

Energiepreisanstieg 2022, Trinkwassertemperatursenkung und Legionellose-Inzidenz – sind Zusammenhänge erkennbar?

Zusammenfassung

Bei der Legionärskrankheit handelt es sich um die häufigste Form einer Legionellose, die sich in einer durch Legionellen verursachten Pneumonie äußert. Legionellen sind im Wasser vorkommende Umweltkeime, die sich insbesondere bei einer Wassertemperatur zwischen 25 und 45°C gut vermehren und (für den Menschen relevant) auch technische Trinkwasserinstallationen (TWI) besiedeln. Oberhalb von 55°C wird ihr Wachstum gehemmt. Im Rahmen der Energiekrise im Jahr 2022 kam es zu einem deutlichen Anstieg der Energiepreise, was auch die Erwärmung des Trinkwassers verteuerte. Wir untersuchten im Projekt TESLI (Temperatursenkung und Legionellose-Inzidenz), ob es im Jahr 2022 zu Veränderungen der Trinkwassertemperatur kam und ob in dem Zusammenhang ein Inzidenzanstieg bei Fällen von Legionärskrankheit zu beobachten war („ökologisches“ Studiendesign). Nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sind zentrale TWI mit großem Volumen regelmäßig auf ihre Legionellenkonzentration zu untersuchen, dabei wird auch die Wassertemperatur gemessen. Daher kontaktierten wir große, überregional tätige Labore, die entsprechende Daten zur Verfügung stellten. Die durchschnittliche Wassertemperatur lag zwischen 2015 und 2023 durchgehend im empfohlenen Bereich ($\geq 55^\circ\text{C}$). Bei TWI, die nicht unter die TrinkwV fallen, können Nutzende die Warmwassertemperatur selbst einstellen (Haushalte mit Durchlauferhitzer oder Gasterme sowie Ein- und Zweifamilienhäuser). Über eine bundesweite Bevölkerungsbefragung unter fast 2.000 Personen stellten wir fest, dass 28% der Befragten ihre Trinkwassertemperatur über eine längere Zeit gesenkt hatten. Dies entspricht allein in Ein- oder Zweifamilienhäusern ca. 11,5 Millionen Personen. Etwa 15% der Befragten gaben an, sich eine wassersparende Armatur eingebaut zu haben. Aggregiert nach Bundesland konnten wir keinen Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Trinkwassertemperatur (untersuchungspflichtige TWI) bzw. dem Anteil der Personen mit längerer

Senkung der Trinkwassertemperatur (nicht untersuchungspflichtige TWI) und der Inzidenz der Legionärskrankheit feststellen.

Hintergrund

Die Legionärskrankheit stellt die relevantere Form der bekannten Legionellosen dar. Sie wird durch Bakterien der Gattung *Legionella* übertragen und äußert sich als Pneumonie. Die Letalität liegt bei etwa 5%.¹ Legionellen vermehren sich insbesondere bei einer Wassertemperatur zwischen 25° und 45°C, oberhalb von 55°C wird das Wachstum wirksam gehemmt. Die Übertragung erfolgt über die Inhalation erregerehaltiger Aerosole. Drei Viertel der gemeldeten Erkrankungen werden ambulant erworben, d. h. im privaten bzw. beruflichen Umfeld.¹ Die von 2016–2020 durchgeführte LeTriWa-Studie (Legionellen in der Trinkwasser-Installation) ergab, dass sich die meisten Fälle von ambulant erworbener Legionärskrankheit (AE-LK), bei denen eine Evidenz für die Zuschreibung einer Infektionsquelle vorlag, über häusliches Trinkwasser angesteckt hatten.^{2,3} Ob dabei eine Assoziation mit zu niedriger Warmwassertemperatur besteht, ist unklar.

Die TrinkwV regelt die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch und sieht als Schutz eine Untersuchungspflicht auf Legionellen für gewerblich (Vermietung) oder öffentlich genutzte Anlagen zur Trinkwassererwärmung vor.⁴ Unter die Untersuchungspflicht fallen große Anlagen mit einem Warmwasserspeichervolumen von mehr als 400 Litern oder einem Rohrvolumen von mehr als 3 Litern in mindestens einer Rohrleitung zwischen Abgang des Trinkwassererwärmers und der entferntesten Entnahmestelle. Dazu können z. B. größere Mehrfamilienhäuser, Hotels oder Altenpflegeheime zählen. Ein- und Zweifamilienhäuser sind explizit von der TrinkwV und der Untersuchungspflicht ausgenommen.⁴ Die TrinkwV verweist zudem auf die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der

Technik, wobei insbesondere das Arbeitsblatt W551 des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) zu beachten ist.⁵ Das DVGW-Arbeitsblatt legt für den Betrieb einer TWI eine Temperatur am Abgang der Warmwasserleitung vom Warmwasserspeicher von 60°C fest. Einmal am Tag soll der gesamte Inhalt des Warmwasserspeichers auf 60°C erhitzt werden. Darüber hinaus soll die Temperatur an keiner Stelle der Warmwasserverteilung unter 55°C absinken (sogenannte 5 Kelvin-(5K)-Regel).

Bei untersuchungspflichtigen Anlagen wird die Temperatur zentral am Trinkwassererwärmer eingestellt und das Wasser in einem Kreissystem („Zirkulation“) durch das Haus gepumpt. Im Gegensatz dazu wird in vielen Haushalten das Trinkwasser von sogenannten dezentralen Trinkwassersystemen erwärmt, z. B. über Durchlauferhitzer oder Gastherme. Diese Trinkwassersysteme unterliegen nicht der TrinkwV.

Für die Einstellung der Trinkwassertemperatur können daher zwei Gruppen von Verantwortlichen unterschieden werden: zum einen die Betreiber von untersuchungspflichtigen Anlagen und zum anderen die Bewohnenden von Ein- bzw. Zweifamilienhäusern und von Wohnungen, deren Trinkwasser dezentral über Durchlauferhitzer oder Gastherme erwärmt wird.

Im Kontext der politischen Reaktionen nach Beginn des Krieges in der Ukraine am 24.2.2022 ging auch der Öl- und Gasimport aus Russland zurück, so dass die Energiepreise in kurzer Zeit stark anstiegen. Da für Heizung und warmes Wasser etwa 80% der Energiekosten aufgewendet werden,⁶ rückten auch die Energiekosten für Warmwasser in den Fokus. Das Umweltbundesamt (UBA) gab eine Reihe von Empfehlungen zur Senkung der Kosten für warmes Wasser, wie z. B. die Installation wassersparender Armaturen oder die bedarfsadaptierte Nutzung von Warmwasser. Das UBA wies jedoch auch darauf hin, dass weiterhin eine Mindesttemperatur von 60°C am Austritt des Trinkwassererwärmers (am sogenannten Warmwasservorlauf [WWVL]) bzw. von 55°C im gesamten Leitungssystem eingehalten werden sollte, um ein vermehrtes Legionellenwachstum in der TWI zu vermeiden.⁷ Unklar ist, ob überhaupt bzw. wie häufig und wie lange die Betrei-

ber von untersuchungspflichtigen Anlagen bzw. die Haushalte die Temperatur des Trinkwassers senkten, um Energie zu sparen. Es bestand die Befürchtung, dass eine Senkung der Trinkwassertemperatur auf ein Niveau, welches das Legionellenwachstum fördert, auch zu einem relevanten Anstieg von Fällen von Legionärskrankheit führen könnte.

Im Jahr 2023 führten wir deshalb in Kooperation mit dem UBA das TESLI-Projekt durch. Ziel war es zu ermitteln, ob und wenn ja, in welchem Ausmaß Trinkwassertemperaturen im Jahr 2022 gesenkt wurden. Sekundäres Ziel der Untersuchung war die Beantwortung der Frage, ob durchschnittliche Trinkwassertemperaturen (bzw. deren Senkung) mit der Häufigkeit des Auftretens von Legionärskrankheit in Zusammenhang stehen bzw. ob eine höher als zu erwartende Inzidenz festzustellen ist.

Methoden

Erhebung zu Trinkwassertemperaturen

Wegen der unterschiedlichen Verantwortlichkeiten bei der Einstellung von Trinkwassertemperaturen wurden zwei Ansätze gewählt.

