

Ansätze zu legionellenfreien, solarbeheizten Warmwasserspeichern

Zusammenfassung einer europäischen Studie –
Folgerungen für die Schweiz

Dr. Jean-Marc Suter

Physiker SIA

Suter Consulting, Bern

Der Bericht: “Legionella and solar water heaters”

European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF),
Solar Certification Fund (SCF), April 2013

Die Autoren:

- Gerard van Amerongen, Rotterdam (NL), Experte in europäischer Normung, Zertifizierung und Solarthermie mit langjähriger Erfahrung in Legionellen und solaren Wassererwärmungsanlagen
- John Lee, Ruislip (UK), weltberühmter Mikrobiologe und Legionellen-Fachmann
- Jean-Marc Suter, Bern, Normungs- und Sonnenenergieexperte, Sachbearbeiter der SIA-Kommission 385 Warmwasser

vA Consult



Übersicht

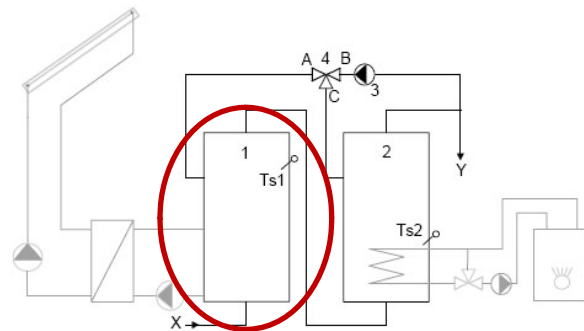
- Literaturstudie
- Computersimulationen eines Solarspeichers
- Stand der Kenntnisse über die Legionellen und ihre Vermehrung
- Parameterstudie
- Schlussfolgerungen

Literaturstudie

- Internet-Recherchen in neun namhaften Datenbanken
- Nur einige wenige dokumentierte Fälle von mit Legionellen kontaminierten Solaranlagen
- Weltweit deutlich weniger solare als konventionelle Warmwasseranlagen
- Überhaupt keine statistische Aussage möglich

Das untersuchte solare Teilsystem

- Der mit Trinkwasser gefüllte Speicher einer solaren Vorwärmanlage (Figur) oder einer Solaranlage ohne Zusatzheizung
- Schweiz: Extrapolation der Ergebnisse auf Solaranlagen mit nachgeschaltetem, konventionell erwärmtem Speicher bzw. mit einem einzigen solar/konventionellen Speicher



- | | |
|----------|---|
| 1 | Speicher mit Beladung durch Sonnenenergie |
| 2 | Speicher mit Zusatzheizung |
| 3 | Pumpe Zirkulation |
| 4 | Umstellventil |
| T_{s1} | Temperatur Speicher 1 |
| T_{s2} | Temperatur Speicher 2 |
| X | Kaltwasser |
| Y | Warmwasser |

3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

47

Computersimulationen

- Verlauf der Temperatur und der Legionellenkonzentration im Solarspeicher während 2 Jahre (Zeitschritt 1 Stunde)
- Reelle Wetterdaten für 7 Standorte in Europa
- *Worst case* Szenario untersucht: vereinfachende Annahmen, um kritische Faktoren zu erkennen und Grössenordnungen zu ermitteln
- Keine verbindliche quantitative Aussage aus den Ergebnissen möglich

3. Schweizer Hygienetagung 2015

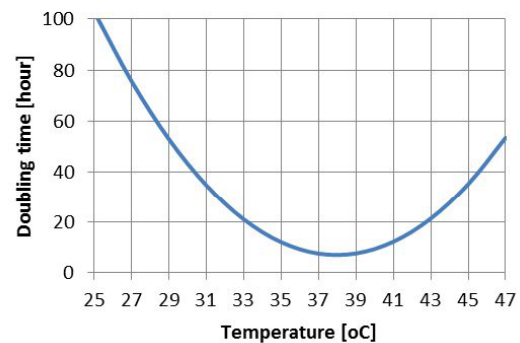
VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

48

Entwicklung der Legionellen-Kolonie

- < 25 °C: keine Vermehrung der Legionellen, stabile Population
- 25–47 °C: Vermehrung mit einer Verdopplungszeit gemäss Figur
- 47–55 °C: keine Vermehrung, stabile Population
- > 55 °C: thermische Desinfektion mit einer Reduktion der Legionellenkonzentration um einen Faktor 1000 jede Stunde

