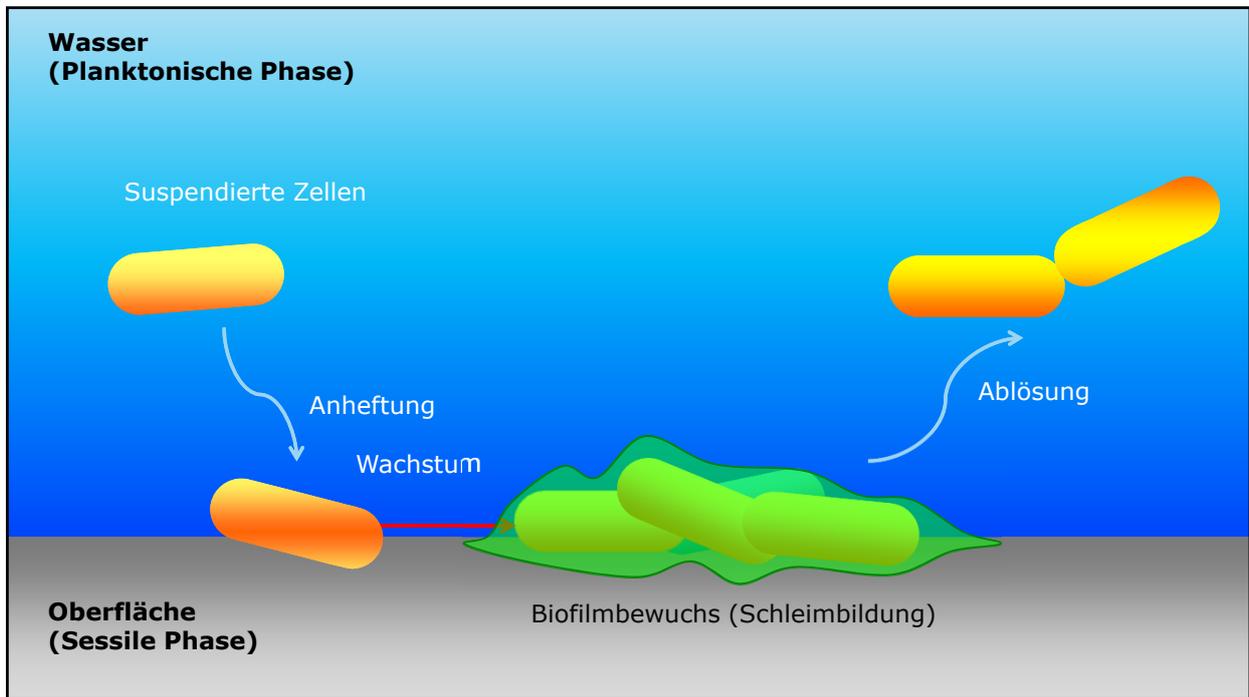
= 5'000 Bakterien/mL

≙ 12.5 Billionen Bakterien im Pool

≙ 12'500'000'000'000



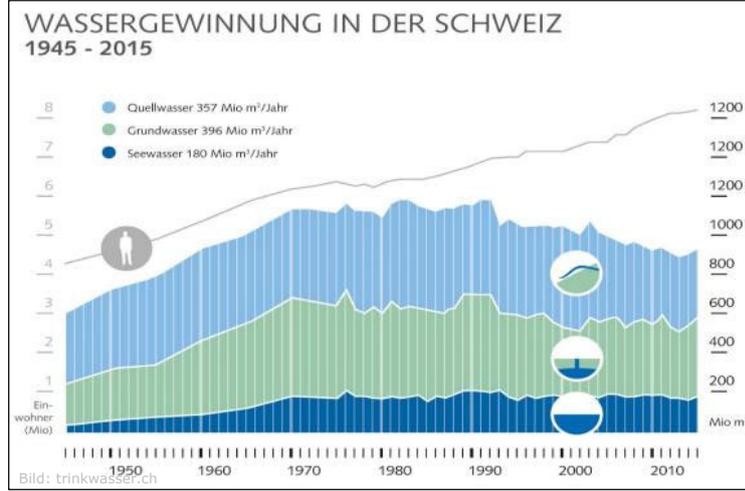
Folie 10, 01.10.2019



Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Aufbereitung & biologische Stabilität

Hochschule Luzern
Technik & Architektur



Natürliche Aufbereitung



Bild: ifu.bayern.de

Technische Aufbereitung

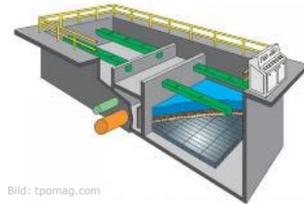
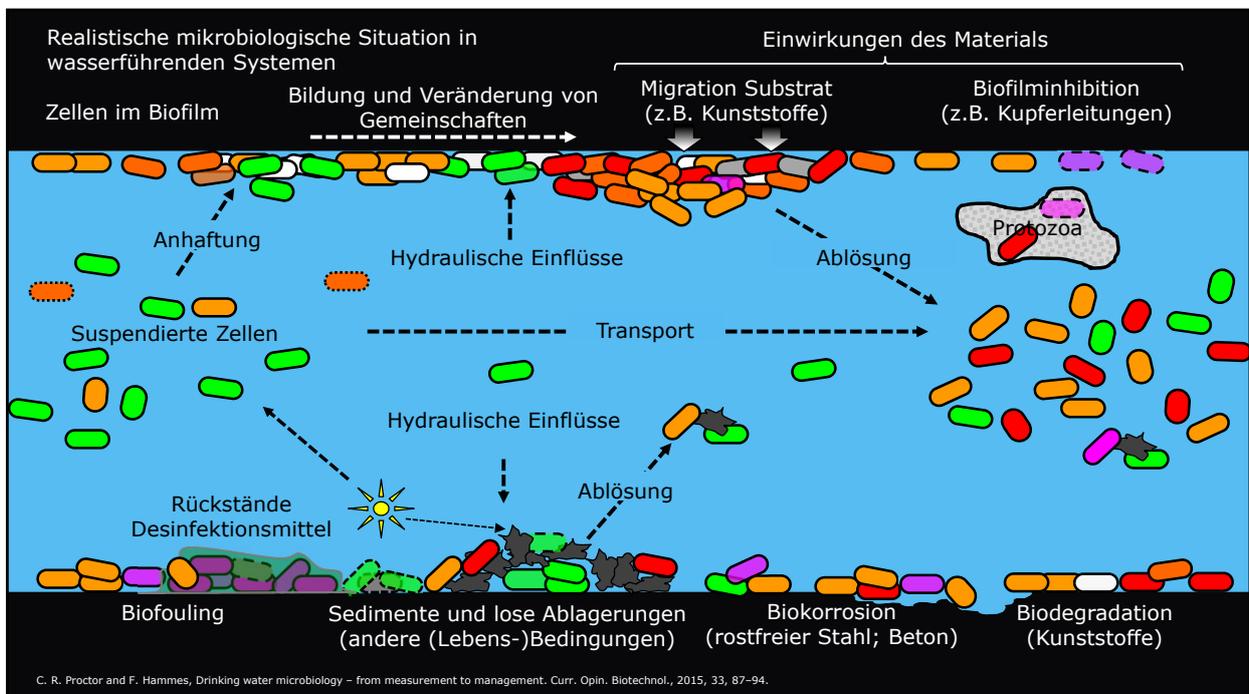


