

FAKTENRECHERCHE ZU LEGIONELLEN

Dr. Michel Haller, Florian Ruesch
Energie-Apéro Chur, 15.05.2019

Legionellen: Geschichte und Outbreaks

■ 1976, Philadelphia (USA):

- Rätselhafte Erkrankung von Kriegsveteranen (Legionären): 182 Personen erkrankt, Todesrate 16%
- Legionellose = Infektion der Atemwege durch Legionellen, verursacht durch Inhalation von Aerosolen
- Nassrückkühler auf Hoteldach war Auslöser
- Kurzfilm (22 min., englisch):
<https://thelegionnaireslawyer.com/history-legionnaires-disease/>



■ Bei „Outbreaks“ auch heute noch meist Nasskühler als Ursache

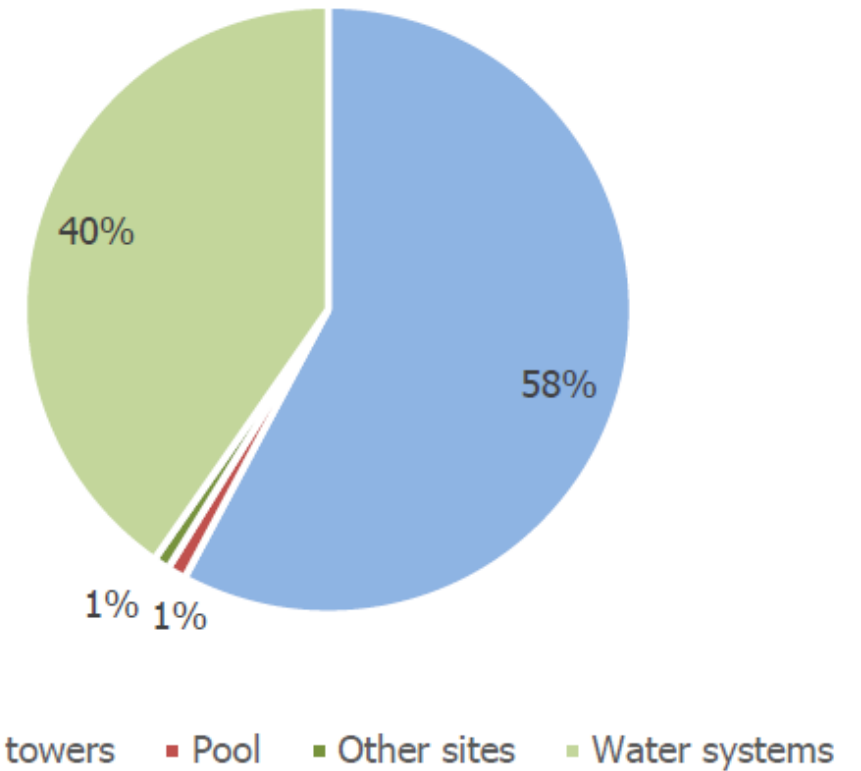
- Aber: die meisten Infektionen sind Einzelinfektionen / keine Outbreaks

Jahr	Stadt	Infektionsaquelle	Erkrankt	Gestorben
2010	Wales, United Kingdom	Wahrscheinlich Nasskühler	22	9%
2012	Québec City, Canada	Wahrscheinlich Nasskühler	180	7%
2012	Edinburgh, Scotland, UK	Wahrscheinlich Nasskühler	92	3%
2012	Pittsburgh, Pennsylvania	unbekannt	22	27%
2014	Portugal	unbekannt	375	3%
2015	Bronx, New York	Nasskühler	113	11%
2015	Quincy, Illinois	unbekannt	58	28%
2015	Genesee County, Michigan	Vermutlich Wasserversorgung	87	14%
2017	Anaheim, California	Nasskühler	22	5%
2017	Lisbon, Portugal	Nasskühler	56	9%
2018	Washington Heights, New York	Nasskühler	27	4%

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Legionnaires%27_disease_outbreaks#cite_note-c+d-52

Quellen für Legionellose-Infektionen

- Nass-Rückkühler, Kühltürme
- zu kalte Warmwasserleitungen und zu warme Kaltwasserleitungen
- Zierbrunnen
- Sprudelbäder
- Allg. Sprüheinrichtungen, z. Bsp.
 - Duschen, Druckreiniger, Kläranlagen, Autowaschanlagen, Scheibenwischer-flüssigkeiten von Fahrzeugen, Dentaleinrichtungen (Zahnarzt)
- Komposterde



Distribution of sampling sites which tested positive for Legionella, EU/EEA, 2014