Verdopplungszeit als Funktion der Wassertemperatur



Weitere wichtige Annahmen

- 98 % der Legionellen im Biofilm, 2 % im Speicherwasser
- Am Anfang: ganze Innenwandfläche des Speichers mit einer Legionellenkonzentration von 100 KBE/m² gedeckt
- Gebäude mit geringem Risiko (EFH, MFH ohne zentrale WW-Versorgung, Restaurants, Gebäude ohne Duschen, etc.):
Grenzwert 500'000 KBE/Liter Warmwasser
- Gebäude mit mittlerem Risiko (MFH mit zentraler WW-Versorgung, Schulen mit Duschen, Sportanlagen, Frei- und Hallenbäder, Hotels, Kasernen):
Grenzwert 5'000 KBE/Liter Warmwasser

Eingabedaten für die Parameterstudie

- Sonnenkollektor der mittleren Klasse (einfach verglast, selektiv)
- Kollektorausrichtungen: Süd bzw. Südwest bei Neigungen von 20° bzw. Standort Breitengrad und 90°
- Speichervolumen V / Kollektorfläche A : 25, 40 bzw. 55 Liter pro m^2
- Speichervolumen: 150 Liter, Speicherverlustbeiwert 1,5 W/K
- Warmwasserverbrauch: 50 % bzw. 100 % oder 200 % des Speichervolumens bei der Temperatur von 60 °C am Austritt des hypothetischen nachgeschalteten Speichers
- WW-Verbrauchsprofil: je 20 % des Tagesverbrauchs um 7, 8, 13, 18 und 19 Uhr; dabei 3 Varianten: täglich, nur Montag bis Freitag, Samstag/Sonntag

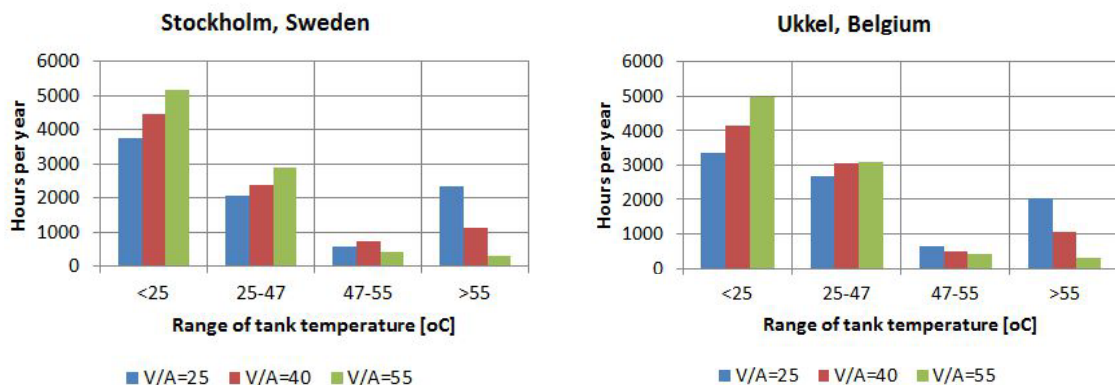
3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

51

Häufigkeit der Speichertemperaturen für 3 V/A-Werte (Liter pro m^2) und 4 Standorte

V: Speichervolumen, A: Kollektorfläche



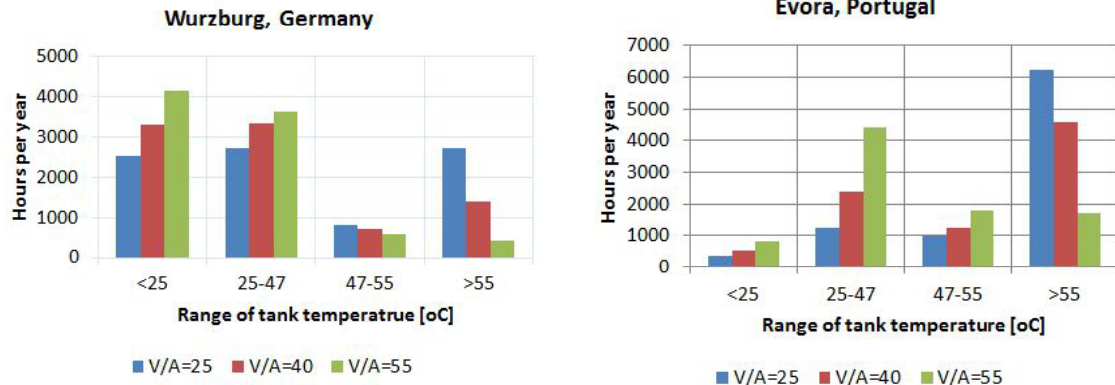
3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

