

31. Wasserhygienetage Bad Elster

Legionellen in der Trinkwasser-Installation Auswertung von Trinkwasseruntersuchungen und epidemiologische Fall-Kontroll-Studie (LeTriWa)

Dipl.-Biol. Benedikt Schaefer

Fachgebiet Mikrobiologie des Trink- und Badebeckenwassers

Gliederung

- Rückblick Präsentation Fall-Kontroll-Studie
- Wasseruntersuchungen im Rahmen der Fall-Kontroll-Studie (TP 1)
- Auswertung von Gefährdungsanalysen (TP 1)
- Gestaffelte Beprobung von dezentralen Trinkwassererwärmern (TP 1)
- Auswertungen von Ergebnissen von Routinelabors (TP 2)
- (Umfrage bei Gesundheitsämtern (TP 3))
- Bewertung der Ergebnisse von LeTriWa vor dem Hintergrund der aktuellen gesetzlichen Regelungen und den aktuellen allgemein anerkannten Regeln der Technik
- Literatur

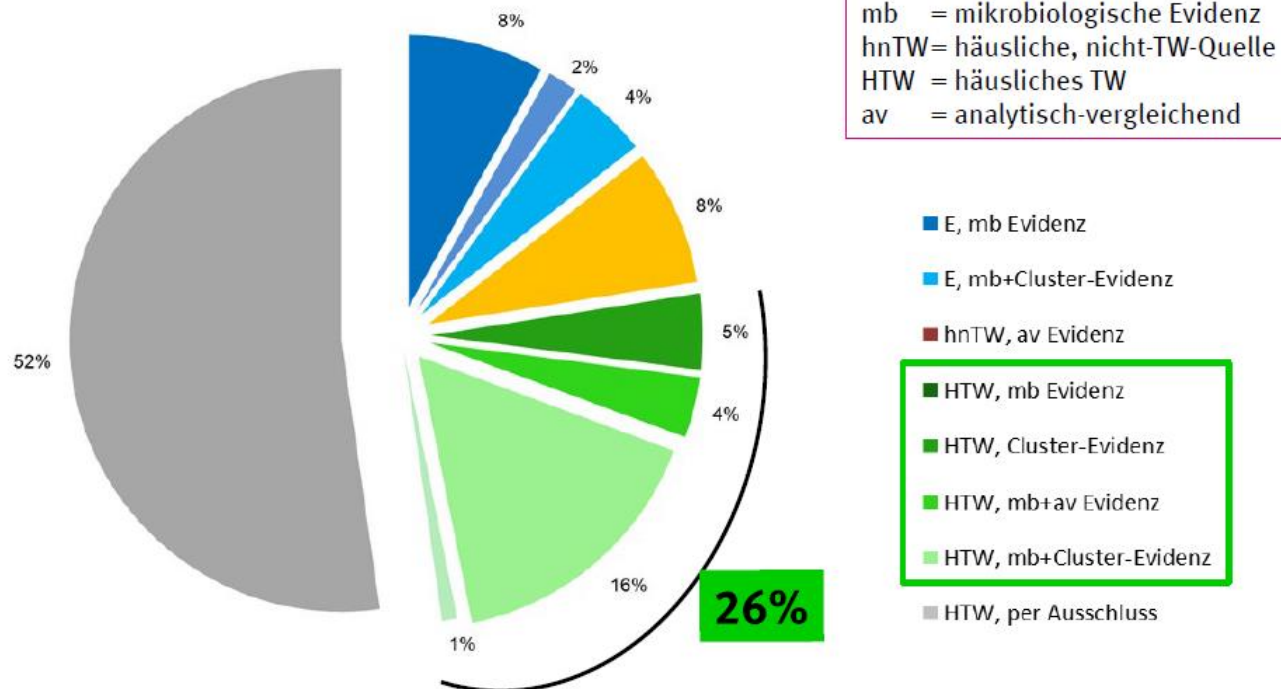
Rückblick Präsentation Fall-Kontroll-Studie (I)



Vortrag am 5. Februar 2021

Rückblick Präsentation Fall-Kontroll-Studie (II)

2. Infektionsquellen bei Fällen mit ambulant erworbener Legionellose

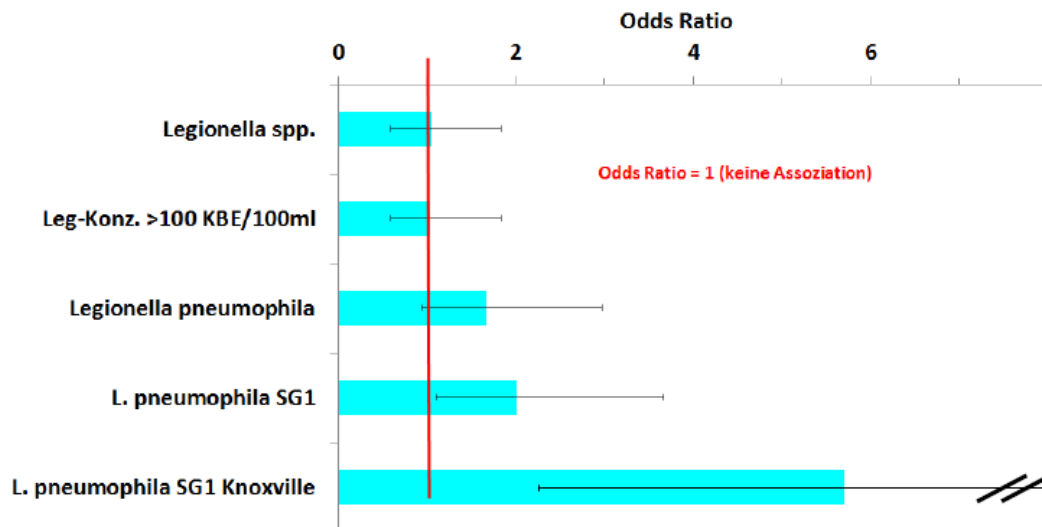


→ Etwa die Hälfte der Fälle hat eine zugeschriebene Quelle
→ zum Vgl: Studien in Literatur: max. 10% (Campese, den Boer)

Rückblick Präsentation Fall-Kontroll-Studie (III)

5. „Bester Prädiktor“ für das Auftreten einer AE-LK

- Epidemiologischer Ansatz: Vergleich identisch genommener Wasserproben in Wohnungen bei Fall- und Kontrollpersonen → Berechnung des „Risikos“ als Odds Ratio
- Anwesenheit von Legionellen als solche (unabhängig von Spezies und Konzentration)
- Legionellen in einer höheren Konzentration (>100 KBE/100ml)
- Anwesenheit von *Legionella pneumophila*
- Anwesenheit von *Legionella pneumophila* SG1
- Anwesenheit von *Legionella pneumophila* SG1, monoklonaler Typ 3/1 („Pontiac-Gruppe“)

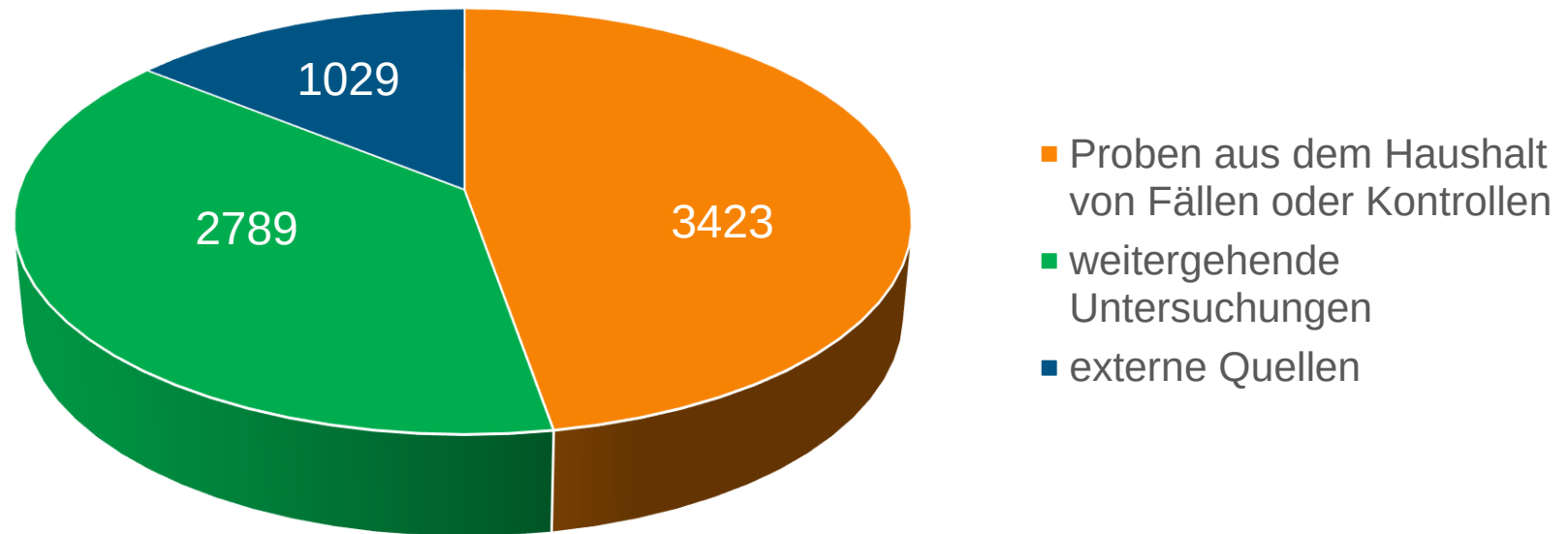


Wasseruntersuchungen im Rahmen der Fall-Kontroll-Studie (TP 1)

