

Legionellen und Energieeffizienz

Was ist schon erprobt? Was wird noch erforscht?

Autoren Gesamtteams der Projekte EE+HYG@TWI bzw. ULTRA-F
Vortragende Dr.-Ing. Karin Rühling
Technische Universität Dresden, karin.ruehling@tu-dresden.de

Versorgungstechnisches Kolloquium Trinkwasserhygiene | 06. Juli 2022 | FH Erfurt

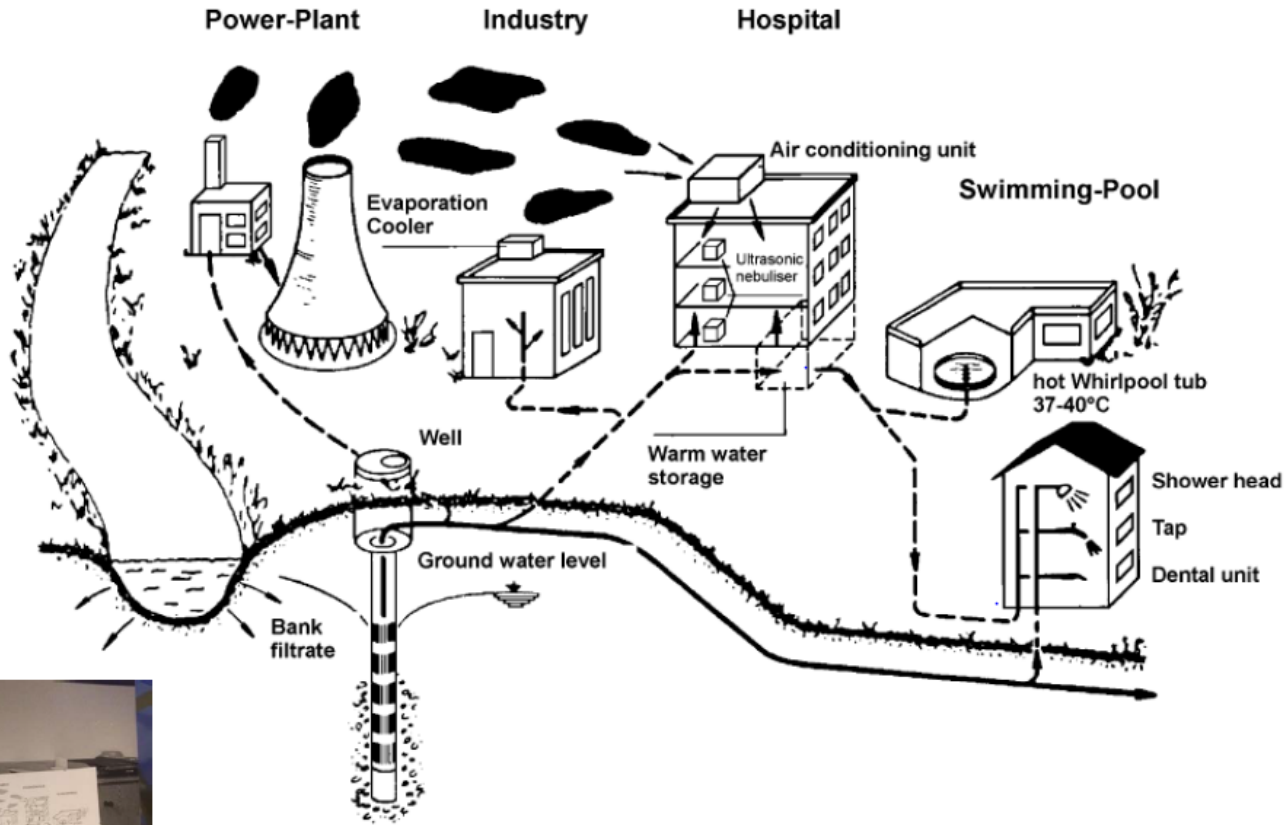
Gefördert durch:



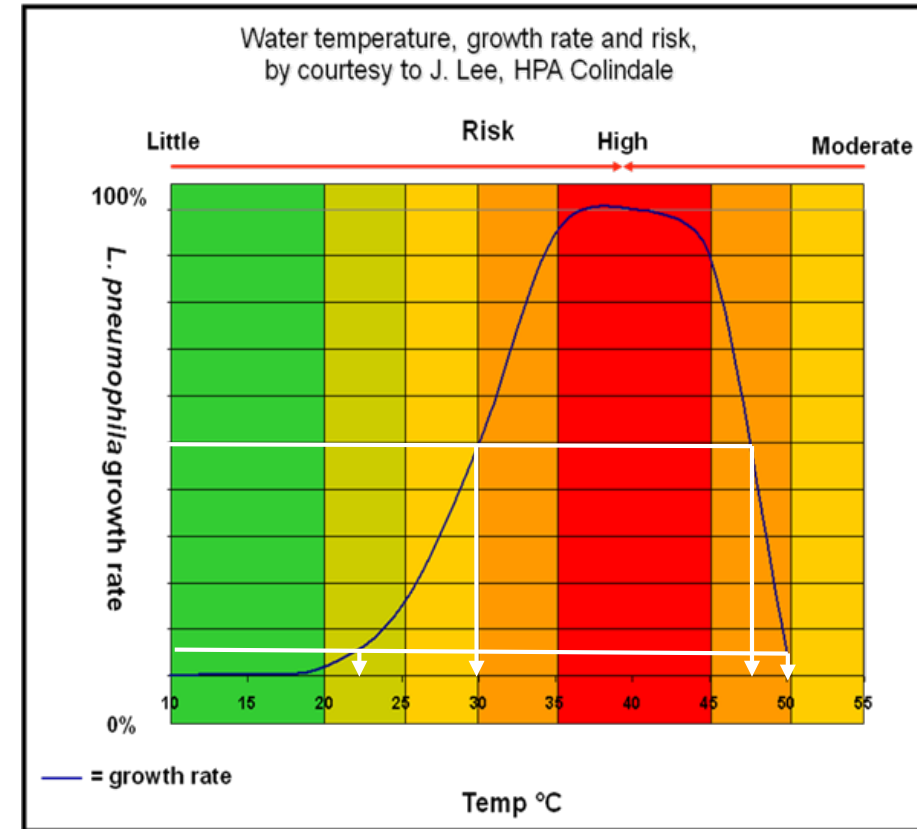
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

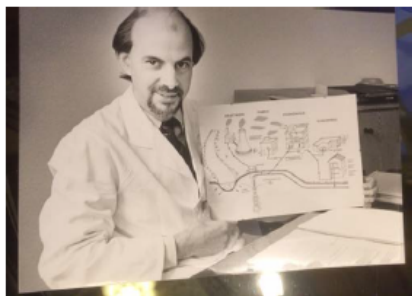
Comprehensive view of a water distribution system from catch basin to water outlets, cooling towers, and other reservoirs for waterborne pathogens



M. Exner, R. Schulze-Röbbecke, *Öff.Gesundh.-Wes.* 1987; 49; 90-96



Risiko des Legionellenwachstums in Abhängigkeit von der Temperatur Quelle: Exner, M.: Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Erfahrungen aus Deutschland. Legionellen-Fachgespräch UBA/BfR am 20.10.2009 in Berlin



Grundkonflikte Energieeffizienz und Hygiene in der TWI

Wir benötigen an der **Entnahmestelle** überwiegend „Mischwasser“ von **40 ... 45 °C**

versus

Temperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers zur **Vermeidung des Legionellenwachstums**

Status quo Regelwerk

≥ 60 °C für zentrale TWE (Großanlagen)

Mindestens 50 °C in W 551 empfohlen für Kleinanlagen inkl. dezentrale TWE

Wir möchten an der **Entnahmestelle** kaltes Trinkwasser von **höchstens 25, besser 20 °C**

versus

Wir haben **keine gültigen Bauvorschriften** (Verankerung in VDI 6023 nicht ausreichend!), die separate Schächte für die Installation des „kalten“ Teils der TWI vorschreiben, **Temperaturen oft deutlich über 25 °C**
die Realität

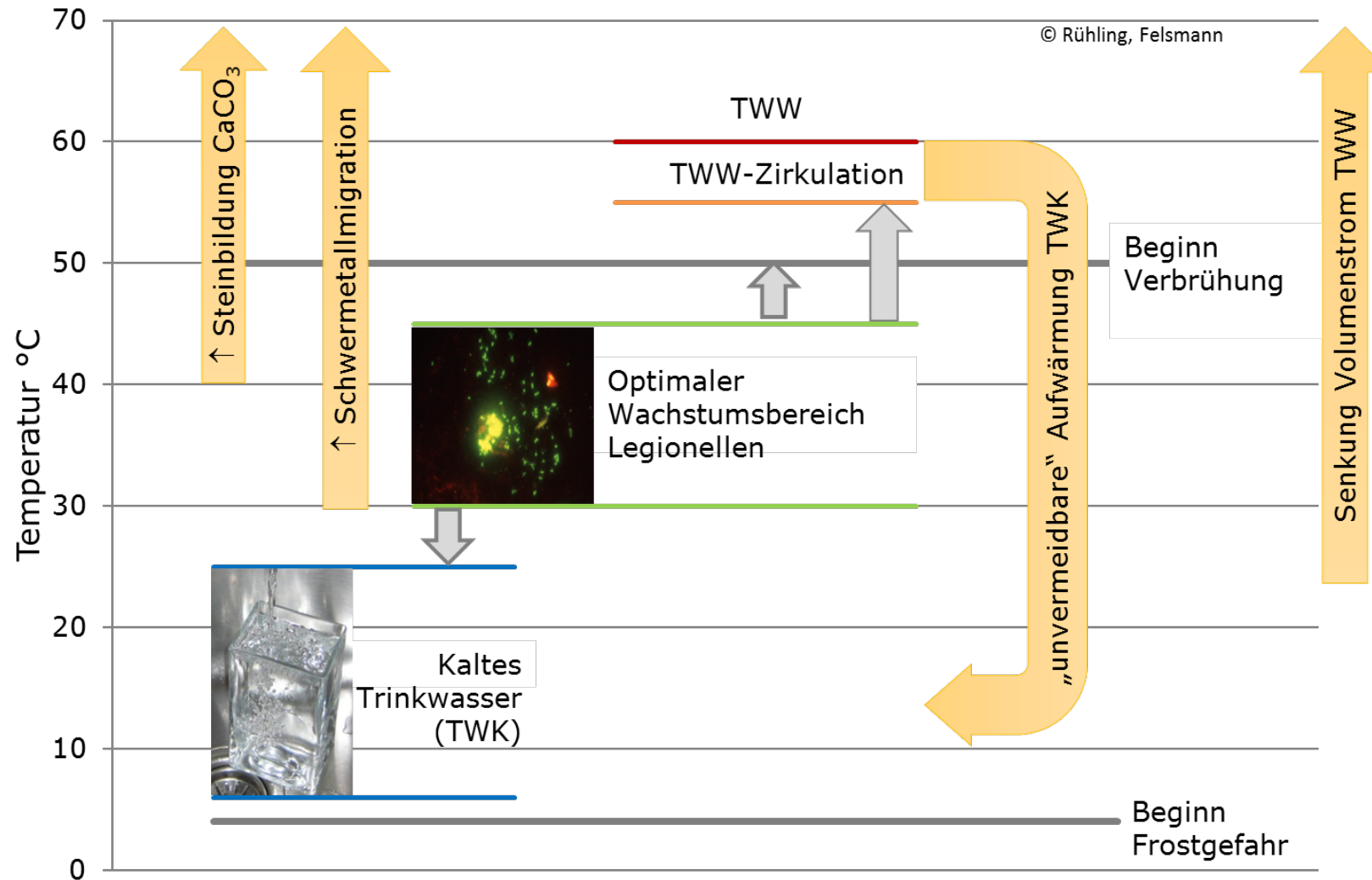
→ **Legionellenwachstum im Trinkwasser kalt wird zunehmend ein Problem auch bei dezentraler TWE**

Allgemein anerkannte Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) für Installation und Betrieb **und Ergebnisse** aus **Forschungsprojekten**

versus

Realem Zustand der TWI in **Felduntersuchungen**

Wichtige Aspekte für die Festlegung des Temperaturniveaus in der Trinkwasser-Installation TWI



Heute in Deutschland nach Trinkwasserverordnung:

Technischer Maßnahmenwert

Heißt, Maßnahmen sind zu ergreifen ab

> 100 KBE/100 mL

Legionella spezies kulturell bestimmt nach UBA-Empfehlung

Was ist schon erprobt?