52

Häufigkeit der Speichertemperaturen für 3 V/A-Werte (Liter pro m²) und 4 Standorte

V: Speichervolumen, A: Kollektorfläche



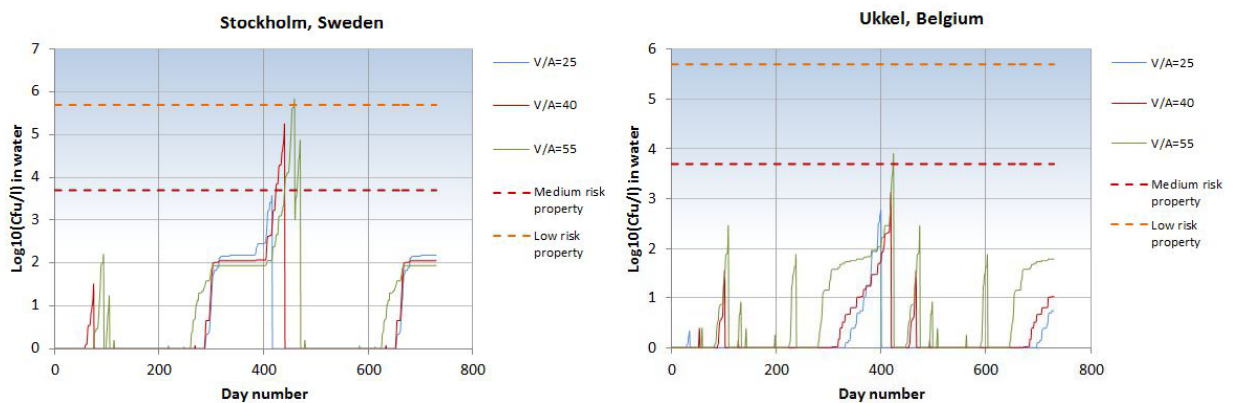
3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

53

Verlauf der Legionellenkonzentration über 2 Jahre (logarithmische Skala, 3 V/A-Werte, 4 Standorte)

V: Speichervolumen, A: Kollektorfläche



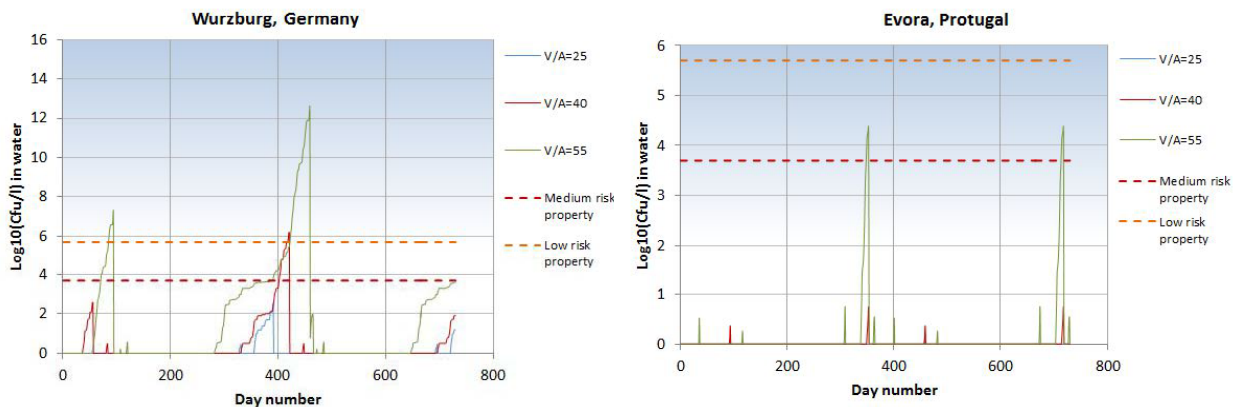
3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

54

Verlauf der Legionellenkonzentration über 2 Jahre (logarithmische Skala, 3 V/A-Werte, 4 Standorte)