- Proben aus den Haushalten von Fällen und Kontrollen
- Weitergehende Untersuchungen
- 154 Gefährdungsanalysen aus 144 Aufträgen (8 Aufträge für jeweils zwei Anlagen, ein Auftrag für drei Anlagen)
 - 90 Großanlagen
 - 64 Kleinanlagen
- „Externe Proben“, veranlasst durch die Gesundheitsämter (112 Aufträge, 1029 Proben aus Krankenhäusern, Arztpraxen, Sporteinrichtungen, Schwimmbädern, Arbeitsstätten, Geschäften, Gefängnissen, einer Baugrube an einer Autobahnbaustelle.....)
- Proben aus Durchlauferhitzern

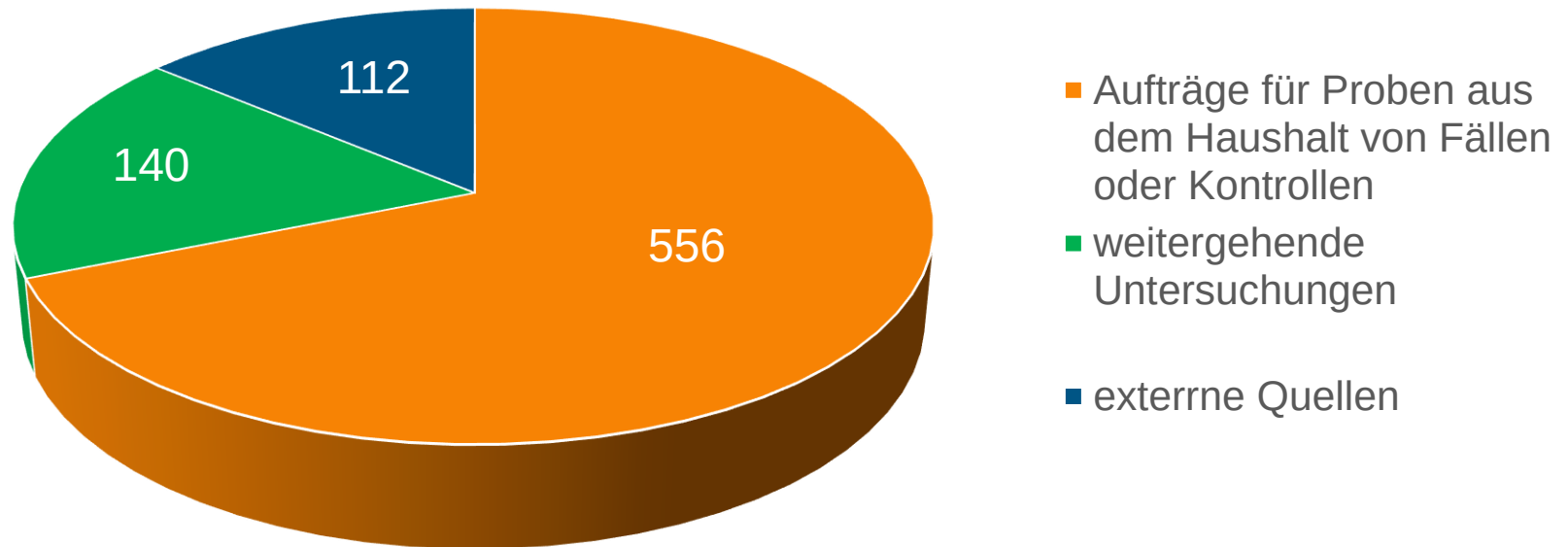
TP 1: Anzahl und Verteilung der Proben

Herkunft der Proben (n = 7241)