Verbundvorhaben EE+HYG@TWI

Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasserinstallation

Grundsätzliches Ziel des FuE-Vorhabens EE+HYG@TWI

Ausgangspunkt

- Sinkender Wärmebedarf für die Raumheizung.
- Anteil der Trinkwassererwärmung am Gesamtwärmebedarf eines Gebäudes steigt.
- Vorlauftemperatur des Heizungssystems wird bei zentraler Trinkwassererwärmung von den a.a.R.d.T. zur Trinkwasserhygiene vorgegeben (abgestellt auf die Gattung *Legionella*).
- Detail-Untersuchungen zu Einzelaspekten der Trinkwasser-Installation liegen vor, jedoch keine umfassende Betrachtung aller relevanten Aspekte.

Gesamtziel

Ganzheitliche und systemische Untersuchung der Trinkwarmwasser-Installation für zukünftige Low Temperature-Wärmeversorgungskonzepte und Identifizierung von Ansätzen zur Nutzung der erheblichen Energieeinsparpotentiale sowie zur Integration von erneuerbaren Energien bei Beachtung des Primats der menschlichen Gesundheit.

Mitförderer - alphabetisch



AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.



Interessengemeinschaft Energie Umwelt Feuerungen GmbH i.A. des Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. – BDH



Geberit AG, Konzernbereich SA & RLS



HeiWaKo Arbeitsgemeinschaft Heiz- und Wasserkostenverteiler e.V.



Georg Fischer JRG AG



Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Metallwerke



SWM Stadtwerke München - Infrastruktur GmbH; Endkundenstrategie



Vattenfall Europe AG, Network Planning, Berlin



Viega GmbH & Co.KG

Projektpartner und wiss. Begleitung

Koordinator Technische Universität Dresden

Projektpartner

- GEWV** TU Dresden, Prof. f. Gebäudeenergie-technik u. Wärmeversorgung
Dr.-Ing. Karin Rühling, Dipl.-Inf. Regina Rothmann, Dipl.-Ing. Jan Löser, Dipl.-Math. Lars Haupt, Dipl.-Ing. Stefan Hoppe, Dipl.-Ing. (FH) Knut Gietzelt, Thomas Unger
- IHPH** Universität Bonn, Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit
Prof. Dr. med. Thomas Kistemann, Dr. rer. nat. Christiane Schreiber, Heike Müller MSc., Nicole Zacharias BSc., Felix Wasser BSc
- IWW** Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH
Dr. rer. nat. Gabriela Schaule, Dr. Martin Strathmann, Dr. rer. nat. Jost Wingender, Dr. Andreas Nocker, Dietmar Pütz, Kathrin Wiede
- IMMH** TU Dresden, Institut f. Medizinische Mikrobiologie u. Hygiene
Dr. med. Christian Lück, Markus Petzold MSc. , Dipl.-Biol. Tetyana Koshkolda
- IEE** Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik Kassel
Dr. Dietrich Schmidt, Dipl.-Ing. Anna Marie Kallert

Wissenschaftlicher Beirat Prof. Exner, Prof. Flemming, Dipl.-Ing. Nissing
Projektbegleitausschuss Dipl.-Ing. Bechem, Dipl.-Ing. Nissing

Struktur - Interaktionen - ausgewählte Resultate



Kurzüberblick und Thesen

Zum EnEff:Wärme Verbundvorhaben

Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation

Im Kontext:

DHC Annex TS1 "Low Temperature District Heating for Future Energy Systems"

FKZ: 03ET1234 A bis D

Akronym: EE+HYG@TWI

Koordination: Dr.-Ing. Karin Rühling

Autoren:

Rühling, K.; Haupt, L.; Hoppe, S.; Löser, J.; Rothmann, R.

Lück, C.; Koshkolda, T.; Petzold, M.

Schreiber, C.; Kistemann, T.

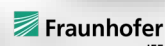
Schaule, G.; Nocker, A.; Wingender, J.

Kallert, A.; Schmidt, D.; Sager-Klauß, C.

Bechem, H.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Stand: 01. März 2018



Simulationsstudien (IEE, GEWV)

Trinkwasser-Installation (TWI) inkl. Wechselwirkungen

Trinkwasser kalt (TWK) und Trinkwarmwasser (TWW)

Kontext Gesamtsystem Mehrfamilienhaus und Wirkungen Bilanzraum Deutschland

Felduntersuchungen (GEWV, IHPH, IMMh, IWW)

Untersuchungsumfang in den 100 Objekten, Deskriptive Statistik,

Beispiel für Objektauswertung

Technikumsversuche (IMMH, GEWV)

Trinkwasserinstallation Mehrfamilienhaus (6 Wohneinheiten)

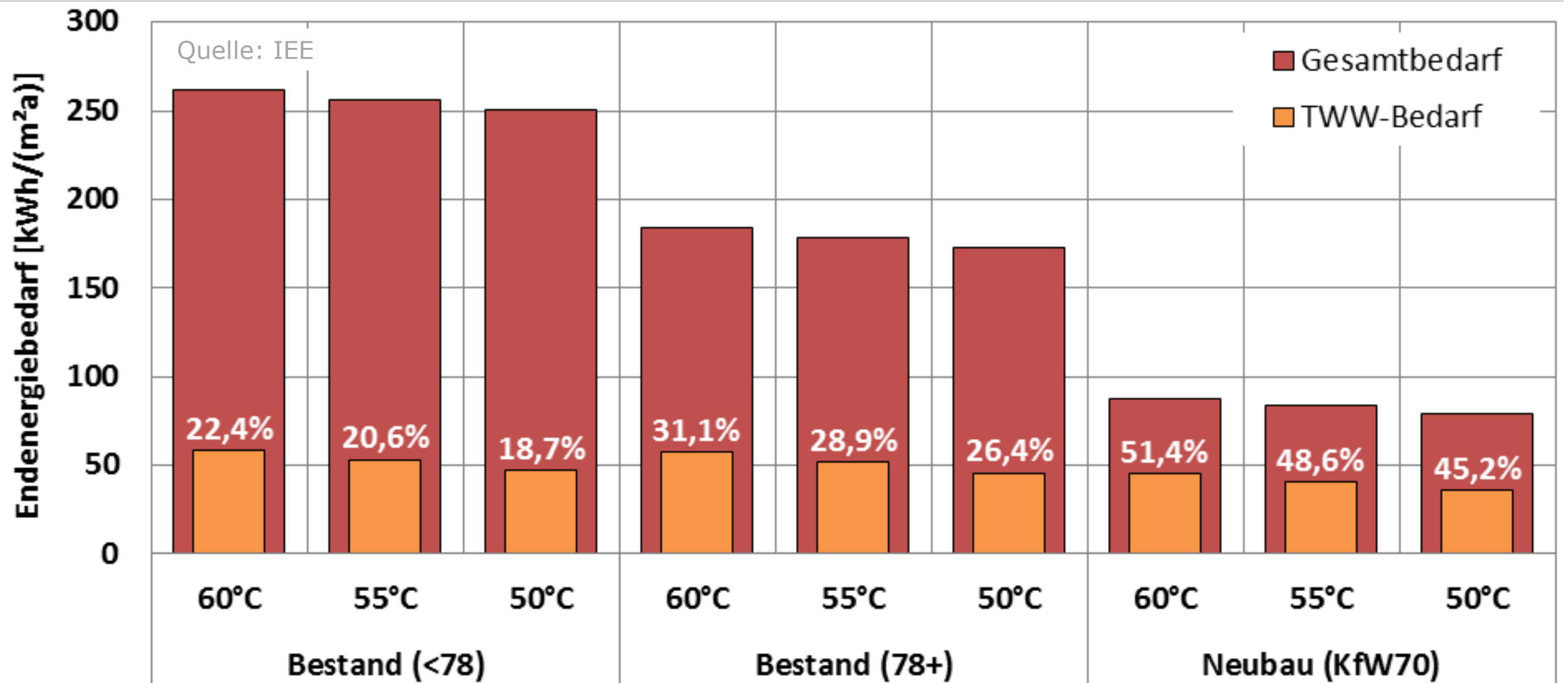
Emulatorversuche und Laborexperimente

(IMMH, IWW, GEWV)

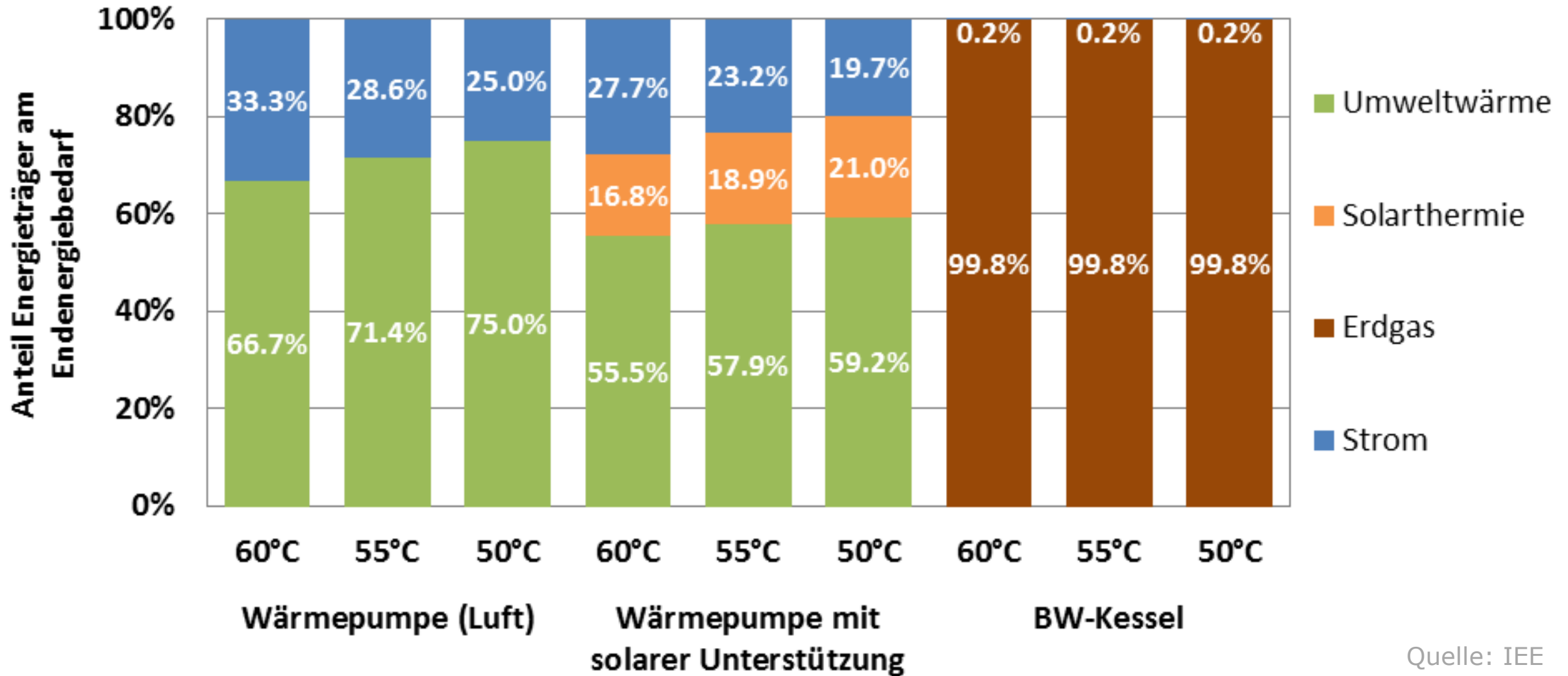
Untersuchungen Werkstoffe und nicht zirkulierender, endständiger Bereich