V: Speichervolumen, A: Kollektorfläche



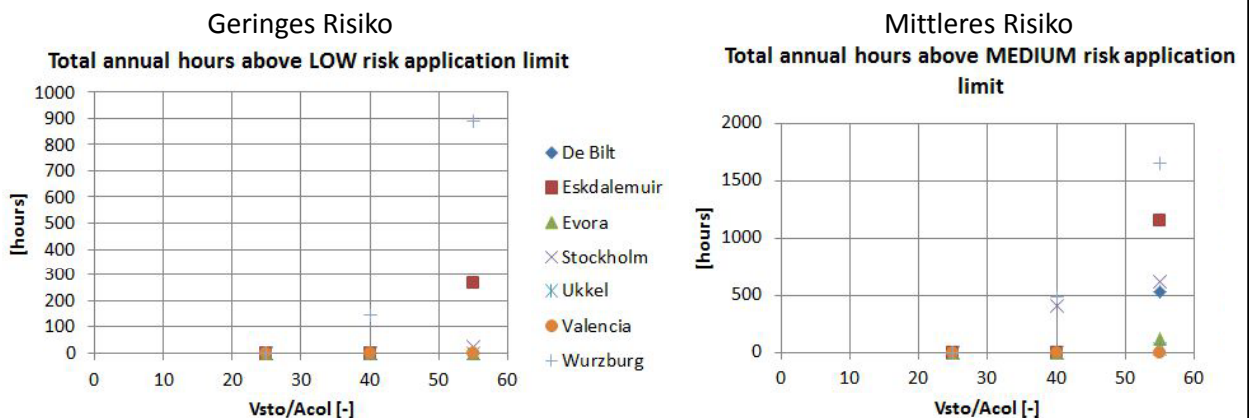
3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

55

Grenzwertüberschreitung der Legionellenkonzentration im Speicher (Anzahl Stunden pro Jahr) für 7 Standorte

Vsto: Speichervolumen, in Litern ; Acol: Kollektorfläche, in m²



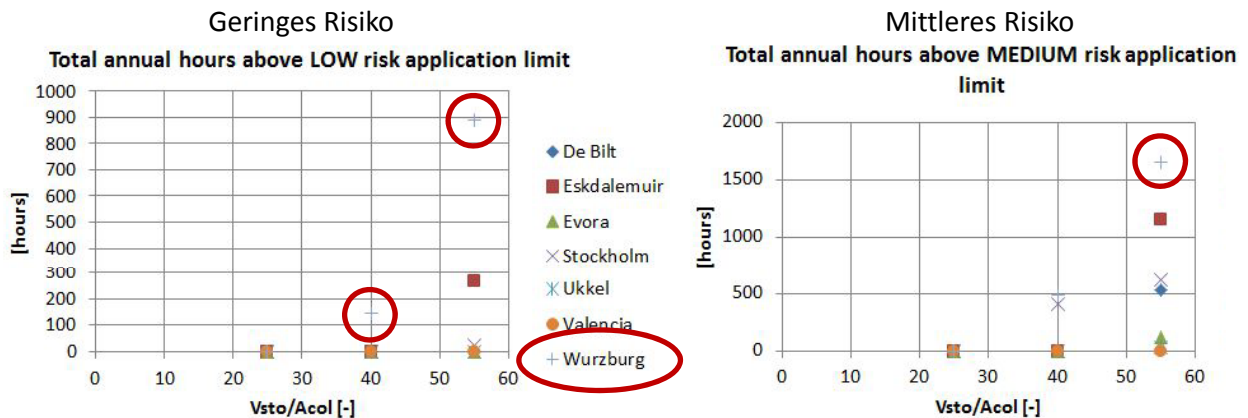
3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

56

Grenzwertüberschreitung der Legionellenkonzentration im Speicher (Anzahl Stunden pro Jahr) für 7 Standorte

Vsto: Speichervolumen, in Litern ; Acol: Kollektorfläche, in m²



3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

57

Simulationsergebnisse (1)

- Kleine V/A-Werte → geringeres Risiko (Desinfektionstemperatur öfter erreicht)
- An mitteleuropäischen Standorten wird die höchste Legionellenkonzentration erwartet
- Am kritischsten sind die sonnigen Wintertage (lauwarmer Speicher fördert Legionellenvermehrung)

3. Schweizer Hygienetagung 2015

VDI / SWKI, Luzern, 23. Januar 2015

58

Simulationsergebnisse (2)