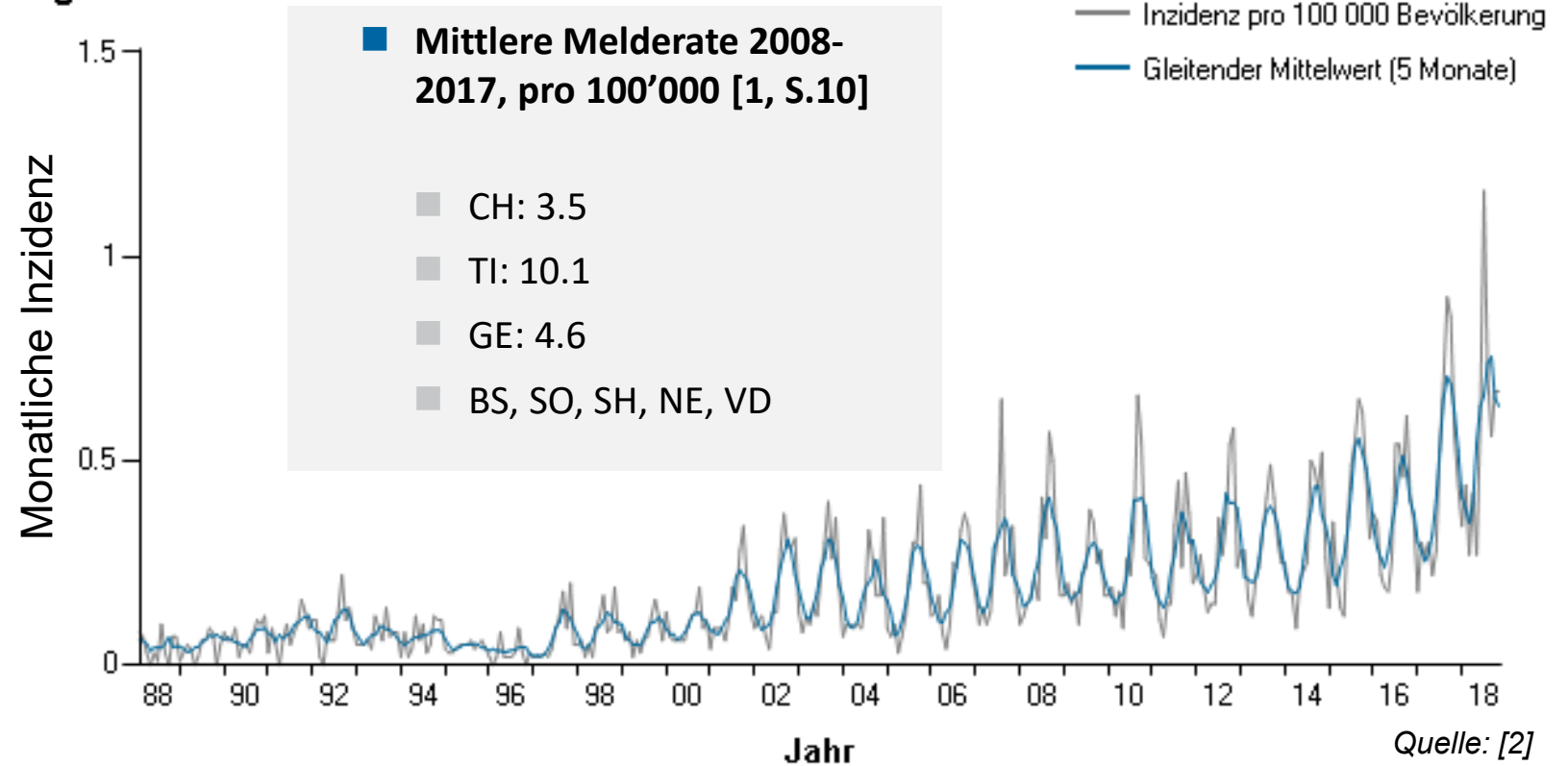
Saisonalität und Häufigkeit in CH und FL

■ Ausgeprägte Saisonalität

■ mit Sommer-Peak!