Simulationsstudie Gebäude

Flächenbezogener Endenergiebedarf eines MFH und Anteil der TWE



Anteil regenerativer Energiebereitstellung am gesamten Endenergiebedarf Gebäude



Felduntersuchungen

Felduntersuchungen –Beprobung

Klassen der Kontamination nach Exner

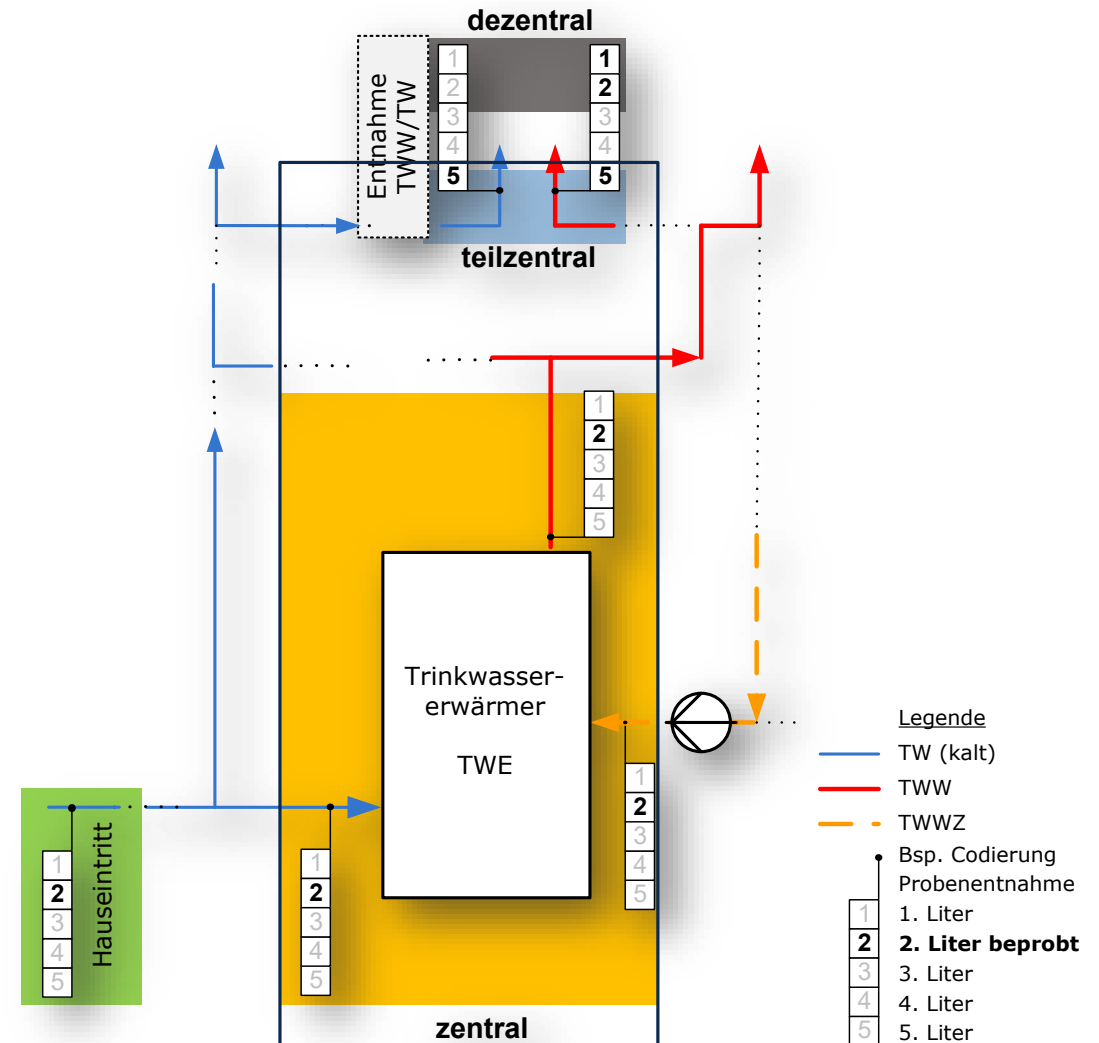
[Wasser und Gesundheit. Vortrag, Wasser Berlin 2011]

1. Kontamination aus zentraler Wasserversorgung
2. Zentrale Kontamination der Trinkwasser-Installation
3. Teilzentrale Kontamination
4. Dezentrale Kontamination

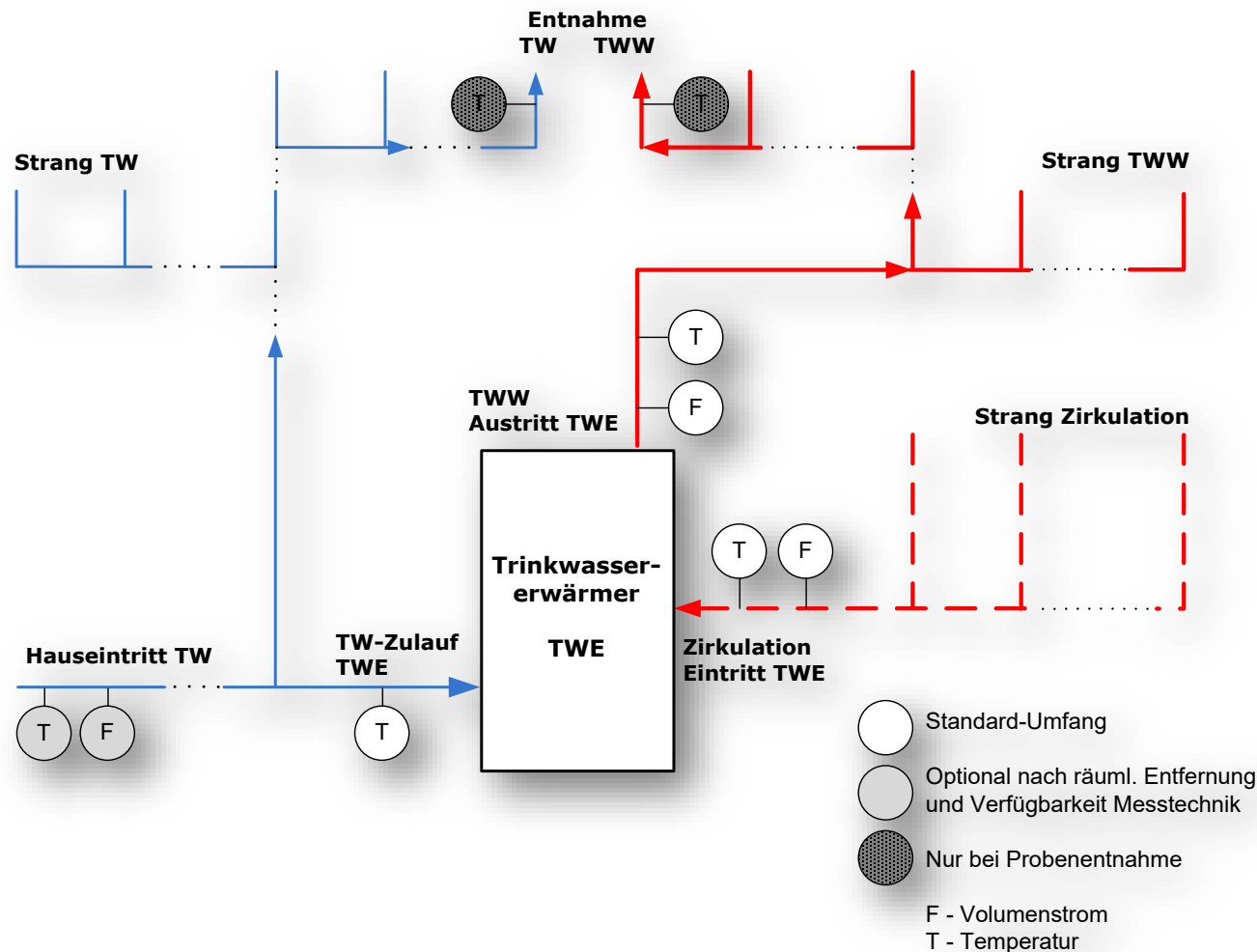
Systemische Kontamination

Untersuchungsumfang

- Entnahme 2. bzw. 5. Liter, teilw. auch 1. Liter
- Temperaturen zur Probenahme und in 1. und 10. Liter TWW
- Analytik auf *Legionella* spp. Kultur, qPCR (*Legionella* spp. + *L. pneumophila*), *Pseudomonas aeruginosa*



Felduntersuchungen – Thermohydraulische Messungen

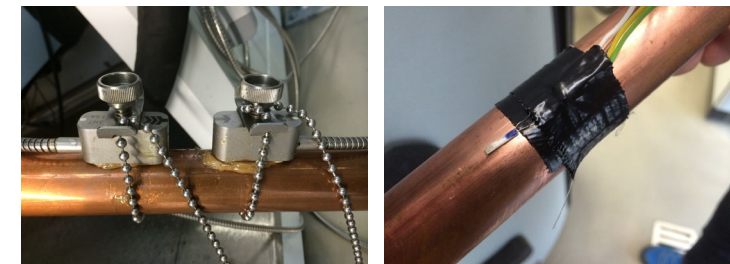


Messzeitraum THM

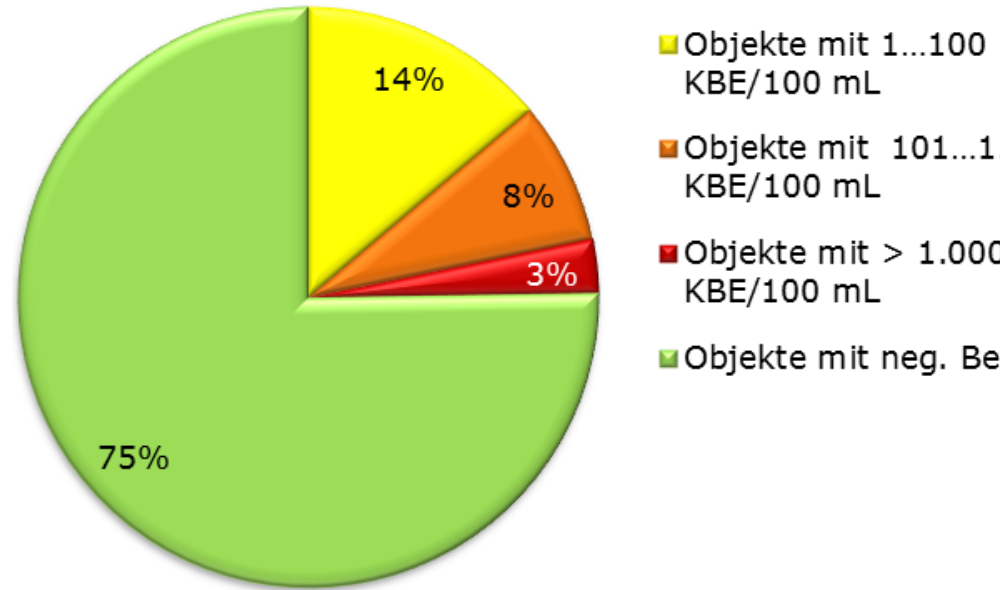
- Mindestens 14 Tage
- Ausgewertet jeweils von Montag 0:00 Uhr bis Sonntag 23:59