Bild: tpomag.com



Aufbereitung & biologische Stabilität

Wasserführende Systeme sind NIEMALS steril!

Krankheitserreger im Trinkwasser

- Einige Krankheitserreger sind fester Bestandteil der natürlichen mikrobiellen Gesellschaft. Allerdings ist deren Anzahl so gering, dass keine Relevanz für die menschliche Gesundheit besteht.
- Ein Grossteil der Krankheitserreger kann mittels Aufbereitungs- und Desinfektionsverfahren eliminiert sowie deren Vermehrung durch einen optimalen Systembetrieb unterdrückt werden.

Es wird unterschieden zwischen ...

- *Fakultativer Pathogenität* - Die Erreger machen sich verschiedene Umstände zu Nutze: z.B. primäre Immundefekte, onkologische Erkrankungen oder Infektionen.
- *Obligater Pathogenität* - Die Erreger sind in jedem Fall krankheitsauslösend.

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Krankheitserreger im Trinkwasser

Fakultativ oder obligat pathogene Mikroorganismen, die in ein Verteilsystem **eingetragen** werden und/oder **aufwachsen** können.

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

(spp. = Species Pluralis)
 Ashbolt (2015) *Curr Environ Health Rpt.* 2(1): 95-106
 BAG (2010) *Anerkannte Aufbereitungsverfahren für Trinkwasser.* BBL, S 08.10 1200 d 400 f 100i 40EXT1011.

Folie 17, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Krankheitserreger im Trinkwasser

Fakultativ oder obligat pathogene Mikroorganismen, die in ein Verteilsystem **eingetragen** werden und/oder **aufwachsen** können.

Bakterien
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Legionella spp.</i>

→ Besonders relevant für die
Trinkwasserverteilung im Gebäude

(spp. = Species Pluralis)
 Ashbolt (2015) *Curr Environ Health Rpt.* 2(1): 95-106.
 BAG (2010) *Anerkannte Aufbereitungsverfahren für Trinkwasser.* BBL, S 08.10 1200 d 400 f 100i 40EXT1011.

Folie 18, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand Krankheitserreger im Trinkwasser



Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Pseudomonas aeruginosa

- Das Bakterium ist weltweit in Oberflächengewässern und in technischen Wassersystemen verbreitet. Es kann durch Aufbereitungs- und normale Desinfektionsverfahren nicht 100%ig vermieden werden. Es ist fester Bestandteil der natürlichen mikrobiellen Gesellschaft.
- Es ist fakultativ pathogen und stellt geringe Ansprüche an die Umweltbedingungen (niedrige Nährstoffkonzentrationen). Faktoren wie Temperatur, Stagnation und Material spielen eine wichtige Rolle für die mögliche Ausbreitung von *P. aeruginosa*.
- Der Temperaturbereich, in dem sich *P. aeruginosa* vermehren kann, reicht von 9 °C bis 42 °C, weshalb der Stamm besonders für den Kaltwasserbereich relevant ist.

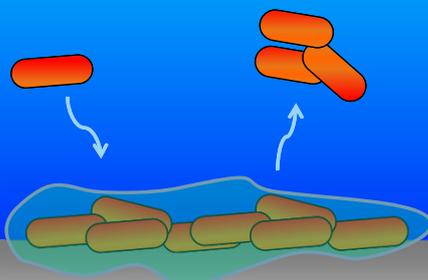
Folie 19, 01.10.2019

Wasser (Planktonische Phase)

Besiedlungsverhalten von *Pseudomonas aeruginosa*

Unbesiedeltes Leitungssystem

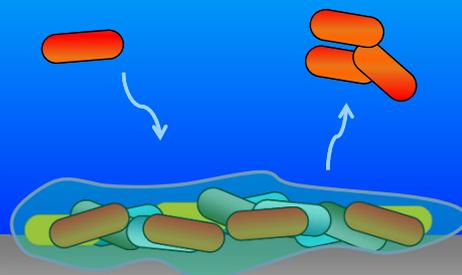
P. aeruginosa ist ein spezialisierter Primärbesiedler.



Oberfläche
(Sessile Phase)

Heterogener Biofilm im Leitungssystem

P. aeruginosa kann sich unter bestimmten Bedingungen auch in heterogene Biofilme einnisten und trotz Konkurrenzsituation vermehren.



Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Krankheitserreger im Trinkwasser

Pseudomonas aeruginosa

- Ca. 50 % der Infektionen, die durch *P. aeruginosa* ausgelöst werden, resultieren aus dem Kontakt mit Wasser.
 - Relevant für Trinkwasser-Installationen und Schwimmbäder
- Vor allem im klinischen Bereich wird *P. aeruginosa* eine hohe Beachtung entgegengebracht. Durch seinen Stoffwechsel und seine Zellmembranstruktur weist der Stamm Mehrfachresistenzen gegenüber Antibiotika und Desinfektionsverfahren auf. Für das Robert Koch-Institut hat der Erreger höchste Priorität.
- Das Spektrum an Krankheiten, die durch *P. aeruginosa* verursacht werden, ist umfangreich. Z.B. Infektionen von Brandwunden, chronische Wundinfektionen, Harnwegsinfektionen, Haut- und Augeninfektionen, Otitis Externa „swimmer’s ear“.

Hochschule Luzern
Technik & Architektur



Wingender, J.; Flemming, H.C. (2011): Biofilms in drinking water and their role as reservoir for pathogens. *Int. Journal of Hygiene and Environmental Health*, 14: 417–423.
Kistemann, T. et al. (2012): Gebäudetechnik für Trinkwasser: Fachgerecht planen – Rechtssicher ausschreiben – Nachhaltig sanieren. Springer Vieweg, ISBN 978-3-642-29545-4.