■ Deutlich mehr Fälle in wärmeren Kantonen

Legionellose

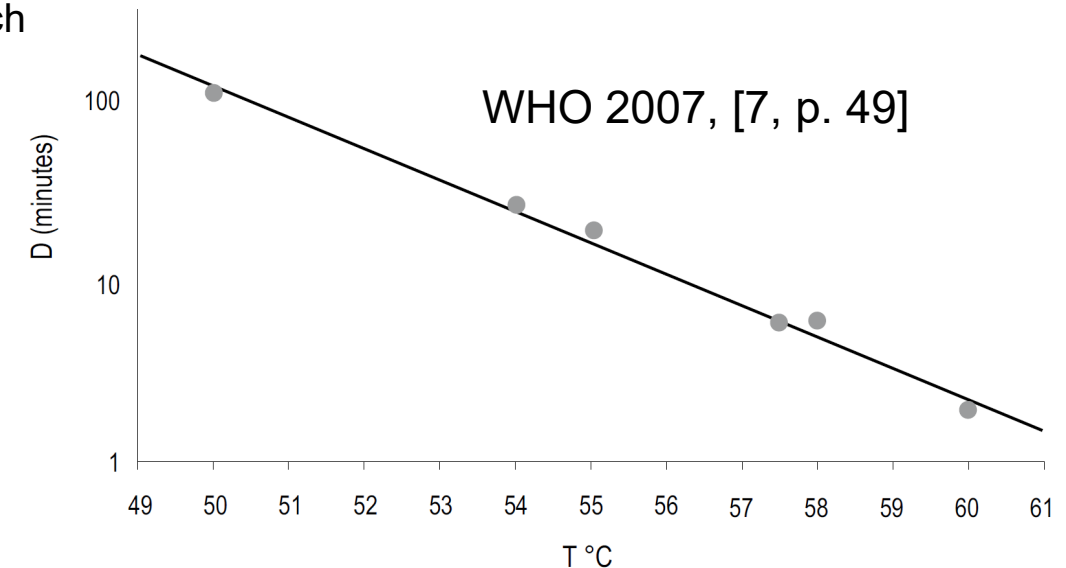


 BAG OFSP UFSP SFOPH

Stand 30.10.2018

Leben und Sterben von Legionellen

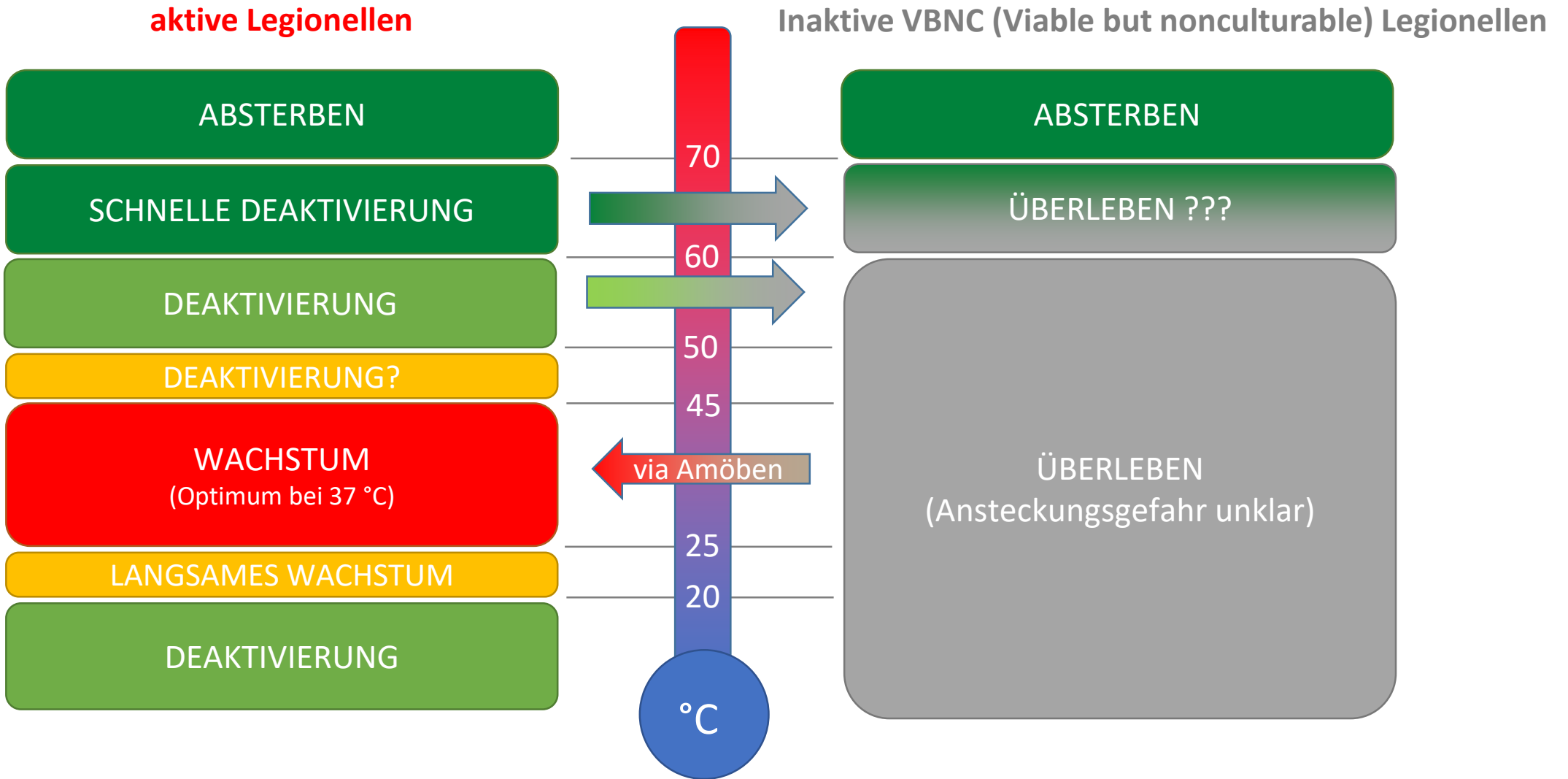
- **Mythos: ~~Legionellen vermehren sich auch über 50 °C noch~~**
 - ... stimmt nach heutiger Kenntnis nicht! [Quellen: 1-7]
 - Wachstum zwischen 20 °C und 45 °C verifiziert
 - Verdoppelungsrate ca. 6 h unter Idealbedingungen (35 – 40 °C)
 - evt. unter Anwesenheit von Amöben schnellere Verdoppelung möglich
- **Ab 45 – 50 °C nimmt die Konzentration kultivierbarer Legionellen (KBE = Kolonie Bildende Einheiten) ab [1-7]**
- **Dieser Rückgang ist stark abhängig von der Temperatur**
 - D = 100 min @ 50 °C
 - D = 2 min @ 60 °C
 - D = Dezimierung: 90% unschädlich