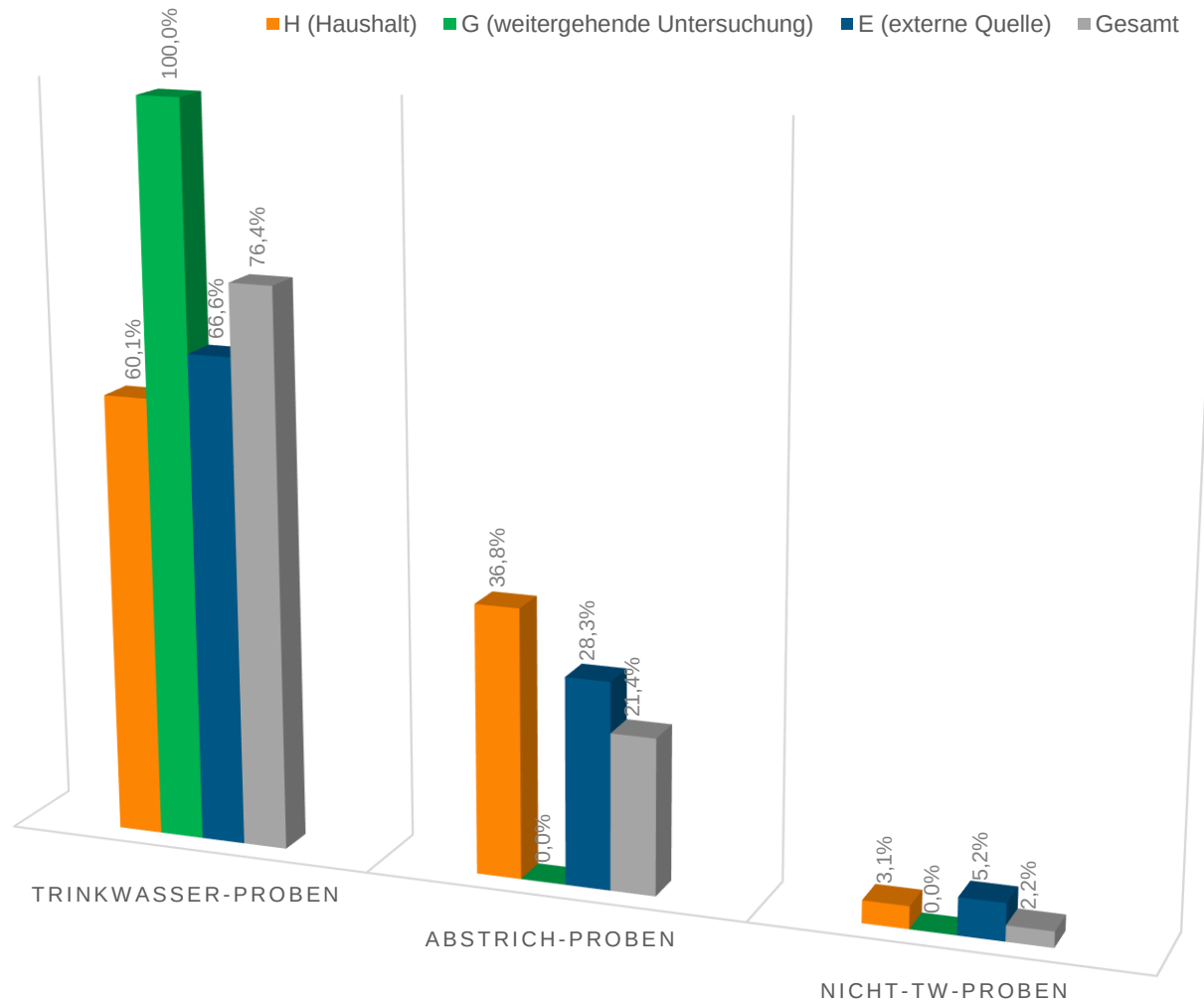


TP 1: Anzahl und Verteilung der Aufträge

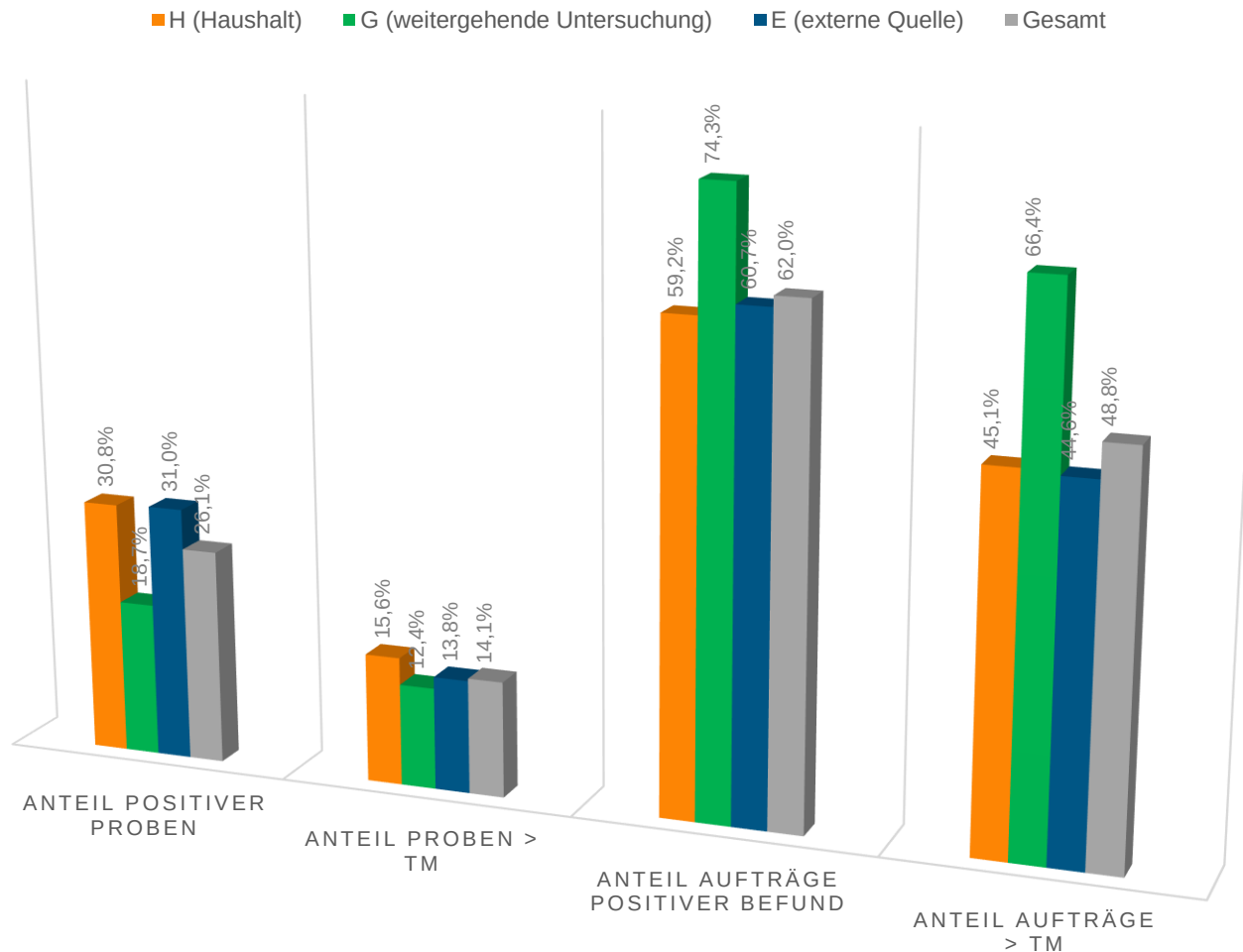
Aufträge (n = 808)



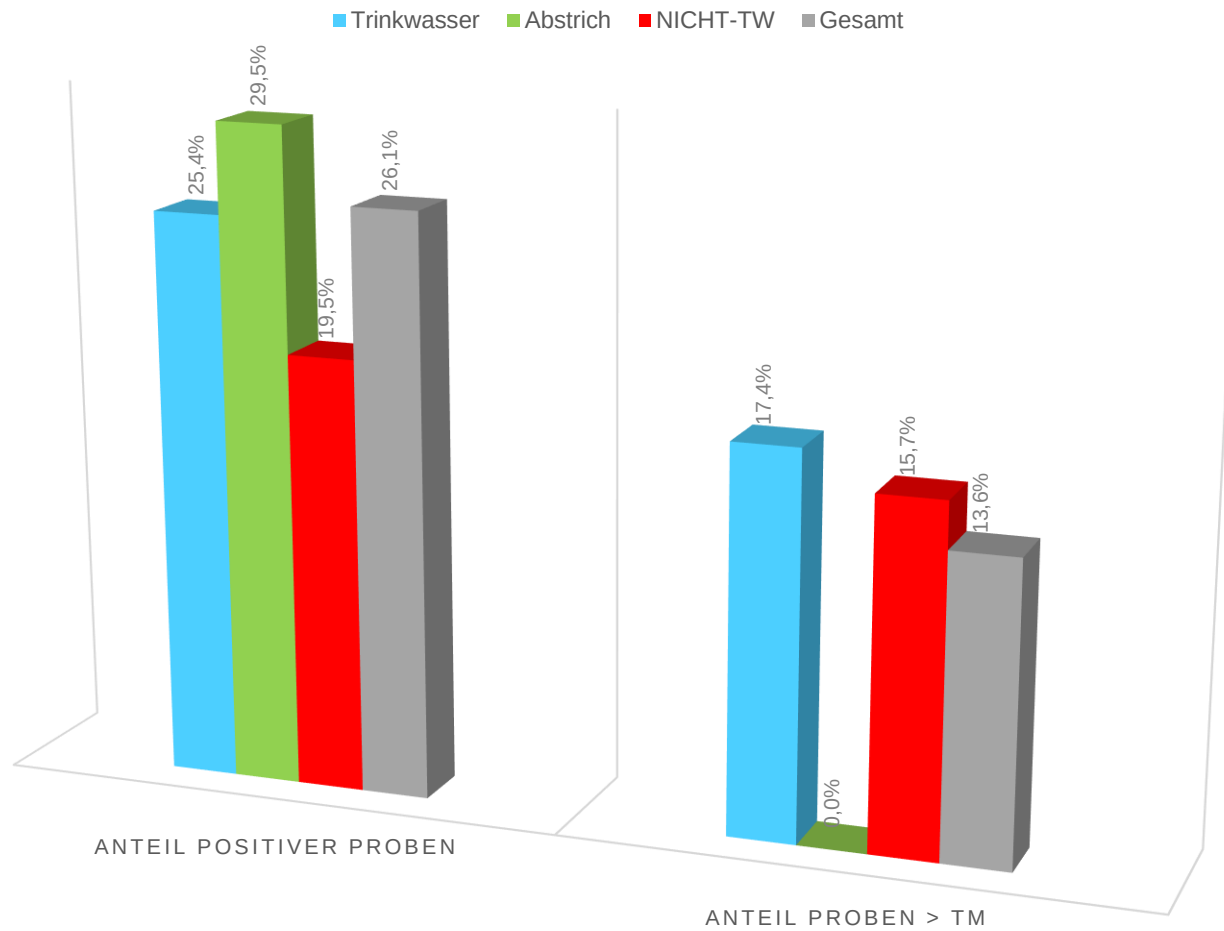
TP 1: Untersuchte Probenmatrices



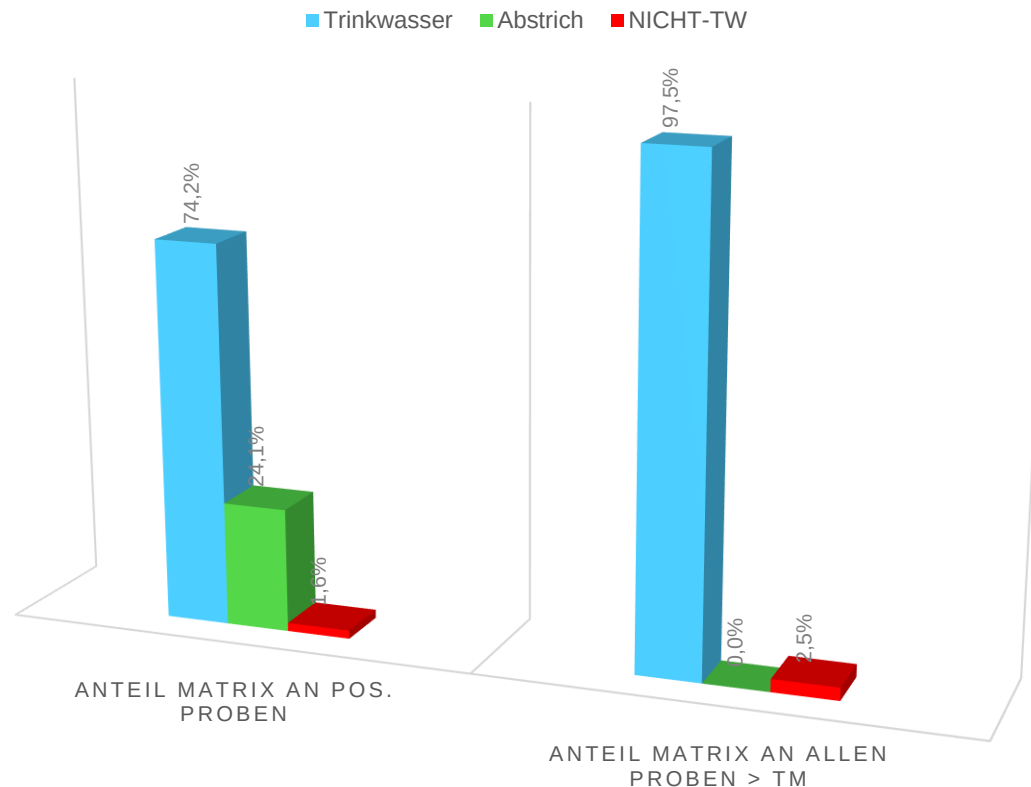
TP 1: Anteil der positiven Proben



TP 1: Anteil positiver Proben bei den Matrices



TP 1: Anteil der Proben aus bestimmten Matrices an allen positiven Proben



TP 1: Gefährdungsanalysen

- 155 Gefährdungsanalysen liegen vor (eine nach Projektende)
- Auswertung über Formblätter
- Praktisch keine Anlage ohne Mängel
- Häufigste Mängel:
 - Temperaturen zu niedrig
 - Fehlender oder nicht funktionierender hydraulischer Abgleich
 - Fehlende Isolierung
 - Stagnation
 - Keine oder fehlende Dokumentation

