

EnOB: ULTRA-F – Ultrafiltration als Element der Energieeffizienz in der Trinkwasserhygiene (FKZ: 03ET1617)

Ultrafiltration in der Trinkwasserinstallation

Ergebnisse und Ausblick

Vortragende Dr.-Ing. Karin Rühling
TU Dresden, Professur für Gebäudeenergie Technik und Wärmeversorgung

Autoren Karin Rühling, Regina Rothmann, Martin Hippelein und Gesamtteam ULTRA-F

Sitzung der Trinkwasserkommission | Berlin, 12. März 2025

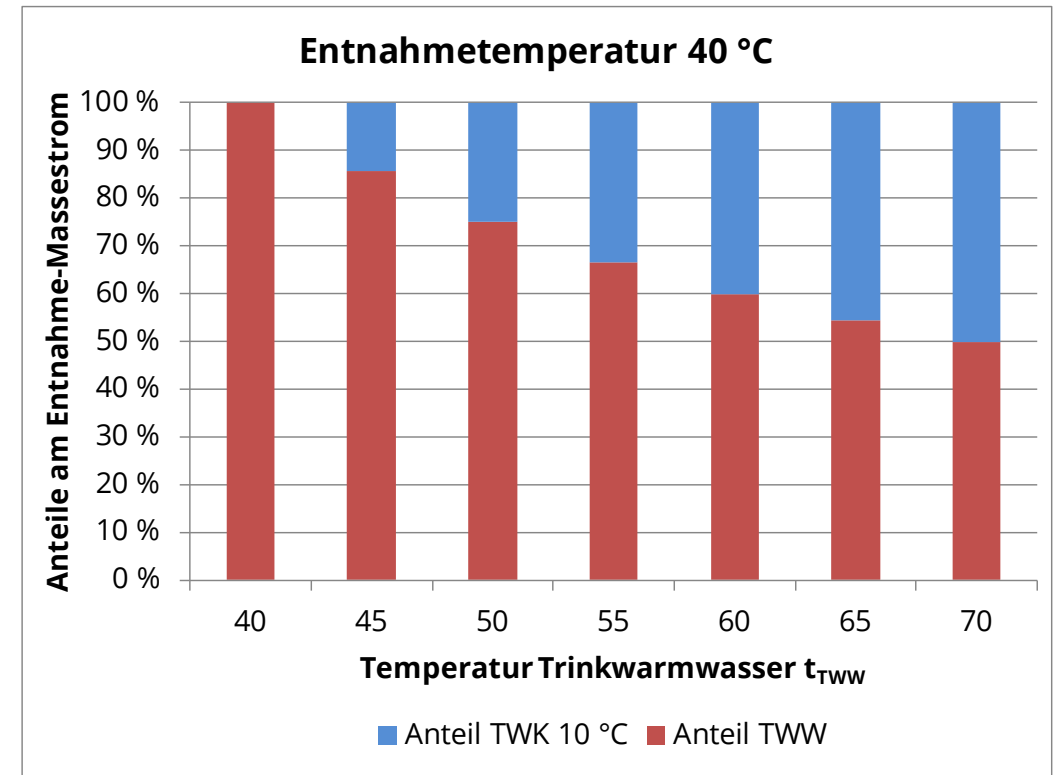
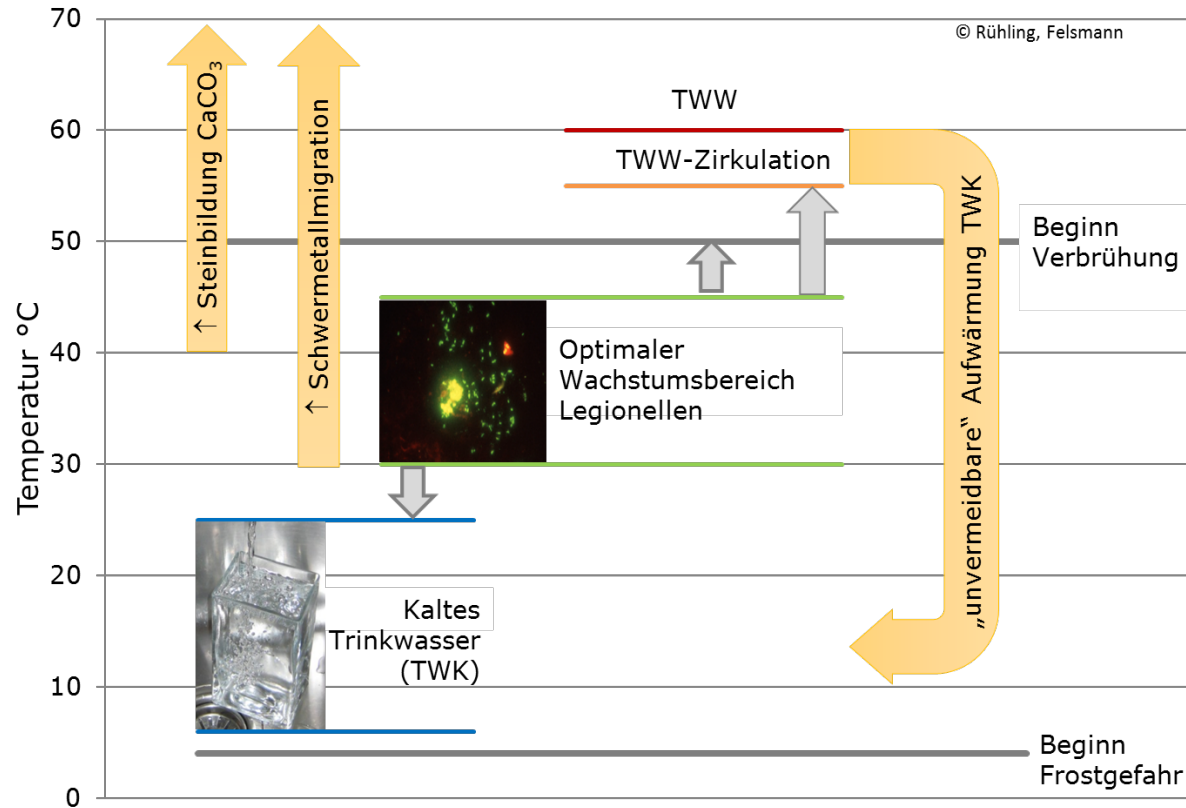


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Stichwort Temperaturen: Altbekannt aber hochaktuell!



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 der Legionellenvermehrung**

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

→ **Legionellenvermehrung 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**

ULTRA-F: Ausgangspunkt, Ziel, Methoden

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.**

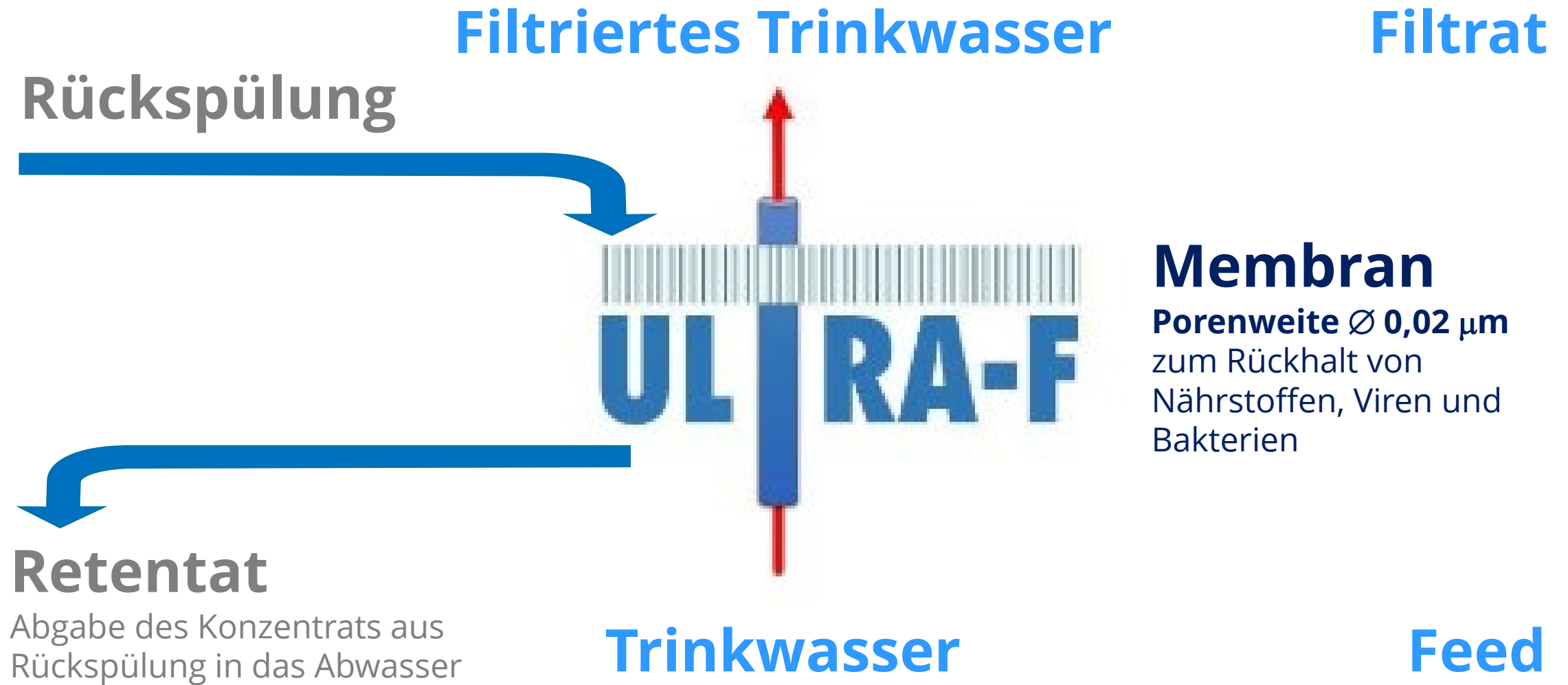
Was ist noch zu tun?