Technik

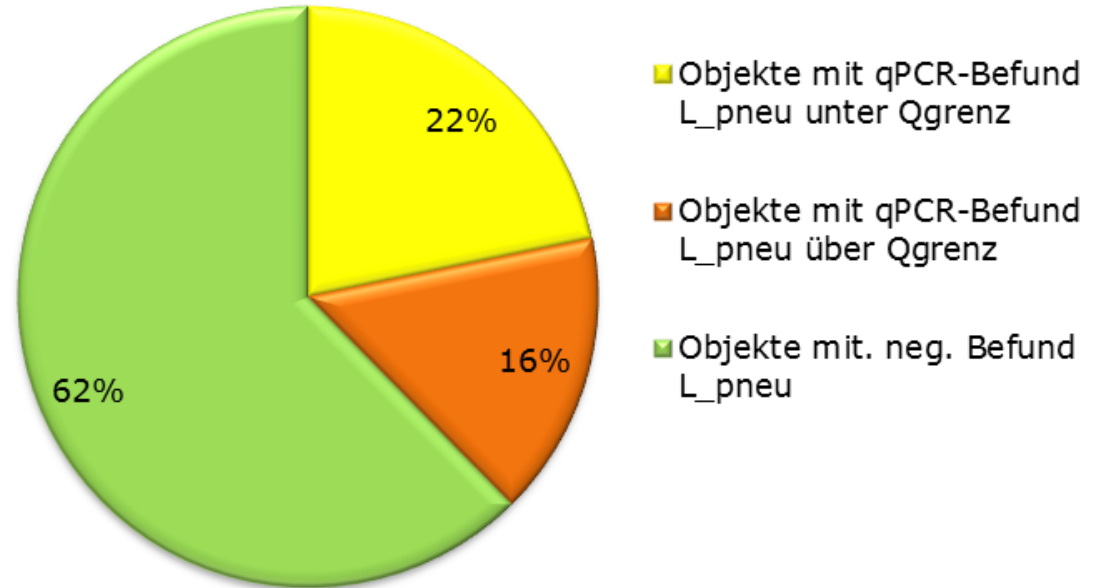
- Volumenstrom
Ultraschall-Messtechnik
mit externen Sensoren (FLEXIM)
- Temperatur
PT 100 Anlegefühler (gedämmt)
- Messwerterfassung
10-Sekunden-Mittelwerte



Deskriptive Auswertung: Farbkodierung nach max. Wert im Objekt (Gesamtanzahl der Objekte: 101)



Kultureller Befund *Legionella* spp.



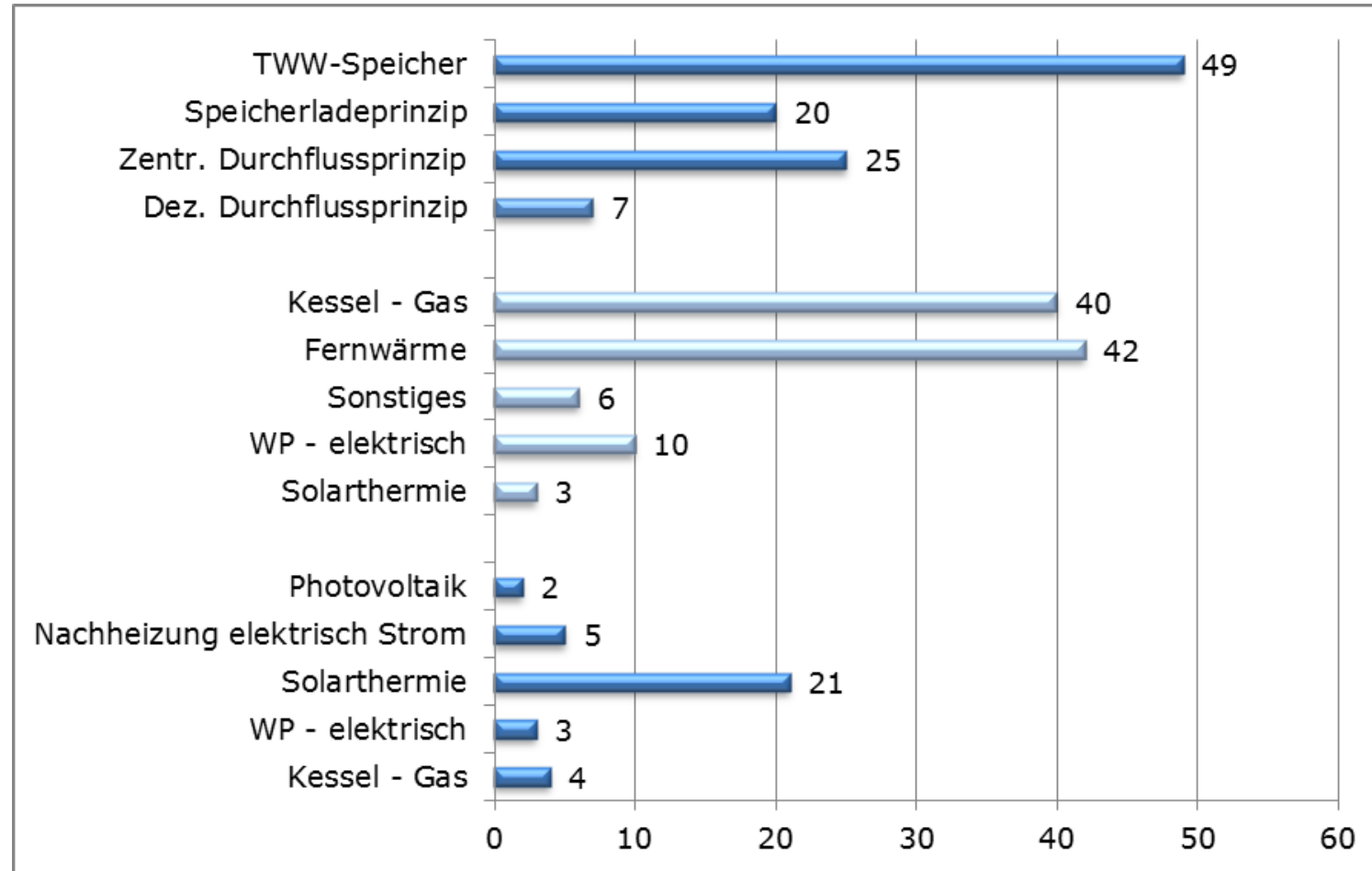
qPCR-Befund *L. pneumophila*

Molekularbiologische Analyse ohne Differenzierung lebend/tot

Fazit

- 11 % der kulturellen Befunde über dem technischen Maßnahmewert
- qPCR *L. pneumophila* liefert häufiger positive Ergebnisse

Art der TWE, Erzeugertechnologie und Zusatzerzeuger, Temperaturen TWW (Anzahl Objekte)



Temperatur am Austritt TWE (Mittelwert 1 Woche THM)

Temp. TWW	Anz. Objekte
> 65 °C	8
> 60 - 65 °C	32
> 55 - 60 °C	29
> 50 - 55 °C	9
≥ 45 - 50 °C	6
< 45 °C	7

Statistik MFH, Gemeinschaftsunterkunft und Studentenwohnheim (N=80)

T-Bereich $\vartheta_{TWW,TWE}$ (Medianwert der 14-tägigen Messungen)	Anzahl Objekte im T-Bereich	Anteile der Objekte mit pos. kulturellen Befunden > 0 KBE/100 mL (dav. > 100 KBE/100 mL)	
		davon im TWW	davon im TWK
< 45 °C	1	0 % (0 %)	
		0 % (0 %)	0 % (0 %)
> 45 °C ... = 55 °C	7	28,6 % (14,3 %)	
		28,6 % (14,3 %)	14,3 % (0 %)
> 55 °C ... = 59 °C	24	20,8 % (0 %)	
		20,8 % (0 %)	20,8 % (0 %)
> 59 °C ... = 63 °C	30	23,3 % (10 %)	
		6,7 % (6,7 %)	16,6 % (3,3 %)
> 63 °C	18	22,2 % (5,5 %)	
		22,2 % (5,5 %)	11,1 % (0 %)

Pos. kulturelle Legionellenbefunden geclustert in Bereiche der 14-tägigen Mittelwerte der Temperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers – **Gesamtanteil** und Anteil im **TWW** bzw. im kalten Trinkwasser **TWK** (**5. Liter, beprobt nach TWW!**) → nach heutiger UBA-Methode sicher deutlich höherer Anteil pos. Befunde, da TWK zu erst beprobt wird!

Fazit

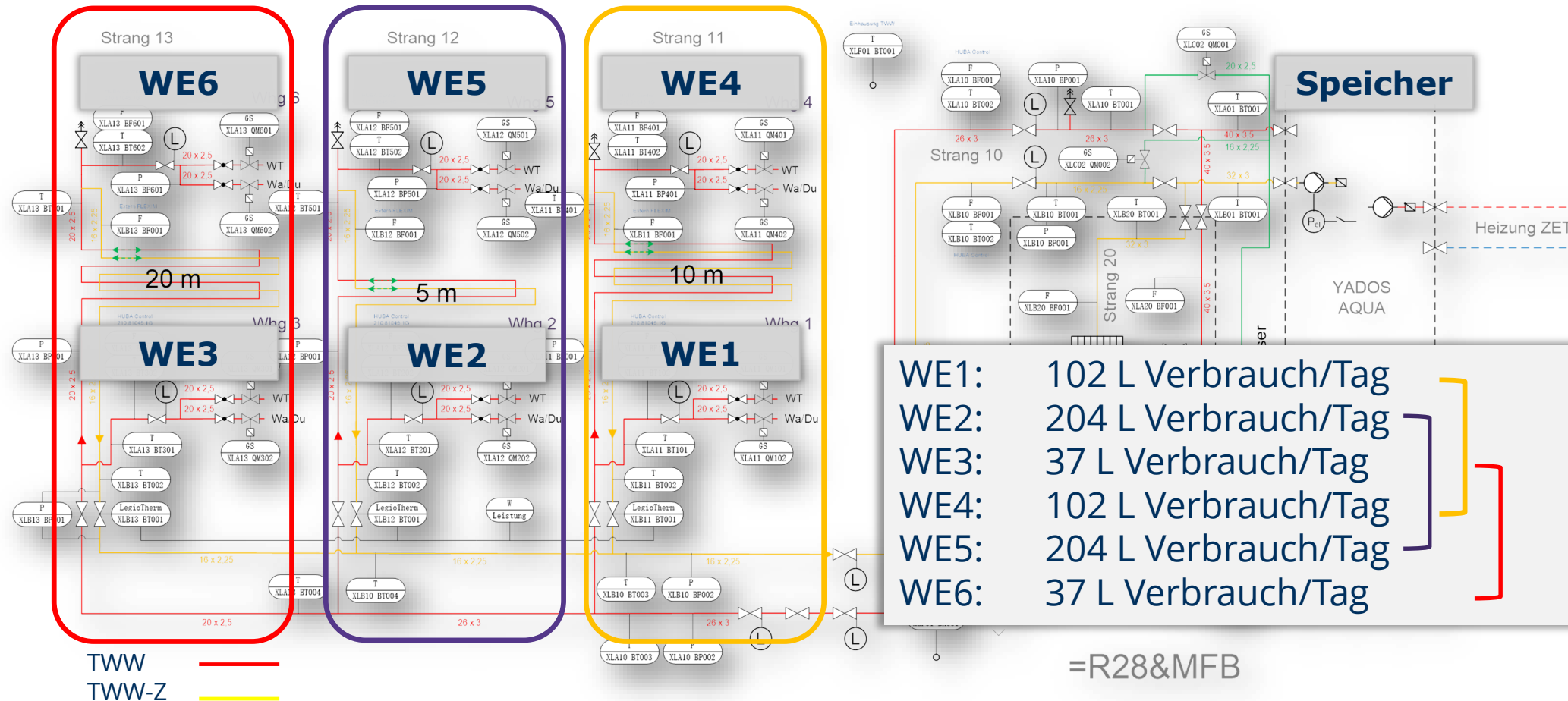
Die Temperatureinhaltung am Austritt TWE allein ist kein Garant für Vermeidung positiver Legionellenbefunde und das TWK ist mehr zu beachten!

