

OST
Ostschweizer
Fachhochschule

LegioSafe – Legionellensicherheit in thermischen Solaranlagen

Resultate aus zwei Feldstudien

Florian Ruesch, Michel Haller

23. September 2021



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK

Legionellen Hintergrund

Was sind Legionellen?

Legionellen sind Keime, welche die unter Umständen tödlich endende Legionärskrankheit hervorrufen können.

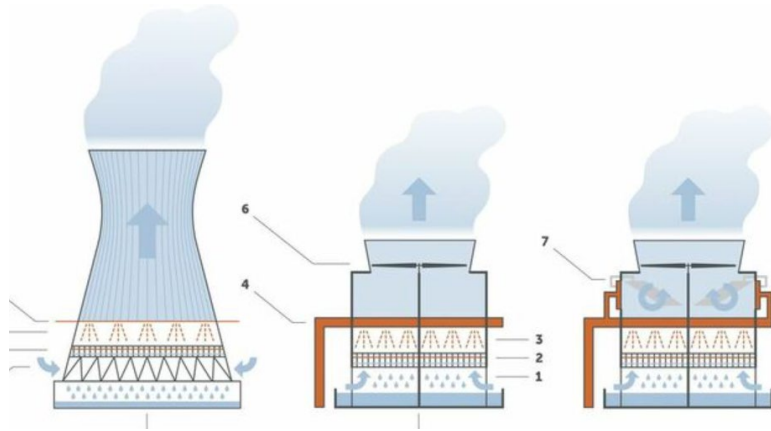


Quelle: Von CDC (PHIL #1187) - CDC Public Health Image Library.,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=841034>

- Die **Infektion geschieht über die Lunge (Tröpfchen / Aerosol)**. So weit bekannt ist das Trinken von mit Legionellen verunreinigtem Wasser nicht schädlich
- Derzeitige Anzahl registrierter **Legionellosen-Fälle in der Schweiz: ca. 400 pro Jahr**
 - Letalität 5-10%, Vermutlich **ca. 20 – 40 Todesfälle pro Jahr** (Covid: >10'000)

Legionellen Hintergrund

Quellen für Legionellen-Emissionen und Expositionen



1. Nass-Rückkühler



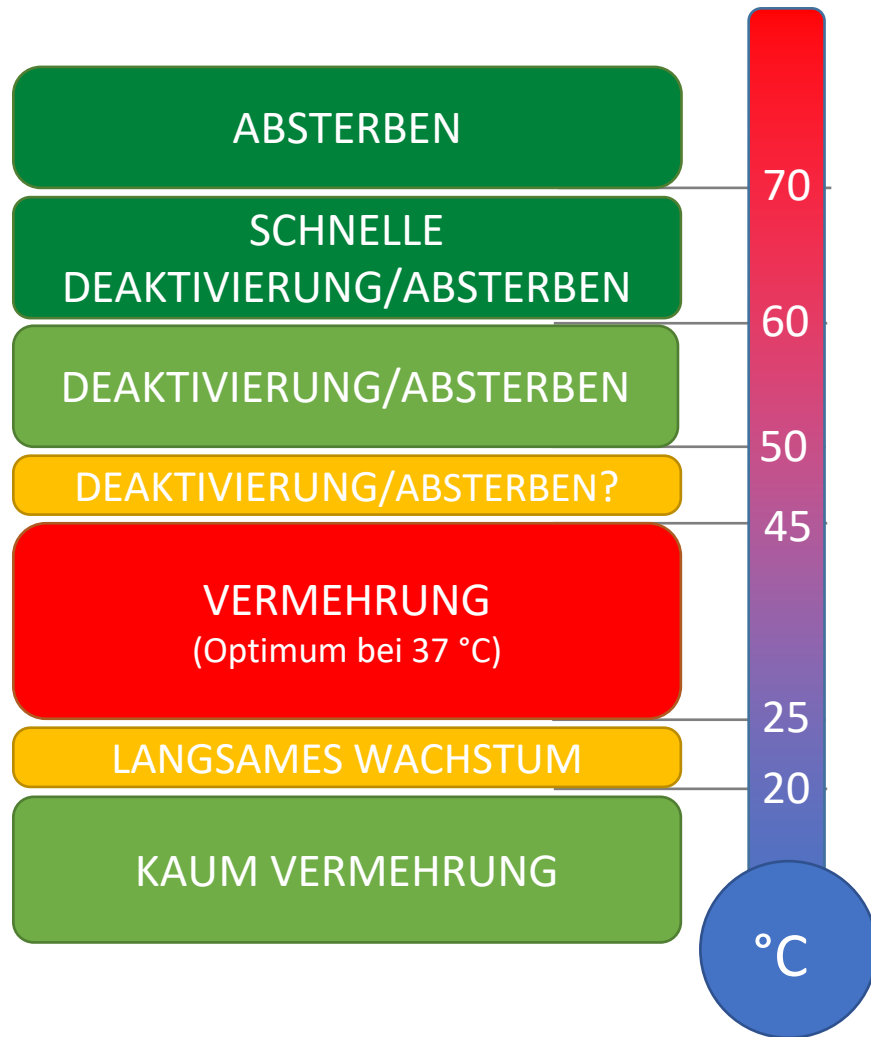
**2. Warmwasser (zu kalt) ...
... oder Kaltwasser (zu warm)**