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.**

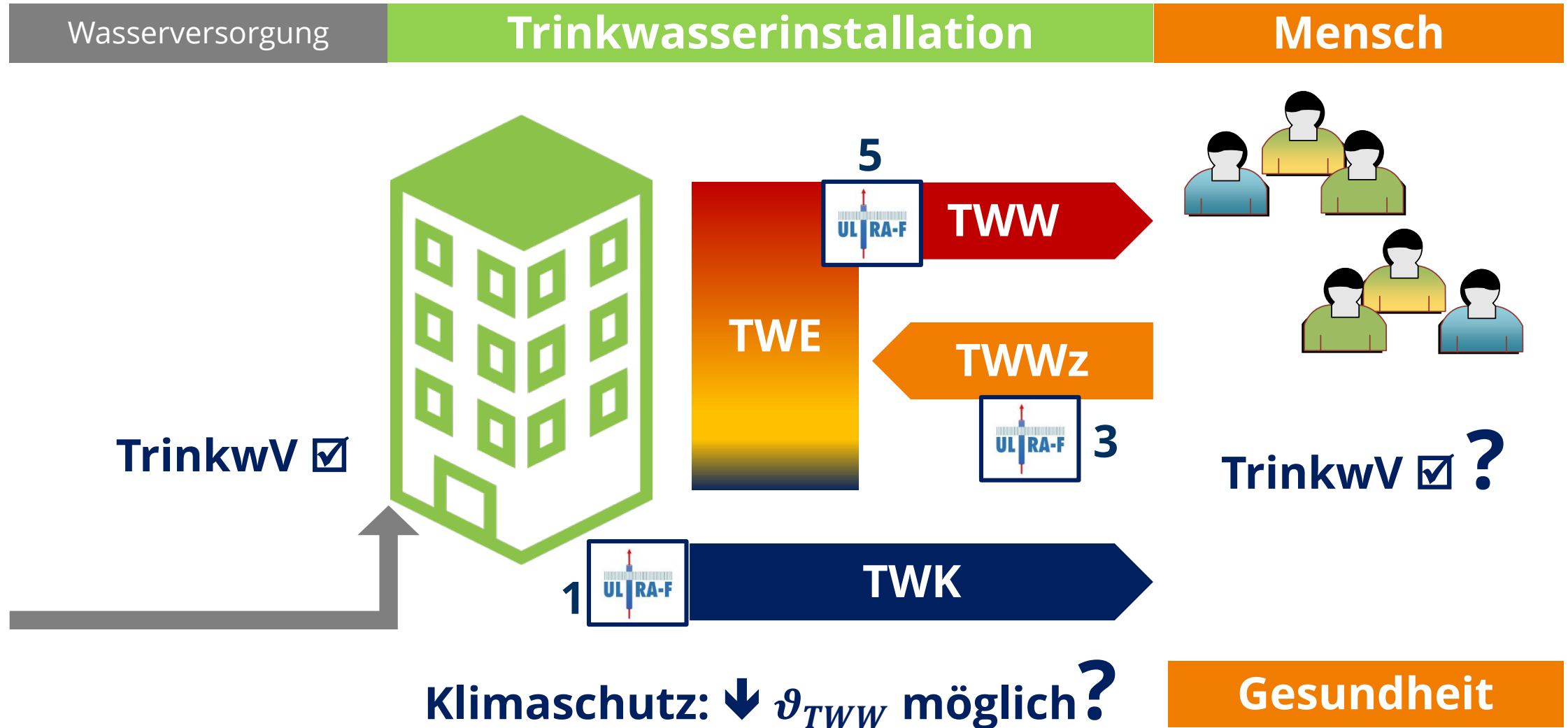
Wo erfolgten die Untersuchungen?

Feldobjekte nach DVGW-Rahmenbedingungen, Technikums- und Laborversuche

Die Grundidee Ultrafiltration = UF

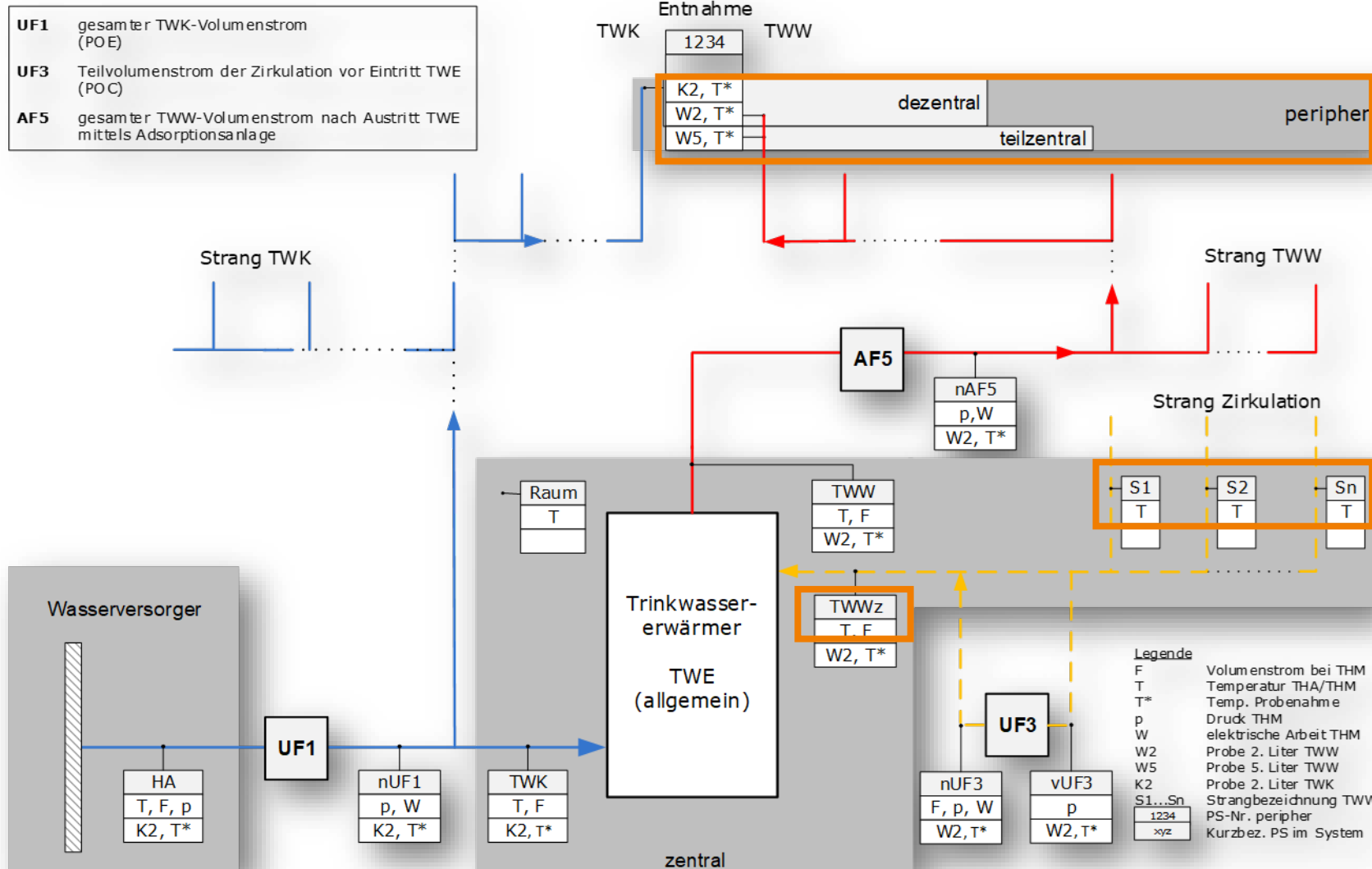


Projekt ULTRA-F: Nachweis Schutz Gesundheit des Menschen 2-fach!