Technikumsversuche

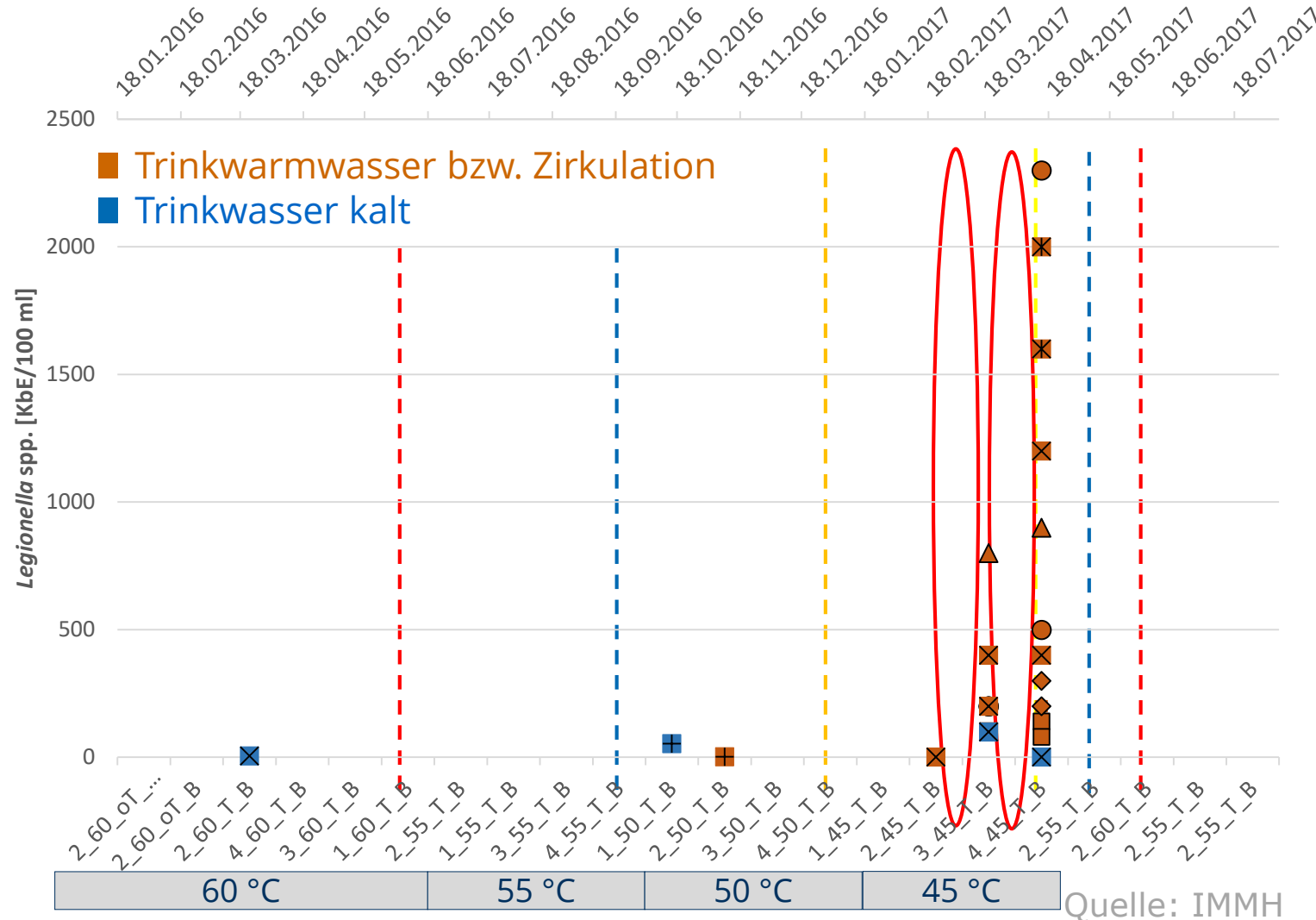


Zentrum für Energietechnik der TU Dresden
Versuchsfeld Rationelle Energieanwendung/Regenerative Energien
mit TWI-Versuchstand – Emulation Mehrfamilienhaus 6 WE

TWW-Seite der TWI-Versuchsanlage – Entnahmemengen bei 60 °C TWW eu.r.t.c.



Technikumsversuchsstand: Ergebnisse *Legionella* spp. – Kult. Befunde



60 °C

5 KBE/100 mL *L. anisa* im **TWK**
in Wohnung 4-6

55 °C

n. n.

45 °C:

- *L. pneumophila* SG1 **über technischen Maßnahmenwert** im **TWW** (alle WE, Speicher und Zirkulation) und **TWK** WE6
- qPCR *L. pneumophila* max. 4×10^4 GU/500 mL

Kurzzeitig 60 °C

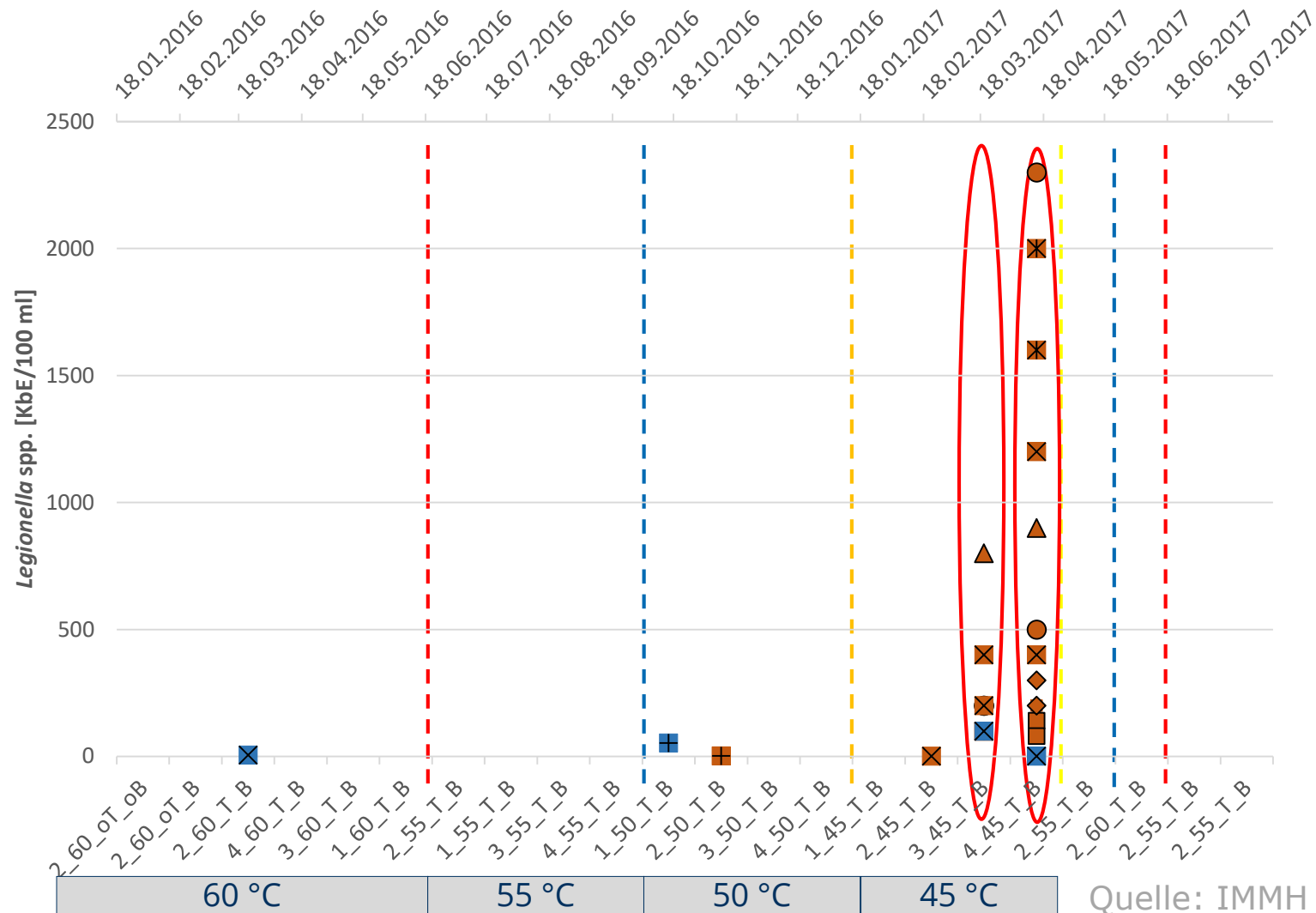
(ohne Spülen, chem. oder therm. Desinfizieren)

n. n.

1 a Betrieb bei 55 °C

- Legionella KBE <10 KBE/100 mL
- qPCR *L. pneumophila* max. 2×10^2 GU/500 mL

Technikumsversuchsstand: Ergebnisse *Legionella* spp. – Kult. Befunde

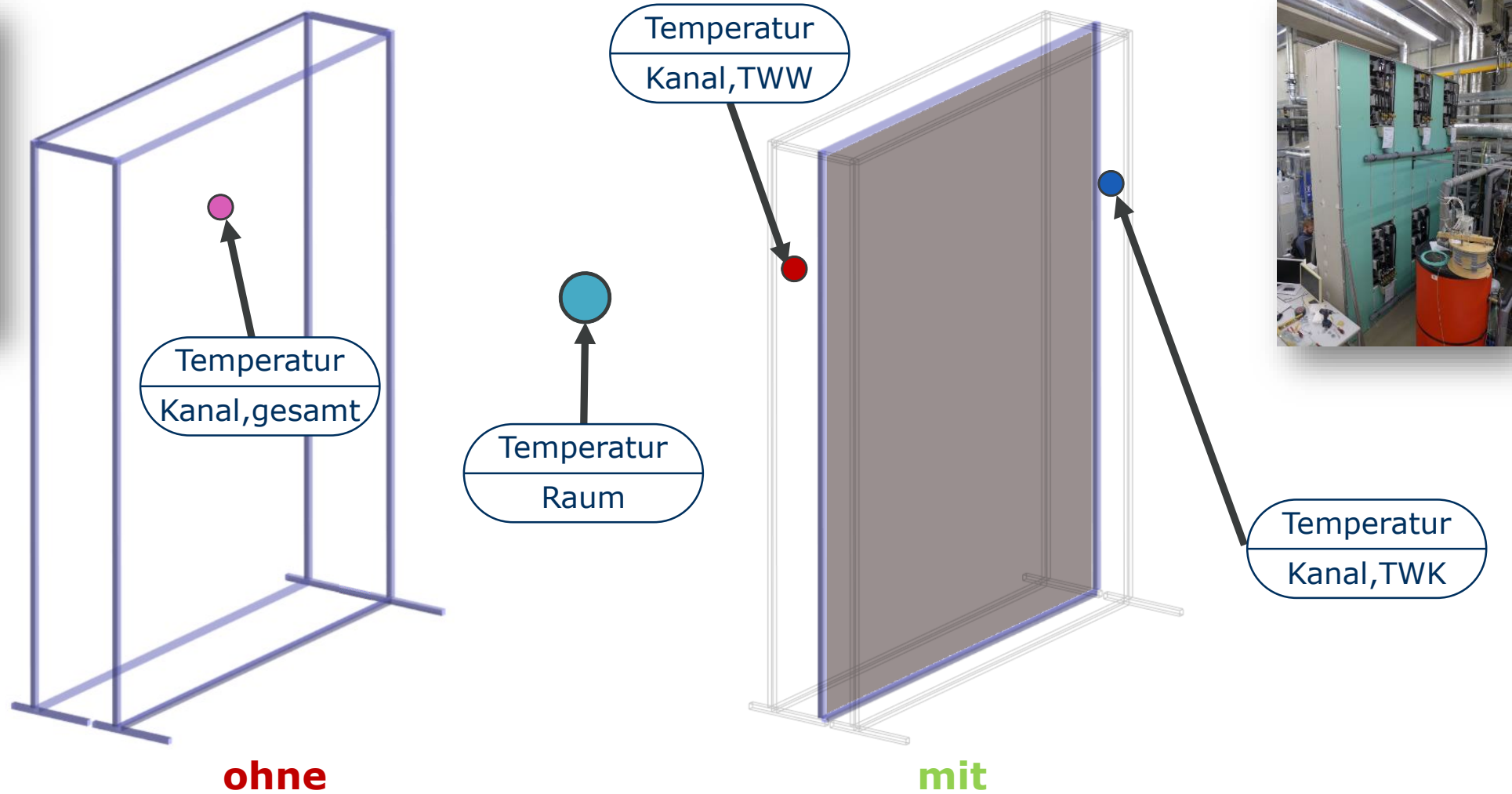


- **55 °C** am Austritt des TWE bei **über GLT kontrollierten** Zirkulationstemperaturen von **≥ 50 °C** möglich!
- Dabei immer noch 5 K Sicherheitsabstand zu sprunghafter Kontamination bei 45/42 °C-Betrieb
- Und: Keine thermische Desinfektion, sondern „Normalbetrieb“ mit 60 °C ausreichend um Legionellen n. n. zu erreichen