Version 4 (Stand: 20.11.2019)

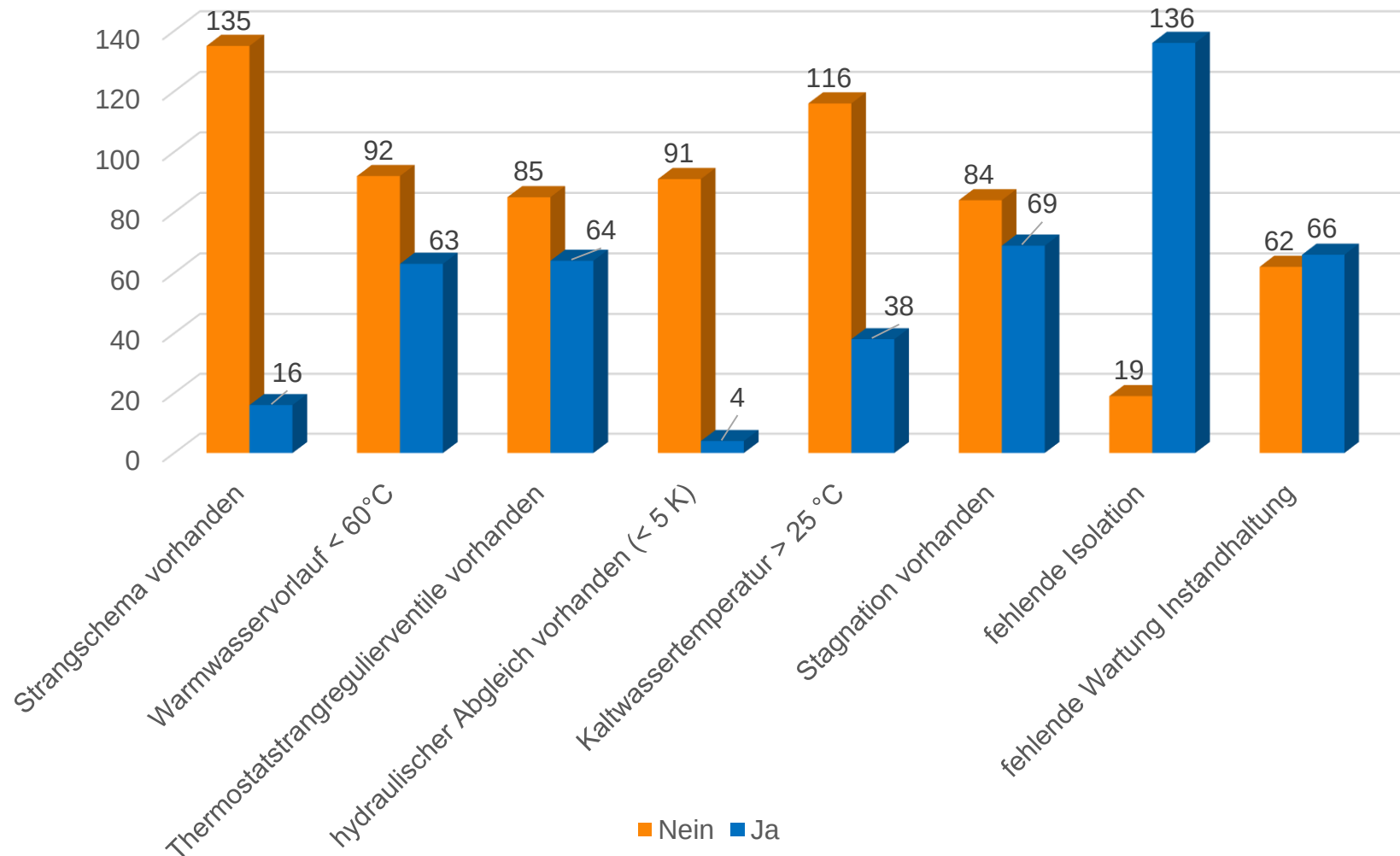
Formular zurücksetzen

Formular an RKI und UBA senden

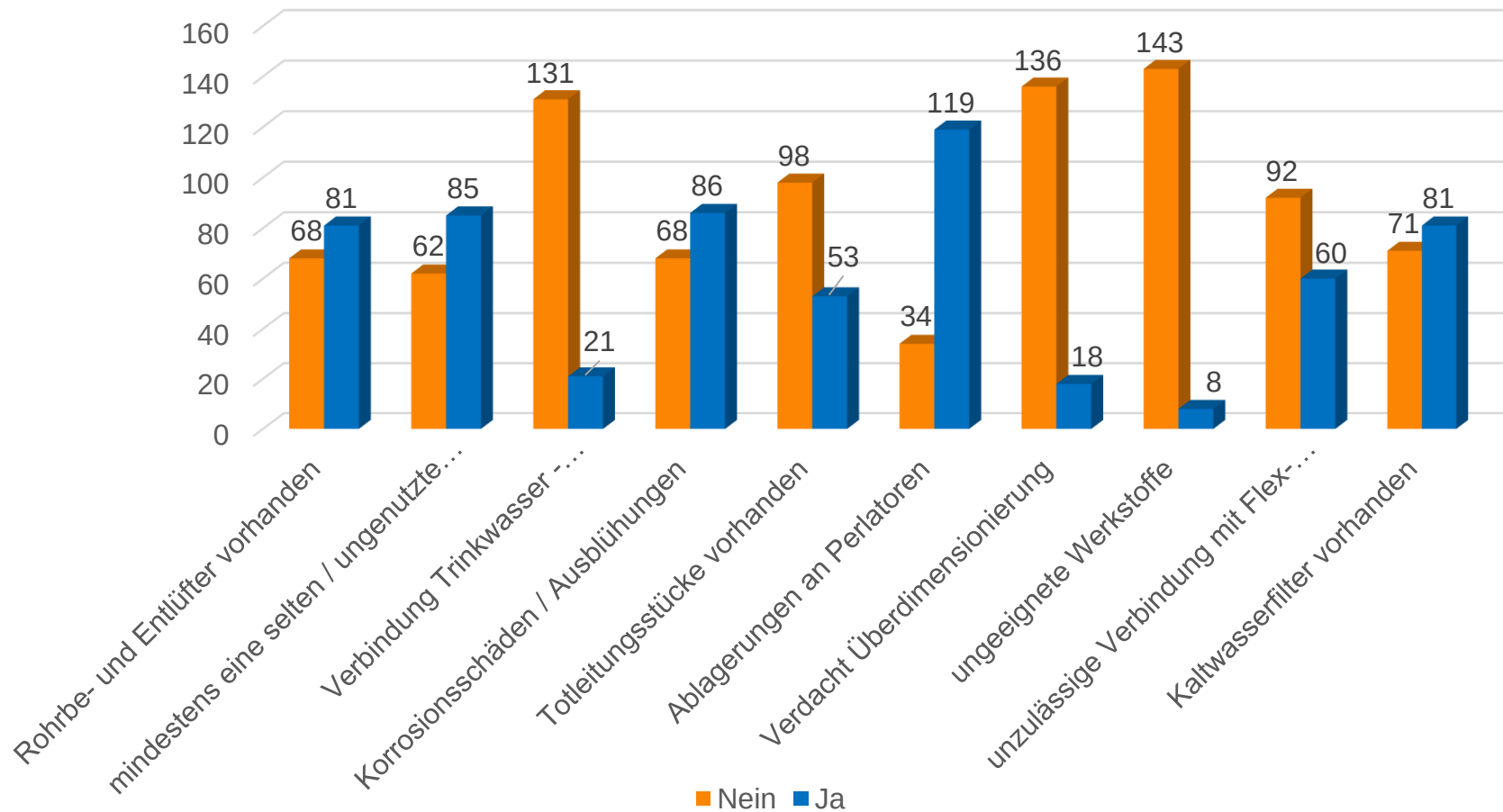
Beschreibung der Anlage

Nr.	Variable	Bei nicht ermittelbar bitte "NE" eintragen
1	Auftragsnummer	NE_08-LEG2019-1483_9008_G
2	frühere Befunde vorgelegt	☒ nein ☐ ja
3	Legionellenkonzentration des letzten Wertes vor GefA	KBE/100ml
4	Datum des letzten Wertes vor GefA (falls das Datum nicht genau bekannt ist, so genau wie möglich, z.B. Monat/Jahr oder nur Jahr)	
5	Art der Untersuchung, die zum letzten Wert führte	☐ systemische Untersuchung ☐ Stichprobe ☐ Nachuntersuchung ☒ NE ☐ weitergehende Untersuchung
6	Untersuchung, die zum letzten Wert führte, entspricht Vorgaben TrinkV/UBA Empf.	☐ nein ☐ ja ☒ NE
7	ungünstigster Befund zum Zeitpunkt der Gefährdungsanalyse	
8	Bewertung des ungünstigen Befunds gemäß W 551	0 KBE/100ml
9	Datum des ungünstigsten Befundes	☒ keine / nachweisbare geringe Kontamination; < 100 ☐ hohe Kontamination; > 1.000 ≤ 10.000 ☐ mittlere Kontamination; ≥ 100 ≤ 1.000 ☐ extrem hohe Kontamination; > 10.000
10	Untersuchungspflichtig nach TrinkV wenn nicht untersuchungspflichtig, warum nicht?	28.10.2020
11	Großanlage, weil Trinkwasserspeicher > 400 L	☒ nein ☐ ja ☐ NE
12	Großanlage, weil Bohrvolumen von Speicher zu entferntester Zapfstelle > 3 L	dezentrale Versorgung
13	Ist der TWE zentral oder dezentral	☒ nein ☐ ja ☐ NE
14	Ist eine Zirkulation vorhanden	☒ nein ☐ ja ☐ NE
15	Nutzung (kategorial)	☐ zentral ☒ dezentral
16	Wenn andere Nutzung, dann welche?	☒ öffentlich ☐ ja ☐ NE
17	Gebäudetyp / Hauptnutzung	☒ gewerblich ☐ Wohnungseigentümergemeinschaft ☐ anderes
18		Mehrfamilienwohnhaus

TP 1: Auswertung Gefährdungsanalysen (I)



TP 1: Auswertung Gefährdungsanalysen (II)