Decimal reduction time (D) = time in minutes to kill 90% of the population of *Legionella*

Source: data combined from Dennis, Green & Jones (1984); Schulze-Robbecke, Rodder & Exner (1987)

Kultivierbare (aktive) Legionellen und VBNC



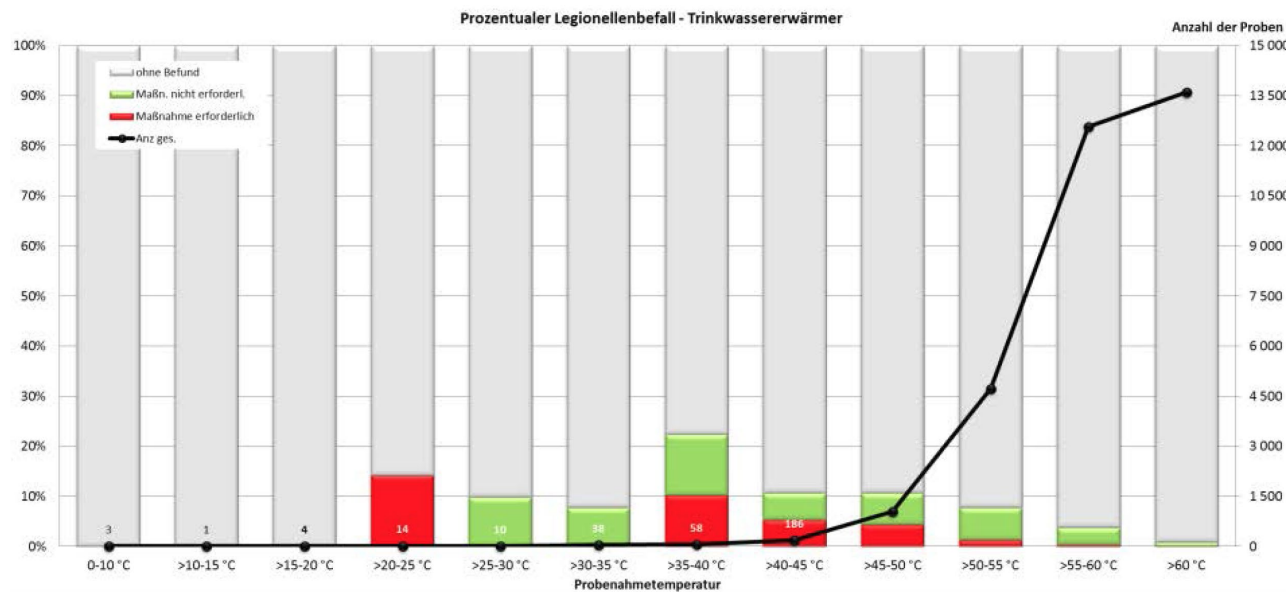
Rühling & Rothmann 2012, Untersuchungen zur Verifizierung von Sicherheitsabständen zur Zone des Legionellenwachstums in der Trinkwassererwärmung

- **Auswertung von 75'000 Analysen (Aufbau Datenbank)**
 - Im Temp.-Bereich 20 - 25 °C bereits sehr viele Befunde, ...
 - ... mehr als im Temp. Bereich 50-55, jedoch weniger als in 45-50
- **14.2 % der Zapfproben waren > 1000 KBE/L, aber nur 4.2% der Austritte Trinkwassererwärmer, Eintritt Zirkulation in TWE 9.3%**
 - Das Problem ist in der Regel nicht der Wassererwärmer, sondern das Zirkulationssystem!
- **Speicher > 400 liter war kein erklärender Parameter**

Legionellen und Temperaturen

Rothmann, Präsentation «Deskriptive Statistik der Untersuchungen nach TrinkwV erhoben von figawa-Mitgliedern» Kongress Mai 2018 EE+HYG@TWI, 19./20.03.2018, Folie 27