Untersuchungen in den Feldobjekten

Übersicht Untersuchungsumfang am Beispiel Feldobjekte 001 bis 033



- Einbauorte der Ultrafiltration bzw. Adsorption
 - Probennahmestellen, entnommene Proben
 - Messstellen
- Thermohydraulik
- THA thermohydraulischer Abgleich
- THM thermohydraulische Messungen

Neue wichtige Kenngröße

$$T_{\text{zirk,min}} = \text{MIN}\{T_{\text{TWWz}}, T_{S1} \dots T_{Sn}\}$$

Codierung Probennahme

- P0_60_oUF
- Start Felduntersuchungen bei 60 °C ohne UF
- P6_50_mUF1
- Nach 6 Wochen in T-Stufe 50 °C mit UF1

Untersuchte Mikrobiologische Parameter

Parameter	Untersuchungsvolumen Erstuntersuchung [mL]	Untersuchungsvolumen Betrieb [mL]
Legionella spp. UBA-Empfehlung vom 18.12.2018 auf Grundlage der DIN EN ISO 11731:2019-3	51	51
P. aeruginosa DIN EN ISO 16266 (2008)	100	entfällt
Allgemeine Koloniezahl bei 22°C und 36°C nach TrinkwV (Stand 08.01.2018)	2	entfällt
Coliforme Bakterien und E. coli DIN EN ISO 9308-1 (2017)	100	entfällt
qPCR Legionella spp.*	500	500
qPCR L. pneumophila		
qPCR P. aeruginosa*		
FCM Gesamtzellzahl (GZZ)	10	10
FCM Intaktzellzahl (IZZ)*		
FCM L. pneumophila*	200	200
SUMME Probevolumen	963	761

* Nur an ausgewählten Probenahmestellen bzw. Objekten

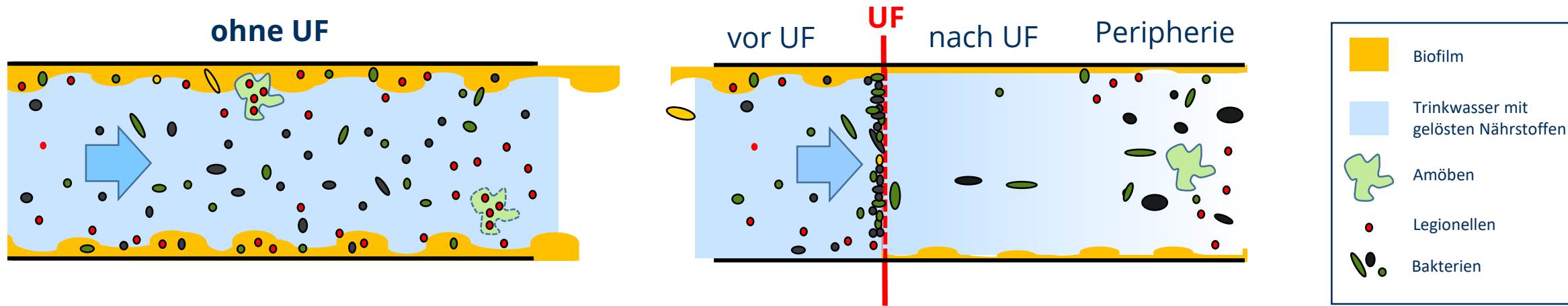
Durchgeführter Verlauf der Felduntersuchungen

- **33 akquirierte Objekte** (Zustand TWI entsprach initial nur in einem Objekt den a. a. R. d. T.)
- **13 untersuchte Objekte mit 16 Versuchsreihen**
- **Etwa 3.500 Proben mit bis zu 14 Einzelparametern**
- **Laufzeiten der Versuchsreihen von 14 bis 54 Monaten** (Zeitverzögerungen und Unterbrechungen)
- **Hauptmängel:**
 - Fehlender thermohydraulischer Abgleich Zirkulation
 - Stabilität Wärmebereitstellung
 - Rückwirkungen TWW auf TWK

Ergebnis der Langzeituntersuchungen in 16 Versuchsreihen

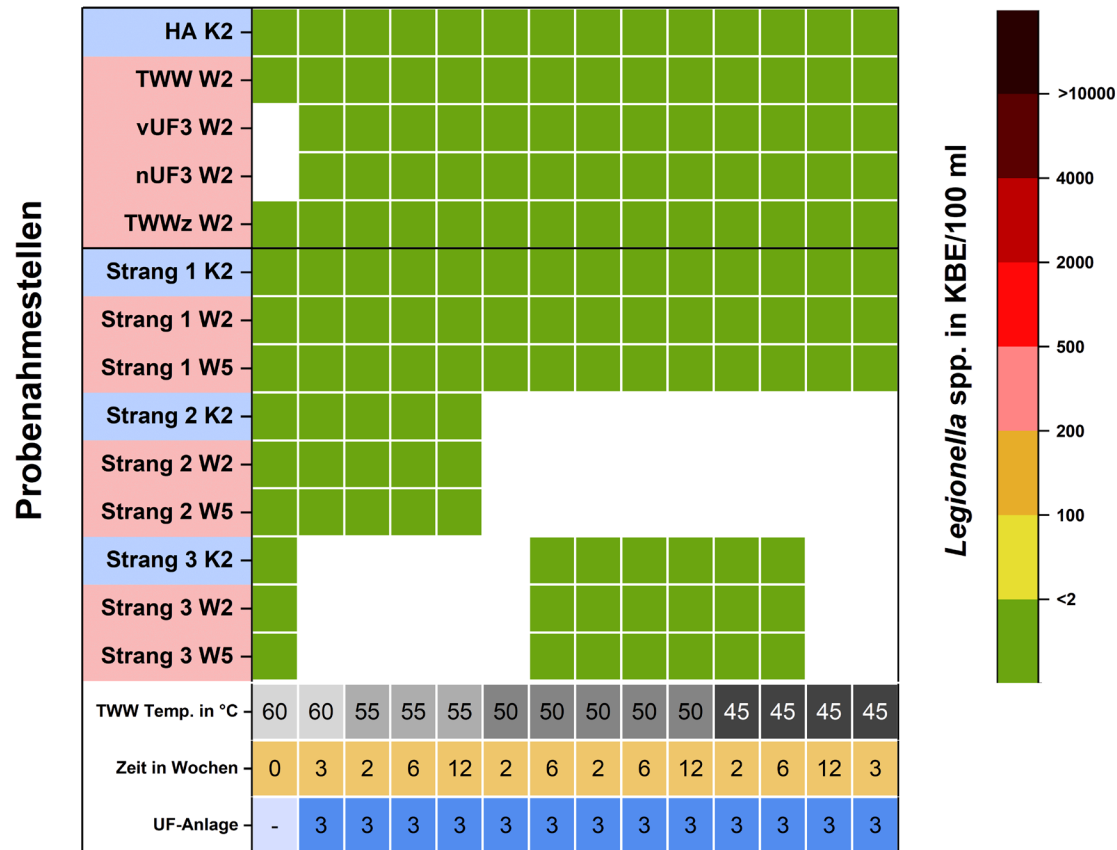
- 7 x ☒ über mehr als 1 Jahr ohne positive oder mit Legionellennachweisen unter dem Technischen Maßnahmenwert mit abgesenkter Temperatur und einer UF-Anlage
- 7 x ☒ Abbruch wegen positiver Legionellennachweise,
Wiederherstellung TrinkwV-Konformität nur durch Anhebung Trinkwarmwassertemperatur auf 60 °C
- 2 x ☒ Abbruch wegen grober technischer Mängel