3. Weitere Einrichtungen welche warmes Wasser versprühen:

- Druckreiniger, Kläranlagen, Autowaschanlagen, etc.

Legionellen in der SIA 385/1

Legionellen und Temperaturen:



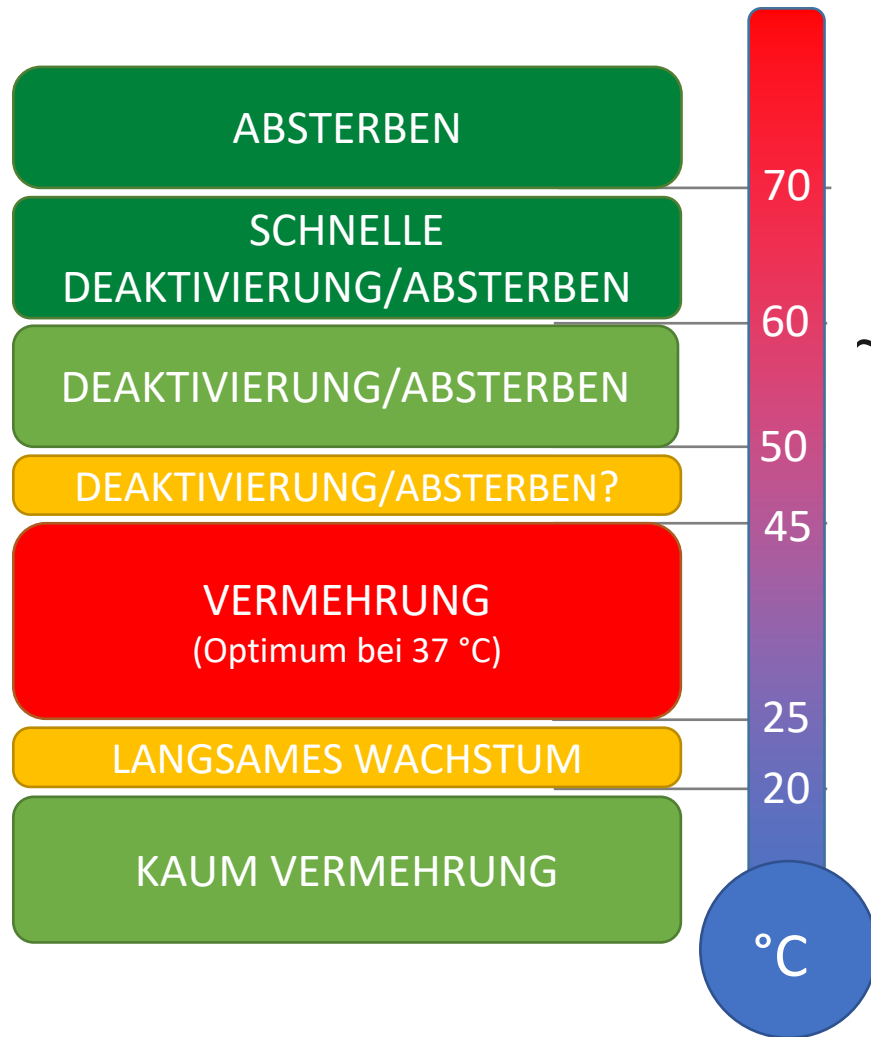
Revision der SIA 385/1 vor 2020