- Unregelmässiger WW-Verbrauch → höheres Risiko (EFH: eher ungünstig; MFH: eher günstig)
- Kollektorausrichtung in Südeuropa kritisch (keine Fassadenkollektoren für WW-Anlagen dort!); in Nord- und Mitteleuropa weniger kritisch
- Südeuropa: V/A bis 55 l/m² (bei vernünftiger Kollektorausrichtung)
- Nord- und Mitteleuropa: V/A nur 25 l/m², eventuell 40 l/m² bei optimaler Kollektorausrichtung
- Bei geringem und bei mittlerem Risiko sind die Schlussfolgerungen für den Solarspeicher ähnlich. Unterscheidung nötig, wenn die gesamte Warmwasserversorgung inkl. Verteilung betrachtet wird.

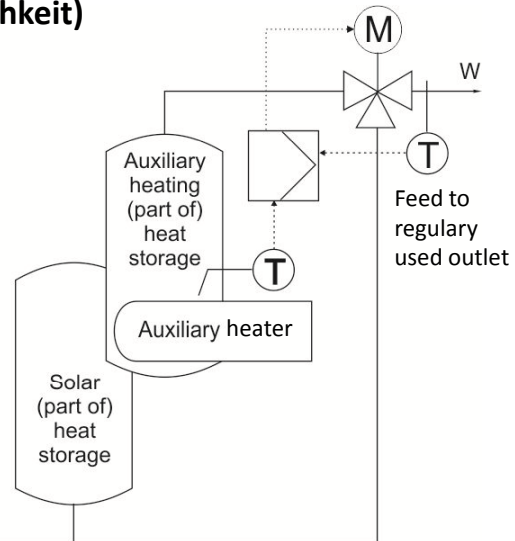
Extrapolation auf Solaranlagen mit konventioneller Zusatzheizung

- Die nachgeschaltete Zusatzheizung desinfiziert das solar erwärmte Warmwasser, wenn die Temperatur im konventionell erwärmten Speicher hoch genug ist und das Warmwasser genügend lange in diesem Speicher verweilt.
- Schutz vor ungenügender thermischer Desinfektion bei aussergewöhnlich grossen WW-Verbrauchsspitzen (nur wenn absolute Sicherheit gefordert ist!):
 - Kollektorpumpe von November bis Januar ausschalten...
 - Solarspeicher im Winter alle 14 Tage mit konventionell erzeugter Wärme desinfizieren...
 - Warmwasserverteilung bei ungenügender WW-Temperatur am Austritt des Speichersystems unterbrechen...

Unterbrechung der Verteilung von eventuell mit Legionellen kontaminiertem Warmwasser (eine Möglichkeit)

Funktionen des Mischventils:

- 1) Verbrühungsschutz (obligatorisch):
Begrenzung der Warmwassertemperatur auf ca. 62 °C
- 2) Sicherstellung der Hygiene (neuer Vorschlag):
Das Mischventil schaltet auf Kaltwasser um, wenn die Warmwassertemperatur an dessen Austritt während einer Entnahme unter ca. 57 °C sinkt. Danach: Freigabe erst nach der thermischen Desinfektion des konventionell erwärmten Speichers (eine Stunde bei mindestens 60 °C)_C



Schlussbetrachtungen (1)

- Legionellen können sich in Solarspeichern vermehren und sterben. Das Gleichgewicht zwischen Vermehrung und Tod ist ein dynamischer Prozess.
- Massgebend ist dabei die Häufigkeit der thermischen Desinfektion.
- Einflussfaktoren sind:
 - das lokale Klima
 - die Kollektorausrichtung
 - die Auslegung und Dimensionierung der gesamten Warmwasserversorgung
 - deren Nutzungsart und Wartung

Schlussbetrachtungen (2)

- Kollektorfläche als Parameter nicht vergessen! Jedoch: grössere Kollektorfläche → häufigere Stagnation im Sommer. Richtlinien für stagnationssichere Solaranlagen unbedingt beachten!!! (Referenz: siehe Tagungsband)
- Generell: weitere Untersuchungen/Vertiefungen nötig.
- Zu einem noch unbestimmten Zeitpunkt sollen Grundregeln zur Kontrolle der Legionellenkonzentration in solaren Wassererwärmungsanlagen in die europäische Norm EN 806-2 «Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 2: Planung» einfließen.