■ Trinkwarmwasser bzw. Zirkulation
■ Trinkwasser kalt

Simulationsstudie Trinkwasserinstallation

Simulationsstudie – Einfluss Kanal-Trennwand



Simulationsstudie – Tagesmitteltemp. TWK ohne Trennwand

Mittelwertvergleich ausgewählter Temperaturen ohne und mit Kanaltrennwand									
Temperatur			Kanal		Nächstgelegene Entnahmestelle			Entfernteste Entnahmestelle	
-			ohne -	mit - Trennwand	ohne -	mit -	-	ohne -	mit -
ϑ_{TW}	$\vartheta_{\text{TW,HA}}$	ϑ_{Raum}	$\bar{\vartheta}_{\text{Kanal,ges.}}$		$\bar{\vartheta}_{\text{TWK,WE1}}$			$\bar{\vartheta}_{\text{TWK,WE6}}$	
70	15	20	28,0		19,1			23,0	
60			26,3		18,6			22,0	
55			25,5		18,4			21,6	
50			24,6		18,2			21,1	
45			23,8		18,3			21,0	
70	25	24	31,7		27,0			29,1	
60			30,0		26,5			28,1	
55			29,2		26,3			27,6	
50			28,4		26,0			27,1	
45			27,5		25,9			26,7	

Ø Jahr

Sommer

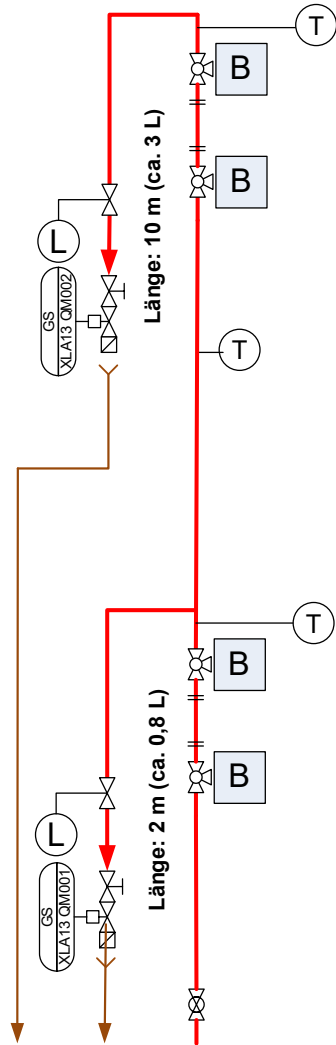
Simulationsstudie – Tagesmitteltemp. TWK ohne und mit Trennwand

Mittelwertvergleich ausgewählter Temperaturen ohne und mit Kanaltrennwand											
Temperatur			Kanal			Nächstgelegene Entnahmestelle			Entfernteste Entnahmestelle		
-			ohne -	mit - Trennwand		ohne -	mit -	-	ohne -	mit -	-
ϑ_{TWW}	$\vartheta_{\text{TW,HA}}$	ϑ_{Raum}	$\bar{\vartheta}_{\text{Kanal,ges.}}$	$\bar{\vartheta}_{\text{Kanal,TWW}}$	$\bar{\vartheta}_{\text{Kanal,TWK}}$	$\bar{\vartheta}_{\text{TWK,WE1}}$	$\bar{\vartheta}_{\text{TWK,WE1}}$	$\Delta\bar{\vartheta}$	$\bar{\vartheta}_{\text{TWK,WE6}}$	$\bar{\vartheta}_{\text{TWK,WE6}}$	$\Delta\bar{\vartheta}$
70	15	20	28,0	31,2	20,8	19,1	16,9	2,2	23,0	18,6	4,4
60			26,3	29,0	20,5	18,6	16,8	1,8	22,0	18,5	3,5
55			25,5	27,8	20,4	18,4	16,8	1,6	21,6	18,4	3,2
50			24,6	26,7	20,3	18,2	16,8	1,4	21,1	18,3	2,8
45			23,8	25,6	20,1	18,3	17,0	1,3	21,0	18,5	2,5
70	25	24	31,7	34,3	25,5	27,0	25,1	1,9	29,1	25,3	3,8
60			30,0	32,1	25,2	26,5	25,0	1,5	28,1	25,1	3,0
55			29,2	30,9	25,0	26,3	25,0	1,3	27,6	25,0	2,6
50			28,4	29,8	24,9	26,0	24,9	1,1	27,1	24,9	2,2
45			27,5	28,7	24,7	25,9	24,9	1,0	26,7	24,8	1,9



Emulatorversuche endständiger, nicht
zirkulierender Bereich
mit künstlicher Kontamination *Legionella* spp.
Prüfung 3-Liter-Regel

Emulationsmodule - © TUD-GEWV Löser-Rühling



Ziel

Gezielte Untersuchung des endständigen, nicht zirkulierenden Bereiches mit Variation Volumen

- ca. 0,8 L
- ca. 3 L

Bei gezielter Kontamination des TW

Fixe Parameter

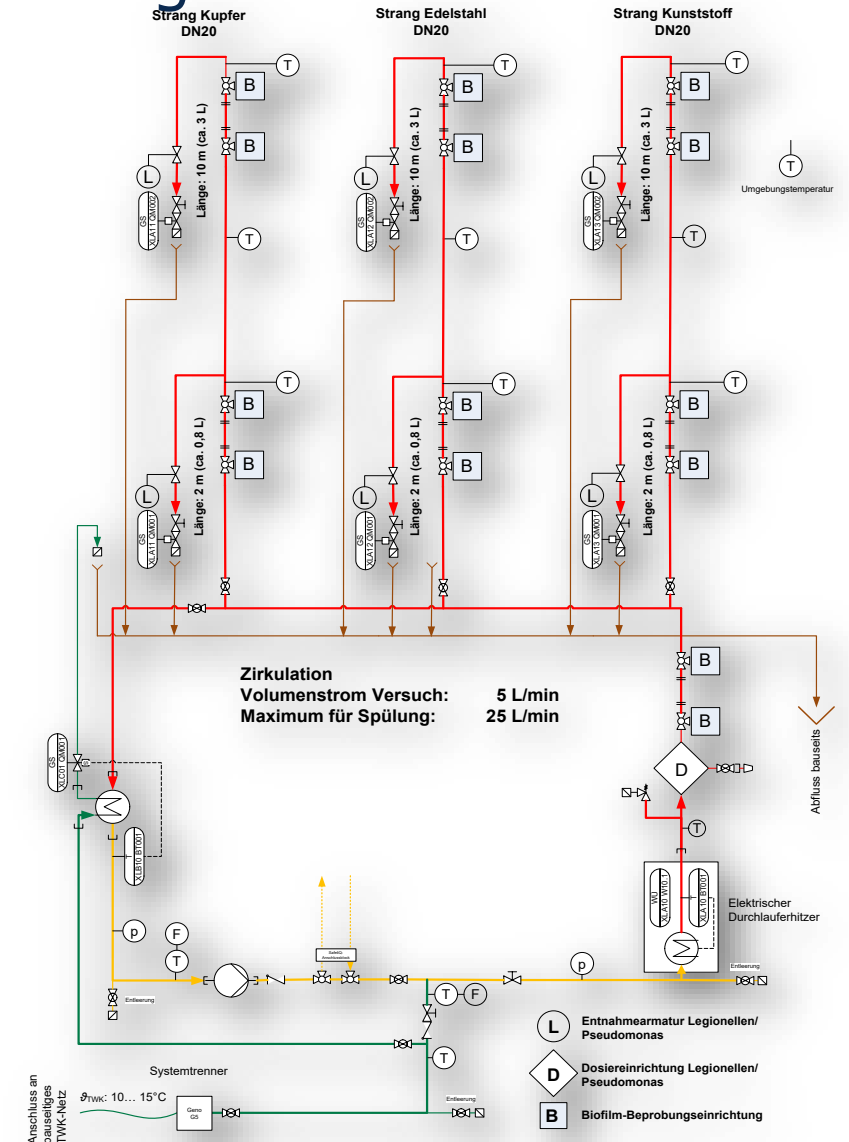
- Volumenstrom 5 L/min
- Niedrige Entnahme eu.r.tc.

Weitere variierte Parameter

- Werkstoff (Cu, NiRo, Kunststoff)
- Inhaltsvolumen (ca. 0,8 und 3 L)
- Temperatur (45 ... 60 °C)

Kontamination

- *L. pneumophila* (IMMH) → Ergebnisse ff
- *Pseudomonas aeruginosa* (IWW), aber wegen Cu-Gehalten (minimal für Realität) keine Etablierung möglich



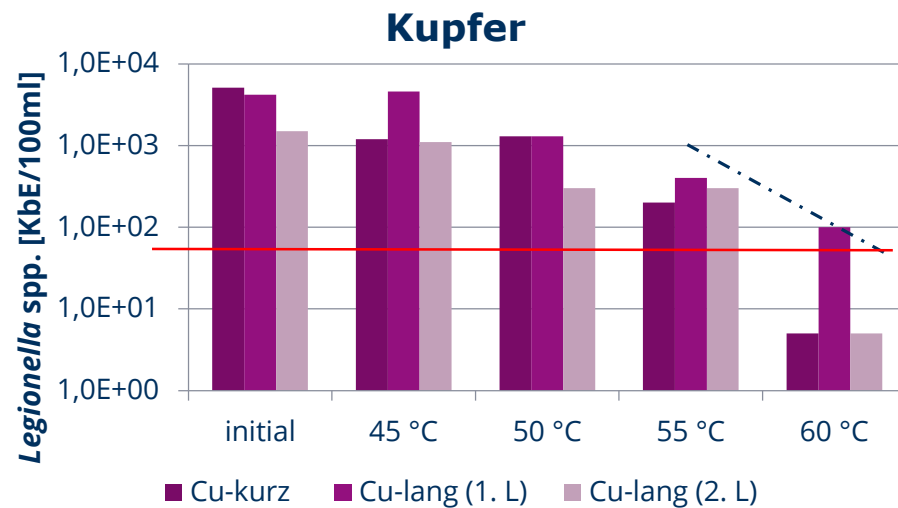
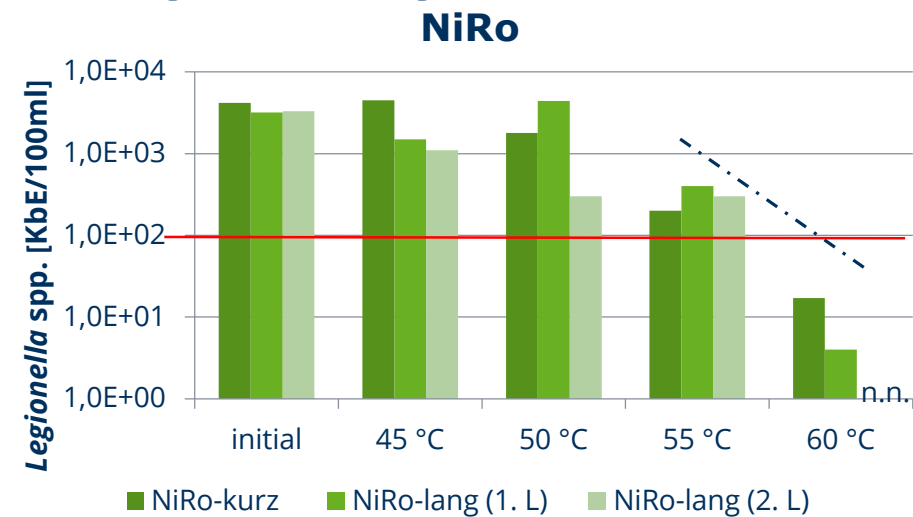
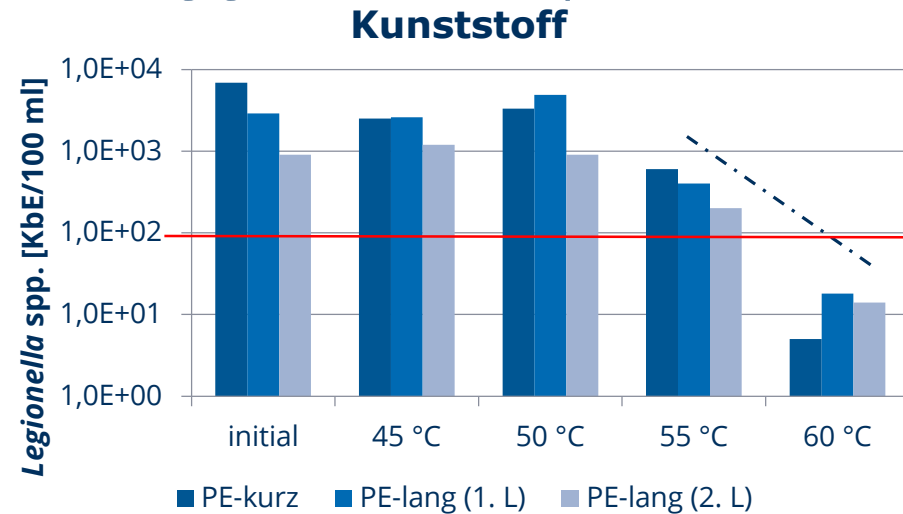
Emulatoren – Tappingcycle niedrig