Diskussion:
Energieeffizienz <-> Hohe Temperaturen

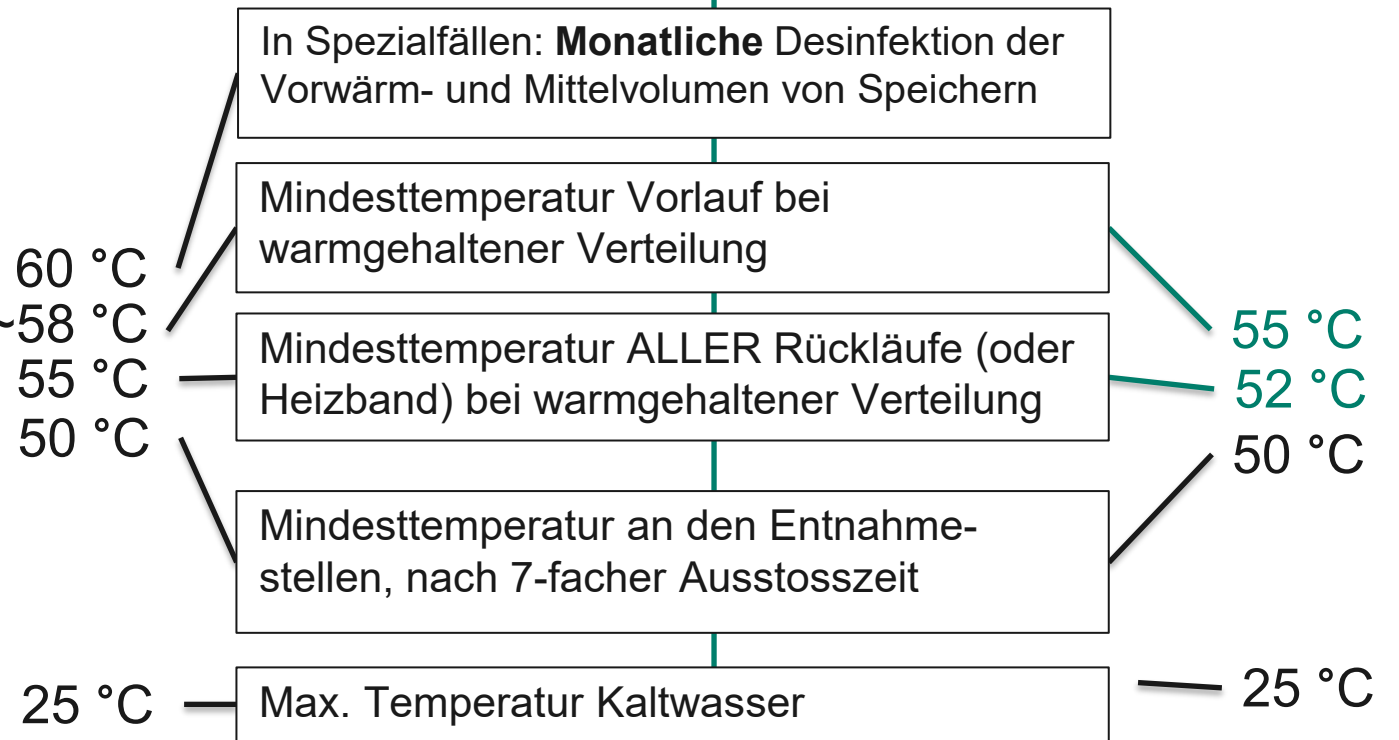
z.B.: Müssen Vorwärmvolumen von
Warmwasserspeichern täglich 60 °C erreichen?

-> mehr Felddaten nötig

Legionellen und Temperaturen:



SIA 385/1:2020



Erleichterung bei hygienisch optimalen Betriebsvoraussetzungen

Hauptstudie

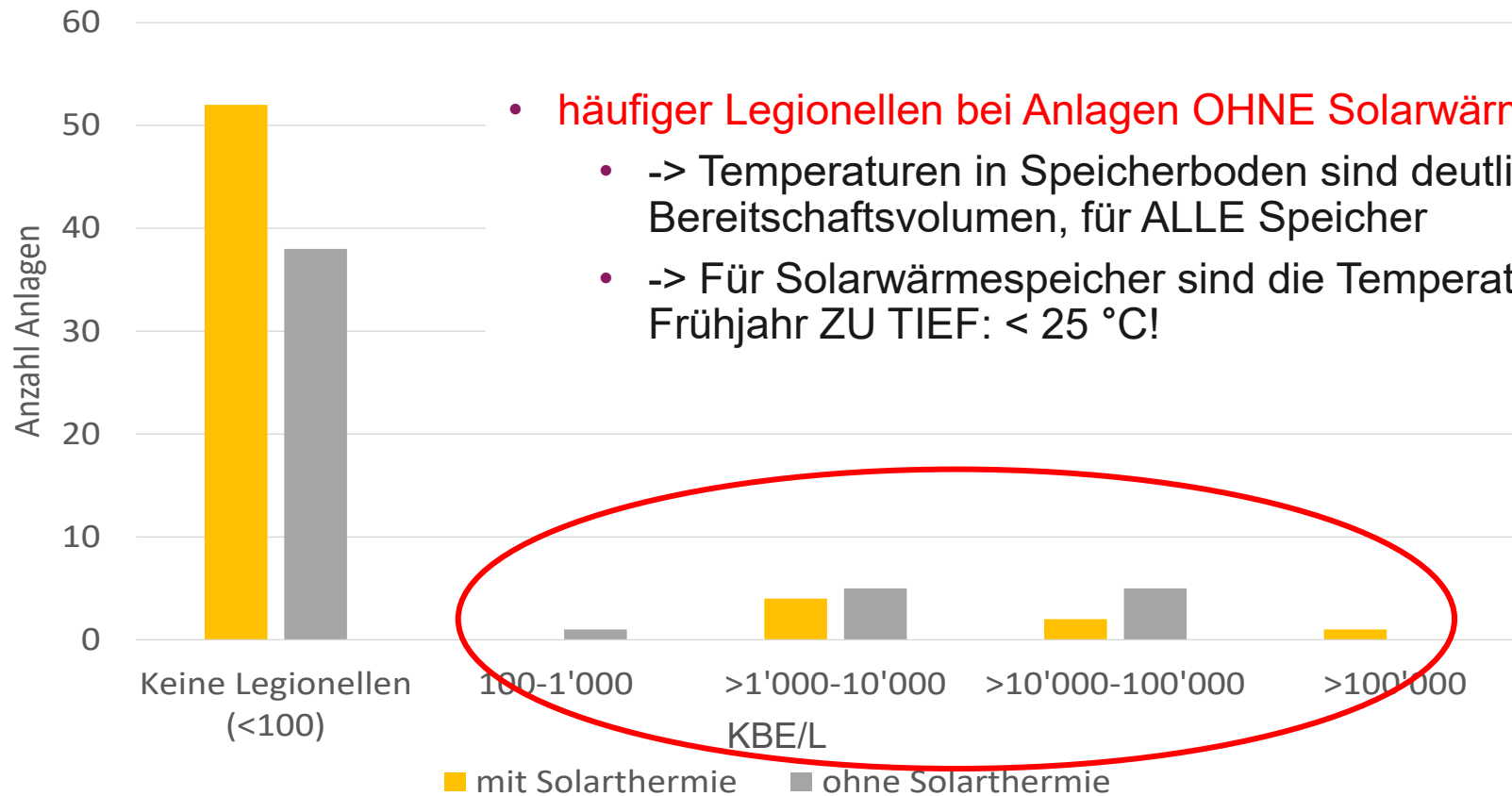
110 Anlagen mit und ohne Solarthermie



- Anlagenerfassung
- Temperaturmessung
- Legionellen Beprobung
- Vorschlag Massnahmen

Abbildung 2: Verteilung der untersuchten Anlagen, gelb: mit Solarthermie; blau: ohne Solarthermie.
Hintergrundkarte: © Google Earth.