Ansatz 1 (Labordaten von untersuchungspflichtigen TWI): Kommerziell genutzte Anlagen müssen gemäß TrinkwV regelmäßig auf ihre Legionellenkonzentration beprobt werden, wobei öffentlich genutzte TWI (z. B. in Schwimmbädern oder Altenpflegeheimen) jedes Jahr und gewerblich genutzte TWI (z. B. in Wohngebäuden) alle drei Jahre im Rahmen einer orientierenden Untersuchung beprobt werden müssen. Bei diesem Anlass sind auch Messungen der Wassertemperatur vorgeschrieben. Die Betreiber geben die Beprobung ihrer TWI sowie die Untersuchung der Proben auf Legionellen bei entsprechendem akkreditierten Laboren in Auftrag. Daher kontaktierten wir große Labore, die bestenfalls überregional Aufträge zur Probenahme entgegennehmen und Daten zu folgenden Parametern zur Verfügung stellen konnten:

- ▶ anonymisierte Identifikationsnummer (ID) der TWI
- ▶ regionale Zuordnung (Bundesland, Landkreis oder Postleitzahl [PLZ])

- ▶ Gebäudetyp (z. B. Wohngebäude, Hotel, Krankenhaus)
- ▶ Datum der Probenahme
- ▶ Anlass der Untersuchung (z. B. orientierende Untersuchung, Nachuntersuchung)
- ▶ Stockwerk der Probenahme
- ▶ Probenahmestelle (am Trinkwassererwärmer oder peripher)
- ▶ Art der Probenahme (Zweck c [Abnahme ohne vorherigen Wasserablauf], Zweck b [Abnahme mit vorherigem Wasserablauf])
- ▶ Art der Probe (Warmwasser, Kaltwasser)
- ▶ die sofort (*ad-hoc*) gemessene Wassertemperatur
- ▶ die nach längerem Ablauf gemessene (konstante) Wassertemperatur
- ▶ Legionellenkonzentration gemessen in koloniebildenden Einheiten (KBE)/100 ml

Da die Warmwassertemperatur des Trinkwassers zentral am Trinkwassererwärmer eingestellt wird, war der Hauptparameter der Analyse die Wassertemperatur am WWVL, direkt nach Abgang vom Trinkwassererwärmer.

Für die Analysen verwendeten wir nur Proben von orientierenden Untersuchungen, die von TWI in Wohngebäuden (mit oder ohne Gewerbeanteil) oder Altenpflegeheimen stammten. Unter diesen schlossen wir orientierende Untersuchungen mit weniger als drei Proben aus, wobei eine Probe vom WWVL, eine von der Zirkulation und mindestens eine von der Peripherie stammen musste. Untersuchungen, bei denen mehr als eine Probe vom WWVL oder mehr als eine Zirkulationsprobe genommen wurde, wurden ausgeschlossen. Bei TWI mit mehreren orientierenden Untersuchungen schlossen wir diejenigen aus, die nicht im Abstand von 10–14 Monaten oder 33–39 Monaten genommen wurden. Wir wählten 10–14 Monate als eine Grenze, da öffentliche Anlagen jedes Jahr untersucht werden müssen, und 33–39 Monate als weitere Grenze, da gewerblich genutzte Anlagen alle 3 Jahre bzw. 36 Monate untersucht werden müssen. Ferner schlossen wir Zweck c-Proben sowie Kaltwasser- und Mischwasserproben aus der Analyse aus.

Ansatz 2 (Befragung unter Personen, die ihre Wassertemperatur selbst einstellen können): Da Bewoh-

nende von Ein- und Zweifamilienhäusern bzw. von Wohnungen mit dezentraler Trinkwassererwärmung nur selbst Auskunft geben können, ob sie die Trinkwassertemperatur im Jahr 2022 verändert haben, führten wir über das Markt- und Sozialforschungsinstitut USUMA GmbH eine repräsentative Telefonbefragung in der Bevölkerung durch. Dafür entwickelten wir einen standardisierten Fragebogen, mit dem u. a. erhoben wurde, in welcher Art von Haus die Person lebt und welche Art der TWI genutzt wird (z. B. zentraler Trinkwassererwärmer, Durchlauferhitzer, Gastherme), ob im Jahr 2022 bzw. Anfang 2023 die Temperatur des Trinkwassers am Trinkwassererwärmer gesenkt wurde und wenn ja, wie hoch die Temperatur vor und nach der Senkung war. Weiterhin wurde gefragt, ob andere Maßnahmen zur Energie- bzw. Wassereinsparung umgesetzt wurden, z. B. der Einbau einer wassersparenden Armatur. Zudem erhoben wir die Altersgruppe und das Geschlecht der interviewten Person sowie den höchsten Schulabschluss, die Haushaltsgröße und ob die Person Eigentümer/-in oder Mieter/-in ist. Auf räumlicher Ebene wurde außerdem die PLZ erfasst. Es wurden nur volljährige Personen interviewt, die in Deutschland wohnhaft waren, die in den vergangenen zwei Jahren (2022 oder 2023) nicht umgezogen waren und die Auskunft über die Einstellungen der Wassertemperatur geben konnten. Der Fragebogen wurde mit der Datenschutzbeauftragten des Robert Koch-Instituts (RKI) abgestimmt.

Da unbekannt ist, welcher Anteil der Bevölkerung die Wassertemperatur im Rahmen der Energiekrise herunterreguliert hat, wurde angenommen, dass dies bei 50 % der Bevölkerung der Fall ist. Diese Annahme ist am konservativsten und erfordert die größte Stichprobe. Angestrebt wurde ein 95 %-Konfidenzintervall (KI) von 3 %. Dafür wurden für die Haushalte mit dezentraler Anlage 1.066 Befragte benötigt. Zusätzlich wollten wir zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern (zentrale TWI, jedoch nichtuntersuchungspflichtig) und Mehrfamilienhäusern mit dezentraler TWI (d. h. mit Durchlauferhitzer oder Gastherme) unterscheiden, so dass wir insgesamt eine Stichprobengröße von etwa 2.000 Personen anstrebten.

Die telefonische Befragung erfolgte mittels eines programmierten, vollstrukturierten Fragebogens (CATI – *Computer Assisted Telephone Interview*). Für die Programmierung wurde die Marktforschungssoftware der Firma VOXCO Command Center™, Version 6.5.20220.10026, verwendet. Der Fragebogen durchlief vor dem Einsatz mehrere Qualitätssicherungsschleifen durch Mitarbeitende des RKI, um die Funktionalität zu testen. Zudem wurden die Interviewenden vorab von Mitarbeitenden des RKI und der Firma USUMA GmbH geschult. Ferner erfolgte ein Pretest, um den Fragebogen v. a. auf Verständlichkeit, Logik und Dauer der Befragung zu prüfen. Für die Stichprobenziehung wurde das Telefonstichprobensystem des Arbeitskreises Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e. V. (ADM) genutzt.⁸ Mittels eines *Dual Frame*-Ansatzes, der sowohl Festnetznummern als auch Mobilfunkdaten einbezieht, wurde eine bevölkerungsrepräsentative Stichprobe angestrebt.

Die Interviews fanden zwischen September und Dezember 2023 statt. Von den durchgeführten Befragungen schlossen wir 16 Interviews aus, da entweder Angaben zur TWI oder zur Art des Hauses fehlten oder weil die Personen schon vor 2022 die Trinkwassertemperatur gesenkt hatten.

Auswertung der Daten zur Trinkwassertemperatur und Korrelation mit der Inzidenz von Legionärskrankheit

Wir werteten die Daten zur Trinkwassertemperatur wie folgt aus:

- ▶ mittlere Temperatur am WWVL im zeitlichen Vorlauf (Ansatz 1, Labordaten),
- ▶ Änderung der Temperatur am WWVL bei TWI, bei denen sowohl ein Messergebnis aus den Jahren 2019–2021 als auch aus dem Jahr 2022 vorlag (Ansatz 1, Labordaten),
- ▶ Anteil der Haushalte mit heruntergestellter Temperatur, gesamt sowie stratifiziert nach Ein- und Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern (Ansatz 2, Befragung unter Personen, die ihre Wassertemperatur selbst einstellen können)

Da wir anhand der Zensusdaten von 2011 wissen, wie viele Personen in Deutschland in Ein- und Zweifamilienhäusern leben, konnten wir über den Anteil

der Haushalte mit heruntergestellter Temperatur hochrechnen, auf wie viele Personen bzw. Haushalte dies in Deutschland zutrifft. Die Hochrechnung haben wir zudem nach Bundesland gewichtet.