Zeitanteile der Temperaturcluster

Temperaturphase	Aufteilung	Zirkulation (vor Pumpe)										
		Zirkulation	PE kurz	PE lang Mitte	PE lang	Cu kurz	Cu lang Mitte	Cu lang	NiRo kurz	NiRo lang Mitte	NiRo lang	
45 °C	<25	0,0	0,0	15,9	13,0	21,1	24,8	23,7	30,3	23,1	18,0	25,4
	≥25-45	68,7	84,9	84,0	87,0	78,9	75,2	76,3	69,7	76,8	82,0	74,6
	≥45-50	31,3	15,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	≥50-55	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	≥55-60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	≥60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50 °C	<25	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	13,6	8,1	21,5	12,8	0,0	16,1
	≥25-45	0,0	0,5	93,4	97,3	89,3	77,0	88,0	76,8	76,4	93,3	81,4
	≥45-50	68,8	82,7	6,5	2,7	0,8	9,3	3,9	1,8	10,7	6,7	2,5
	≥50-55	31,2	16,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	≥55-60	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	≥60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
55 °C	<25	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,7	0,0	17,9	0,0	0,0	6,2
	≥25-45	0,0	0,0	77,9	86,9	93,3	78,0	88,0	76,9	77,1	84,4	87,4
	≥45-50	0,0	0,7	17,6	11,4	3,4	14,2	9,7	4,3	14,2	12,1	4,8
	≥50-55	65,5	78,5	4,5	1,6	0,5	7,2	2,3	1,0	8,7	3,5	1,7
	≥55-60	34,5	20,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	≥60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60 °C	<25	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	15,7	0,0	0,0	12,1
	≥25-45	0,0	0,0	67,1	77,9	82,4	70,6	82,0	75,5	70,1	76,7	78,3
	≥45-50	0,0	0,0	17,4	15,2	5,1	12,1	11,2	4,6	11,9	14,1	4,8
	≥50-55	0,0	0,7	12,5	5,9	1,7	11,7	5,6	3,4	11,6	7,1	3,8
	≥55-60	62,2	73,7	3,0	0,9	0,1	5,6	1,2	0,7	6,3	2,1	1,0
	≥60	37,8	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Kultur: *Legionella* spp./*L. pneumophila*

Abhängigkeit von Temperatur und Werkstoff bei gezielt eingebrachter Kontamination



- Initiale Kontamination im endständigen Bereich 1.000 ... 10.000 KBE/ 100 mL
- Stufenweise Steigerung der TWW-Temperatur

Fazit endständig nach Kontamination

- Einfluss von Temperatur erkennbar (ab 55 °C eindeutig)
- Kein signifikanter Einfluss des Werkstoffs ableitbar
- Kein signifikanter Einfluss 0,8 / 3 L Volumen

Ausgewählte Thesen des Projektes
... als Basis für den Diskussionsblock!

Ausgewählte Thesen mit besonderer Relevanz

Die Qualität der **Ausführung einer Kanaltrennung von TWW und TWK** ist für die Vermeidung der Aufwärmung des kalten Trinkwassers **wesentlich wichtiger als die Absenkung der Vorlauftemperatur** des Trinkwarmwassers. Architekten, Planer und Bauherren müssen die Ausführung einer ausreichend gedämmten Trennwand der TWK-Installation zur TWW-Installation und anderen warmgehenden Leitungen (Heizung, Solarthermie etc.) realisieren bzw. **die räumlich getrennte Führung des TWK umsetzen**. *(Simulation, Technikumsversuche, Felduntersuchungen)*

Der Betrieb des TWW-Systems mit **70 °C** am Austritt des TWE bewirkt eine Aufwärmung des TWK in einen trinkwasserhygienisch kritischen Bereich und erhöht die Zirkulationswärmeverluste signifikant. **Ein vorbeugender Einsatz ohne gleichzeitiges Spülen an den Entnahmestellen ist deshalb abzulehnen**. *(Simulation, Felduntersuchungen)*

Es gibt keinen statistischen Zusammenhang zwischen der Einhaltung der sogenannten **5-K-Regel** z. B. nach DVGW W 551 und Legionellen-Kontamination, *wenn bestimmte Temperatur im TWWZ nicht unterschritten werden*. *(Felduntersuchungen)*

In Trinkwasser-Installationen sind auch im **kalten Trinkwasser (TWK) Legionellen** in nicht zu vernachlässigender Häufigkeit und Konzentration zu finden. Daher ist das TWK in die Überwachung verbindlich einzubeziehen. *(Felduntersuchungen)*

Ausgewählte Thesen

In einer **nach den a.a.R.d.T. gebauten und betriebenen TWI** sollte die TWE-Temperatur über 55 °C liegen, um einen Schutz vor Legionellen (Einhaltung des technischen Maßnahmenwertes) zu gewährleisten. *(Technikumsversuche)*

Eine Grenztemperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers, unterhalb welcher es zur Kontamination kommt, bzw. oberhalb derer eine Kontamination ausgeschlossen werden kann, lässt sich **für Bestandsobjekte** nicht ableiten. Erst die Kombination von Temperaturen und Analysen diverser weiterer Systemparameter bietet ein aussagekräftigeres Bild zur Beurteilung einer TWI. *(Felduntersuchungen)*

Kontaminierte Anlagen

Bei Versuchen mit einem Legionellen-kontaminierten Emulator ist für eine deutliche Reduktion der Legionellen (≤ 100 KBE/100 mL) in den nicht zirkulierenden endständigen Bereichen eine TWW-Temperatur von ≥ 60 °C am TWE notwendig. *(Emulatorversuche)*



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



TZW

Technologiezentrum
Wasser

UNIVERSITÄT



IWW



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Was wird noch erforscht?

EnOB: ULTRA-F – Ultrafiltration als Element der Energieeffizienz in der Trinkwasserhygiene

Grundsätzliches Ziel des FuE-Vorhabens ULTRA-F

Was ist schon erreicht?

Die **EE+HYG@TWI-Ergebnisse** zeigen, dass eine risikolose Absenkung von Trinkwarmwasser-Temperaturen unter die Schwellentemperaturen von $\vartheta_{TWE,aus}/\vartheta_{Zirk,min} = 55\text{ °C}/50\text{ °C}$ aus trinkwasserhygienischer Sicht weder in Neubau- noch in Bestandsinstallationen empfohlen werden kann. **Dies ist zwar ein erster 5-K-Schritt, beschränkt aber energetische, primärenergetische und CO₂-emissionsseitige Beiträge zur Wärmewende 2030 sowie das Potential zur verstärkten Nutzung Erneuerbarer Energiequellen, die bei einer Absenkung auf 50 oder gar 45 °C erreichbar wären.**

Was ist noch zu tun?

Ziel des Vorhabens ist die ganzheitliche und systematische Untersuchung von Trinkwasser-Installationen mit zentraler TWE im Labor, im Technikum sowie im Feldversuch **mit dem Ziel des Nachweises der Wirksamkeit der Ultrafiltration hinsichtlich der Sicherung eines hygienisch einwandfreien Betriebes bei abgesenkten Trinkwarmwasser-Temperaturen sowie der primärenergetischen Wirkungen und der Effekte der CO₂-Emissionsminderung.**

Achtung! Der Nachweis ist noch nicht erbracht, auch wenn manche Firmen dies behaupten!

Mögliche Einbauorte der Ultrafiltrationsanlagen

UF1

Gesamter TWK-
Volumenstrom der
Liegenschaft

UF2

Gesamter TWK-
Volumenstrom am Eintritt
TWE

UF3

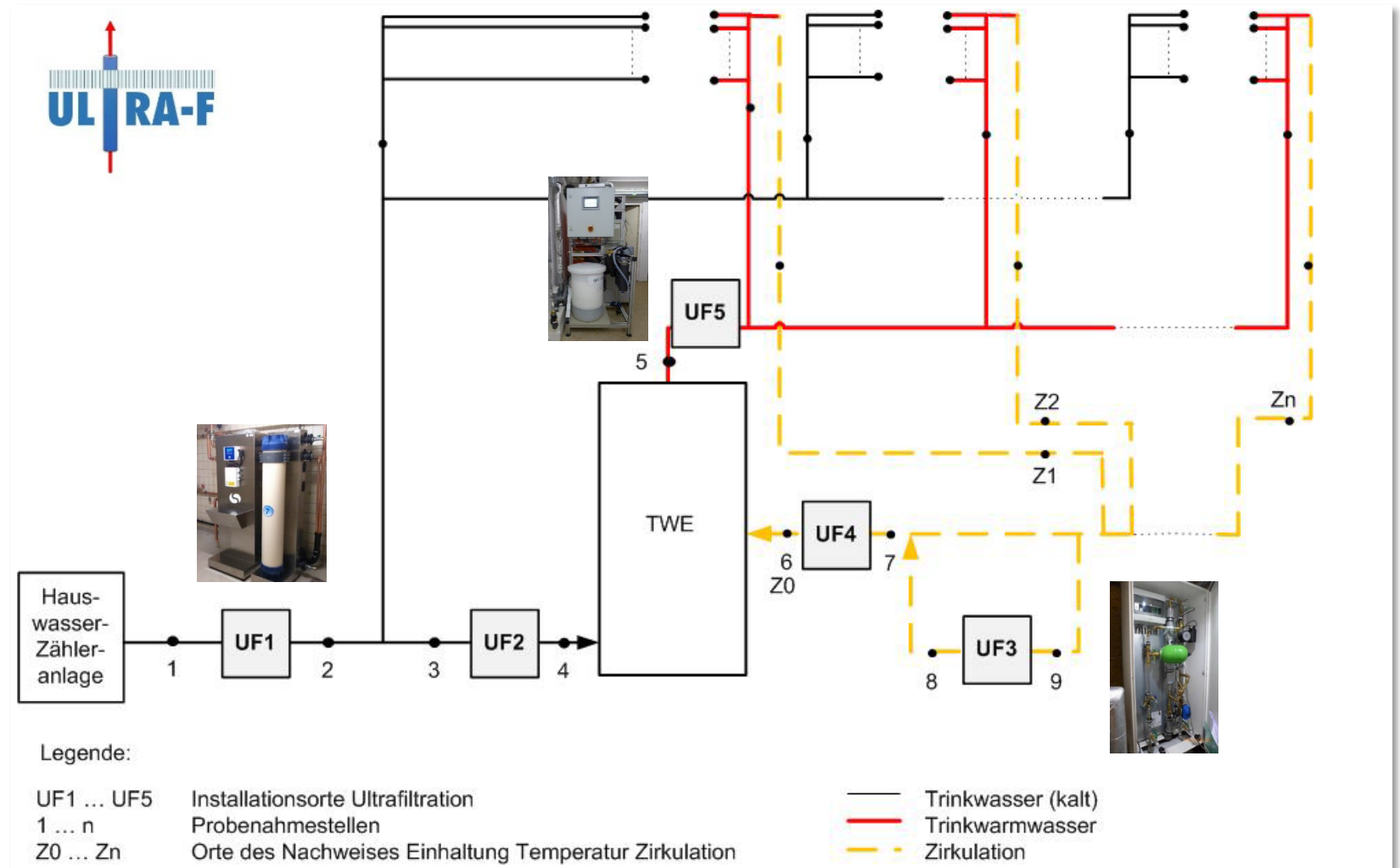
Teilvolumenstrom der
Zirkulation vor Eintritt TWE