Legionellen im Speicherboden

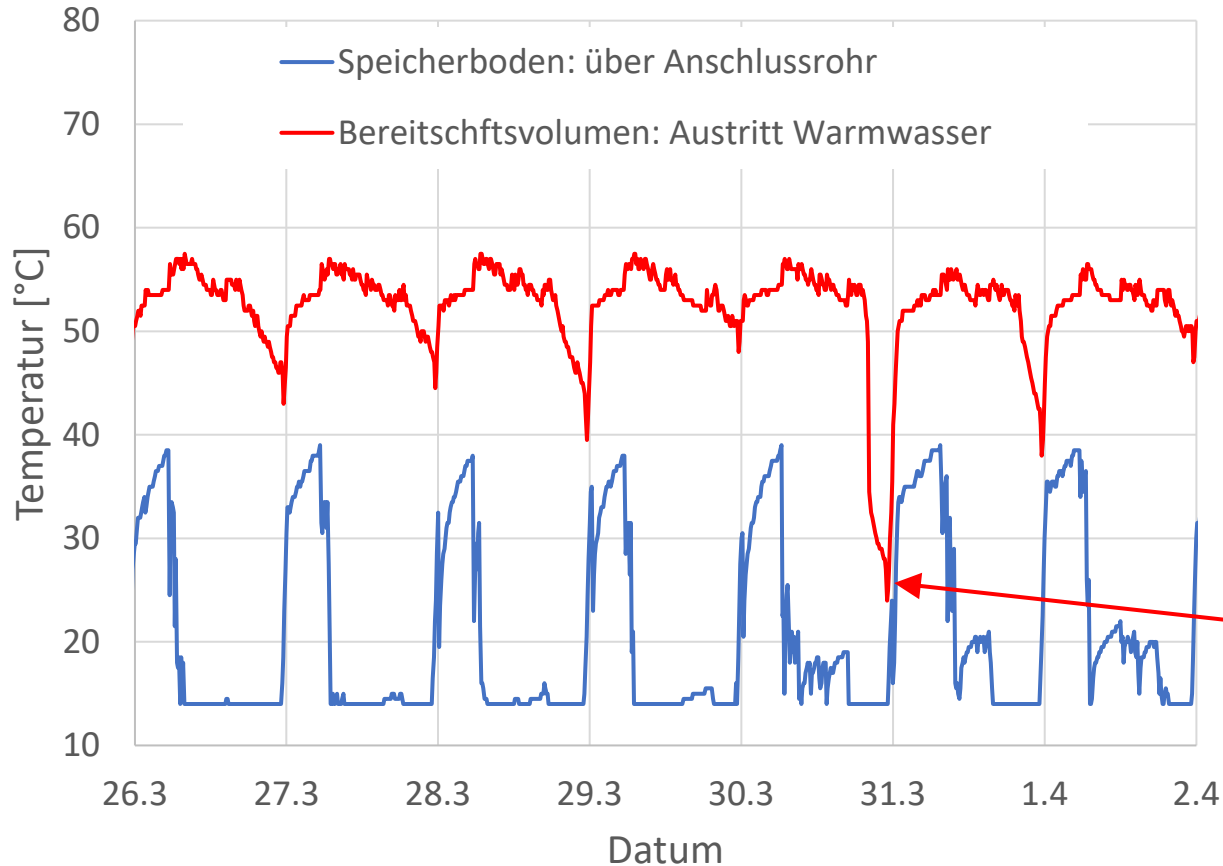


- häufiger Legionellen bei Anlagen OHNE Solarwärme als bei Anlagen MIT!
- -> Temperaturen in Speicherboden sind deutlich tiefer als im Bereitschaftsvolumen, für ALLE Speicher
- -> Für Solarwärmespeicher sind die Temperaturen im Speicherboden im Frühjahr ZU TIEF: < 25 °C!

Beprobung Januar – April für Solarthermie, Januar – Juni für Anlagen ohne Solarthermie

Anlage mit höchster Kontamination an der Dusche

Elektroboiler ohne Solar: 460 Liter Speichervolumen für zwei Wohneinheiten gemeinsam



- **Legionellen-Befunde**

- Speicherboden: 12'000 KBE/L
- **Hauptdusche: 260'000 KBE/L**
- Nebendusche: 120'000 KBE/L
- (L. pneumophila)

- **Temperaturen**

- Speicherboden nach Beladung ca. 38 °C
- **Speicher wird leergeduscht!**

-> Speichervolumen reicht nicht!