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

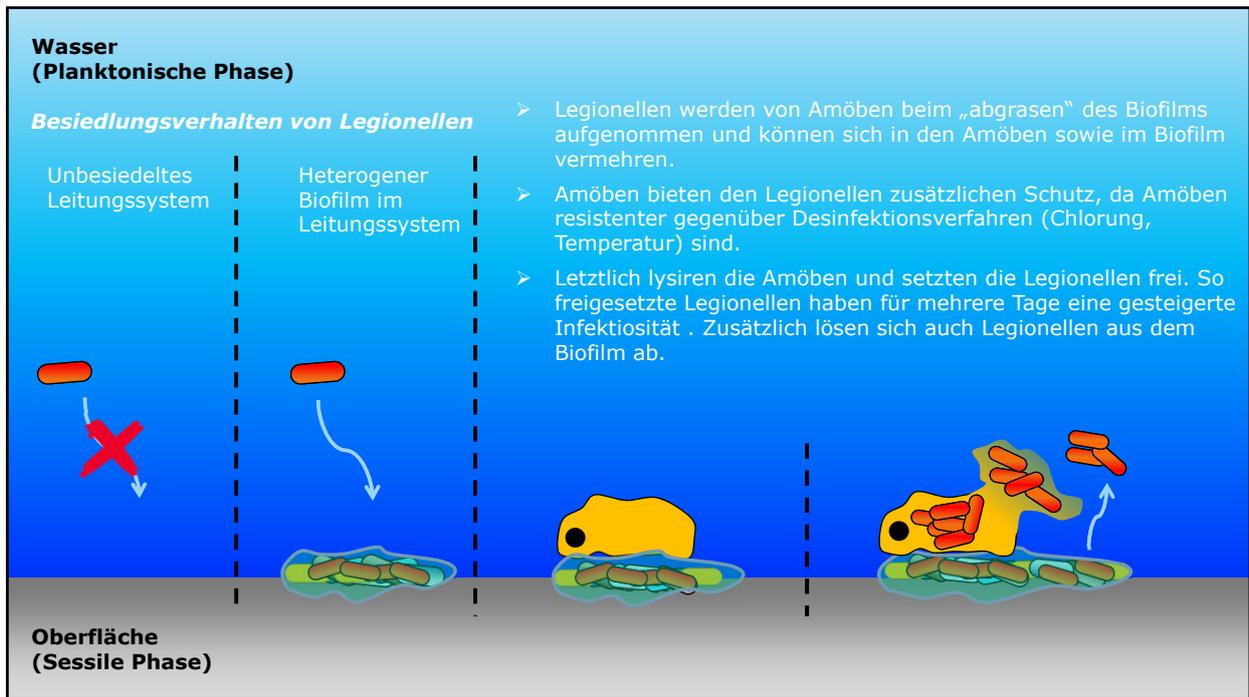
Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- Legionellen sind weltweit in Oberflächengewässern, Böden und in technischen Wassersystemen verbreitet. Sie können durch Aufbereitungs- und normale Desinfektionsverfahren nicht 100%ig vermieden werden. Sie sind fester Bestandteil der natürlichen mikrobiellen Gesellschaft.
- Von Legionellen sind aktuell 60 Arten und 79 Serogruppen bekannt. Ca. 90 % der Infektionen werden durch *Legionella pneumophila* ausgelöst.
- Das Bakterium ist fakultativ pathogen. Für sein Wachstum in technischen Systemen sind mehrere Faktoren massgebend.
 - Stagnation, Temperatur, heterogener Biofilm, Amöben und Material



Hochschule Luzern
Technik & Architektur



Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie

Aktueller Stand

Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- Der Temperaturbereich, in dem sich Legionellen sehr gut vermehren können, reicht von 25 °C bis 45 °C. Bevorzugt werden Warmwassersysteme aber auch im Kaltwasser können sie aufwachsen. In verschiedenen Studien wurden Legionellen im Temperaturbereich von 6 °C – 66 °C nachgewiesen.
- Eine Legionellen-Infektion (Legionellose) kann zum sogenannten Pontiac-Fieber oder einer Pneumonie (Legionärskrankheit) führen, wobei letztere in 3 % bis 33 % der Fälle tödlich endet.

Pontiac-Fieber Symptome

- Fieber
- Muskelschmerzen
- Kopfschmerzen
- Schüttelfrost
- Schwindel
- Erschöpfung
- Durchfall

Legionellen Pneumonie Symptome

- Fieber
- Husten/Auswurf
- Muskelschmerzen
- Kopfschmerzen
- Kurzatmigkeit
- Verwirrung
- Übelkeit/Erbrechen
- Durchfall
- Appetitlosigkeit

Management of Legionella in Water Systems (2019): Committee on Management of Legionella in Water Systems, Water Science and Technology Board, Board on Life Sciences, Board on Population Health and Public Health Practice, Division on Earth and Life Studies, Health and Medicine Division. The National Academies Press, Washington, DC.

Folie 24, 01.10.2019

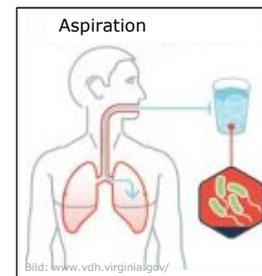
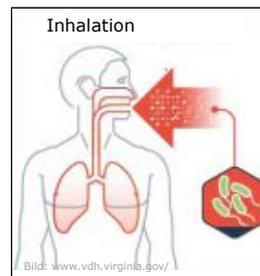
Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- In beiden Fällen geschieht die Infektion durch das Einatmen/Inhalieren von lungengängigen Aerosolen, die Legionellen enthalten. Eine solche Aerosolbildung entsteht z.B. durch Rückkühlwerke, Whirlpools, Duschen, Springbrunnen, Pfützen, Komposterde oder seltener durch Verschlucken (Mikroaspiration).



- In Abhängigkeit der Kontaminationsquelle treten Einzelerkrankungen als auch Epidemien auf (Dusche/Kühlturm).
- Bei 90 % der Infektionsfälle handelt es sich um Einzelfallerkrankungen.