Import- und Bestandslegionellen



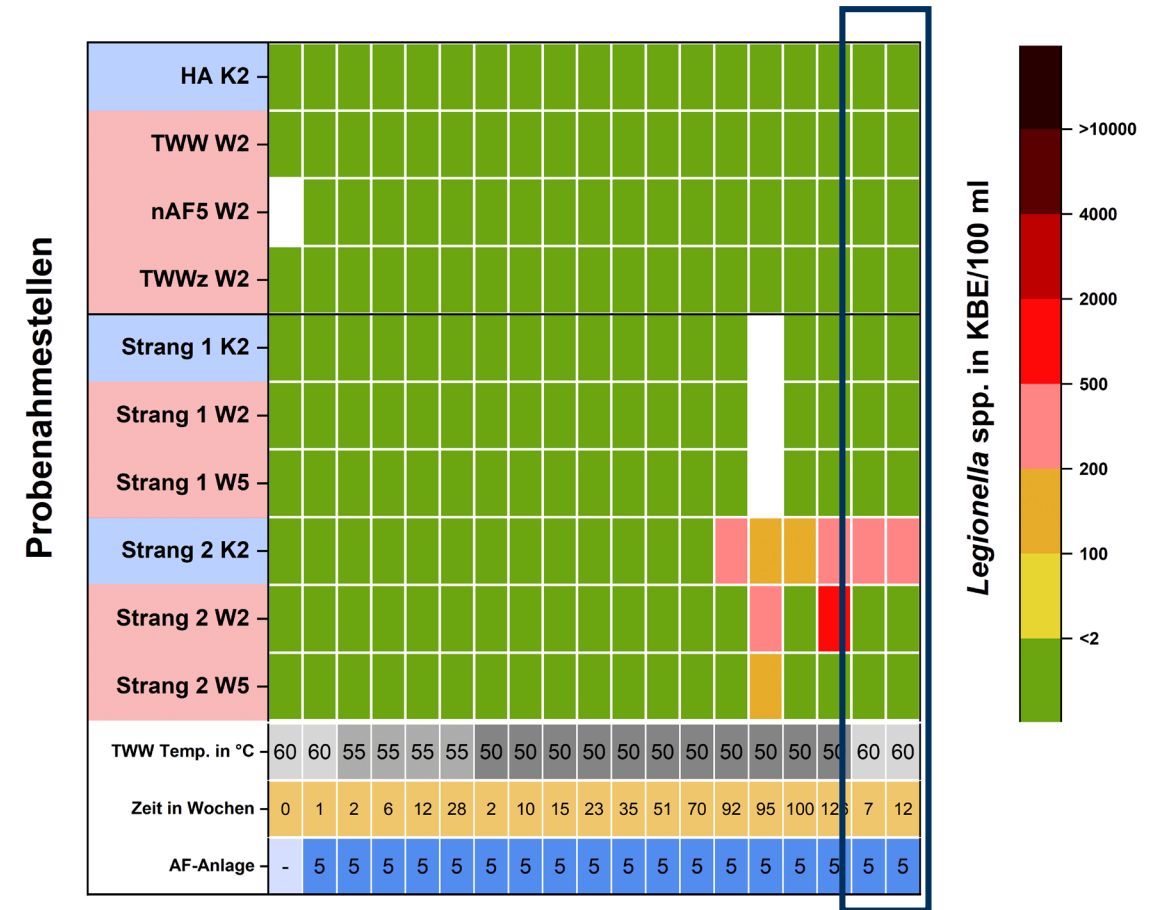
- UF hält Partikel und Bakterien zurück (Rückhaltegrade von $> 1 \times 10^7$)
- Legionellen im zuströmenden Wasser (**Importlegionellen**) werden abfiltriert, Legionellen, die sich schon vor Einbau der UF in der TW-Installation befinden (**Bestandslegionellen**) werden nicht beeinflusst
- Bakterien sind im Trinkwasser nach der UF immer vorhanden und vermehren sich in Abhängigkeit vom Nährstoffangebot (aus Trinkwasser oder aus Installationsmaterialien)
- Dies führt in der Regel zu einem Vorkommen von Bakterien auf der Filtratseite direkt nach UF

Exemplarische Ergebnisse : *Legionella* spp. kulturell bei T-Absenkung

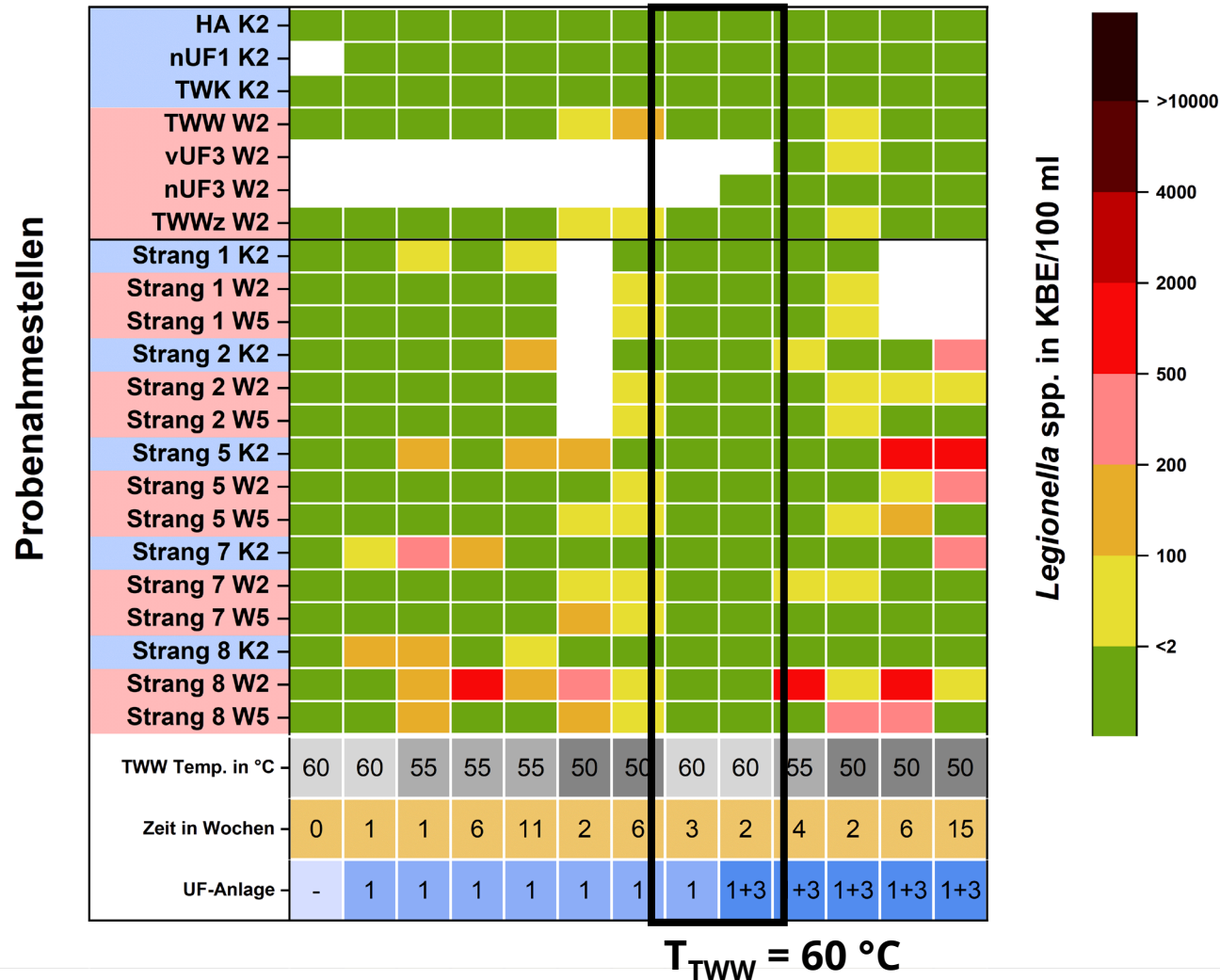


Objekt 025 UF3: Kein Nachweis

→ Unklar, ob auch ohne UF möglich!



Legionella spp. kulturell > TMW: Wiederanheben auf $T_{TWW} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$



- Vermehrung von Legionellen bei Temperaturabsenkung im TWI-Versuchsstand und z. B. in Objekten 10a UF1 und 28 UF1
- Wiederanheben auf $T_{TWW} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Keine weiteren Maßnahmen getroffen

Nach Legionellenvermehrung ist in thermo-hydraulisch abgeglichenen Systemen eine Anhebung auf $T_{TWW} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ausreichend, um die Konzentrationen der Legionellen unter den technischen Maßnahmenwert zu senken!