Resultate Hauptstudie

Verschiedene Anlagenparameter und Legionellen

Signifikant:

- Deutlich häufiger Legionellen bei Kombination Zirkulation mit zentralem Verbrühungsschutz (KW-Beimischung)
- Deutlich häufiger Legionellen bei Thermomischarmatur in der Dusche
- Deutlich häufiger Legionellen bei Beanstandung von Geschmack oder Geruch
- Deutlich häufiger Legionellen bei neueren Gebäuden
- Deutlich häufiger Legionellen bei Anlagen mit Solarthermie

NICHT Signifikant:

- Tiefe Temperaturen der Nachheizung oder an der Entnahmestelle
- Stagnierende Leitungen
 - Haupt- vers. Nebendusche
 - Zeit seit letzter Dusche (Probe nach Erreichen 37°C)
- Speichergrösse

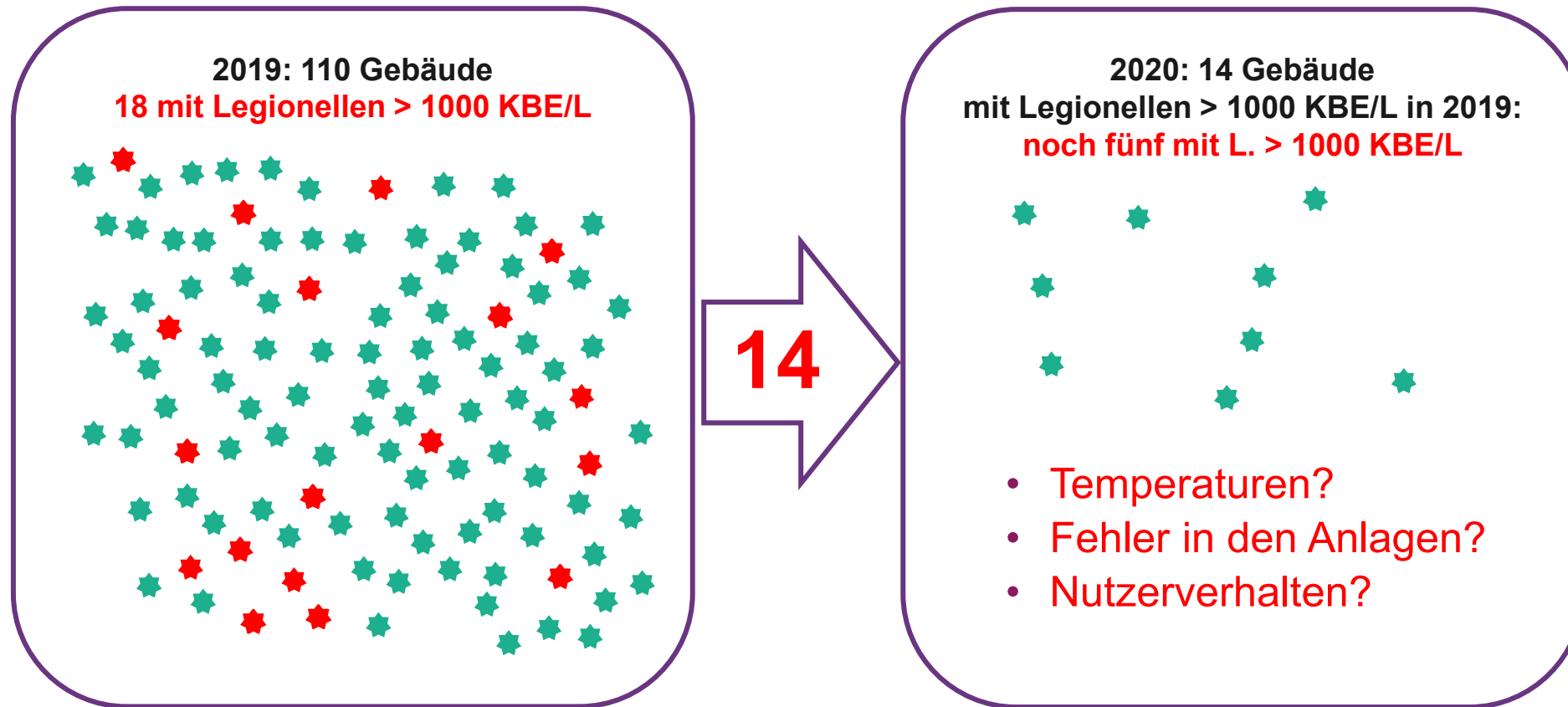
Resultate Hauptstudie

Anlagen mit Solarwärme

- Wiesen deutlich häufiger Legionellen an den Hauptduschen auf
 - Wohl aber nicht auf Grund von Legionellen im Speicher
 - Grund dafür sind wohl eher:
 - tiefere Temperaturen im Bereitschaftsvolumen und an den Entnahmestellen
 - Fehlerhafte Kombination von Zirkulation und zentralem Verbrühungsschutz (zentrale Kaltwasser-Beimischung)
 - Nutzerverhalten?
- Indizien
 - weniger häufig Legionellen im Speicherboden als bei anderen Anlagen
 - 3.5 °C tiefere Temperatur an den Entnahmestellen
 - 50% erreichten nicht die von SIA 385/1 geforderte Temperatur von 50 °C an der Entnahmestelle, verglichen mit 30% der anderen Anlagen
 - Fehler in der warm gehaltenen Verteilungen identifiziert
 - Solaranlagen waren deutlich neuer