Folie 25, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- Beispiele von Epidemien der letzten Jahre
 - Niederlande, Blumen-Show, 1999, über 300 Fälle, 32 Tote, Whirlpools und Sprinkleranlagen
 - Australien, Melbourne Aquarium, 2000, 125 Fälle, 4 Tote, Kühlturm
 - Norwegen, 2005, 56 Fälle, 10 Tote, Abwasserreinigungsanlage / Belebtschlammbecken
 - Kanada, Toronto, 2013, 43 Fälle, Unbekannte Quelle
 - Deutschland, Warstein, 2013, 165 Erkrankungsfälle und 3 Tote, Rückkühlwerk
 - Portugal 2014, 377 Fälle, 14 Tote, Kühlturm
 - USA, New York City (Bronx), Sommer 2015, 128 Fälle, 12 Tote, Rückkühlwerk
 - USA, Flint, MI, 2014-2015, über 80 Fälle, 12 Tote, Änderung in Wasserversorgung
 - USA, Quincy Illinois State Veterans' Home, 2016, 14 Tote, kontaminierte Trinkwasserinstallation

Management of Legionella in Water Systems (2019): Committee on Management of Legionella in Water Systems, Water Science and Technology Board, Board on Life Sciences, Board on Population Health and Public Health Practice, Division on Earth and Life Studies, Health and Medicine Division. The National Academies Press, Washington, DC.

Folie 26, 01.10.2019

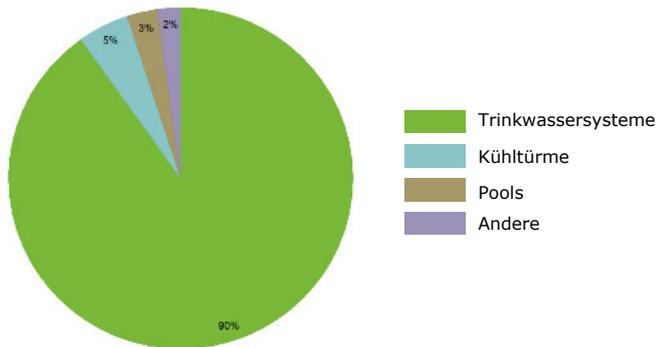
Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

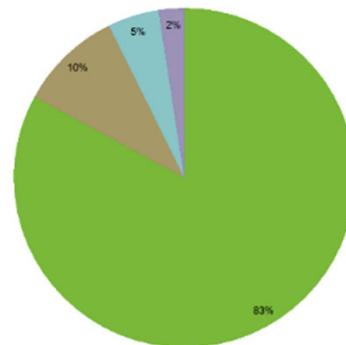
Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- Verteilung der Probenahmestellen, die positiv auf Legionellen getestet wurden.



- Verteilung der Probenahmestellen, die positiv auf Legionellen getestet wurden und mit klinischen Isolaten übereinstimmen.



European Centre for Disease Prevention and Control. Legionnaires' disease in Europe, 2015. Stockholm: ECDC; 2017

Folie 27, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- Eine Legionellose ist in der Schweiz sowie in vielen anderen Ländern meldepflichtig.
- Der lückenlose Nachweis einer Legionellen-Infektionskette (Patient → Quelle) ist sehr schwierig, aufwändig sowie kostenintensiv und führt bei Einzelerkrankungen selten zum Erfolg.
- 2018 wurden in der Schweiz 567 Legionellose-Fälle gemeldet. Es wird von einer starken Unterfassung der Fälle ausgegangen.
- Im europäischen Vergleich verzeichnet die Schweiz eine 3x höhere Melderate. Zudem bildet sich weltweit eine steigende Tendenz ab.

Folie 28, 01.10.2019

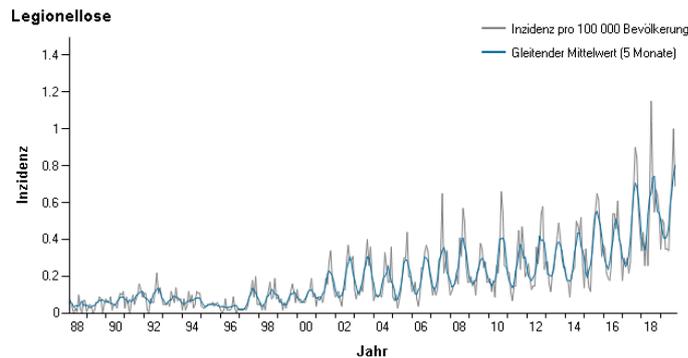
Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- Monatliche Inzidenz pro 100'000 Bevölkerung bis Woche 38/2019 – 423 Fallmeldungen CH



BAG OFSP UFSP SFOPH

Stand 24.09.2019

Folie 29, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- 2018 wurden in Deutschland 1'621 Legionellose-Fälle gemeldet. Das Robert Koch-Institut (RKI) geht davon aus, dass der Infektionsort von über 50 % der jährlich gemeldeten Fälle im Privatbereich liegt, gefolgt von Hotels und medizinischen Einrichtungen.
- Laut den Hochrechnungen einer Studie des Excellence Network for Community Acquired Pneumonia (CAPNETZ) von 2008, verursachen Legionellen in Deutschland 15'000 – 30'000 Pneumonien, von denen 1'500 – 2'000 tödlich verlaufen.
- Das Pontiac-Fieber (grippeähnliche Symptome) tritt RKI-Schätzungen zufolge 10 – 100 mal häufiger auf als die Pneumonie und verursacht dadurch einen relevanten wirtschaftlichen Schaden. Ein Erregernachweis wird meist nicht durchgeführt, da zu Aufwendig.

Von Baum H, Ewig S, Marre R, Suttorp N, Gonschior S, Welte T, Lück C: Community-acquired Legionella pneumonia: new insights from the German competence network for community acquired pneumonia. Clin Infect Dis 2008; 46 (9): 1356–1364.
RKI: Pontiac-Fieber: Diagnostische Möglichkeiten zum Nachweis von Legionellen als Ursache. Epidemiologisches Bulletin 2011; 28.
RKI: Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2016. Datenstand: 1. März 2017.
www.bag.admin.ch/bag/de/home/service/zahlen-fakten/zahlen-zu-infektionskrankheiten/meldepflichtige-infektionskrankheiten---woechentliche-fallzahlen.html

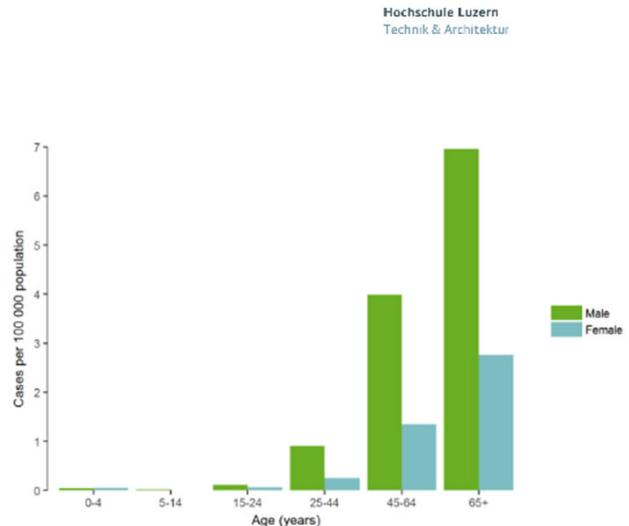
Folie 30, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Aktueller Stand

Krankheitserreger im Trinkwasser

Legionella spp.