TP 1: Auswertung Gefährdungsanalysen (III)

Beispiel hydraulischer Abgleich (5 K)

- 91 gemäß Trinkwasserverordnung untersuchungspflichtige Anlagen
- Davon 87 mit fehlendem hydraulischen Abgleich
- 2 mit hydraulischem Abgleich
- 2 nicht feststellbar, ob hydraulischer Abgleich vorhanden ist

TP 1: dezentrale Trinkwassererwärmung

Übersicht

- Insgesamt 64 Kleinanlagen / dezentrale Anlagen untersucht, darunter
 - Hochhaus mit 16 Geschossen mit 89 Wohnungen; unterschiedliche Fabrikate von Durchlauferhitzern, teilweise für die Versorgung von Bad und Küche, teilweise getrennte Durchlauferhitzer
 - Mehrfamilienhaus mit 6 Geschossen und 60 Wohneinheiten
 - Wohn- und Geschäftshaus mit 8 Wohneinheiten und 3 Geschäftseinheiten
- 38 Durchlauferhitzer mit gestaffelter Beprobung beprobt

TP1: Proben aus Durchlauferhitzern

Vorgehen bei der Probennahme

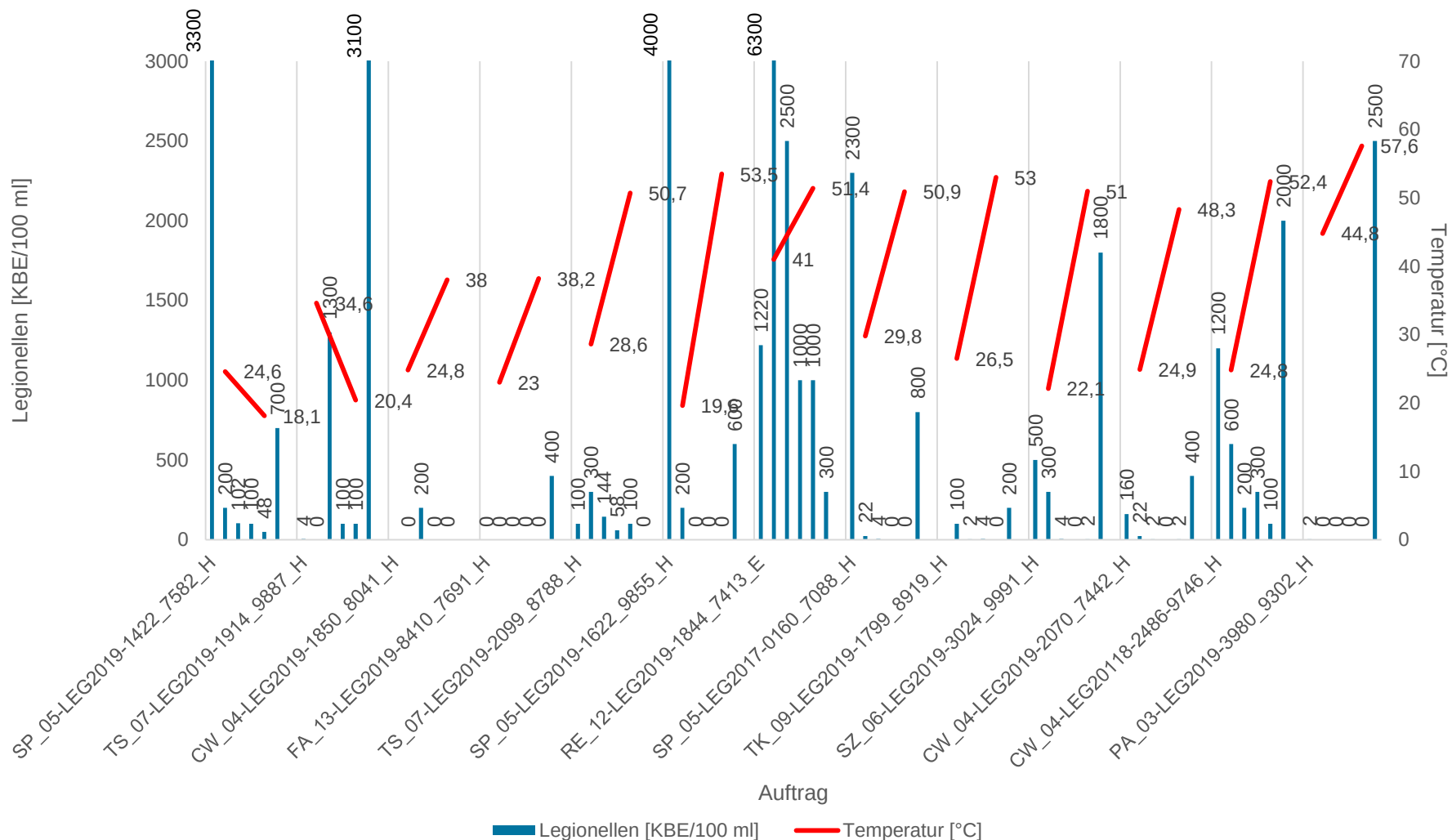
- Beprobung von dezentralen Trinkwassererwärmern mit weniger als 20 Liter Speicher oder ohne Speicher
- Keine Berücksichtigung der Art der Wärmeerzeugung / Wärmeübertragung (Elektro, Gas, Wärmetauscher, „Frischwasserstation“)
- Insgesamt 38 Aufträge für eine gestaffelte Beprobung von Durchlauferhitzern
- 250 ml Probe Warmwasser Zweck c (Probe H1)
- 250 in Messbecher laufen lassen, Messung der Temperatur
- Abbau Perlator etc.
- Abstrich (Probe H2)
- Eckventil Kaltwasser schließen, Desinfektion der Probennahmestelle
- 500 ml Wasser ablaufen lassen
- Je 250 ml Probe Zweck b, dann 750 ml ablaufen lassen, nächste Proben (Proben H3b1, Probennahmetemperatur messen, H3b2, H3b3 und H3b4)
- Messung der Konstanttemperatur
- Eckventil Kaltwasser wieder öffnen, Eckventil Warmwasser schließen
- Kaltwasserprobe Zweck c (Probe H 99), Probennahmetemperatur messen
- Eckventil Warmwasser öffnen, Perlator anschrauben