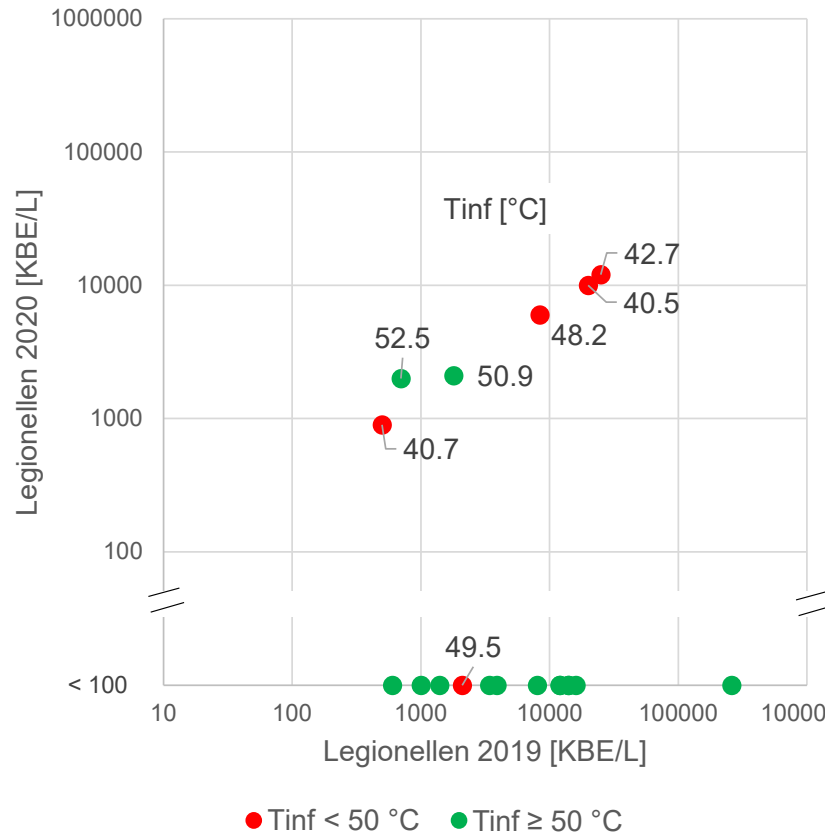
Zweite Feldstudien des SPF

TBDV (SR 817.022.11): in öffentlichen Duschen maximal 1'000 KBE/L erlaubt



Temperaturen: vgl. Legionellen 2020 mit 2019

- Tinf = Temperatur an der Entnahmestelle nach Erreichen Temperaturkonstanz

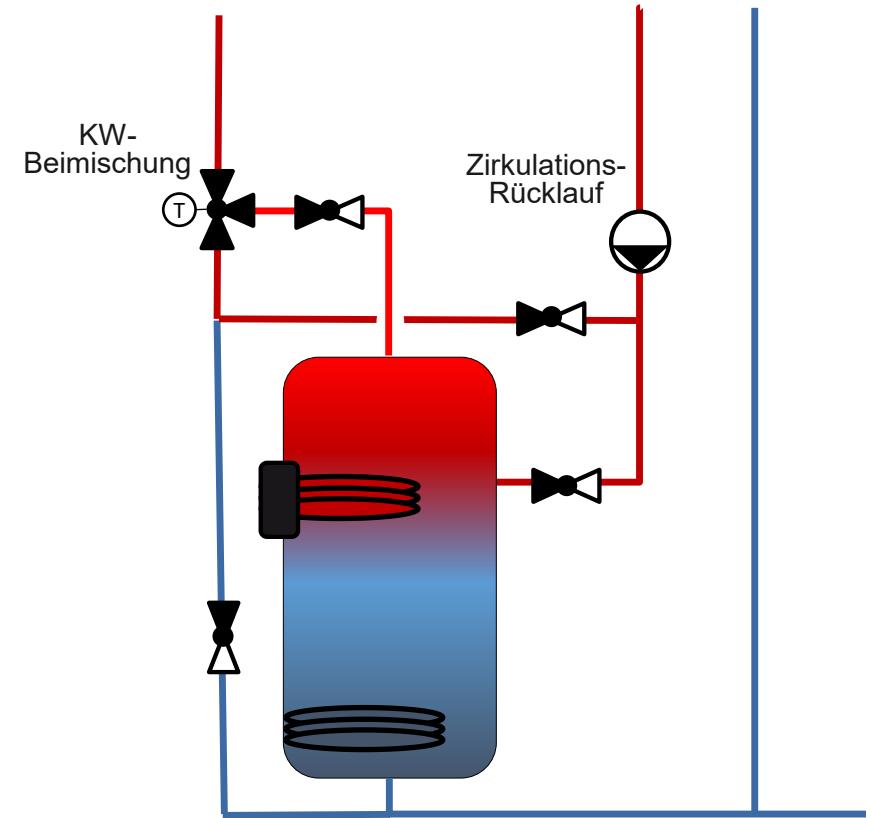


- Wenn Legionellen vorhanden, dann in gleicher Grössenordnung wie im Jahr zuvor
- Massnahmen:
 - 6x Temperaturerhöhung
 - 8x Ersatz von Duschschlauch oder Armatur
 - 13x bewusstes Vor-oder Nachspülen
 - Einige Ursachen nicht behoben
- Wenn **50 °C an der Zapfstelle** erreicht wurde, dann meist **legionellenfrei** (statistisch signifikant)
 - Keine L. > 5'000 KBE/L °C

Fehler in der Warmhaltung der Warmwasser-Verteilung

Vier von fünf Anlagen mit L. > 1'000 KBE/L in 2020

- **1 x Begleitheizband** welches nur 45.5 ° C erreichte
- **1 x Schwerkraftzirkulation** anstatt Pumpe:
zirkulierte in der falschen Richtung
- **2 x fehlerhafte Kombination von Warmwasserzirkulation mit zentraler Kaltwasser-Beimischung** (Verbrühungsschutz)
 - 1 x Rücklauf nur auf Speicher
 - 1 x Rücklauf nur auf die kalte Seite & fehlende Rückflussverhinderung



*Korrekte Kombination Zirkulation
und KW-Beimischung*

Schlussfolgerung

Fazit / Risikofaktoren für Legionellen

- **Zapfstellen** welche **nie $\geq 50\text{ °C}$ erreichen**