Temperaturcluster der MFH-figawa-Daten – Austritt Trinkwassererwärmer



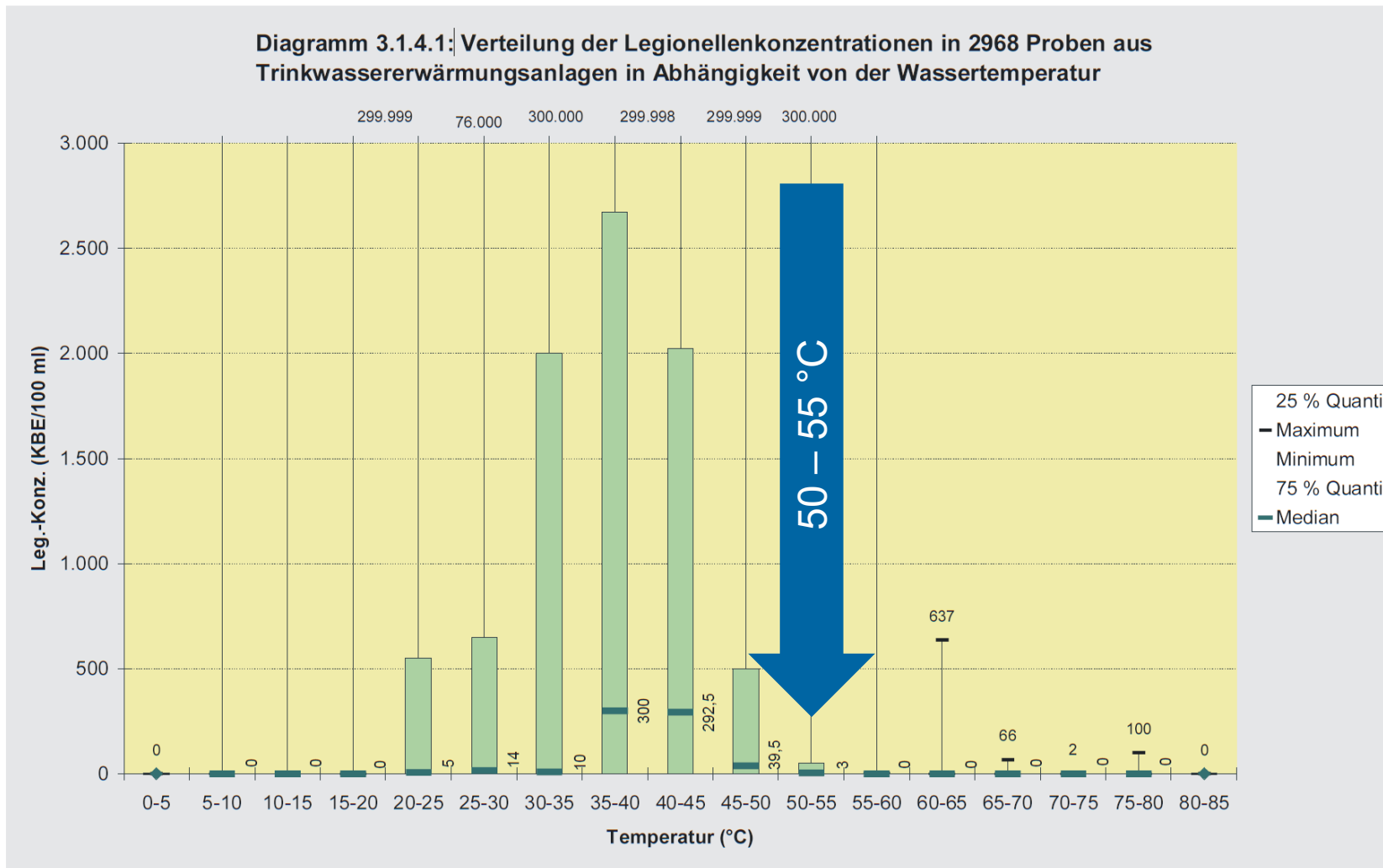
Wertung

- Proben bis 40 °C dürften beim Austritt TWE nicht vorkommen
- starke Reduzierung der pos. Befunde > 100 KbE/100 mL im Temp.bereich > 50 °C

Fazit

- TWE erfüllt seine Funktion zur Reduktion der positiven Legionellenbefunde, bereits ab 50 °C

Beispiel Temperatur und Legionellen-Konzentration (Pleischl 2004)



Quelle: Pleischl. 2004

- **Richtig: Das allgemeine Temperaturniveau, respektive (mit hoher Wahrscheinlichkeit) die tiefste Temperatur in der Zirkulation / warmgehaltenen Leitung), bestimmt das Legionellenrisiko**
 - Zitat aus (Rühling et al., 2018): S. 137 + S. 355: «Eine Grenztemperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers [...] oberhalb derer eine Kontamination ausgeschlossen werden kann, lässt sich für Bestandsobjekte nicht ableiten.»
 - Felduntersuchung 264 Anlagen (2968 Proben) [2, S. 48]: Hohe Legionellenzahlen unterhalb 50 (55) °C im Speicher (siehe nächste Folie); Übereinstimmend mit [3, S. 38], [4]
 - **Eine moderne, nach allen Regeln der Technik geplante, installierte und betriebene Anlage kann mit Vorlauf 55 °C und Rücklauf 52 °C betrieben werden, ohne dass Legionellenprobleme zu erwarten sind** (Rühling et al. 2018)
 - **Bei alten, unübersichtlichen Anlagen mit Totwinkeln und stillgelegten Stichleitungen reichen auch 60 °C im Vorlauf oft nicht aus, um die Legionellen in den Griff zu bekommen**
 - Fazit: Wenn 55 °C nicht reichen um 52 °C im Rücklauf zu gewährleisten, ...
 - dann muss die Vorlauftemperatur entsprechend angepasst werden – notfalls auch über 60 °C!
 - **die 52 °C im Rücklauf gelten sowohl für jeden einzelnen Teilstrang** und jede Steigzone als auch für den Wiedereintritt in den Erwärmer