TP1: Proben aus Durchlauferhitzern gestaffelte Beprobung

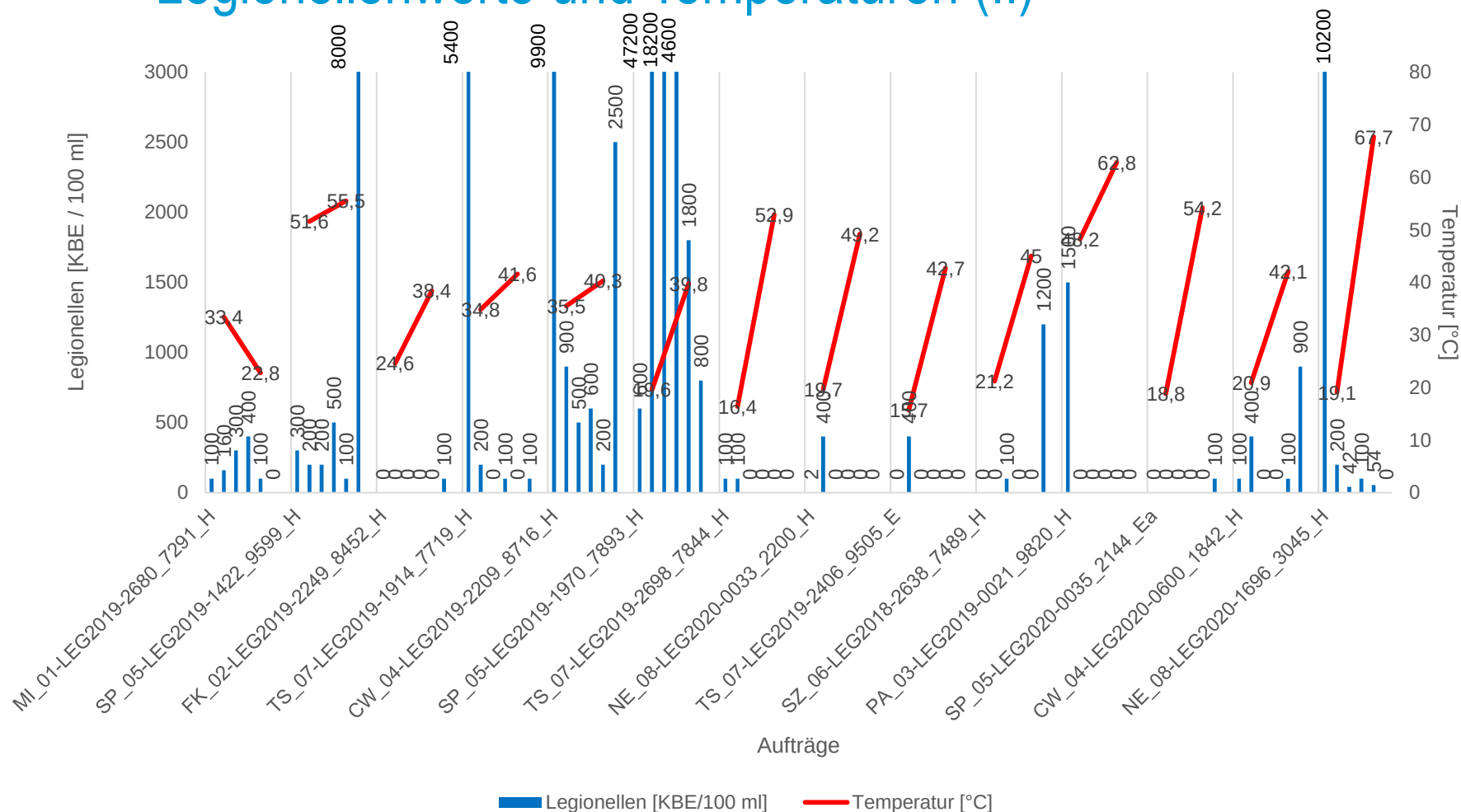
Übersicht Ergebnisse

- 38 Durchlauferhitzer mit gestaffelter Beprobung beprobt
- 11 ohne Legionellen (29 %)
- 25 Fälle; 13 Kontrollen
- 6 Fälle ohne Legionellenkontamination
- 8 Kontrollen mit Legionellenkontamination (bis zu 8000 KBE / 100 ml im Kaltwasser)
- Kontamination von bis zu 47200 KBE / 100 ml (bei einem Fall)
- Temperaturen zwischen 18,1 °C und 67,7 °C

TP1: Proben aus Durchlauferhitzern gestaffelte Beprobung Legionellenwerte und Temperaturen (I)



TP1: Proben aus Durchlauferhitzern gestaffelte Beprobung Legionellenwerte und Temperaturen (II)



TP2: Datenaggregation bei Routinelaboratorien zu systemischen Untersuchungen von Trinkwasserinstallationen auf Legionellen

- Werksverträge mit 13 Auftragslaboratorien zur Lieferung codierter und anonymisierter Daten zu Trinkwasseruntersuchungen gemäß § 14 Abs. 3 (seit 09.01.2018: § 14b Abs. 1)
- Retrospektiv: 346.378 Proben (04/12-12/17)
- Prospektiv: 46.337 Proben (prospektiv: 03/17-10/19)

Tab.: Einfluss der Wassertemperatur auf Legionellenkontaminationen

Temperaturbereich	Proben positiv	Proben >TM	n
T_PN $\geq$ 55°C, retro	8%	2%	127211
T_PN $\geq$ 55°C, pro	7%	1%	19616
T_PN<55°C, retro	24%	9%	212976
T_PN<55°C, pro	22%	7%	25608

TP 2: Auswertungen von Ergebnissen von Routinelabors

Übersicht retrospektive Proben

Laborkennung	Anzahl Proben	Zeitraum	Anzahl TWI	Anzahl Wdh.
1	19978	03.09.12-09.03.17	2184	9865
2	10349	03.09.12-15.12.17	1155	4306
3	4379	16.10.12-06.02.14	811	6
4	35399	07.01.15-09.03.17	4741	12796
5	5518	12.02.15-09.12.16	582	0
7	95997	03.09.12-20.12.17	22509	0
8	65238	03.09.12-30.12.16	10469	0
9	17207	02.09.12-08.03.17	2061	13464
10	20725	03.09.12-10.03.17	2127	6645
11	6508	03.09.12-08.03.17	636	0
12	7946	07.01.14-30.06.17	1413	2393
15	50	23.04.13-12.04.16	2	0
16	66296	12.04.12-20.12.17	7105	43047
Summe	355590	12.04.12-20.12.17	55795	92522

TP 2: Kennzahlen Laboranalytik retrospektiver Teil

Lab	Proben	u. TMW	und < 55C	und ≥ 55C	T > 70C
1	19978	1244 (6%)	1169 (6%)	74 (0%)	140 (1%)
2	10349	698 (7%)	672 (6%)	26 (0%)	47 (0%)
3	4379	288 (7%)	284 (6%)	4 (0%)	6 (0%)
4	35399	1543 (4%)	1244 (4%)	291 (1%)	199 (1%)
5	5518	307 (6%)	292 (5%)	9 (0%)	6 (0%)
7	95997	5279 (5%)	4910 (5%)	336 (0%)	955 (1%)
8	65238	5355 (8%)	4485 (7%)	826 (1%)	534 (1%)
9	17207	1084 (6%)	855 (5%)	54 (0%)	58 (0%)
10	20725	2730 (13%)	2495 (12%)	235 (1%)	172 (1%)
11	6508	410 (6%)	379 (6%)	22 (0%)	60 (1%)
12	7946	398 (5%)	361 (5%)	33 (0%)	105 (1%)
15	50	3 (6%)	3 (6%)	0 (0%)	0 (0%)
16	66296	2516 (4%)	2362 (4%)	148 (0%)	339 (1%)
Summe	355590	21855	19511	2058	2621

TP 2: Kennzahlen Laboranalytik retrospektiver Teil

- Proben unter 55 °C: 219254
- Proben ab 55 °C: 130136
- Proben ohne Temperaturangaben: 6200
- Positive Proben insgesamt ab 55 °C: 9894 (2,8 %)
- Proben über TMW insgesamt unter 55 °C: 19511 (5,5%)
- Proben über TMW insgesamt ab 55 °C: 2058 (0,6%)

TP 2: Auswertungen von Ergebnissen von Routinelabors

Übersicht prospektive Proben

Laborkennung	Anzahl Proben	Zeitraum	Anzahl TWI	Anzahl Wdh.
1	17	21.11.17-03.01.18	3	0
2	1338	15.03.17-15.12.17	224	892
4	23311	13.03.17-10.09.18	3117	7100
7	20171	13.03.17-29.09.18	4811	0
9	9043	13.03.17-28.10.19	1136	7368
10	4399	13.03.17-20.12.18	646	3099
11	3069	13.03.17-10.09.18	373	0
12	2366	13.03.17-02.02.19	502	1366
16	32066	13.03.17-19.12.19	5280	22668
Summe	95780	13.03.17-19.12.19	16092	42493