 - **ungenügende Temperatur** im Bereitschaftsvolumen von Speicher oder der Einstellung des zentralen Verbrühungsschutzes ($T < 50\text{ °C}$)
 - **Thermomischer** oder **Nutzerverhalten**
- **Fehler bei warm gehaltenen Verteilleitungen**, insbesondere wenn
 - diese eine **ungenügende Temperatur ($< 50\text{ °C}$)** aufweisen, z. Bsp. Wenn sie unübersichtliche und/oder verzweigt sind (bekannt aus anderen Studien)
 - Eine **fehlerhafte Kombination der WW-Zirkulation mit Kaltwasser-Beimischung** (Verbrühungsschutz) vorliegt
- **Zu kleine Wärmespeicher oder Bereitschaftsvolumen** - lauwarmes Wasser aus Speicherboden gelangt ohne weitere Erwärmung (thermische Desinfektion) in die Verteilung

Danksagung

Danke für die Aufmerksamkeit

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

Projektpartner



Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**

eawag
aquatic research

Analytik



Amt für Verbraucherschutz und
Veterinärwesen



Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen

rqmicro
rapid quantitative microbiology

Danksagung / Finanzierung



Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Energieforschung und Cleantech



swissetec



Kanton Bern
Canton de Berne



energieschweiz



Konferenz Kantoner Energiefachstellen
Conférence des services cantonaux de l'énergie
Conferenza dei servizi cantonali dell'energia
Conferenza dals posts spezialisads chantunals d'energia