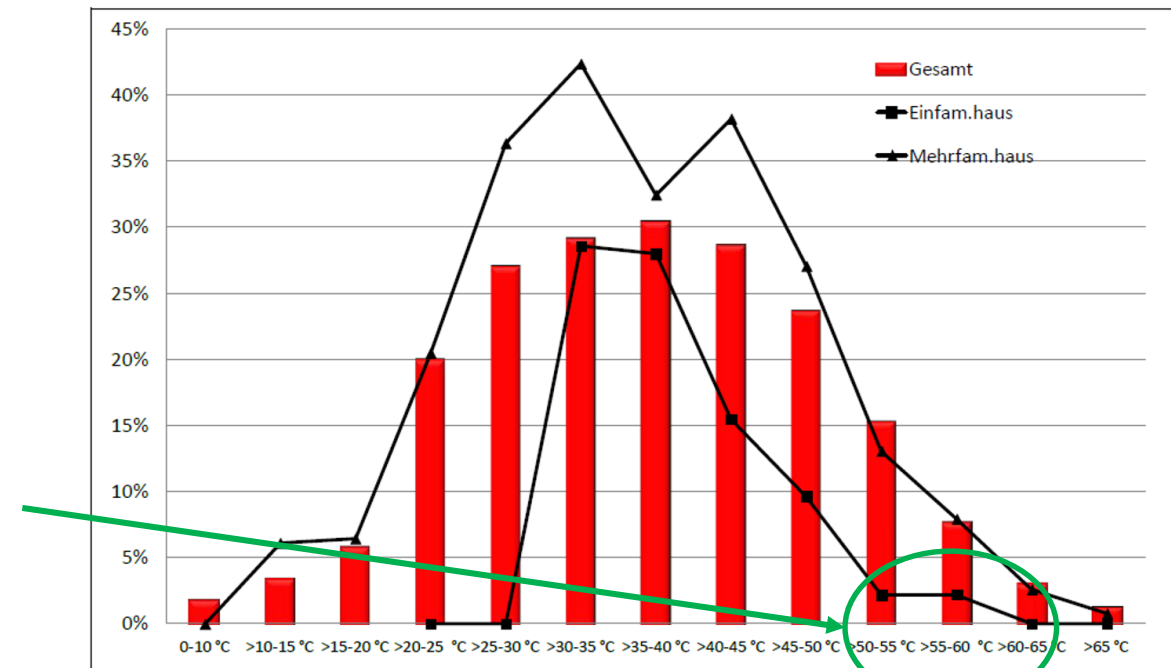
■ **Nicht richtig: ~~60 °C Vorlauf (+ 5 K-Regel) machen eine Anlage legionellensicher~~**

Einfamilienhäuser vs. Mehrfamilienhäuser

- Einfamilienhäuser sind deutlich weniger häufig von Legionellenbefall betroffen als Mehrfamilienhäuser [1,2,3,4]
- Generell sind EFH OHNE WARMER VERTEILUNG seltener betroffen, ...
 - vor allem wenn die Speichertemperatur auf über 50 °C eingestellt ist
- Für EFH MIT warmer Verteilung...
 - ... gelten dieselben Anforderungen wie für MFH

- ~~Nicht richtig: Die Gefährdung ist in EFH gleich gross wie in MFH~~

Prozentsatz der Betroffenen EFH (≥ 100 KBE/100ml) mit Proben temperaturen 50 – 55 °C gleich gross wie MFH mit Proben temperaturen 60 – 65 °

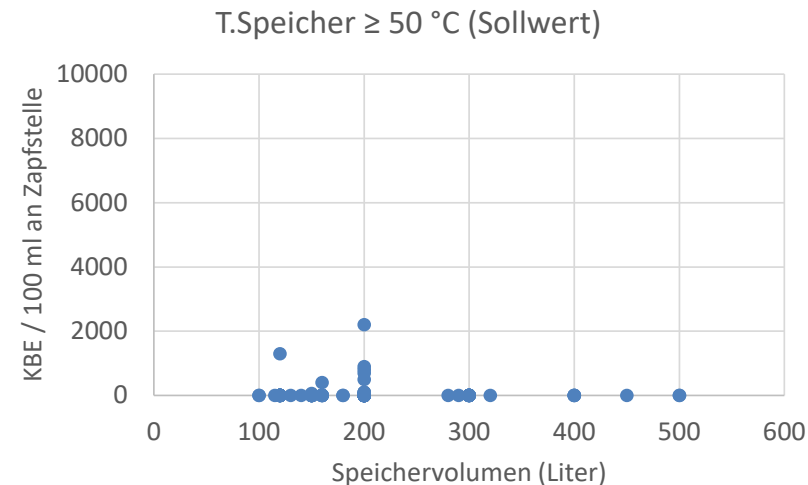
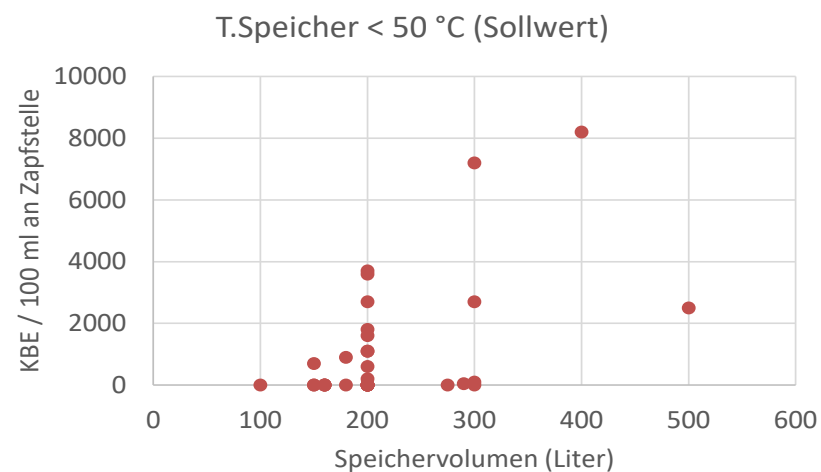


Rühling & Rothmann 2012

■ Mathys u.a. (EFH)

- Unterbrechung der Zirkulation in der Nacht hat keinen Einfluss
- Speichergrösse hat keinen Einfluss
- Periodisches Aufheizen des Speichers (1 x in der Woche) auf 60 °C hat allenfalls negative Einfluss (aber nicht signifikant)

■ Daten aus Harmuth et al.* , ausgewertet von Michel Haller:



* Daten von Harmuth auch in Publikation von Mathys enthalten

- Legionellen wachsen hauptsächlich in warmen Verteilsystemen [4, S.36], [5], [6], [7],[8],[9],[10],[11], [16]
 - insbesondere in nicht häufig benutzten Stichleitungen und in Verteilungen mit mehreren parallelen Strängen (mit eventuell unterschiedlichen Temperaturen) [3, S. 181],[5],[11]
- Speichervolumen welche über 50 °C sind (Bereitschaftsvolumen) sollten genügend gross dimensioniert werden [10, 11]
 - ... insbesondere im Verhältnis zu eventuell vorhandenen Vorwärmvolumen (< 50 °C) [Daten aus 4], [11]
- Kritisch sind Speicherbodensatz oder Speicherzonen < 50 °C ... [10, 12, 13, 14, 15, 17]
 - ... wenn diese NIE auf Temperaturen über 50 °C geheizt werden, evt. auch über Jahre nicht!

- **Nicht richtig: grössere Speichervolumen fördern Legionellenwachstum**

Zirkulationsleitung (EFH und ZFH)

Harmuth et al. 2006 (200 Ein- und Zweifamilienhäuser):

<u>Zirkulationsleitung vorhanden</u>	<u>insgesamt</u>	<u>mit Legionellen</u>	<u>ohne Legionellen</u>	<u>mit Legionellen in %</u>
Ja	184	38	146	20,7
Nein	15	0	15	0,0
keine Angabe	1	0	1	0,0
Summe	200	38	162	19,0

- Eine Zirkulation die angeschlossen, aber nicht betrieben wird, erhöht das Legionellenrisiko
- grosse Objekte (MFH, etc.) ohne aktive Zirkulation erhöhen das Legionellenrisiko [1]
- In EFH und ZFH erhöht das Vorhandensein einer warmen Verteilleitung an sich (Heizband oder Zirkulation) das Legionellenrisiko [1]
- Ein Zusammenhang zwischen einem nächtlichen Unterbruch der Zirkulation (8h) und Legionellenhäufigkeit konnte bisher für Ein- und Zweifamilienhäuser in keiner Feldstudie nachgewiesen werden
 - Mathys et al. 2008 (EFH/DEFH) [1] : «neither interrupting the hot water circulation for some hours at night, nor [...] had a significant effect on Legionella counts.» (14.3% der 126 Objekte ohne Unterbruch befallen, 12.2% der 246 Objekte mit Unterbruch)
 - Ähnlicher Befund auch von Tiefenbrunner, 1993 (EFH/DEFH) [2]
 - **Achtung: Für MFH ist der Fall weniger klar / nicht eindeutig**
- **Nicht richtig: Die Unterbrechung der Zirkulation in der Nacht in EFH erhöht das Legionellenrisiko**

Komplexität der Anlage und verzweigte WW-Verteilung

- **Je mehr Steigzonen die Zirkulation aufweist, umso wahrscheinlicher der Befall mit Legionellen [1]**
 - Aber: die Anzahl angeschlossener Wohnungen war kein Indikator für Legionellenbefall (!)
- **Je entfernter eine Zapfstelle ist, und je weniger häufig sie benutzt wird, umso wahrscheinlicher ist ein (lokaler) Befall (diverse Studien)**
- **Je grösser und unübersichtlicher die Verteilung desto eher ein Befall (diverse Studien)**
 - es können stillgelegte Entnahmestellen mit stagnierendem Wasser vorhanden sein
 - es können Teilstränge mit ungenügender Durchspülung und ungenügenden Temperaturen vorhanden sein
 - Es können in nicht isolierten Verteilbalken welche nicht komplett belegt sind Toträume vorhanden sein.
- **Je mehr in der Anlage Probleme bekannt sind (Rost, Temperaturen), desto eher ein Befall [1], [2] u.a.**