UF4

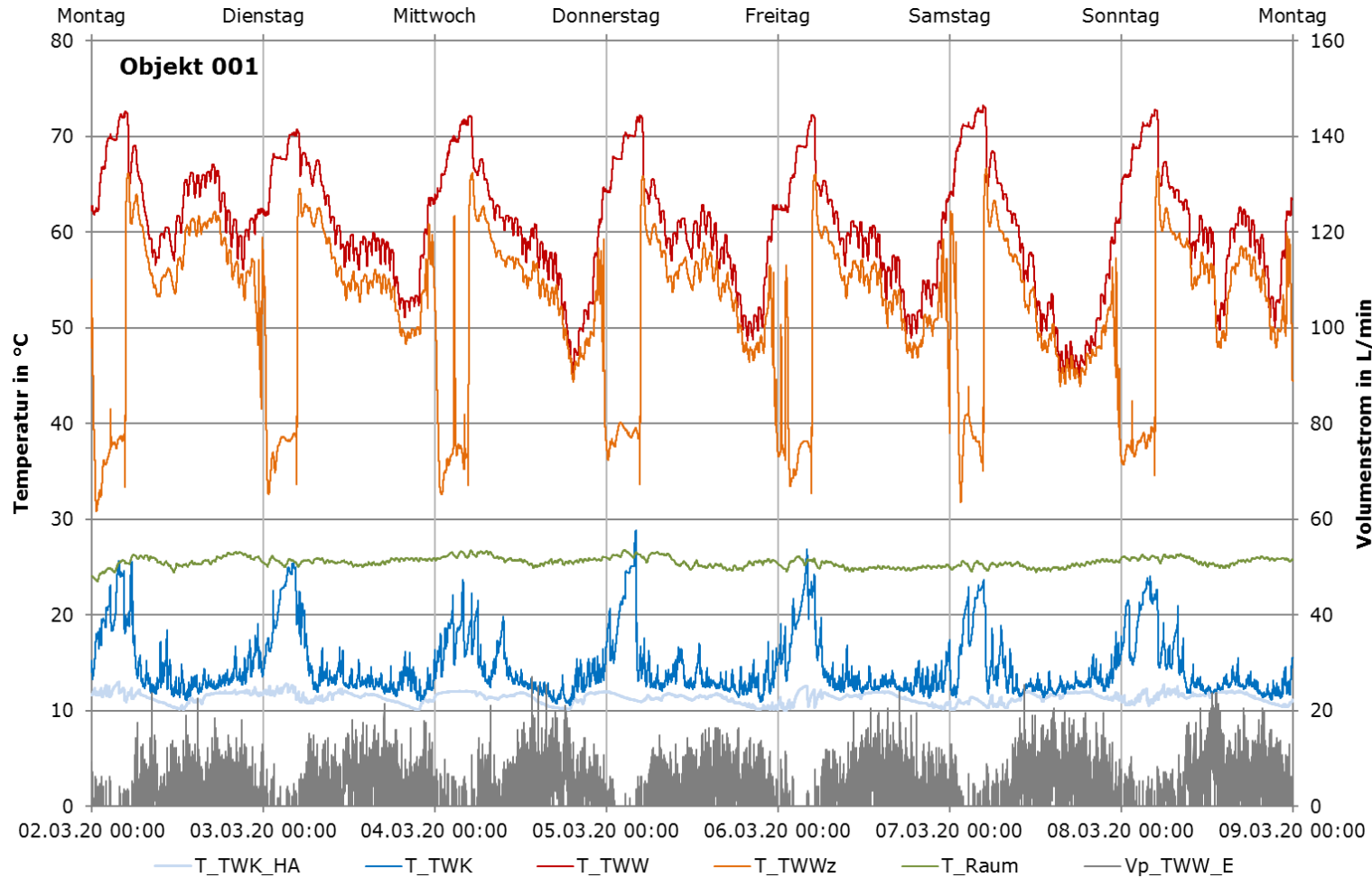
Gesamter Volumenstrom
der Zirkulation vor Eintritt
TWE

UF5

Gesamter TWW-
Volumenstrom nach
Austritt TWE



Zahlreiche Mängel in der TWI behindern den Projektfortschritt!

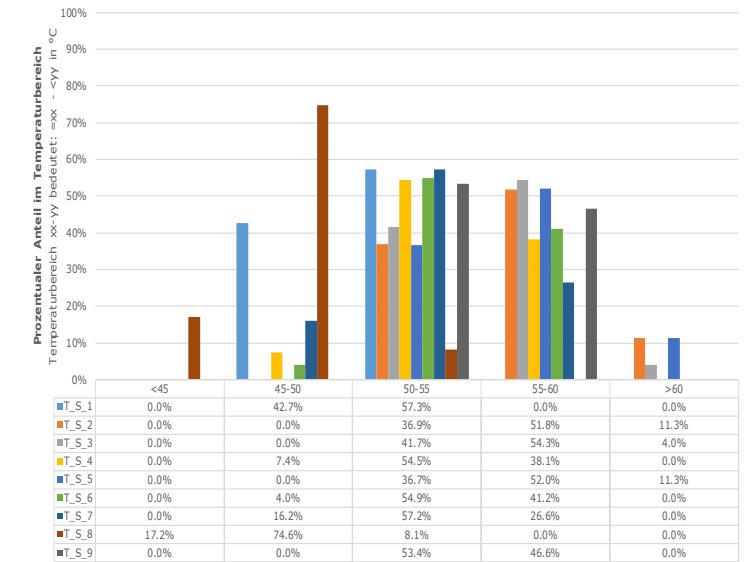
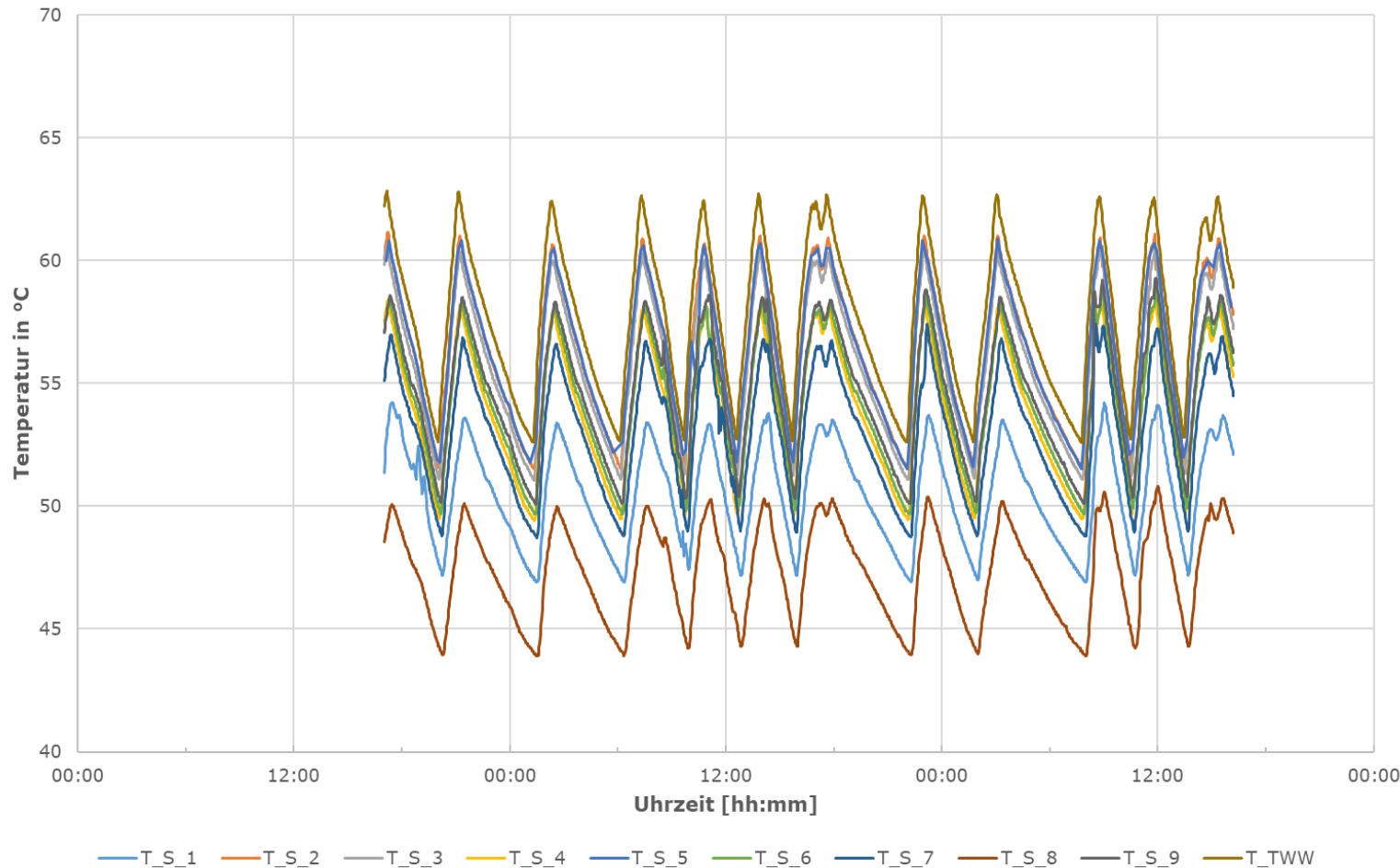


Bsp. Bestand

Problem bereits beim Einstellen des 60/55 °C-Referenzzustandes

- Wärmebereitstellung für TWE durch BHKW-“Wirtschaftlichkeitsprimat“ limitiert
- Trinkwarmwasser-Temperaturen zwischen $T_{TWW} = 45 \dots \text{fast } 75 \text{ °C}$
- Zirkulationstemperaturen über lange Zeiträume im Bereich $T_{TWWz} = 35 \text{ bis } 40 \text{ °C}$

Beispiel für Mängel vor Start UF-Einsatz



Bsp. Neubau

Problem bereits beim Einstellen des 60/55 °C-Referenzzustandes sowohl bei

- Wärmebereitstellung /Regelung Pelletkessel und
- Regelung Austrittstemperatur TWE als auch
- im hydraulischen Strangabgleich

Ansprechpartner/ Kontakte

Verbundprojektkoordinator

Technische Universität Dresden
Professur für Gebäudeenergie Technik
und Wärmeversorgung
01062 Dresden

Leiter der Professur

Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann
T.: +49 (0) 351 - 463 3 2145 (Sekretariat)

Verbundprojektleitung

Dr.-Ing. Karin Rühling
T.: +49 (0) 351 - 463 3 2375

Verantwortliche Datenbank

Dipl.-Inf. Regina Rothmann
T.: +49 (0) 351 - 463 3 2611 direkt

Projekt- E-Mail und Hotline

UltraF@mailbox.tu-dresden.de

Oberstes Gebot bleibt: Wasser muss fließen!



Aktuelle Frage:

**Welche Wirkungen werden steigende
Energiepreise auf das Nutzerverhalten und
damit die Trinkwasserhygiene haben?**

Das Team