- Zu den Risikogruppen für eine Legionellen-Infektion zählen u.a. ältere Menschen, chronisch Kranke, Menschen mit einer Immunsuppression, Raucher, Alkoholiker und Extremsportler.
- Männer erkranken im Schnitt 2.4x häufiger als Frauen.



Verteilung der Fälle von Legionärskrankheiten je 100'000 Einwohner nach Alter und Geschlecht EU / EWR 2017.

RKI: Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2016.
Datenstand: 1. März 2017.
European Centre for Disease Prevention and Control: Annual Epidemiological Report for 2017
Legionnaires' disease.

Folie 31, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Verantwortung



Folie 32, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Verantwortung



Folie 33, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Verantwortung

Parlament			
Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände LMG			
Bundesrat			
Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung LMG	Verordnung über das Schachten und die Fleischkontrolle VSJK	Verordnung über den nationalen Kontrollplan für die Lebensmittelkette und die Gebrauchsgegenstände NKPV	Verordnung über den Vollzug der Lebensmittelgesetzgebung LMGV
Eidgenössisches Departement des Innern EDI			
Verordnung über die Höchstgehalte für Pestizidrückstände in oder auf Erzeugnissen pflanzlicher und tierischer Herkunft VPEP	Verordnung über Rückstände pharmakologisch wirksamer Stoffe und Futtermittelzusatzstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft VPEL	Zusatzstoffverordnung ZUV	Hygiene-Verordnung HyV
Aromenverordnung	Verordnung über technologische Verfahren sowie technische Hilfsmittel zur Behandlung von Lebensmitteln VTEH	Kontaminantenverordnung VSJK	Verordnung über neuartige Lebensmittel
Verordnung über den Zusatz von Vitaminen, Mineralstoffen und sonstigen Stoffen in Lebensmitteln VPM	Verordnung betreffend die Information über Lebensmittel IV	Verordnung über gentechnisch veränderte Lebensmittel VGV	Verordnung über die Hygiene beim Schlachten HyS
Verordnung über Lebensmittel pflanzlicher Herkunft, Pilze und Speisesalz VLPH	Verordnung über Lebensmittel tierischer Herkunft VLTH	Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschen BSW	Bedarfsgegenständeverordnung
Verordnung über Getränke	Verordnung über Lebensmittel für Personen mit besonderem Ernährungsbedarf VLEB	Verordnung über kosmetische Mittel VMS	Verordnung über Gegenstände für den Heimkontakt HSKV
Verordnung über Nahrungsergänzungsmittel VNEZ		Spelztagverordnung VSS	Verordnung über Aerosolbacken
Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV			
Verordnung über die Kontrolle von Lebensmitteln mit Ursprung oder Herkunft Japan	Verordnung über die Kontrolle von Beerenprodukten mit Ursprung oder Herkunft Indien	Sichensymbol-Verordnung	

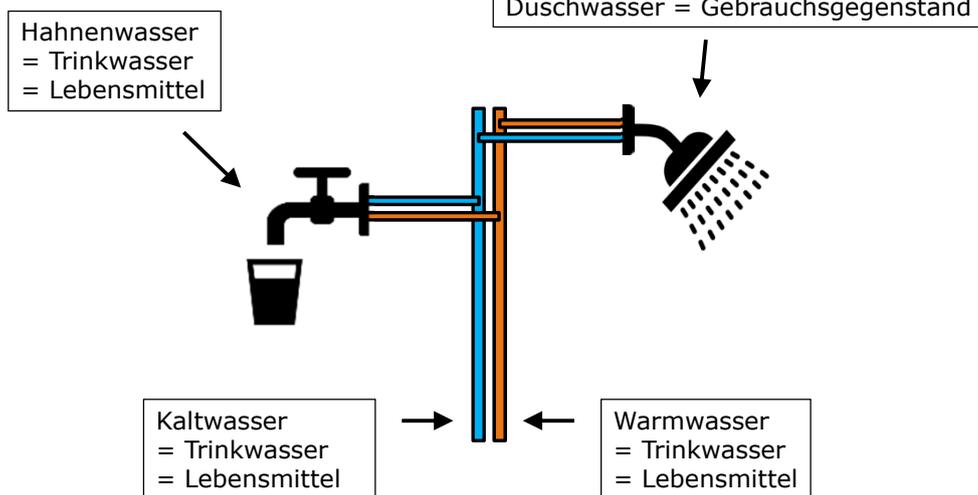
Legend: ■ Lebensmittel ■ Gebrauchsgegenstände

Folie 34, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Verantwortung



Folie 35, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Verantwortung

- Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)
- Abschnitt 2: Trinkwasser
- Art. 3 Anforderungen an Trinkwasser

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.

...