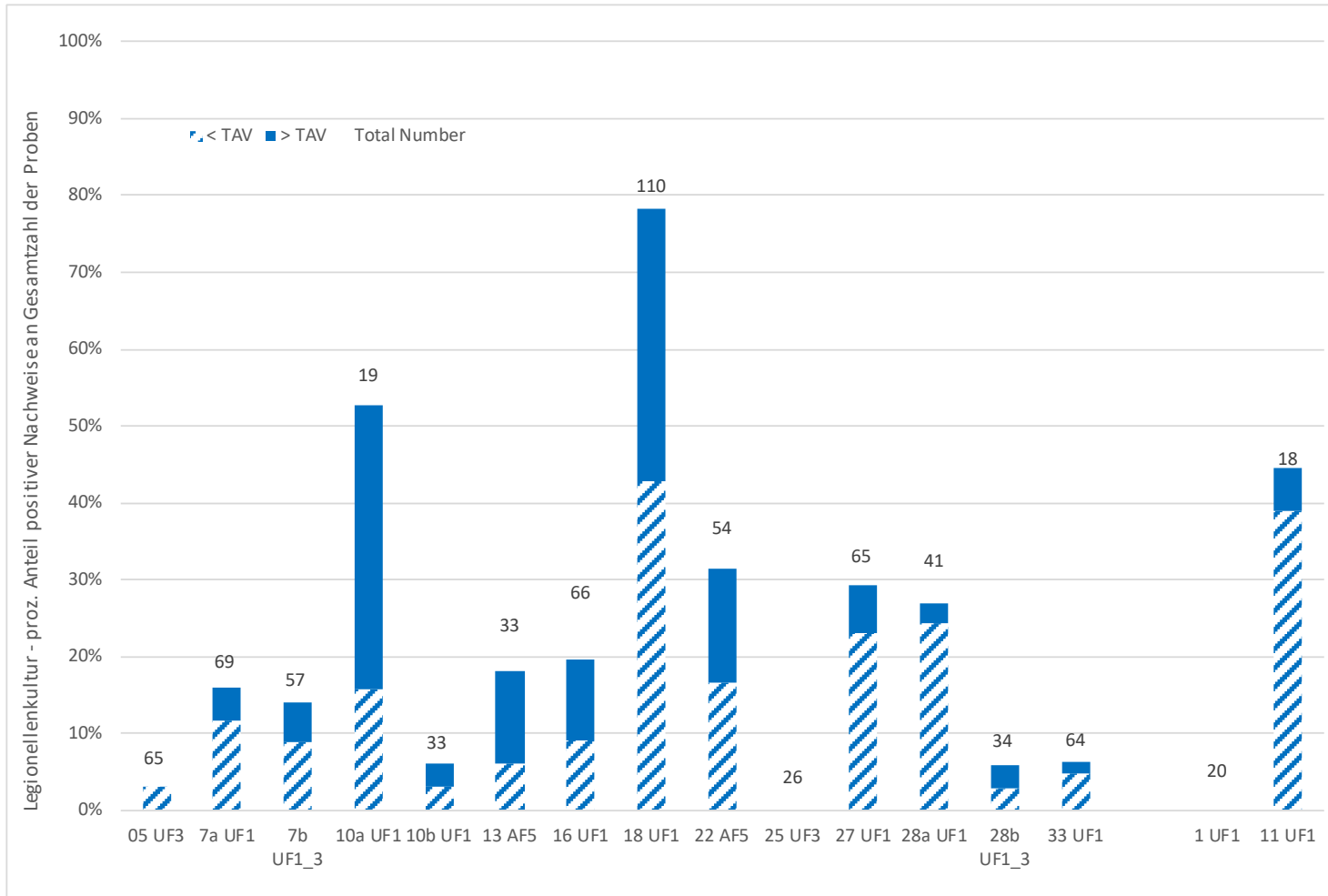
→ **70 $^{\circ}\text{C}$ auf der TWW-Seite NICHT erforderlich**

→ **Energiesparpotential kann bundesweit erschlossen werden**

→ **Emissionsvermeidung ebenso!**

Objekt 28 UF1: Legionella spp. kulturell

Vorkommen *Legionella* spp. kulturell im Trinkwasser (kalt) im 2. Liter



- Kein Nachweis von *L. spp.* am Hauseingang
- In 14 von 16 Versuchsreihen in der TWI Legionellennachweis im TWK
- Anteil positiver Nachweise in 3 bis 79 % der Proben
- In 13 Versuchsreihen Werte > Techn. Maßnahmenwert
- Dabei Anteil positiver Nachweise oft in TWK > TWW, trotz Temperaturabsenkung
- Dabei handelt es sich im TWK überwiegend um *L. non-pneumophila*

Das Trinkwasser (kalt) spielt eine bedeutende Rolle im Vorkommen von Legionellen in der TWI!

Ergebnisse aus Labor, Technikum und Feldversuch

Voraussetzungen für Temperaturabsenkungen in der Trinkwasserinstallation

Energiesparmaßnahmen im DGKH-Papier bereits 2022 veröffentlicht

Grundlegendes ohne Bedingungen

- **Wasser muss fließen!**
 - Verweilzeit im Bereich von **25 bis 45 °C** minimieren. Dies gilt auch für das Trinkwasser (kalt)!
 - **Mängelbehebung** Installation prioritär.
 - **Grundeinstellung von 60/55 °C-Niveau** → hydraulischer Strangabgleich.
 - *Durch eine sogenannte „**vorbeugende thermische Desinfektion**“ („Legionellenschaltung“ z. B. 1 x wöchentlich oder täglich in den Nachtstunden Erwärmung auf 70 °C mit geringer oder gar keiner Entnahme) verstärken sich diese Effekte im Kaltwasser. Hinsichtlich der „Legionellenschaltung“ gibt es **keine mit wissenschaftlichen Methoden nachweisbare Wirkung auf eine Verringerung der Legionellenkonzentrationen im Trinkwarmwasser in der Peripherie**, da u. a. zu Zeiten der Aktivierung der „Legionellenschaltung“ in den Nachtstunden keine Entnahme erfolgt. Dies ist wegen der damit verbundenen Verbrühungsgefahr auch nicht vertretbar.*
- **Sogenannte „vorbeugende thermische Desinfektionen“ sollten deaktiviert werden.**

Energiesparmaßnahmen im DGKH-Papier bereits 2022 veröffentlicht

Weitergehende betriebsseitige Energiesparmaßnahmen mit Bedingungen

- *Zwingende technische Voraussetzung für weitergehende betriebsseitige Energiesparmaßnahmen ist eine einwandfreie Installation, d. h. es dürfen insbesondere weder Tot- oder stagnierende Leitungen noch Strangentlüfter oder unzulässige technische Einrichtungen vorhanden sein.*
- *Trinkwasserhygienisch: In einer nicht mehr als drei Monate zurückliegenden Untersuchung auf Legionellen keine pos. Legionellennachweise zentral und kein Erreichen des technischen Maßnahmenwertes von 100 KBE/100 ml im 2. Liter peripher.*
 - **Abschaltung Zirkulation für bis zu 8 h täglich (= gültige DVGW W 551)**
 - **elektronische Zirkulationsreguliertventile: 55/50 °C möglich**
 - + Messwerte mindestens im ¼ h-Takt erfasst/archiviert
 - 55 °C am Austritt Trinkwassererwärmer und z. B. 52 °C an den Zirkulationsventilen und
 - 50 °C am Eintritt Zirkulation in den Trinkwassererwärmer
 - + Anmeldung beim Gesundheitsamt
 - + Benennung verantwortliche Person beim Betreiber



Kontrolle:

systemische Untersuchung auf Legionellen z. B. nach **3 und 6 Monaten sowie 1 Jahr**, dann wie Trinkwasserverordnung; auf *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 achten!

Was ist **VOR** Temperaturabsenkung mit und ohne UF-Einsatz zu tun?

verkürzter Auszug Zusammenfassung!

1. Prüfung, dass Trinkwasserinstallation **a. a. R. d. T.** entspricht
2. **Gültige Installationspläne** (Strangschemata, Trinkwassererwärmung ...) müssen vorliegen
3. **Trinkwassererwärmer muss 60 °C bereitstellen können**, auch wenn späteres Ziel T-Absenkung (Rückfalloption bei positiven Legionellennachweisen!)
4. **Vermeidung** der unzulässigen **Aufwärmung** des kalten Trinkwassers **TWK** (z. B. aus gemeinsamer Leitungsführung Heizung, Trinkwarmwasser mit TWK in einem Schacht)
5. Einbau **elektronischer Zirkulationsreguliertventile oder vgl. Technik** mit integrierter Volumenstromadaption und GLT bzw. Cloud-basierte Überwachung der Zirkulationstemperatur in allen Strängen inkl. Archivierung der Messwerte mindestens im ¼ h-Raster
6. Trinkwasserverordnung muss eingehalten sein (u. a. **negativer Legionellennachweis** nicht älter als 3 Monate, bei Neuanlagen oder nach Sanierung frühestens nach 6 Wochen)
7. **Information** der Bewohner und **Zustimmung** zu Probenahmen einholen
8. Für gesamte Dauer des UF-Einsatzes/ der T-Absenkung Aufgaben definieren, **Verantwortlichen benennen**, UF-Einsatz bei **Gesundheitsamt** anzeigen
9. **Wartungsvertrag** für UF abschließen

Wie ist T-Absenkung mit Ultrafiltrationseinsatz zu **begleiten**?

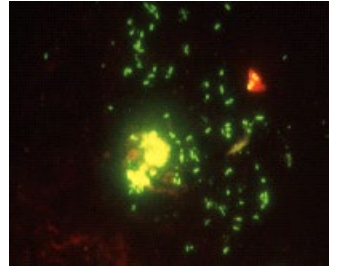
verkürzter Auszug Zusammenfassung!

1. **Kontrolle und Archivierung** der Temperaturen am Trinkwassererwärmer (Austritt Trinkwarmwasser T_{TWW} und Eintritt Zirkulation T_{TWWz}) sowie aller Zirkulationstemperaturen $T_{S1} \dots T_{Sn}$ → **elektronische Zirkulationsregulierventile**
2. Quasi kontinuierliche, **vollautomatisierte Überwachung** der UF-Anlagen
3. **Spülung** der UF-Anlage mindestens alle 6 Stunden
4. Sicherstellung einer **Fehlerbehebung** an den Anlagen innerhalb von 48 h, ggf. zeitnahe Anhebung der Trinkwarmwassertemperatur auf 60 °C
5. **Trinkwasserhygienische Beprobung**
 - $T_{Zirk,min} \geq 50 \text{ °C}$: nach 3 Monaten, 6 Monaten, 1 Jahr, danach wie nach TrinkwV **auch ohne UF-Einsatz möglich – s. a. DGKH-Papier**
 - $T_{Zirk,min} > 45 \text{ °C}$: alle 3 Monate für 2 Jahre, danach jährlich
 - $T_{Zirk,min} \leq 45 \text{ °C}$: Betrieb bei diesen Temperaturen ist **nicht zu empfehlen!**



Ausblick

Stichwort Legionellen: Grundlagen und neue Erkenntnisse



Legionelle ist nicht gleich Legionelle

- *Legionella spezie* ist der Überbegriff
- LeTriWa-Studie und niederländische Untersuchungen zeigen:

Gesundheitsrelevant ist die Untergruppe *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 MAb 3/1 positiv

- Bis 2018 genutzte Agar-Materialien für die Laboranalyse waren grundsätzlich besonders *L. pneumophila*-sensitiv

ABER

- Mit Einführung des neuen ISO-Standards mit UBA-Empfehlung 2018 auch Einführung der Nährmedien (Agar) für die Kulturverfahren
= Vermehrte Erfassung von *Legionella anisa*

Technischer Maßnahmenwert nach Trinkwasserverordnung

Maßnahmen sind seit 24. Juni 2023 zu ergreifen ab **100 KBE/100 mL** *Legionella spezie* kulturell bestimmt!

Wissenschaftspartner in ULTRA-F (Laufzeit 01.11.2018 – 31.12.2023)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Universitätsklinikum
Carl Gustav Carus
DIE DRESDNER.



TZW

Technologiezentrum
Wasser

UNIVERSITÄT



IHPH
Institut für Hygiene & Public Health



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

TUD

Koordinator Verbundprojekt

GEVV *

TU Dresden, Prof. f. Gebäudeenergietechnik u. Wärmeversorgung

MiVi *

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus an der TU Dresden,
Institut f. Medizinische Mikrobiologie und Virologie

TZWDD

DVGW-Technologiezentrum Wasser Dresden

IHPH

Universitätsklinikum Bonn, Institut für Hygiene und Public Health

IWW

IWW Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Mülheim an der Ruhr

INFHYG

Christian Albrechts Universität Kiel, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein -
Campus Kiel, Institut für Infektionsmedizin (INF), Institut für Krankenhaus-
und Umwelthygiene (HYG)

* TUD = GEVV und MiVi bilden gemeinsam einen Verbundprojektspartner



DANKE!

Ihr

Team ULTRA-F

Kontakt

UltraF@mailbox.tu-dresden.de

Dipl.-Inf. Regina Rothmann

T.: +49 (0) 351 - 463 3 2611

Homepage: <https://tud.de/mw/ultra-f>

Neueste Veröffentlichungen:

EuroHeat@Power

Ausgabe 10/2024 in Deutsch sowie

Ausgabe I/2025 in Englisch

Nachsatz zum Ablaufvolumen vor Probenahme bei systemischer Untersuchung nach TrinkwV in der Peripherie

- Sogenannte **3-Liter-Regel** im endständigen, nicht zirkulierenden Bereich gilt mindestens seit 2004.
- Diese besagt, dass das **Wasservolumen in Einzelzuleitungen** von Trinkwasser (warm) und ggf. Trinkwasser (kalt) **maximal 3-Liter betragen** darf.
- **Meinung seit 2011:**
Um bei systemischer Untersuchung in der Peripherie nach TrinkwV
 - eine repräsentative Entnahmestelle (meist Waschbecken im Bad am Strangende) wählen zu können und
 - gleichzeitig eine wirklich repräsentative Probe aus dem zirkulierenden Bereich der Trinkwasserinstallation (warm) zu entnehmen und
 - die zugehörnde, für das System am jeweiligen Strang repräsentative Temperatur zu bestimmen, müssen **≥ 3 Liter vor Probenahme ablaufen.**

Endständige Maximallängen + Beispiele für Strangschemata

Innendurchmesser
in mm

12

15

20

25

max. Länge zur Einhaltung
der 3-Liter-Regel

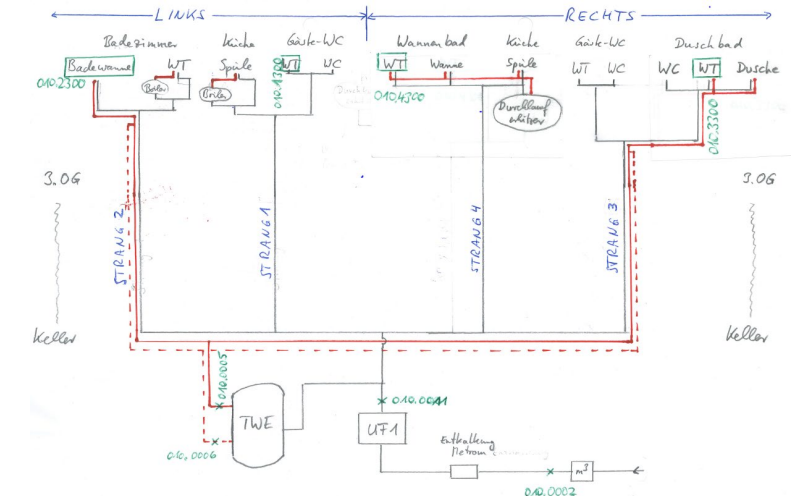
in m

26,5

17,0

9,5

6,1

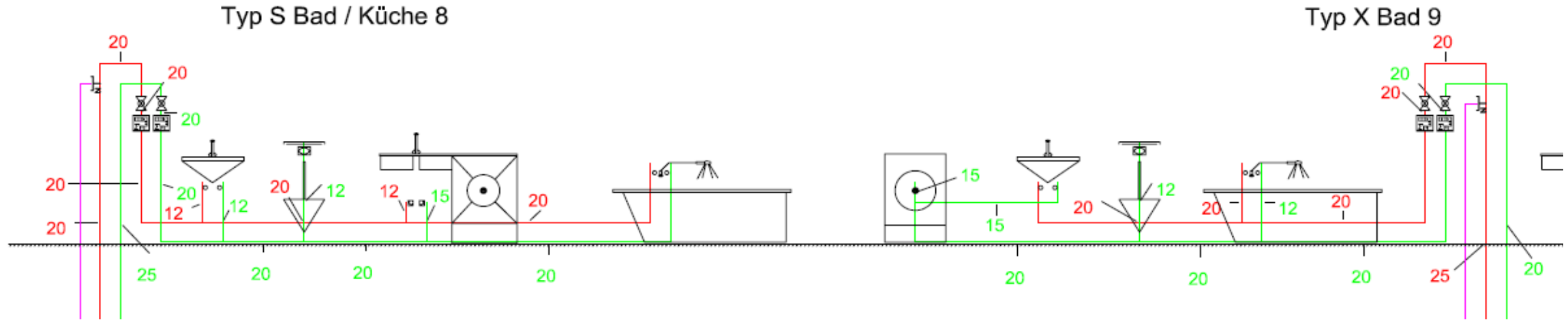


Wirklich gut, aber meist aus Planungsphase!

Händisch erstelltes Schema: Längen und Durchmesser?

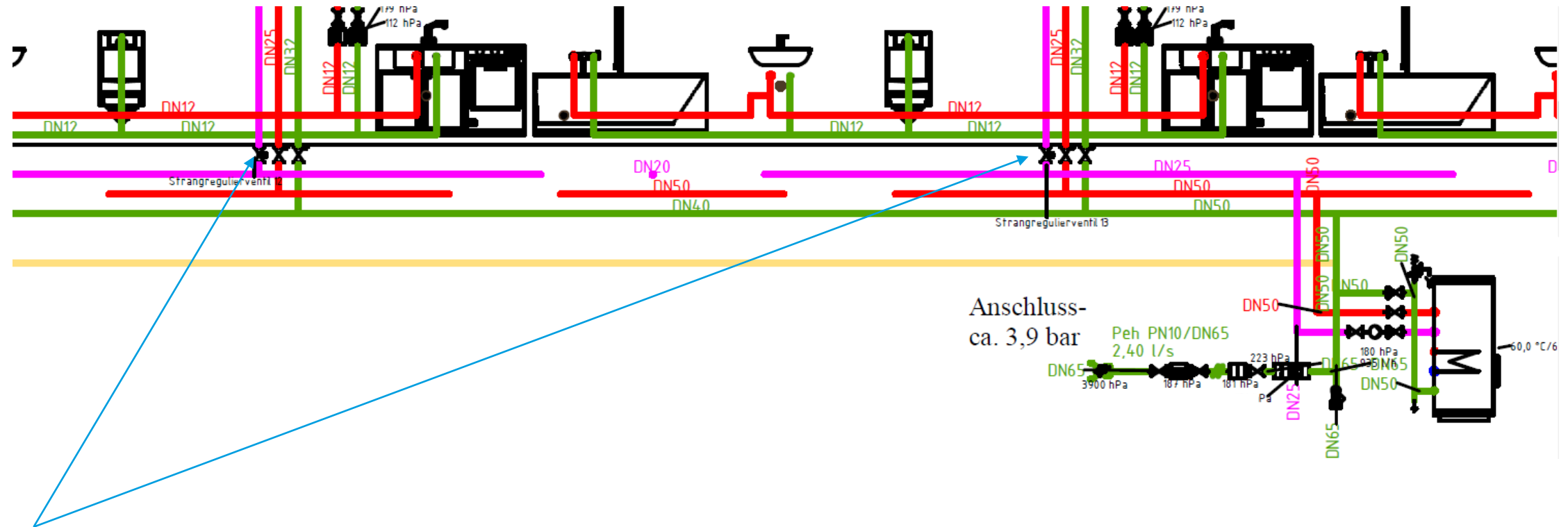
Die **Bestandspläne der Trinkwasserinstallation** geben – wenn überhaupt vorhanden! – i. A. **keine Auskunft** darüber, **welche Längen in welchem Durchmesser** in einer Wohn- oder Noteinheit genau in **diesem endständigen, nicht zirkulierenden Bereich** installiert sind.

Alles offen, trotz wirklich gutem Strangschema – Detail Strangende



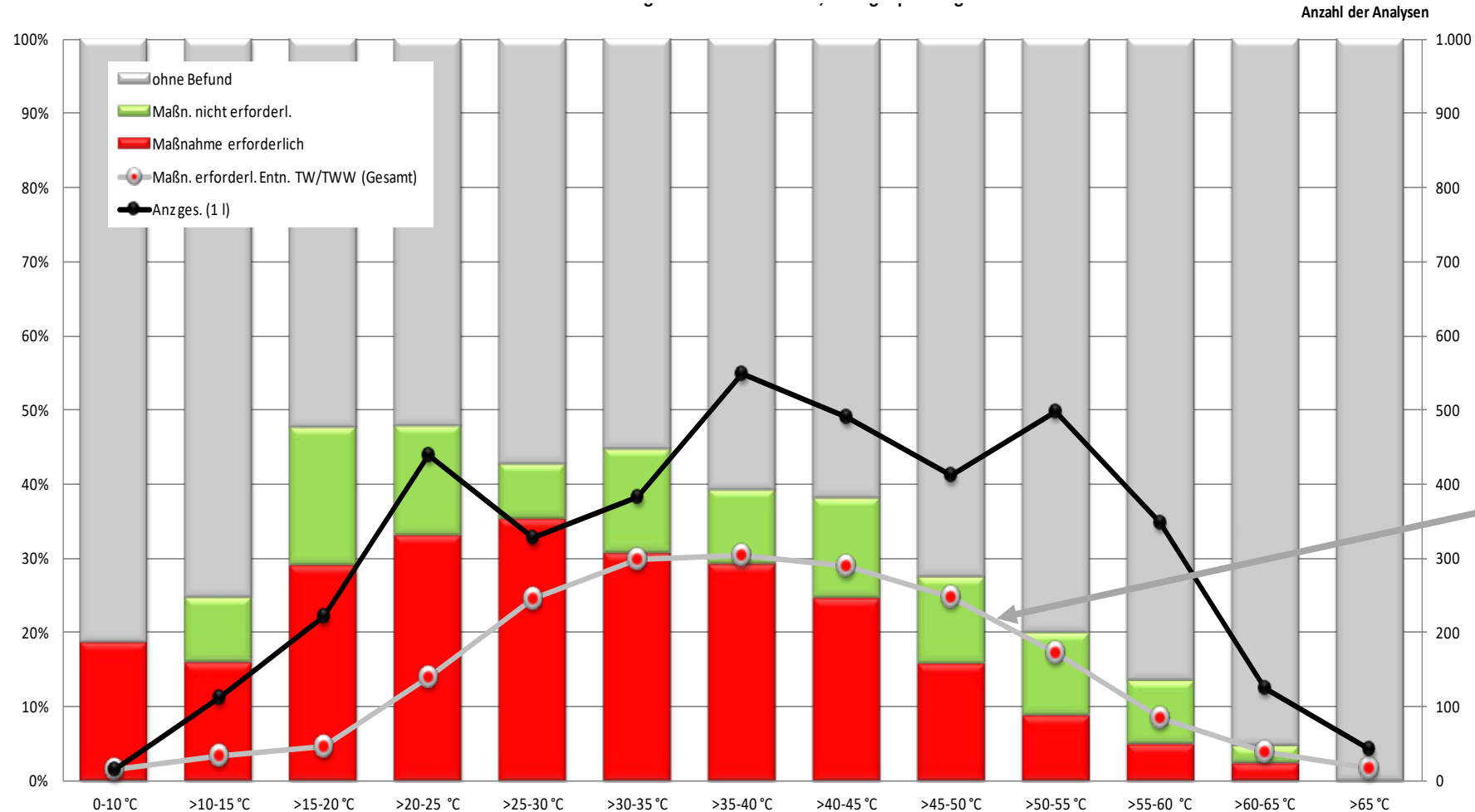
- Sehr schöne Angabe von Durchmessern aus Planung
- **Aber: Keinerlei Angabe von Längen oder wieviel Liter Wasservolumen!**
- Auch unklar, ob tatsächlich so installiert.
- Kontrolle oder nachträgliches Vermessen aber überhaupt nicht möglich, da alles in Vorwandinstallation oder in Wänden, Decken und Böden verlegt
- **Frage 1: Ist das Wasservolumen der markierten Pfade überwiegend in Rohrinnendurchmesser 20 mm vielleicht schon mehr als 1 Liter?**
- **Frage 2: Was, wenn der Probennehmer dann doch am Waschbecken beprobt und die 3 Liter-Regel genau ausgeschöpft ist?**

Alternative zur Beibehaltung von 1 Liter Ablaufvolumen



- Beprobung an den Zirkulationsregulierungsventilen!
- Vorteil: Für systemische Untersuchung nach TrinkwV kein Zugang zu Miet- oder Nutzbereichen erforderlich.

Vergleich der Wirkungen Ablaufvolumen auf Statistik: Beispiel



5-Kelvin-Statistik der kulturellen Befunde nach Probenahmetemperatur:

- **der nach 1 Liter** entnommene Proben (N =7.407)
- im Vergleich zu**
- Durchschnittswerten der prozentualen Befunde > 100 KBE/100 mL aller Proben (N=75.107) mit überwiegend **Ablauf 5 bis 10 Liter**

Quelle: Rühling, K.; Rothmann, R.: Untersuchungen zur Verifizierung von Sicherheitsabständen zur Zone des Legionellenwachstums in der Trinkwassererwärmung. Schlussbericht BMWV-Vorhaben FKZ 0327831B, TU Dresden 2012

Konsens seit 2014!!!

Wissenschaftlicher Diskurs

Warum Konstant-Temperaturen und Legionellenwerte aus der Peripherie von Gebäuden nicht gegeneinander aufgetragen werden dürfen!



Dr. Peter Arens
ö. b. u. v. Sachverständiger für das Teilgebiet Trinkwasserhygiene
im Installateur- und Heizungsbauerhandwerk
der Handwerkskammer Südwestfalen

Kurzbericht

Ergebnisse von Legionellen-
Routinebeprobungen nach TrinkwV
Auswertung ausgewählter Daten für
Mehrfamilienhäuser

an die
figawa
Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e.V.
Marienburger Straße 15 · 50968 Köln
als Auftraggeber

... Die starke Abweichung in der Anzahl der Analysen, die bei den peripheren Entnahmestellen bestimmten Temperaturclustern zugeordnet werden, zwischen Probennahmetemperatur und Maximaltemperatur ist plausibel, da die Temperatur der Probenahmen im 2. Liter und die Maximaltemperatur nach Ablauf weiterer, nicht genau spezifizierter Liter gemessen wurde.

Die Statistik birgt die Gefahr, dass falsche Schlussfolgerungen zu notwendigen Temperaturregimen gezogen werden könnten. Daraus folgt erneut auch, dass an dezentralen Entnahmestellen der 2. Liter nicht geeignet ist, sicher eine Probe aus dem Zirkulationssystem zu entnehmen und die Temperaturverteilung in der Zirkulation zu beurteilen.

Es kann folgerichtig zur Unterstützung der in EE+HYG@TWI herausgearbeiteten Empfehlungen gelten:

Für eine orientierende Untersuchung nach TrinkwV zur systemischen Beurteilung sollte daher dezentral wieder der 5. Liter beprobt werden (These 5.5). Der 2. Liter der Probenahme an dezentralen Stellen ist geeignet, dezentrale Kontaminationen zu erfassen und deshalb für weiterführende Untersuchungen gut geeignet (These 5.6).

...

Bild 4. Prozentualer Legionellenbefall in 5-K-Bereichen für Datensätze aus Anlagen mit aktivem on/off-Betrieb der Zirkulation

den prozentualen K100-Anteilen der Gesamtstatistik (graue Linie). Hier werden wahrscheinlich oft – in für die hygienische Trinkwasserqualität unzulässiger Weise – Energiespareffekte in den Vordergrund gestellt (on/off-Betrieb und gleichzeitig Temperaturabsenkung).

Während der Projektlaufzeit ist die erste Änderung der Trinkwasser-

verordnung (TrinkwV 2011) in Kraft getreten, die nunmehr über den öffentlichen Sektor hinaus auch eine hohe Anzahl von Objekten des gewerblichen Bereichs zu einer regelmäßigen Überprüfung hinsichtlich des Parameters Legionella spp. verpflichtet. Das Projektteam hat die Erarbeitung der Probenahmeverordnung twin06 [3] mit initiiert, allerdings begründete Bedenken

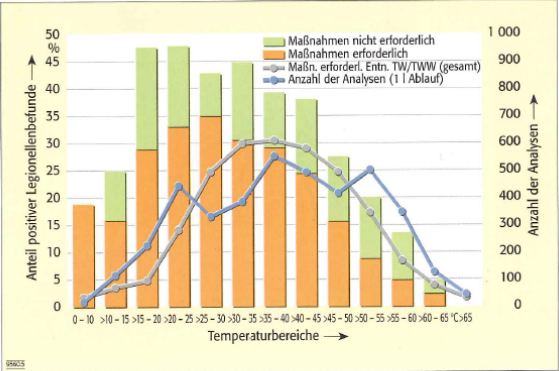


Bild 5. 5-K-Statistik der nach 1 l entnommenen Proben im Vergleich zu K100-Durchschnittswerten aller Proben im Entnahmebereich TW/TWW [2]

44

- Nach den Regularien der DIN EN 806-2 müssen erst nach einer Ablaufzeit von 30 s die normkonformen Entnahmetemperaturen erreicht werden. Dies liegt in kapazitiven Effekten der abgekühlten, nicht zirkulierenden Leitungsabschnitte begründet. Der erste Liter TWW ist bei langen, nicht zirkulierenden Abschnitten kalt und wird auch bei deutlich unter 1 l liegenden Abschnitten zunächst durch die Wärmeverluste zur Aufwärmung der kalten Rohrleitungen usw. abgekühlt. Mithin ist der erste Liter schon wegen der zu niedrigen Trinkwarmwassertemperatur für eine Beurteilung des durch den Verbraucher genutzten Volumens nicht repräsentativ.
- Fatal kann sich dies bei der Ableitung von Maßnahmen anhand der Probenahmetemperatur an endständigen Entnahmestellen auswirken. Bild 5 zeigt die 5-K-Statistik der 3965 Datensätze mit nur 1 l Ablauf vor der Probenentnahme im Vergleich zum K100-Durchschnittswert im Bereich TW/TWW (graue Linie). Im Gegensatz zur allgemeinen 5-K-Statistik der Entnahmestellen TW/TWW, die ein stark ausgeprägtes Maximum für die Anzahl der vorliegenden Analysen im Bereich > 55 bis 60 °C zeigt (Bild 2), gibt es ein solches für die Analysen mit nur 1 l Ablaufvolumen nicht. Für das verringerte Ablaufvolu-

EuroHeat&Power 43. Jg (2014), Heft 3

2012

Deshalb sowohl in
EE+HYG@TWI als
auch ULTRA-F
2. und 5. Liter
peripher entnommen
und
Probenahmetemp.
bestimmt!!!

2023

Überlagert man diesen Fakt mit den derzeitigen Probenahmebestimmungen nach der Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Legionellenuntersuchung 2018, so ist die Auswertung der in Zusammenhang mit der Probenahme erfolgten Temperaturmessungen keinesfalls geeignet, den systemischen thermohydraulischen Zustand der TWI beurteilen zu können. Auch unter diesem Aspekt sollte die derzeit laufende Überarbeitung der UBA-Empfehlung die Vorgaben zur Entnahme der Proben nach Ablauf lassen von 1 Liter und die Bestimmung der konstanten Temperatur zur Beurteilung des systemischen Zustandes in der Peripherie überdacht werden.

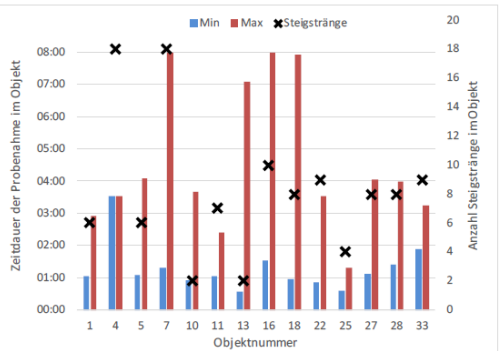


Abbildung 13-2: Minimale/Maximale Dauer der Probenahme in den Feldobjekten und Anzahl der Steigstränge

2019

Fazit

Systemische Untersuchung gefordert nach TrinkwV 2023!!!

- Es ist im endständigen, nicht zirkulierenden Bereich **mit volkswirtschaftlich vertretbarem Aufwand** nicht möglich, repräsentative Entnahmestellen zu finden, die **nach Ablauf von 1 Liter sicher eine systemische Untersuchung erlauben.**
- **Um bei den seit 2012 etablierten Probenahmestellen im Bestand zu bleiben, ist das Ablaufen von mindestens 3 Litern vor Probennahme im peripheren Bereich einzige praktikable Lösung** um wirklich systemisch auf *Legionella* spp. zu untersuchen und die zugehörige systemische Temperaturinformation zu haben!
- **Alternative mit Beibehaltung von 1 Liter Ablauf vor Probenahme** wäre ein Übergang zur **Beprobung an den Strangregulierventilen der Zirkulationsstränge**

... so explizit mitgetragen vom gesamten ULTRA-F-Team!