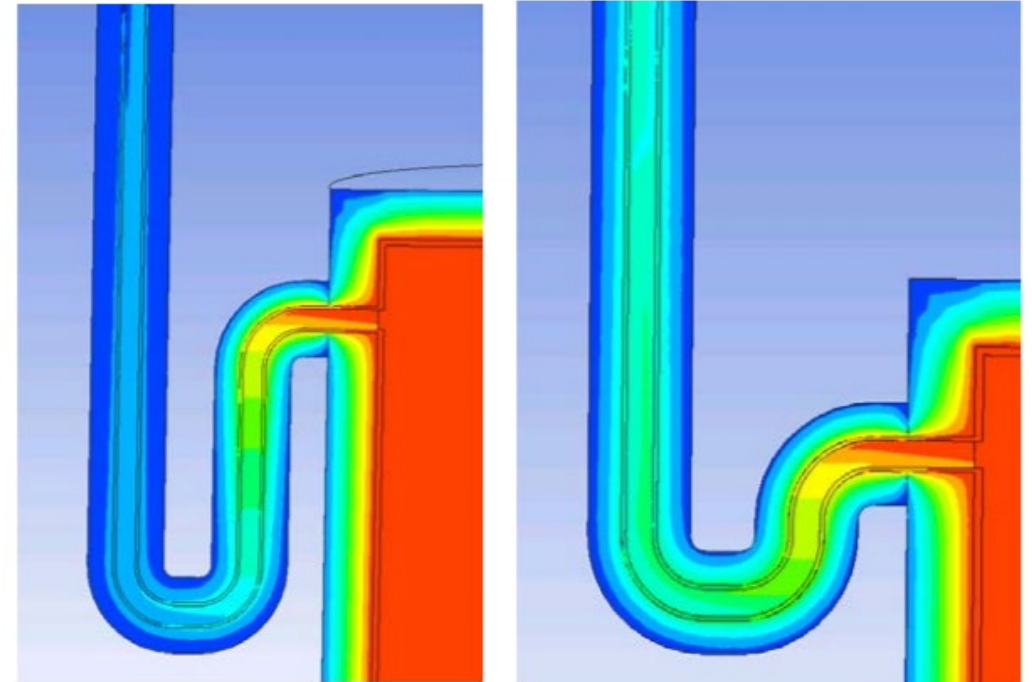
Bisher zu wenig beachtet: Thermische Siphonierung

■ Einrohrzirkulation

- Auf Grund der Schwerkraft steigt warmes Wasser in kälteren Rohren in denen das Wasser «stagniert» aufwärts, kühlt in diesen ab, und fließt wieder zurück in den Speicher oder in das wärmere Rohr

■ Übertragen auf die Warmwasserverteilung + Legionellen

- Ausstossleitungen, welche unsiphoniert von warmen Verteilern abgehen, sind lauwarm und bieten den Legionellen Wachstumsmöglichkeiten



- **Vermeiden von Temperaturen zwischen 25 – 45 °C**
- **Vermeiden von komplexen und schlecht kontrollierbaren Zirkulationssystemen**
- **Keine toten Leitungen**
- **Genügend grosse Bereitschaftsvolumen > 50 °C vorhalten!**
- **Rücklauftemperatur der Zirkulation (kälteste Stelle der Zirkulation) beachten!**
- **Heisses Spülen von selten benutzen Zapfstellen und nach Ferienabwesenheit**
- **Regelmässiges Entkalken von Boilern**
- **Regelmässiges Reinigen und Entkalken von Duschbrausen, alte Duschkäpfe ersetzen**
- **Klare Trennung warme und kalte Leitungen und Komponenten**
 - Siphonieren zwischen warm gehaltenen und nicht warm gehaltenen oder kalten Bereichen
 - nicht warm gehaltene Warmwasserleitungen NICHT isolieren (müssen schnell abkühlen nach Gebrauch)
 - Kaltwasserleitungen von warmen Leitungen und Heizungsrohren klar trennen (separate Steigschächte)

Aber auch....

- Fokus in Zukunft vermehrt auch auf **zu warmen Kaltwasserleitungen**
- Haupt-Verursacher von Legionellosen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit NICHT die Trinkwasserversorgungen / Duschen, sondern:
 - Nasskühltürme
 - evt. Autowaschanlagen, Kläranlagen...
 - evt. andere Quellen? Generell verdächtig: Versprühen von lauwarmem Wasser im Sommer!
- Aktuell: SPF beprobt 110 Anlagen (hauptsächlich EFH) im Feld
 - 60 Anlagen mit Solarwärme
 - 50 Anlagen ohne Solarwärme
 - Resultate ab Herbst 2019

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

michel.haller@spf.ch, florian.ruesch@spf.ch

Wir danken dem BFE für die finanzielle Unterstützung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Federal Office of Energy SFOE