Wir korrelierten die Daten zur Trinkwassertemperatur mit der Inzidenz von AE-LK (einschließlich Fällen in Altenpflegeheimen; sogenanntes „ökologisches“ Studiendesign), indem wir:

- ▶ die durchschnittliche *ad-hoc* gemessene und konstante Temperatur am WWVL pro Bundesland mit der Inzidenz von AE-LK in einem Punktediagramm gegeneinander auftrugen (Ansatz 1, Labordaten).
- ▶ den Anteil der Haushalte mit heruntergestellter Temperatur pro Bundesland mit der Inzidenz von AE-LK in einem Punktediagramm darstellten (Ansatz 2, Befragung)

Zusätzlich projizierten wir für jedes Bundesland eine für 2022 „erwartete“ Inzidenz von AE-LK auf Grundlage des Trends aus den vergangenen 5 Jahren (2017–2021) und berechneten die tatsächlich eingetretene Abweichung davon. Sodann korrelierten wir die durchschnittliche Abweichung pro Bundesland mit der durchschnittlichen *ad-hoc* bzw. konstanten Temperatur am WWVL (aus Ansatz 1) sowie mit dem Anteil der Haushalte mit Temperatursenkung (aus Ansatz 2).

Ergebnisse

Labordaten zu untersuchungspflichtigen TWI (Ansatz 1)

Von sechs Laboren schlossen wir 48.447 orientierende Untersuchungen von 41.574 unterschiedlichen TWI in die Analyse ein (s. [Tab. 1](#)). Die Daten reichten von 2015–2023, wobei die Mehrheit der orientierenden Untersuchungen zwischen 2019 und 2023 stattfanden (s. [Abb. 1](#)). Zu den orientierenden Untersuchungen gab es insgesamt 274.171 Proben (durchschnittlich 5,7 Proben pro Untersuchung). Die Mehrheit der orientierenden Untersuchungen stammte von zwei Laboren (A und B). Die untersuchten TWI verteilten sich auf alle Bundesländer, wobei die Mehrheit aus Nordrhein-Westfalen (26%), Baden-Württemberg (19%) und Bayern (12%) stammte.

Labordaten	Labor A	Labor B	Labor C	Labor D	Labor E	Labor F	Gesamt (N)	Gesamt (%)
orientierende Untersuchungen								
Anzahl	32.065	12.641	2.846	411	282	202	48.447	NA
Anteil	66 %	26 %	5,9 %	0,9 %	0,6 %	0,4 %	NA	100 %
Anzahl untersuchter Trinkwasser-Installationen pro Bundesland								
Baden-Württemberg	6.509	1.202	140	0	0	0	7.851	19 %
Bayern	1.689	1.413	1.742	0	0	0	4.844	12 %
Berlin	192	502	5	0	0	0	699	1,7 %
Brandenburg	759	176	11	0	0	0	946	2,3 %
Bremen	835	19	0	0	0	0	854	2,1 %
Hamburg	1.764	113	4	0	0	0	1.881	4,5 %
Hessen	2.964	117	219	0	0	1	3.301	7,9 %
Mecklenburg-Vorpommern	1.018	143	1	0	0	0	1.162	2,8 %
Niedersachsen	2.336	1.213	7	0	0	0	3.556	8,6 %
Nordrhein-Westfalen	7.441	2.402	478	116	209	61	10.707	26 %
Reinland-Pfalz	373	5	8	12	0	0	398	1,0 %
Saarland	7	49	2	0	0	0	58	0,1 %
Sachsen	1.726	189	31	0	0	0	1.946	4,7 %
Sachsen-Anhalt	457	118	1	0	0	0	576	1,4 %
Schleswig-Holstein	2.282	25	2	0	0	0	2.309	5,6 %
Thüringen	470	7	9	0	0	0	486	1,2 %
Gesamt	30.822	7.693	2.660	128	209	62	41.574	100 %
Anzahl Proben je Probenahmestelle								
Warmwasservorlauf	32.065	12.641	2.846	411	282	202	48.447	18 %
Zirkulation	32.065	12.641	2.846	411	282	202	48.447	18 %
Peripherie*	117.970	46.593	10.132	1.010	1.073	499	177.277	64 %
Gesamt	182.100	71.875	15.824	1.832	1.637	903	274.171	100 %

Tab. 1 | Übersicht über die Anzahl der eingeschlossenen orientierenden Untersuchungen, Trinkwasser-Installationen und Proben, stratifiziert nach Labor (TESLI-Projekt, 2015–2023).

NA = nicht anwendbar

* Zur Peripherie wurden alle Proben gezählt, die nicht vom Warmwasservorlauf oder der Zirkulation stammen.

Durchschnittliche Wassertemperatur am WWVL und der Zirkulation

Die durchschnittliche konstante Temperatur am WWVL, also dem Abgang vom Trinkwassererwärmer, war zwischen 2015 und 2023 relativ stabil und lag zwischen 59–61°C (s. Abb. 1). Auch die konstante Temperatur an der Zirkulation war mit 55–57°C relativ stabil. Die mittleren Temperaturen unterschieden sich nicht wesentlich zwischen den Bundesländern (nicht dargestellt).

Änderung der Wassertemperaturen im Jahr 2022

Es gab insgesamt 3.008 TWI (7 % aller TWI), bei denen es eine orientierende Untersuchung zwischen 2019–2021 und eine orientierende Untersuchung ab 2022 gab. Unter diesen 3.008 TWI verglichen wir die zuletzt gemessene konstante Tempe-

ratur am WWVL vor 2022 mit der Temperatur ab 2022. Bei der Mehrheit der TWI (42 %) gab es zwischen beiden Messungen keine Temperaturänderung ($\pm 2^\circ\text{C}$ wegen Messunsicherheiten; s. Abb. 2). Bei 29 % der TWI war die Temperatur ab 2022 um mehr als 2°C erhöht und 29 % der TWI hatten ab 2022 eine um mehr als 2°C niedrigere Temperatur am WWVL. Die Anteile der TWI mit höherer bzw. niedrigerer Temperatur verteilten sich fast symmetrisch um die (mittlere) Gruppe ohne Änderung (s. Abb. 2).

Warmwassertemperatur und Legionellenpositivität

Sollte die Warmwassertemperatur mit der Häufigkeit des Auftretens von Legionärskrankheit assoziiert sein, so müsste die Kausalkette beinhalten, dass bei niedrigeren als den empfohlenen Warmwasser-

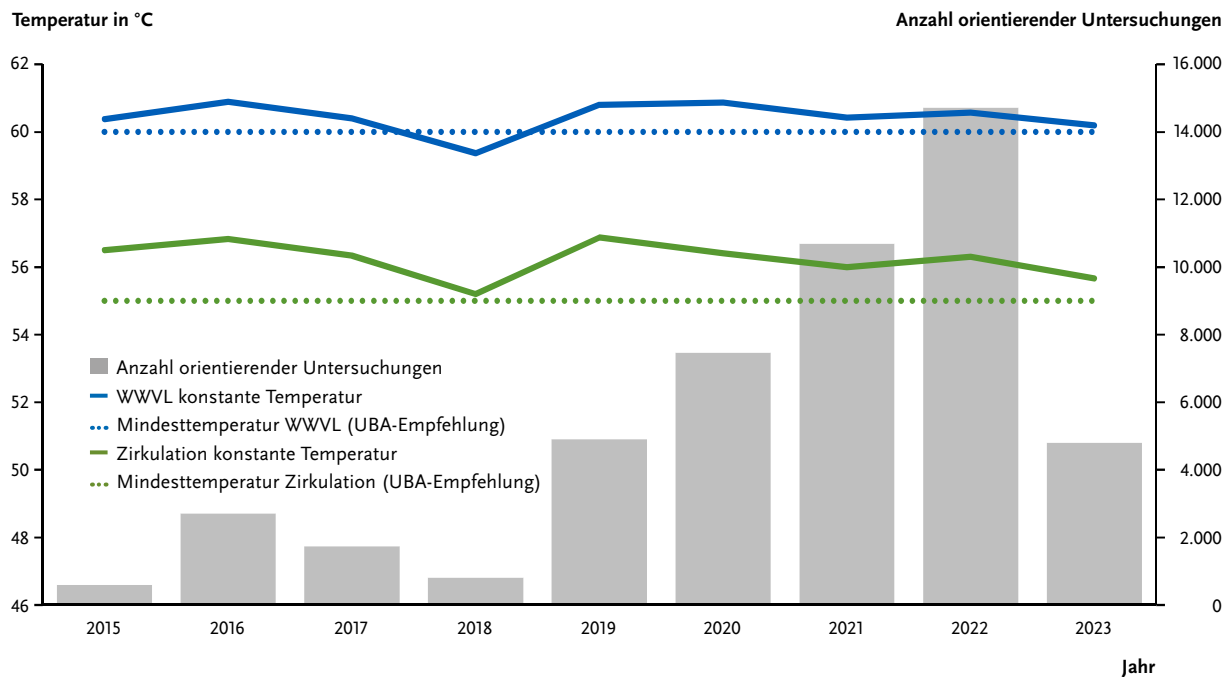


Abb. 1 | Durchschnittliche konstante Temperatur am Warmwasservorlauf (WWVL) und an der Zirkulation (linke y-Achse) sowie die Anzahl der orientierenden Untersuchungen (rechte y-Achse) im zeitlichen Verlauf, TESLI-Projekt 2015–2023 (Ansatz 1, Labordaten).
UBA = Umweltbundesamt

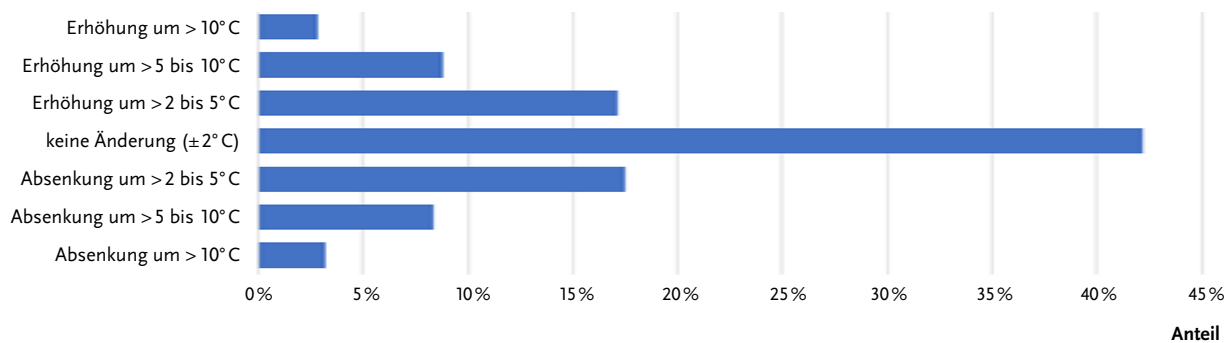


Abb. 2 | Vergleich der konstant gemessenen Temperatur am Warmwasservorlauf ab 2022 mit der Temperatur vor 2022 von Trinkwasser-Installationen mit zwei orientierenden Untersuchungen. TESLI-Projekt. Verglichen wurde die letzte Messung zwischen 2019 und 2021 mit der frühesten Messung ab 2022. Anzahl der eingeschlossenen Trinkwasser-Installationen: 3.008 (Ansatz 1, Labordaten).

temperaturen die Häufigkeit der Legionellenanwesenheit im Trinkwasser zunimmt. Daher haben wir für jede Probe die gemessene Wassertemperatur und die Legionellenanwesenheit miteinander in Beziehung gebracht.

Der Anteil Legionellen-positiver Proben war bei Proben mit konstant gemessener Warmwassertemperatur von mindestens 60°C sehr gering (s.

Abb. 3A). Bei darunter liegenden Temperaturen stieg der Anteil Legionellen-positiver Proben kontinuierlich an und erreichte bei ca. 40°C einen Höhepunkt zwischen 16 % und 25 % (je nach Probenahmestelle). Bei noch geringeren Temperaturen sank der Anteil positiver Proben wieder etwas ab. Der Anteil Legionellen-positiver Proben war dabei – unabhängig von der Temperatur – in der Peripherie (orangefarbene Linie) höher als am WWVL oder der

Zirkulation (dunkelblaue bzw. hellblaue Linie). Die schwarze Kurve zeigt ergänzend den Anteil aller Proben, bei denen die gemessene Legionellenkonzentration den technischen Maßnahmenwert (TMW) erreichte (TMW; ≥ 100 KBE/100 ml). Sie zeigt (nur auf einem etwas niedrigeren Niveau) denselben Verlauf wie die Kurven der Legionellenpositivität.

Insgesamt weisen die Proben am WWVL eine höhere konstante Temperatur und einen niedrigen Anteil an Legionellen-positiven Proben auf als an der Peripherie (s. Abb. 3B). Im Vergleich zum WWVL hatten die Proben aus der Peripherie im Mittel eine

um etwa 3°C niedrigere konstante Temperatur und waren mit 12 % häufiger Legionellen-positiv (am WWVL waren 3 % der Proben Legionellen-positiv). Die konstante Temperatur in der Zirkulation war wiederum etwas niedriger (etwa 4°C niedriger als am WWVL), hatte mit 4 % jedoch eine ähnlich hohe Legionellen-Positivität wie am WWVL.

Betrachtet man die *ad-hoc* gemessene Temperatur (hellblaue Linie in Abb. 3B), so zeigt sich, dass diese in Proben aus der Peripherie im Vergleich zum WWVL oder der Zirkulation deutlich abfällt.

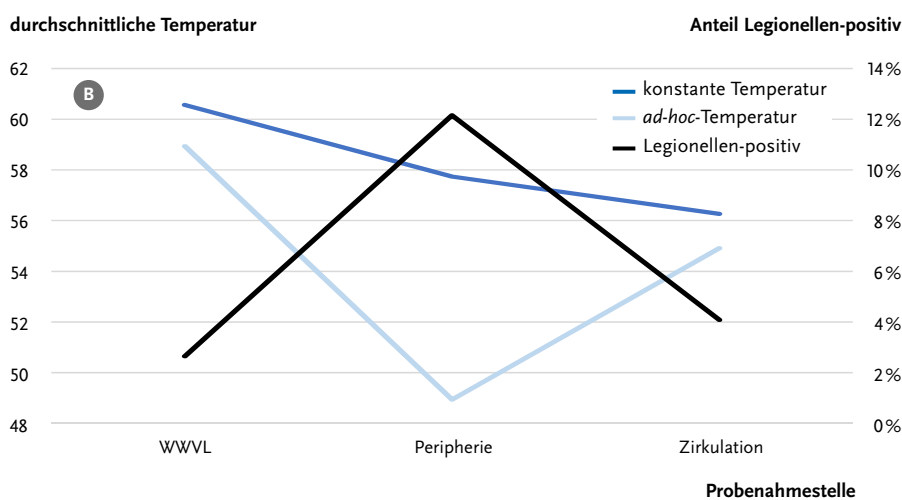
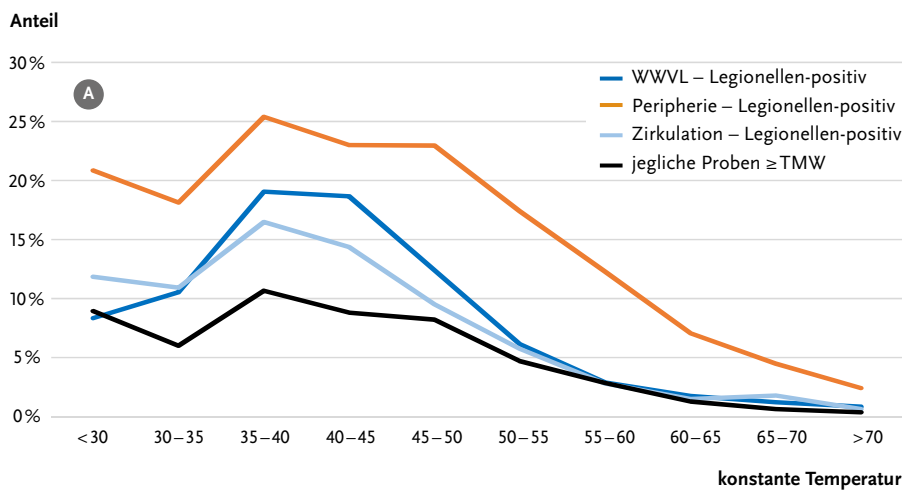


Abb. 3 | (A) Anteil Legionellen-positiver Proben pro Probenahmestelle und Anteil der Proben, die mindestens den technischen Maßnahmenwert (TMW) erreichten (≥ 100 KBE/100 ml), stratifiziert nach der konstant gemessenen Temperatur. (B) Durchschnittliche *ad-hoc* und konstant gemessene Temperatur (linke y-Achse) und Anteil Legionellen-positiver Proben (rechte y-Achse) pro Probenahmestelle. TESLI-Projekt, 2015–2023. WWVL = Warmwasservorlauf.

Befragung unter Personen, die ihre Wassertemperatur selbst einstellen können (Ansatz 2)

Es konnten insgesamt 1.989 Personen interviewt werden. Die Mehrheit der Befragten war männlich (57 %) und etwa die Hälfte (51 %) der Befragten gehörte zur Altersgruppe 50 bis 69 Jahre (s. Tab. 2). Es konnten Befragungen mit Personen aus allen

Bundesländern durchgeführt werden, die meisten in Nordrhein-Westfalen (22 %), gefolgt von Bayern (16 %) und Baden-Württemberg (13 %). Etwa 83 % der Befragten wohnten in Ein- oder Zweifamilienhäusern und 17 % wohnten in Mehrfamilienhäusern mit dezentraler Trinkwassererwärmung, wobei der Anteil der Personen aus Mehrfamilienhäusern in

Befragungsdaten	Ein-/Zweifamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Altersgruppe						
unter 50 Jahre	304	18 %	107	32 %	411	21 %
50 bis 69 Jahre	861	52 %	147	44 %	1.008	51 %
70 Jahre und älter	488	30 %	82	24 %	570	28 %
Höchster Schulabschluss						
Keinen Schulabschluss, Schule beendet ohne Abschluss oder noch Schüler/-in	4	0,2 %	0	0 %	4	0,2 %
Haupt-/Volksschulabschluss oder POS 8./9. Klasse oder Abschluss nach höchstens 7 Jahren Schulbesuch	200	12 %	54	16 %	254	13 %
Realschulabschluss oder Mittlere Reife oder POS 10. Klasse oder gleichwertiger Abschluss	468	29 %	77	23 %	545	28 %
Abitur oder fachgebundene Hochschulreife oder Fachhochschulreife	962	59 %	203	61 %	1.165	59 %
keine Angabe	19	NA	2	NA	21	NA
Bewohnertyp						
Eigentümer/-in	1.500	91 %	80	24 %	1.580	79 %
Mieter/-in	153	9,3 %	256	76 %	409	21 %
Haushaltsgröße						
Median (Spannweite)	2 (1–7)	NA	2 (1–6)	NA	2 (1–7)	NA
Bundesland						
Baden-Württemberg	220	13 %	30	8,9 %	250	13 %
Bayern	279	17 %	31	9,2 %	310	16 %
Berlin	38	2,3 %	51	15 %	89	4,5 %
Brandenburg	56	3,4 %	3	0,9 %	59	3,0 %
Bremen	17	1,0 %	3	0,9 %	20	1,0 %
Hamburg	19	1,1 %	23	6,8 %	42	2,1 %
Hessen	125	7,6 %	18	5,4 %	143	7,2 %
Mecklenburg-Vorpommern	32	1,9 %	5	1,5 %	37	1,9 %
Niedersachsen	173	10 %	25	7,4 %	198	10 %
Nordrhein-Westfalen	328	20 %	109	32 %	437	22 %
Reinland-Pfalz	88	5,3 %	9	2,7 %	97	4,9 %
Saarland	22	1,3 %	1	0,3 %	23	1,2 %
Sachsen	94	5,7 %	10	3,0 %	104	5,2 %
Sachsen-Anhalt	51	3,1 %	6	1,8 %	57	2,9 %
Schleswig-Holstein	65	3,9 %	7	2,1 %	72	3,6 %
Thüringen	46	2,8 %	5	1,5 %	51	2,6 %
Gesamt	1.653	83 %	336	17 %	1.989	100 %

Tab. 2 | Eckdaten zu den aus Ansatz 2 befragten Personen, die ihre Wassertemperatur selbst einstellen können, stratifiziert nach Ein-/Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern. TESLI-Projekt, 2023.

NA = nicht anwendbar; POS = Polytechnische Oberschule.

Berlin und Hamburg bei knapp über 50 % lag, während er in den anderen Bundesländern bei unter 25 % lag. Die Haushaltsgröße betrug im Median 2 Personen.

Anteil an Haushalten mit Temperatursenkung

Unter den 1.989 befragten Personen gaben 28 % an, ihre Trinkwassertemperatur im Jahr 2022 bzw. Anfang 2023 über eine längere Zeit (nicht nur bei Abwesenheit, z. B. während des Urlaubs) gesenkt zu haben. 72 % hatten ihre Trinkwassertemperatur nicht über längere Zeit gesenkt. Der Anteil der

Haushalte mit längerer Temperatursenkung war bei Bewohnenden von Ein- und Zweifamilienhäusern (27 %) bzw. Mehrfamilienhäusern (31 %) etwa gleich hoch (s. Abb. 4A). Unter denjenigen, die ihre Temperatur über eine längere Zeit gesenkt hatten, konnten 69 % (n=373) die genaue Temperatur vor und nach der Senkung angeben. Von diesen reduzierten 92 % (Ein- und Zweifamilienhäuser) bzw. 83 % (Mehrfamilienhäuser) ihre Temperatur um mehr als 2°C und 27 % bzw. 33 % gaben an, ihre Temperatur um mehr als 10°C gesenkt zu haben (s. Abb. 4B). Bei 70 % der Personen, die die Temperatur gesenkt

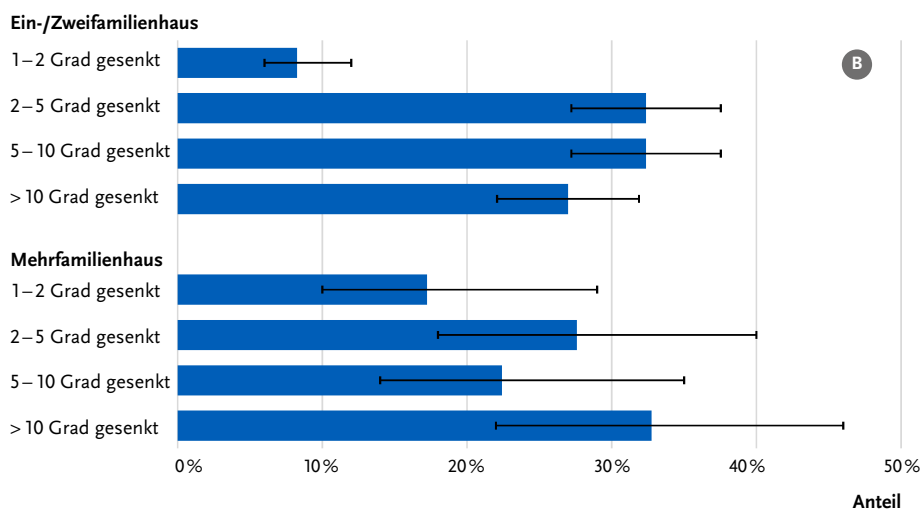
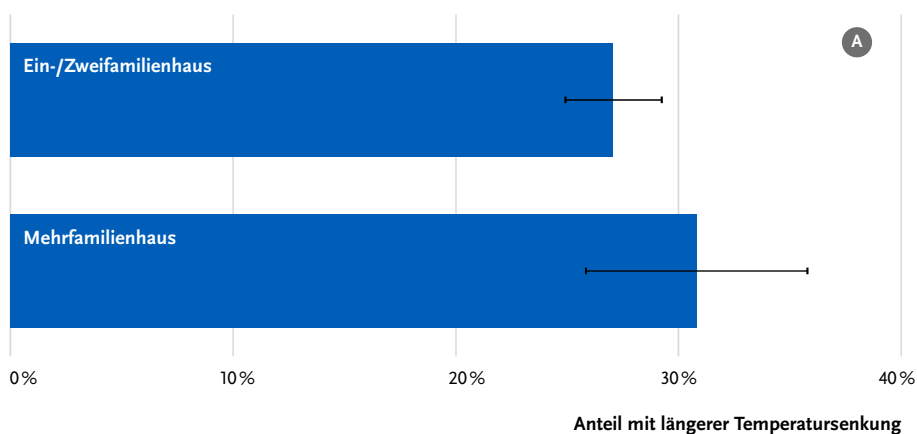


Abb. 4 | (A) Anteil der Haushalte, die ihre Trinkwassertemperatur im Jahr 2022 bzw. Anfang 2023 über eine längere Zeit (nicht nur bei Abwesenheiten, z. B. Urlaub) gesenkt haben, stratifiziert nach Bewohnenden von Ein-/Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern. (B) Temperaturdifferenz nach der Senkung unter denjenigen, die ihre Temperatur gesenkt haben und genaue Angaben zur Gradzahl geben konnten (n=373), in verschiedenen Kategorien und stratifiziert nach Bewohnenden von Ein-/Zweifamilienhäusern (n=315) und Mehrfamilienhäusern (n=58). In (A) und (B) ist zudem das 95%-Konfidenzintervall angegeben. Ergebnis aus der Befragung (TESLI-Projekt, 2023) unter Personen, die ihre Trinkwassertemperatur selbst einstellen konnten (Ansatz 2, Umfrage).

hatten und eine Angabe zur absoluten Temperatureinstellung machen konnten, lag die Temperatur ab 2022 bei unter 55°C. Von diesen lag schon bei 42 % die eingestellte Trinkwassertemperatur vor dem Energiepreisanstieg unter 55°C.

Nach den Zensusdaten von 2011 leben in Deutschland etwa 41,5 Millionen Personen in Ein- oder Zweifamilienhäusern. Bei einem Anteil von 27 % an Haushalten mit Temperatursenkung wurde die Trinkwassertemperatur bei hochgerechnet etwa 11,5 Millionen Personen über längere Zeit gesenkt. Da die Anzahl der in Mehrfamilienhäusern mit dezentraler TWI wohnenden Personen unbekannt ist, konnte für diese Gruppe keine Hochrechnung vorgenommen werden.

Weitere Maßnahmen des Energie- und Wassersparens

Insgesamt gaben etwa 68 % der Befragten an, im Rahmen der Energiekrise im Jahr 2022 bzw. Anfang 2023 energie- bzw. wassereinsparende Maßnahmen unterschiedlichster Art umgesetzt zu haben. Neben der Senkung der Trinkwassertemperatur war beispielsweise auch der Einbau von wassersparenden Armaturen eine mögliche Maßnahme. In der Befragung gaben 15 % (Ein-/Zweifamilienhaus) bzw. 14 % (Mehrfamilienhaus) der Personen an, dass sie sich eine wassersparende Armatur neu eingebaut hatten, 48 % bzw. 34 % hatten bereits vor 2022 eine wassersparende Armatur und 37 % bzw. 52 % hatten keine. Würde man den Anteil für Ein- und Zweifamilienhäuser auf die Bevölkerung hochrechnen, dann hatten etwa 20 Millionen Personen in Ein- und Zweifamilienhäusern bereits vor 2022 eine wassersparende Armatur und etwa 6,3 Millionen Personen haben sich im Jahr 2022 bzw. Anfang 2023 eine wassersparende Armatur neu eingebaut.

Zu den weiteren Maßnahmen, die von den Befragten genannt wurden, zählten z. B. die Reduzierung des Warmwasserverbrauchs (z. B. weniger duschen, kälter duschen, auswärts duschen, duschen anstatt baden, Händewaschen mit Kaltwasser, niedrigere Temperatur beim Wäschewaschen), die Anschaffung wassersparender/energieeffizienter Geräte (Solarthermie) oder die temporäre Unterbrechung der Warmwasserzeugung, z. B. über eine Zeitschaltuhr oder während urlaubsbedingter Abwesenheit.

Korrelation der Trinkwassertemperatur/-senkung mit der Inzidenz von AE-LK

Die Gegenüberstellung der mittleren Temperatur am WWVL und der Inzidenz von AE-LK im Jahr 2022 zeigt auf Bundeslandebene keinen Zusammenhang, weder für die sofort gemessene (*ad-hoc*) Temperatur noch für die konstante Temperatur (s. Abb. 5A). Ebenso ist zwischen dem Anteil der Haushalte mit einer längeren Temperatursenkung und der AE-LK-Inzidenz im Jahr 2022 kein Zusammenhang zu erkennen (s. Abb. 5B).

Wir verglichen zudem die für das Jahr 2022 projizierte Inzidenz (auf Basis des Trends von 2017–2021) mit der tatsächlichen pro Bundesland gemessenen Inzidenz und korrelierten die Werte mit der mittleren *ad-hoc* gemessenen und konstanten Temperatur am WWVL sowie mit dem Anteil der Haushalte mit Temperatursenkung. Auch hier konnte nicht festgestellt werden, dass eine niedrigere Temperatur mit einer Inzidenzerhöhung in Verbindung steht (nicht dargestellt).

Diskussion

Auf Basis der Labordaten zu untersuchungspflichtigen TWI, bei denen die Temperatur zentral am Trinkwassererwärmer eingestellt wird, konnten wir im Jahr 2022 im Vergleich zu den Vorjahren keine Temperaturveränderung am WWVL feststellen. Die Befragung unter Personen in Ein- und Zweifamilienhäusern bzw. Mehrfamilienhäusern mit dezentraler Anlage, d. h. unter den Personen, die ihre Trinkwassertemperatur selbst einstellen können, ergab, dass etwa ein Viertel der Haushalte ihre Trinkwassertemperatur über eine längere Zeit senkten. Fast ein Drittel davon senkten die Temperatur um mehr als 10°C. Bei etwa zwei Drittel lag die Temperatur nach der Senkung bei unter 55°C. Wir konnten jedoch weder in der Korrelation der Durchschnittstemperatur am WWVL mit der Inzidenz der Legionärskrankheit pro Bundesland noch über den Anteil der Haushalte mit längerer Temperatursenkung mit der Inzidenz der Legionärskrankheit pro Bundesland einen Zusammenhang feststellen.

Bei untersuchungspflichtigen Anlagen hatte das UBA empfohlen, eine Mindesttemperatur von 55°C im Leitungssystem einzuhalten, um das Wachstum

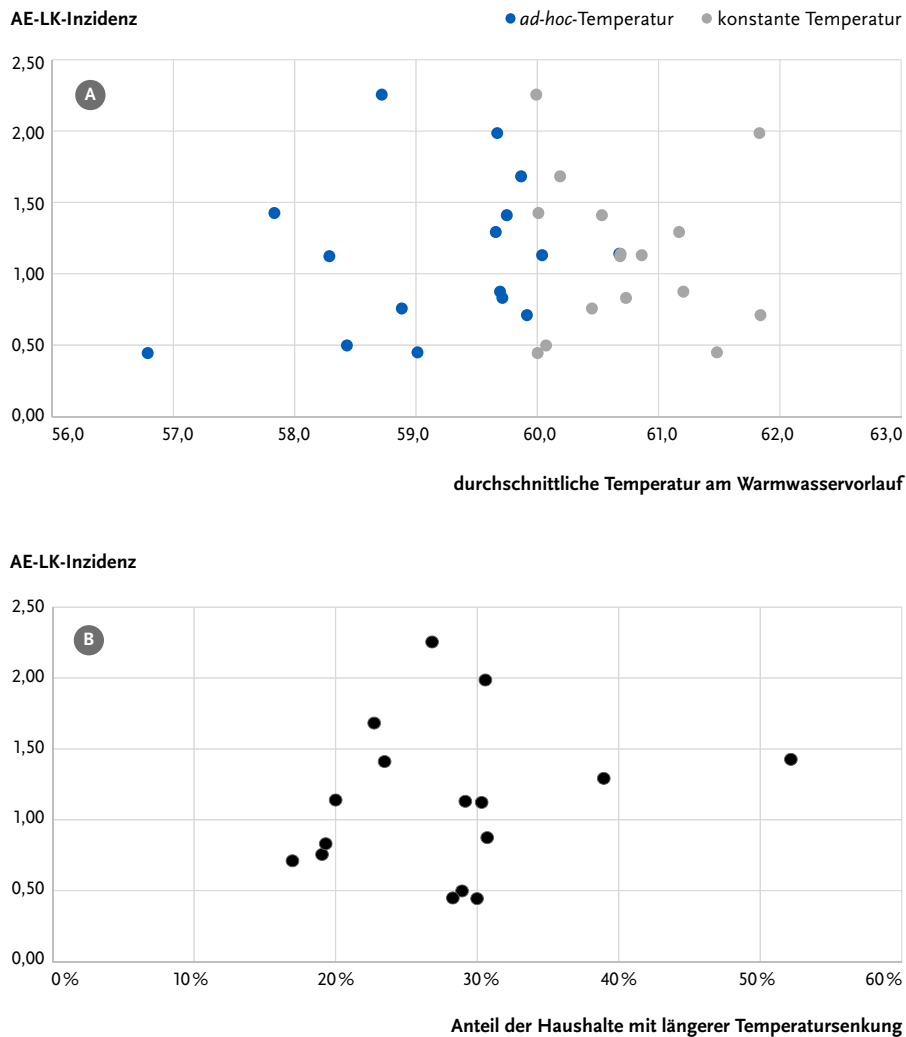


Abb. 5 | (A) Durchschnittliche *ad-hoc* gemessene (blaue Punkte) und konstante (graue Punkte) Temperatur am Warmwasservorlauf (x-Achse) der Werte je Bundesland sowie die Inzidenz von ambulant erworbenen Fällen von Legionärskrankheit (AE-LK; y-Achse) pro Bundesland im Jahr 2022. (B) Anteil der Haushalte je Bundesland, die im Jahr 2022 bzw. Anfang 2023 über eine längere Zeit ihre Trinkwassertemperatur gesenkt haben (x-Achse), sowie die Inzidenz von AE-LK (y-Achse) pro Bundesland im Jahr 2022 (TESLI-Projekt).

von Legionellen wirksam zu minimieren.⁷ Obwohl viele Betreiber eine Senkung der Temperatur in Erwägung gezogen hatten (Fabian Viehrig, GdW Bundesverband, persönliche Kommunikation), konnte letztlich auf Grundlage der von uns analysierten Daten keine signifikante Änderung (Absenkung) in der durchschnittlichen Warmwassertemperatur festgestellt werden. Dies spricht dafür, dass sich die meisten Betreiber an die Empfehlung des UBA gehalten und eine Mindesttemperatur von 55°C im Gesamtsystem aufrechterhalten haben. Anhand der analysierten Daten kann jedoch festgestellt werden, dass die Temperatur von 55°C nur dann verlässlich ein-

gehalten wird, wenn die Temperatur nach Einstellung einer Konstanz gemessen wird, in den *ad-hoc* gemessenen Temperaturen (direkt nach Öffnen der Zapfstelle) wird sie zumindest in der Peripherie im Durchschnitt deutlich unterschritten.

Auffällig war der Befund, dass sich die Anteile der TWI, bei denen eine Temperaturerhöhung bzw. -senkung festgestellt wurde, sehr symmetrisch um den Neutralpunkt herum verteilten (s. Abb. 2). Eine derartige Verteilung wäre vereinbar mit eher zufälligen Abweichungen. Da die Wassertemperatur selbst im WWVL recht exakt und bis auf Zehntel-

grad genau der Temperatur entspricht, die eingestellt ist, könnte eine solche Verteilung durch Verwendung unterschiedlicher Messtechniken zustande kommen. Auch das verzögerte Anspringen des Trinkwassererwärmers bei Unterschreiten der Solltemperatur („Regelhysterese“) könnte hierbei eine Rolle spielen.

Dass die Haushalte, die ihre Trinkwassertemperatur selbst einstellen konnten, auch bereit waren, diese zu senken, zeigen die Daten aus der Bevölkerungsbefragung. Etwa ein Viertel der Haushalte in Ein- und Zweifamilienhäusern senkten ihre Warmwassertemperatur über eine längere Zeit, dies entspricht rund 11,5 Millionen in Ein- und Zweifamilienhäusern lebenden Personen. Hinzu würde noch die Anzahl der Personen kommen, die in Mehrfamilienhäusern wohnen und die Wassertemperatur selbst einstellen können (Bevölkerungsdaten liegen zu dieser Gruppe für eine Hochrechnung nicht vor). In derselben Zeit waren auch andere Länder Europas von der Energiekrise und gestiegenen Energiepreisen betroffen, z. B. ergriffen 31 % der Briten eine oder mehrere Maßnahmen, um den Warmwasserverbrauch einzuschränken, wie etwa das Händewaschen mit kaltem Wasser, selteneres oder kürzeres Duschen.⁹ In dieser Umfrage wurde jedoch nicht abgefragt, ob auch die systemische Wassertemperatur gesenkt wurde. Fast 80 % der Haushalte in Deutschland reduzierten ihre Innenraumtemperatur im Durchschnitt um 0,8°C, mehr als in Bulgarien (-0,28°C) oder Spanien (-0,29°C), aber weniger als in Belgien oder den Niederlanden (beide -0,99°C).⁶

Letztlich korrelierte weder die pro Bundesland gemittelte Temperatur am WWVL noch der Anteil der Haushalte mit Temperatursenkung mit der Inzidenz von AE-LK pro Bundesland (s. [Abb. 5A](#) und [5B](#)). Um die Analyse nicht nur auf die absolute Inzidenz im Jahr 2022 zu beziehen, sondern auch die Veränderung im Vergleich zu den Vorjahren zu berücksichtigen, untersuchten wir, ob bzw. inwieweit die auf Basis der Daten aus den Jahren 2017–2021 projizierte Inzidenz der Legionärskrankheit für das Jahr 2022 mit der tatsächlich aufgetretenen Inzidenz von Legionärskrankheit übereinstimmte bzw. abwich und ob diese Abweichung mit einem der Temperaturindikatoren korrelierte. So könnte

man z. B. annehmen, dass die erwartete (projizierte) Inzidenz niedriger ist als die tatsächlich beobachtete, falls der Anteil der Haushalte mit Temperatursenkung zu einem Anstieg der Inzidenz von Legionärskrankheit geführt hätte. In einer solchen Analyse müsste die Abweichung vom erwarteten Wert umso größer (oberhalb von Null) sein, je mehr Haushalte ihre Temperatur gesenkt hatten. Allerdings war auch bei dieser Auswertung keine Assoziation erkennbar. Schließlich haben wir in diesem Kontext auch nur den Parameter Temperatur untersucht, theoretisch könnten auch andere Faktoren, wie z. B. das Vorhandensein von Totleitungen oder nicht genutzten Wohnungen, eine Rolle spielen, die hier nicht Gegenstand der Untersuchung waren.

Prinzipiell ist die Assoziation der Trinkwassertemperatur mit dem Auftreten von Legionellen sehr schwer zu untersuchen. Da experimentelle Ansätze (randomisiert kontrollierte Studie) nicht möglich sind, muss auf Beobachtungsstudien zurückgegriffen werden. Innerhalb dieser wäre der epidemiologisch höherwertigere Ansatz eine Kohortenstudie, in der viele tausende TWI mit verschiedenen konstant gehaltenen Temperaturen und am besten gleichen sonstigen Randbedingungen über eine längere Zeit verfolgt werden, so dass temperaturstratifizierte Inzidenzen von ggf. auftretenden Fällen von Legionärskrankheit gemessen werden könnten. So eine Studie ist aber faktisch nicht umsetzbar. Eine andere Art der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Auftreten von AE-LK und Risikofaktoren, wie z. B. der Legionellenkonzentration oder Temperatur des Trinkwassers, ist eine Fall-Kontroll-Studie. Eine schon ältere amerikanische Studie stellte fest, dass die Temperatur am Wassererwärmer bei Fallpersonen etwas niedriger war als bei Kontrollpersonen, der Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant.¹⁰ Die Warmwassertemperaturen an der Spüle in den Küchen waren vergleichbar.¹⁰ Der Zusammenhang wurde auch im Rahmen der LeTriWa-Studie untersucht. Dabei ergab sich bei untersuchungspflichtigen Anlagen eine gewisse Tendenz im Sinne eines höheren Chancenverhältnisses (Odds Ratio, OR) bei mittleren, „warmen“ *ad-hoc*-Temperaturen und niedrigere OR bei kalten ($\leq 25^\circ\text{C}$) und heißen ($> 55^\circ\text{C}$) *ad-hoc*-Temperaturen, aber keine signifikante Assoziation (nicht publiziert). Da sich die Temperatur auf die Legionellenkonzentration

tration auswirken müsste, wurde auch der Zusammenhang des Auftretens von AE-LK mit dem Legionellenachweis im Trinkwasser¹⁰ bzw. der Legionellenkonzentration analysiert (LeTriWa). Weder in der amerikanischen noch in der LeTriWa-Studie konnte ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Es gab in der LeTriWa-Studie jedoch eine hoch signifikante Assoziation mit der Anwesenheit bestimmter virulenter (sogenannter MAb 3/1-positiver) Legionellenstämme im Trinkwasser.³ Wegen der außergewöhnlichen Randbedingungen im Rahmen der Energiekrise hatte sich nun die Möglichkeit ergeben, über einen dritten Ansatz, d. h. über Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien hinaus die Assoziation von Trinkwassertemperatur und Inzidenz von AE-LK zu untersuchen. Dieser Ansatz war eine sogenannte „ökologische Analyse“, d. h. er beruhte nicht auf Einzelfallbeobachtungen, wie sie bei einer Kohorten- oder Fall-Kontroll-Studie möglich sind. Hier wurden nur die durchschnittliche Trinkwassertemperatur und die Inzidenz der AE-LK aggregiert miteinander in Beziehung gebracht. Wenngleich die epidemiologische Aussagekraft nicht hoch ist, so konnte auch hier kein Zusammenhang von Trinkwassertemperatur und AE-LK-Inzidenz beobachtet werden.

Als Limitation unserer Untersuchung ist zu nennen, dass die festgestellten Temperaturen möglicherweise dadurch verzerrt sind, dass die regelmäßig durchgeführten orientierenden Untersuchungen beim Betreiber angekündigt sind, so dass diese die Möglichkeit haben, vor der Beprobung die Temperatur zu erhöhen. Aus anekdotischen Berichten ist eine solche Vorgehensweise bekannt. Bei der Bevölkerungsbefragung aus Ansatz 2 ist als Limitation zu nennen, dass telefonische Interviews anfällig für sozial erwünschtes Antwortverhalten sind und somit zu einer Über- bzw. Unterschätzung der tatsächlichen Prävalenzen führen können. Bei Telefonbefragungen zeigt sich zudem, dass Personen mit einer niedrigeren Bildung seltener bereit sind, an der Studie teilzunehmen als Personen mit höherer Bildung. Dies kann dazu führen, dass eine Verzerrung durch die systematische Nichtteilnahme verschiedener Populationsgruppen entsteht. Des Weiteren haben wir in der Befragung nur abgefragt, ob die Personen ihre Trinkwassertemperatur gesenkt haben. Bei den 72 % ohne Temperatursenkung kön-

nen sowohl Haushalte dabei sein, die ihre Temperatur nicht verstellten, als auch Haushalte, die ihre Temperatur erhöht haben.

Als Fazit konnten wir bei untersuchungspflichtigen TWI (mit zentraler Versorgung, Warmwassertemperatur nicht selbst einstellbar) nicht im Mittel und auch nicht in einzelnen Bundesländern eine relevante Temperatursenkung im Krisenjahr 2022 feststellen, jedoch haben etwa ein Viertel der Personen, die ihre Warmwassertemperatur selbst einstellen konnten, diese über längere Zeit verringert. Wir konnten darüber hinaus keinen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Temperaturindikatoren und der Inzidenz von Legionärskrankheit identifizieren, die epidemiologische Aussagekraft dieses fehlenden Zusammenhangs ist jedoch begrenzt.

Literatur

- 1 Brodhun B, Buchholz U (2021) Epidemiologie der Legionärskrankheit in Deutschland – Entwicklungen in den Jahren 2010 bis 2020. *Epid Bull* 2021;42:3-17
- 2 Buchholz U, Jahn HJ, Brodhun B et al. (2020) Source attribution of community-acquired cases of Legionnaires' disease-results from the German LeTriWa study; Berlin, 2016-2019. *PLoS One* 15:e0241724
- 3 Lehfeld A-S, Buchholz U, Jahn H et al. (2022) 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
- 4 Bundesministerium für Gesundheit (2023) Trinkwasserverordnung und Legionellen. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/T/Trinkwasserverordnung/Stammtext_TrinkwV_und_Legionellen.pdf (Stand: 23.04.2024)
- 5 Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs DVGW-Arbeitsblatt W 551 (04/2006): Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums (zu beziehen über Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Postfach 14 01 51, 53056 Bonn)
- 6 Clean Energy Wire (2023) 80 percent of German households lowered heating this winter – report. zugegriffen am: 14.07.2024; verfügbar unter: <https://www.cleanenergywire.org/news/80-percent-german-households-lowered-heating-winter-report>
- 7 Umweltbundesamt Warmwasser – Unsere Tipps. <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/haushalt-wohnen/warmwasser#unser-tipps> (Stand: 10.05.2024)
- 8 von der Heyde C (2013) Das ADM-Stichprobensystem für Telefonbefragungen. https://www.gessgroup.de/wp-content/uploads/2016/09/Beschreibung-ADM-Telefonstichproben_DE-2013.pdf (Stand: 24.06.2024)
- 9 YouGov (2022) How are the public reducing their household energy use? zugegriffen am: 14.07.2024; verfügbar unter: <https://yougov.co.uk/economy/articles/44257-how-are-public-reducing-their-household-energy-use>
- 10 Straus WL, Plouffe JF, File TM, Jr. et al. (1996) Risk factors for domestic acquisition of legionnaires disease. Ohio legionnaires Disease Group. *Archives of internal medicine* 156(15):1685-1692

Autorinnen und Autoren

^{a)} Ann-Sophie Lehfeld | ^{a)} Bonita Brodhun |
^{b)} Anja Müller | ^{c)} Benedikt Schaefer | ^{c)} Christina Förster |
^{a)} Udo Buchholz

^{a)} Robert Koch-Institut, Abt. 3 Infektionsepidemiologie
^{b)} Robert Koch-Institut, Abt. 2 Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring
^{c)} Umweltbundesamt, Fachgebiet II 3.5, Bad Elster

Korrespondenz: BuchholzU@rki.de

Vorgeschlagene Zitierweise

Lehfeld AS, Brodhun B, Müller A, Schaefer B, Förster C, Buchholz U: Energiepreisanstieg 2022, Trinkwassertemperatursenkung und Legionellose-Inzidenz – sind Zusammenhänge erkennbar?

Epid Bull 2024;33:3-16 | DOI 10.25646/12482

Interessenkonflikt

Alle Autorinnen und Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Matthias Wetzstein und Melanie Krugmann für die konstruktive Zusammenarbeit und den Survey-Befragten für Ihre Teilnahme. Wir möchten uns auch bei den Laboren Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit der Universität Bonn, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut, domatec GmbH, IWA GmbH, Eurofins und WATERControl für die unkomplizierte Kooperation und Bereitstellung der Daten bedanken und schließlich auch bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Firma USUMA für die sehr konstruktive und professionelle Zusammenarbeit sowie die hervorragende Durchführung der Umfrage.