- **Für die Trinkwasserverteilung im Gebäude werden keine Höchstwerte aufgeführt.**

Folie 36, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Verantwortung

- Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)
- Abschnitt 3; Dusch- und Badewasser
- Art. 9 Mikrobiologische Anforderungen
Für den Kontakt mit dem menschlichen Körper bestimmtes Wasser hat den mikrobiologischen Anforderungen nach Anhang 5 zu genügen. (Auszugbeispiel)

Kategorie	<i>Legionella spp.</i> in KBE (Höchstwerte)
Wasser in Sprudelbädern oder über 23 °C warmen Becken mit einem der Aerosolbildung förderlichen Wasserkreislauf	100/L
Dampfbad: Wasserherstellung mit Aerosolbildung	100/L
Wasser in Duschanlagen	1'000/L

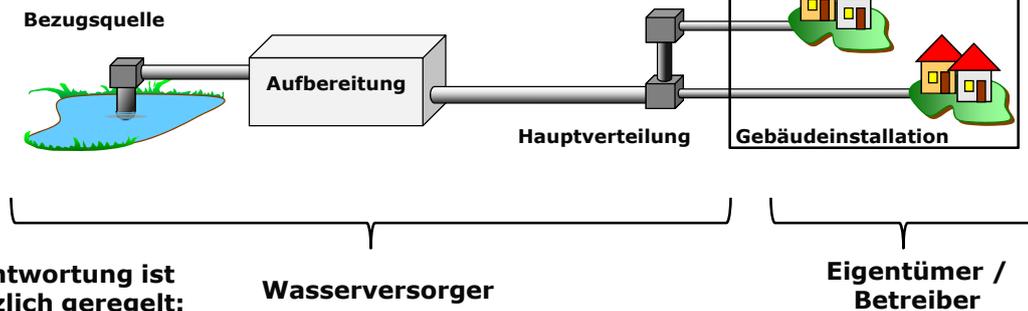
- Seit 1. Mai 2017 müssen in öffentlich zugänglichen Gebäuden mit Bädern und/oder Duschanlagen diese Höchstwerte eingehalten werden.
- Wie oft eine Kontrolle erfolgen sollte wird nicht vorgeschrieben.

Folie 37, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Verantwortung



Verantwortung ist gesetzlich geregelt:

Wasserversorger

Eigentümer / Betreiber

Erläuterungen zur TBDV / Abschnitt 2: Trinkwasser / Art. 2 Begriffe

... Der Hauseigentümer, der nur Wasser für den persönlichen Verbrauch bezieht, untersteht nicht der Einhaltung der Lebensmittelgesetzgebung. Sobald er hingegen seinen Mietern oder Verbrauchern (insbesondere in Hotels, Pflegeheimen, Schulen oder anderen öffentlichen Gebäuden) Wasser bereitstellt, muss er sich an die Bestimmungen der Verordnung halten.

Folie 38, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Das Gebäude und der Nutzer im Wandel

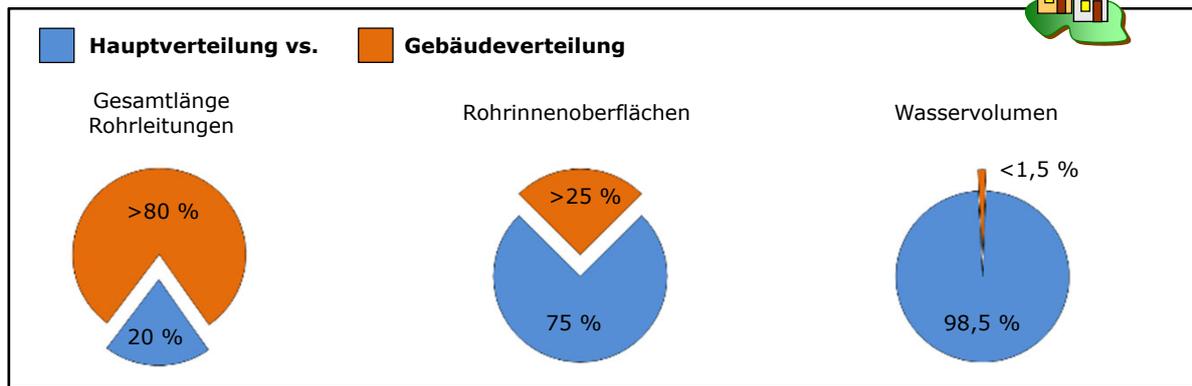
Hochschule Luzern
Technik & Architektur



Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Das Gebäude und der Nutzer im Wandel

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

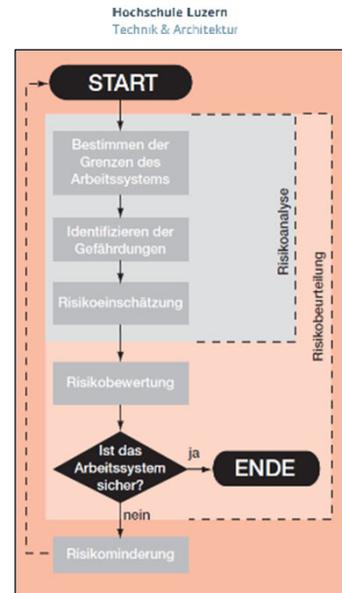


Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Ursachen für Probleme

➤ Mangelnde Risikobeurteilung in der Planung (nicht abschliessend)

- Frage: An welchen Stellen im System können hygienische Schwachpunkte entstehen?
- Gebäudenutzen (Hospital, Pflegeheim, Wohnungsbau, ...)
- Gebäudenutzer (z.B. Patienten, Senioren, etc...)
- Ausführlicher Plan des Leitungssystems (Installationsplan / Funktionsschema / Materialien)
- Überlegungen zum zukünftigen Systembetrieb
- Manueller vs automatisierter Spülaufwand
- Planung von Probenahmeventilen an neuralgischen Punkten
- Planung der Temperaturüberwachung an neuralgischen Punkten
- etc ...



Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Ursachen für Probleme

➤ Kritische Faktoren während Bauphase und Erstbefüllung

- Bauliche Verunreinigungen
- Verschmutzte Verbindungsschläuche
- Verschmutztes Wasser
- Suboptimale Temperaturen
 - Kalt- und Warmwasser
- Langzeitstagnation
- Installationsfehler
- Ungeeignete Materialien

➤ Neu geregelt durch die W3/E3



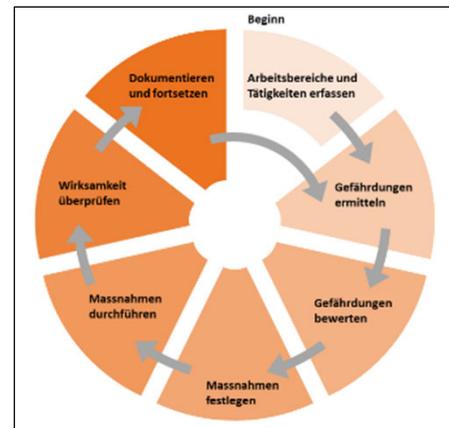
Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Ursachen für Probleme

➤ Mangelnde risikobasierte Selbstkontrolle

- Erarbeitung und Pflege einer effektiven sowie konsequenten Selbstkontrolle durch den Betreiber.
- Die Selbstkontrolle beinhaltet u.a. :
 - Regelmässige Erfassung der Temperaturen (manuell oder automatisiert)
 - Regelmässige Spülung jeder Entnahmestelle
 - Regelmässige mikrobiologische Untersuchungen
 - Stetige Aktualisierung der Installationspläne
 - Regelmässige Wartung der Anlage



Folie 43, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

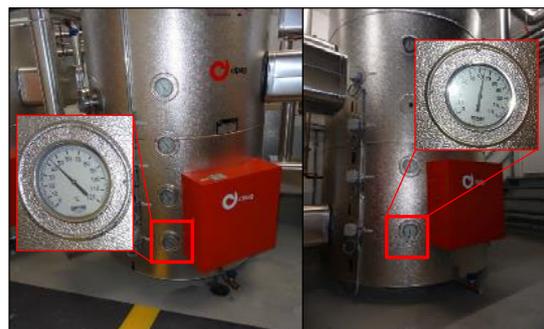
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Ursachen für Probleme

Vor- und Nacherwärmung

- Speicher der Wärmerückgewinnung müssen mindestens 3x Wöchentlich thermisch desinfiziert werden ($>60\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Generell erfährt der Bereich des Speicherbodens nicht die notwendige Temperaturen
- Speicher einer regelmässigen Reinigung unterziehen (W3/E2).
 - Entfernung von Bodensatz und Verkalkungen
- Wärmerückgewinnung: Trinkwasser ist aus hygienischen Gründen für die Energiespeicherung nicht geeignet → alternativ sollten Plattentauscher oder Kombispeicher zum Einsatz kommen
- Nutzen der „Legionellen-Schaltung“ steht vermehrt unter Beobachtung
 - Das Leitungssystem erfährt meist nicht die höheren Temperaturen
 - Nachts kein Wasserbezug und Zirkulation ausgeschaltet
 - Die thermische Resistenz (Konditionierung) der Mikrobiologie wird gefördert

Vorerwärmung & Nacherwärmung



Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Ursachen für Probleme

Zentraler Verbrühungsschutz



Folie 45, 01.10.2019

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

- Bei Notwendigkeit eines Verbrühungsschutzes sollte dieser
 - so nah wie möglich an der Armatur oder direkt in der Armatur verbaut
 - sowie für thermische Spülungen überbrückbar sein.

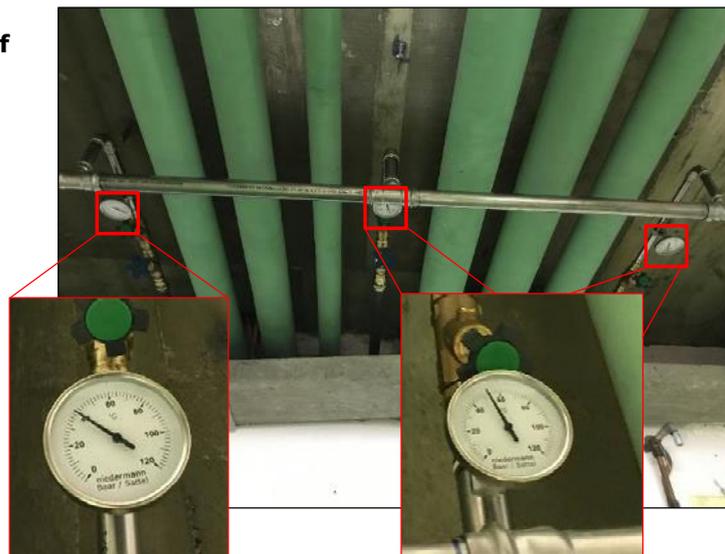


Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Ursachen für Probleme

Warmwasserzirkulation Rücklauf

- Fehlerhafte Hydraulik, da der Abgleich bei Neubauten oder Installationsänderungen nicht durchgeführt wurde.

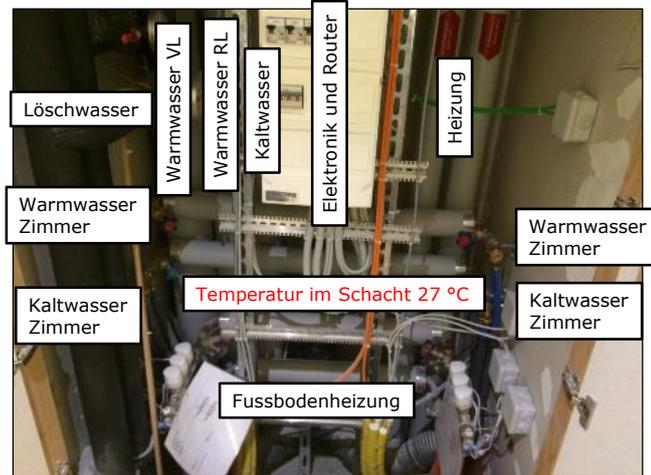


Folie 24, 01.10.2019

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

**Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie
Versorgung im Gebäude
Ursachen für Probleme**

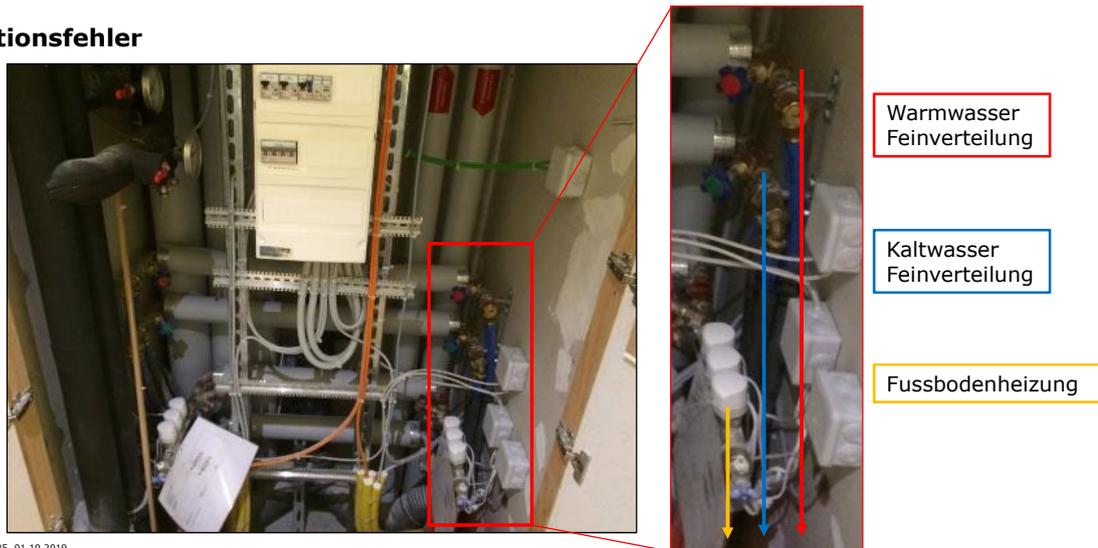
Versorgungsschächte / Steigzonen



Folie 24, 01.10.2019

**Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie
Versorgung im Gebäude
Ursachen für Probleme**

Installationsfehler

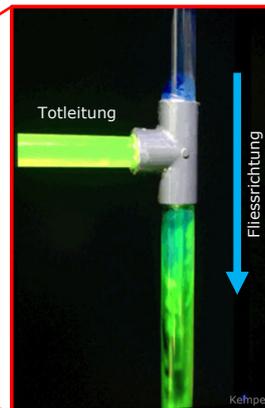
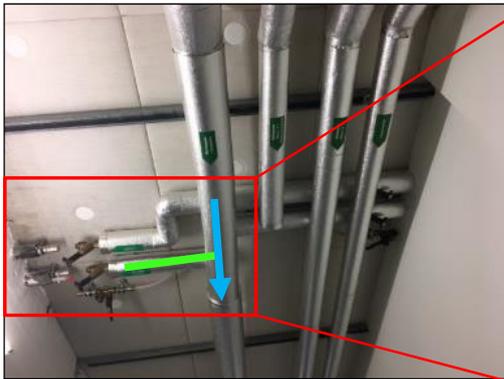


Folie 25, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Ursachen für Probleme

Totleitungen (zwingend zu vermeiden)



Hochschule Luzern
Technik & Architektur

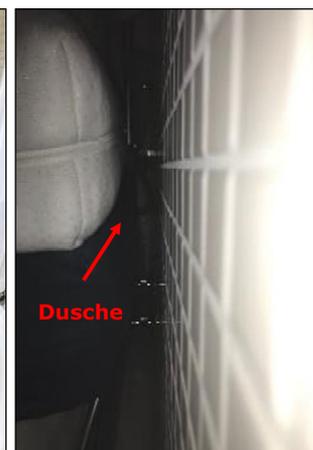
Folie 49, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Ursachen für Probleme

Ungenutzte Entnahmestellen

- Jede Entnahmestelle mehrmals wöchentlich nutzen bzw. spülen
- Alternativ Rückbau der betreffenden Entnahmestellen
 - Trennung von der Versorgungsleitung und Entleerung oder Entfernung der Leitung



Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Folie 25, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Ursachen für Probleme

Alterung der Anlage

- Trinkwasserinstallationen altern und entsprechend bilden sich teils massive Ablagerungen in den Leitungen
- Thermische oder chemische Desinfektionsmassnahmen versagen häufig, aufgrund mangelnder Tiefenwirkung durch die Ablagerungen
- Alle 10 – 15 Jahre sollte deshalb eine Reinigung des Systems z.B. mittels Luft-Wasser-Impulsspülung in Betracht gezogen werden



Folie 51, 01.10.2019

Trinkwassermikrobiologie Gebäudeinstallation

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Vorgehen bei Problemfällen

- Mikrobiologische Probleme treten häufig nur auf, wenn zuvor massive Fehler im Bereich Planung, Installation oder Betrieb gemacht wurden.
- Mikrobiologische Probleme im Trinkwasser nimmt man selten wahr. Die menschliche Sensorik (Geschmack, Geruch, Sehen) ist dazu nicht im Stande.



10 Legionellen/L



1'000'000 Legionellen/L

- Wenn die menschliche Sensorik etwas wahrnimmt, ist das mikrobiologische Problem meist schon sehr massiv ausgeprägt.

Folie 52, 01.10.2019

Vorgehen bei Problemfällen

Massnahmen bei einem bspw. Legionellen-Befall

- Der Höchstwert 1'000 *Legionella* spp. KBE/L dient dem Vollzug zur Anordnung von Massnahmen.
 - Er hat keinerlei Bezug zu einem Infektionsrisiko.
 - Liegen positive Werte unter dem Höchstwert vor, dann sollten ebenfalls Massnahmen eingeleitet werden.
- Nur durch klare Kommunikation und koordinierte Aktionen führen die jeweiligen Massnahmen zum Erfolg.
 - Teambildung: Eigentümer/Betreiber, Planer, Sanitär, Hygienespezialist
- Je nach Ausprägung der Kontamination kommen unterschiedliche Massnahmenpakete zur Anwendung.
 - BAG-/BLV-Empfehlungen: Modul 11

Folie 53, 01.10.2019

Vorgehen bei Problemfällen

Desinfektionsverfahren für laufenden Betrieb

- BAG-/BLV-Empfehlungen: Modul 11
 - Bei Trinkwasserinstallationen gelten für die Desinfektion von Warmwasser dieselben lebensmittelhygienischen Anforderungen wie für Kaltwasser. Es kommen nur drei Verfahren entsprechend den Vorgaben der EDI Verordnung TBDV in Frage.
 - UV-Bestrahlung, Desinfektion auf Basis von freiem Chlor, Ozonung
- Die Anwendung anderer Stoffe und Verfahren zur Desinfektion stehen im Widerspruch zu den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen.
 - Kupfer- oder Silberionen aus Ionisation, Monochloramin, Wasserstoffperoxid, Gemische von Bioziden
- Desinfektionsmassnahmen dienen lediglich der Symptombekämpfung und haben **keinen Einfluss auf die Ursache!**

Folie 54, 01.10.2019

Trinkwasserhygiene: Mikrobiologie Versorgung im Gebäude

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Es ist eigentlich einfach ...

- Im Wesentlichen kann die Trinkwasserqualität im Gebäude durch
 - eine qualitativ hochwertige Installation (zertifizierte Produkte und kompakter Aufbau),
 - einen regelmässigen Wasseraustausch (**jede Entnahmestelle** mehrmals pro Woche) sowie
 - durch kontinuierlich optimale Temperaturen (Kalt- und Warmwasser) erhalten werden.
 - Kaltwasser <25 °C an der **Entnahmestelle**
 - Warmwasser min. 50 °C an der **Entnahmestelle** (opt. 55 °C in Grossbauten)

Folie 55, 01.10.2019