TP 2: Kennzahlen Laboranalytik prospektiver Teil

Lab	Proben	u: TMW	und < 55C	und ≥ 55C	T > 70C
1	17	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6%)
2	1338	55 (4%)	51 (4%)	4 (0%)	6 (0%)
4	23311	1058 (5%)	885 (4%)	169 (1%)	179 (1%)
7	20171	652 (3%)	609 (3%)	41 (0%)	218 (1%)
9	9043	442 (5%)	373 (4%)	29 (0%)	68 (1%)
10	4399	278 (6%)	245 (6%)	33 (1%)	22 (1%)
11	3069	191 (6%)	177 (6%)	6 (0%)	30 (1%)
12	2366	159 (7%)	150 (6%)	9 (0%)	34 (1%)
16	32066	1245 (4%)	1080 (3%)	165 (1%)	113 (0%)
Summe	95780	4080	3570	456	671

TP 2: Kennzahlen Laboranalytik prospektiver Teil

- Proben unter 55 °C: 56275
- Proben ab 55 °C: 38316
- Proben ohne Temperaturangabe: 1189
- Positive Proben insgesamt ab 55 °C: 2231 (2,3%)
- Proben über TMW insgesamt unter 55 °C: 3570 (4%)
- Proben über TMW insgesamt ab 55 °C: 456 (0,5%)

TP 2: Wassertemperatur und Legionellenkonzentration

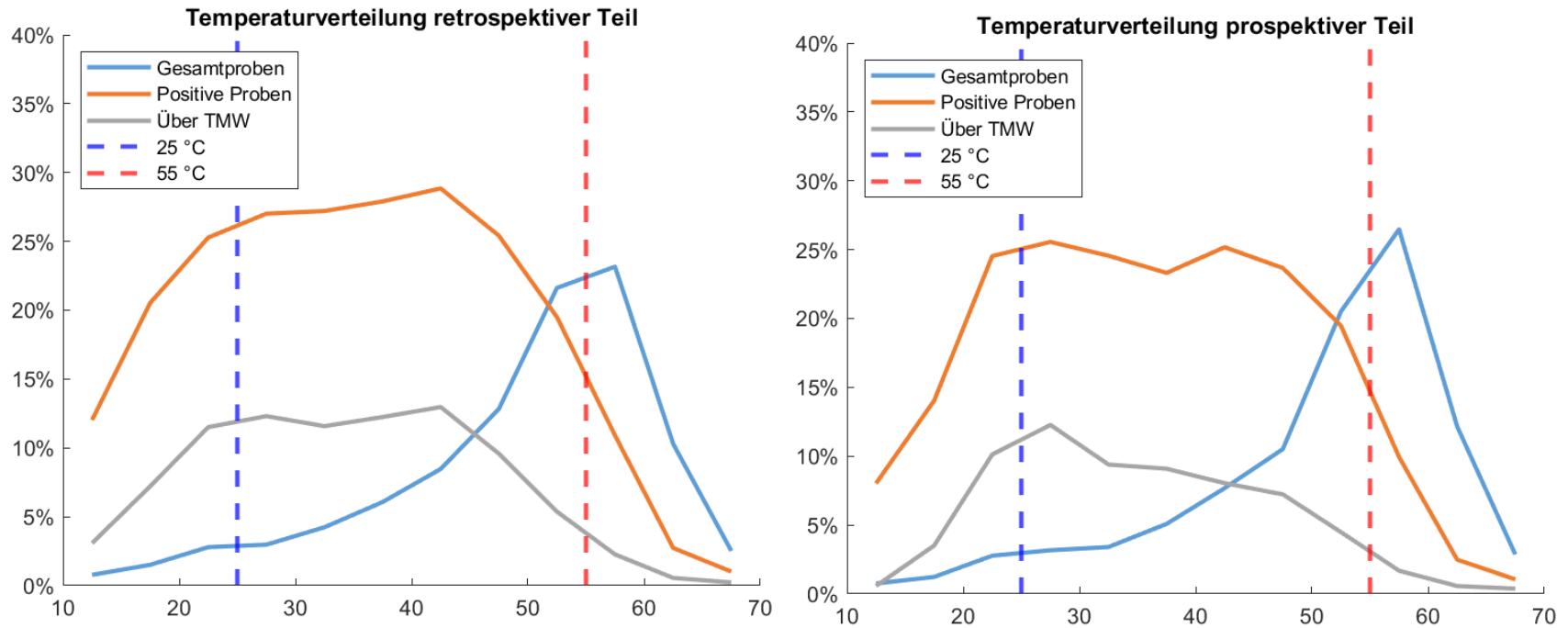


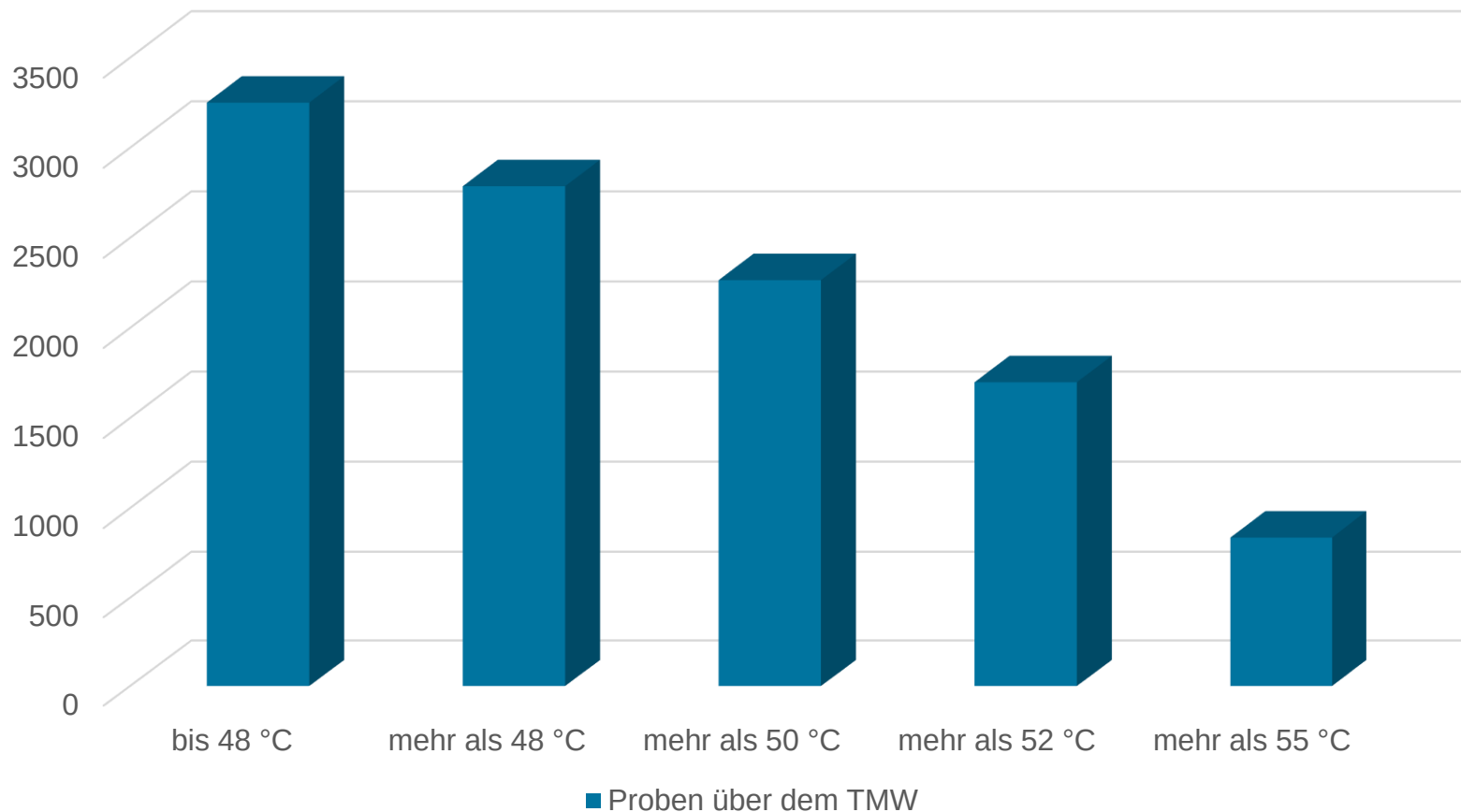
Abb.: Intervalle Probennahmetemperatur. Anteil kontaminierter Proben bezogen auf 5 °C Intervalle der Probennahmetemperatur. Die blaue Linie zeigt den Anteil der Proben im jeweiligen Intervall n an. Die Angabe des Laborbefundes erfolgte gemäß UBA-Empfehlung

A: Retrospektive Datenbank, n = 346.378

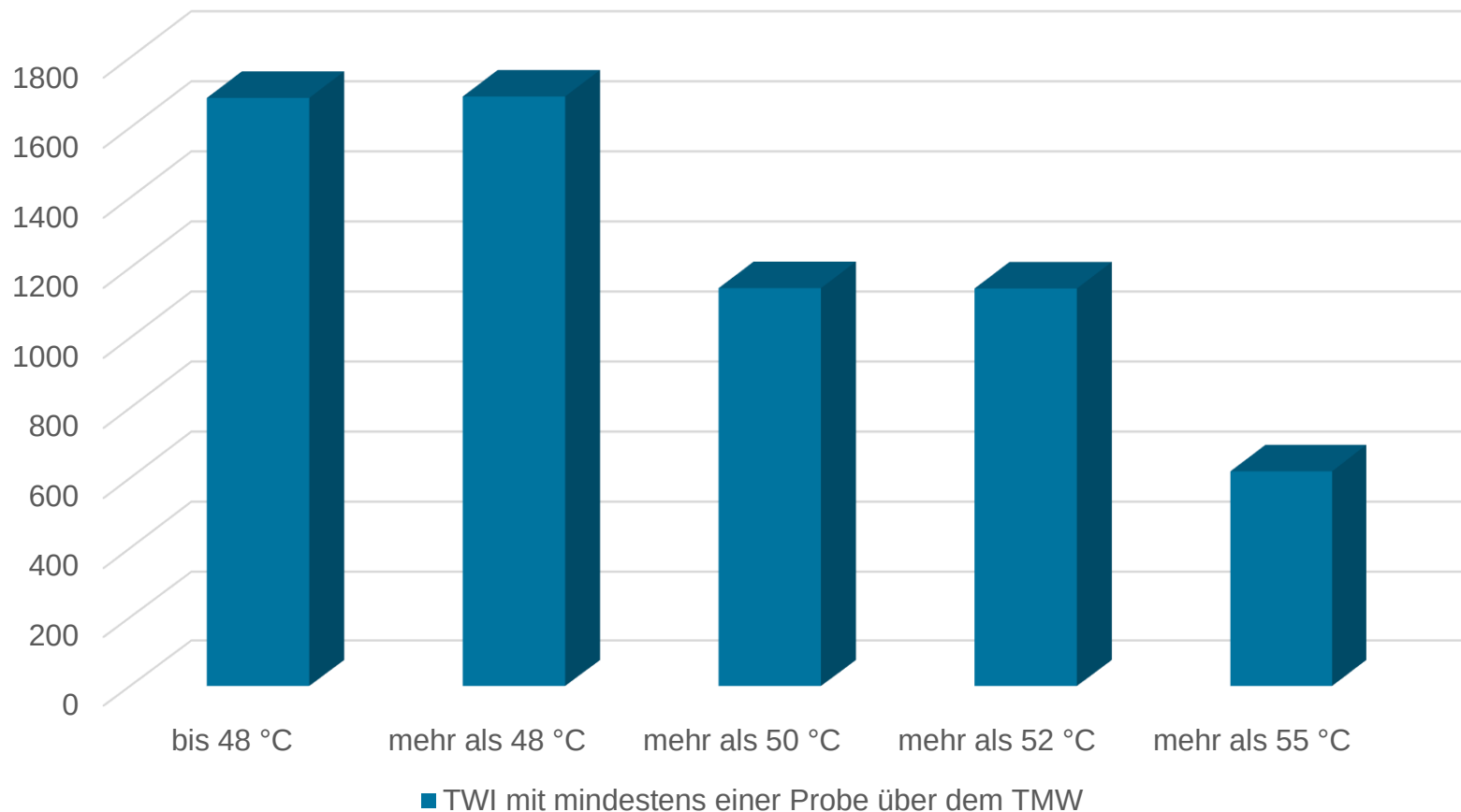
B: Prospektive Datenbank, n = 46.337

TM = technischer Maßnahmenwert | blaue Senkrechte bei ca. 25 °C, rote Senkrechte bei ca. 55 °C

TP 2: Wie wäre die Situation bei anderen Temperaturgrenzen? Bezogen auf Proben



TP 2: Wie wäre die Situation bei anderen Temperaturgrenzen? Bezogen auf Trinkwasserinstallationen



Bewertung

- Anlass der Legionellenuntersuchung
 - TrinkwV
Beurteilung von vermeidbaren Risiken in der Trinkwasser-Installation, Umsetzung der Anforderungen Art. 10 der EU-Richtlinie
 - IfSG
Suche nach der Infektionsquelle im Umfeld von Infizierten

Was wollen wir mit den Legionellenuntersuchungen erreichen?

- Ausschluss von gesundheitlichen Risiken
 - Umgang mit non-pneumophila-Legionellen
 - Kontaminationen unterhalb des TMW
 - Hochrisikobereiche
 - Personen mit besonderen Gesundheitsrisiken
 - Akzeptiertes Infektionsrisiko (z.B. 1 / 100.000)
 - Quantitative mikrobiologische Risikobewertung (QMRA)
- Beurteilung der Trinkwasser-Installationen in Gebäuden einschließlich Risikoabschätzung und Überprüfung der Einhaltung der aaRdT

Folgerungen aus LeTriWa (I)

- Trinkwasser aus Trinkwasser-Installationen in Gebäuden ist als Infektionsquelle für Legionellose nachgewiesen
- Höhe der Kontamination mit Legionellen hat keinerlei Gesundheitsbezug
 - Bewertungstabellen aus DVGW W 551
 - Einzige Anforderung, die Ergebnisse aus Legionellenuntersuchung einhalten müssen, ist die Einhaltung des TMW; keine weitere Unterscheidung z.B. bei Überschreitung von 1000 KBE / 100 ml oder 10.000 KBE / 100 ml
- Auch nicht untersuchungspflichtige Trinkwasser-Installationen können zu Infektionen führen
 - Veränderung der Kriterien für die Untersuchungspflicht?
 - Untersuchungen im Umfeld von infizierten Personen unabhängig von der Untersuchungspflicht nach TrinkwV
- Nachweise von Legionellen in vielen Kaltwasserproben
- Differenzierung von MAb 3/1-positiven Legionellen
 - Methodik (ELISA, PCR)
 - Verbreitung der Methodik zur Differenzierung

Folgerungen aus LeTriWa (II)

- Wichtige Faktoren für die Legionellenprävention:
 - Warmwassertemperatur von $\geq 55\text{ °C}$
 - Kaltwassertemperatur $\leq 25\text{ °C}$
 - Hydraulischer Abgleich
 - Bestimmungsgemäßer Betrieb
- Umfassende Vorgaben für die genaue Durchführung der Probennahmen und Untersuchungen erforderlich
- Qualifikationsanforderungen für
 - Probennehmer
 - Gutachter, die Gefährdungsanalysen erstellen
- Wunsch der Gesundheitsämter nach mehr Spielraum bei der Entscheidung, ob eine Gefährdungsanalyse erforderlich ist
- Erfahrungen der Gesundheitsämter / Befassung der Gesundheitsämter mit Trinkwasser-Installationen in Gebäuden sehr heterogen

Literatur

- Buchholz U, Jahn HJ, Brodhun B, Lehfeld A-S, Lewandowsky MM, Reber F, et al. (2020) Source attribution of community-acquired cases of Legionnaires' disease—results from the German LeTriWa study; Berlin, 2016–2019. PLoS ONE 15(11): e0241724.
- Buchholz U, et al.: Infektionsquellensuche bei ambulant erworbenen Fällen von Legionärskrankheit – Ergebnisse der LeTriWa-Studie; Berlin, 2016–2020 – Teil 1 (Studienmethodik)
Epid Bull 2022;27:13-22 | DOI 10.25646/10169
- Lehfeld AS et al.: Infektionsquellensuche bei ambulant erworbenen Fällen von Legionärskrankheit – Ergebnisse der LeTriWa-Studie; Berlin, 2016 – 2020 – Teil 2 (Ergebnisse und Diskussion)
Epid Bull 2022;28:3-16 | DOI 10.25646/10170
- Buchholz U, Lehfeld AS, Brodhun B, Jahn HJ, Reber F, Lewandowsky MM, Schaefer B, Gollnisch C, Haas W: Einfluss der häuslichen Trinkwasser-Installation auf das Risiko, an Legionärskrankheit zu erkranken – Ergebnisse aus der Berliner LeTriWa-Studie und den bundesweiten Meldedaten
Epid Bull 2022;35:3-17 | DOI 10.25646/10428

Danksagung

- KollegInnen des UBA
Frau Adler, Frau Bochmann, Frau Koch, Frau Schreiner, Frau Dr. Förster, Frau Hummel, Herr Dr. Pfeifer, (Herr Stemmler, Herr Schilbach)
- KollegInnen des RKI
- KollegInnen im Konsiliarlabor an der TU Dresden
- KollegInnen der Hygieneinspektionsstelle für Trinkwassersysteme (AHT)
- Mitarbeiter in den Berliner Gesundheitsämtern
- KollegInnen in den Berliner Krankenhäusern

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Biol. Benedikt Schaefer

Benedikt.Schaefer@uba.de

Heinrich-Heine-Str. 12

08645 Bad Elster

Tel.: 0340 / 2103-6225

Fax: 0340 / 2104-6225

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser>