Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Gesundheit BAG
Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV

Empfehlungen zu Legionellen und Legionellose

Modul 11
Hausinstallationen: Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung

Um die Bildung von Legionellen in der Hausinstallation zu verhindern, müssen Massnahmen zur Gewährleistung der Wasserhygiene schon bei der Planung und beim Bau von Gebäuden berücksichtigt sowie im Betrieb und bei der Instandhaltung aufrechterhalten werden.

(weiterführende, betriebsspezifische Informationen siehe Module 12-15)

1 Einleitung	**4**
2 Praktische Anweisungen	**4**
3 Planung	**4**
3.1 Nutzungsvereinbarung	**4**
3.2 Hygienekonzept	**5**
3.3 Vermehrung von Legionellen	**5**
3.4 Faktor Wasserstagnation	**6**
3.5 Faktor Nahrungsangebot / Materialeigenschaften	**6**
3.6 Faktor Wassertemperaturen	**6**
3.7 Anzahl Entnahmestellen	**6**
3.8 Grundrissdisposition	**7**
3.9 Leitungsanordnung	**7**
3.10 Ausstossleitungen	**7**
3.11 Versorgungsschächte	**8**
3.12 Wassererwärmer	**8**
3.12.1 Warmwasserversorgung mit Photovoltaikanlagen	8
3.13 Vorwärmsysteme	**8**
3.13.1 Trinkwasser-Vorwärmvolumen für Solarthermie mit hohem solaren Deckungsgrad	8
3.13.2 Trinkwasser-Vorwärmvolumen mit Temperaturen unter 50 °C	9
3.14 Mischventile zur Temperaturbegrenzung	**9**
3.15 Warmgehaltene Leitungen	**9**
3.15.1 Warmwasserzirkulation	9
3.15.2 Warmhaltebänder	10
3.16 Speicherdimensionierung	**10**
3.17 Wärmedämmung	10
3.18 Automatische Spüleinrichtung (Hygienespülung)	10
3.19 Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate	10
3.20 Betriebssicherheit	11

3.21 Bei Gebäudeerneuerungen speziell beachten	11
4 Bau	**12**
4.1 Qualitätssicherung auf der Baustelle	**12**
4.2 Installation	**12**
4.2.1 Produktewahl (siehe SVGW-Richtlinie W3/E3)	12
4.2.2 Produktelieferung (siehe SVGW-Richtlinie W3/E3)	12
4.2.3 Materialtransport und Lagerung (siehe SVGW-Richtlinie W3/E3)	12
4.2.4 Hygiene auf der Baustelle	12
4.2.5 Arbeitsablauf auf der Baustelle	12
4.2.6 Montage	12
4.3 Inbetriebnahme	**12**
4.3.1 Druckprüfung	12
4.3.2 Erstbefüllung und Spülungen	13
4.3.3 Inbetriebnahme	13
4.3.4 Wiederinbetriebnahme	14
4.3.5 Mikrobiologische Untersuchung nach der Inbetriebnahme	14
4.3.6 Übergabe der Trinkwasserinstallation an die Eigentümerin oder den Betreiber	14
5 Betrieb	**14**
5.1 Bestimmungsgemässer Betrieb	**14**
5.2 Stagnation während des bestimmungsgemässen Betriebs	**15**
5.3 Betriebstemperaturen Kalt- und Warmwasser	**15**
5.4 Zirkulationsleitungen / Warmhaltebänder	**16**
5.5 Wassererwärmer	**16**
5.6 Vorwärmsysteme ohne Betriebswasserspeicher	**17**
5.7 Wärmeerzeuger	**17**
6 Instandhaltung	**17**
6.1 Armaturenaufsätze / Duschbrausen / Brauseschläuche	**17**
6.2 Wenig benutzte Entnahmestellen	**17**
6.3 Stillgelegte Anlageteile	**18**
6.4 Umbauten, Erweiterungen und Sanierungen	**18**
6.5 Hauseingangsfilter	**18**
6.6 Enthärtungsanlagen	**18**
6.7 Umkehrosmoseanlagen	**18**
6.8 Regulierarmaturen (SIA-Norm 385/1 und SVGW-Richtlinie W3/E3)	**18**
6.8.1 Automatische Spüleinrichtung	18
6.8.2 Zirkulationsventile	18
6.8.3 Zentrale thermostatische Mischer	19
6.9 Besondere Apparate	**19**
7 Referenzen	**20**

Version vom	Vorgängerversion	Änderung gegenüber Vorgängerversion
30.06.2026	Totalrevision 2018	Neufassung des Moduls (Totalrevision 2025)

1 Einleitung

Das übermässige Auftreten von Legionellen in der Hausinstallation (nachfolgend auch Gebäude-Trinkwasserinstallation oder Trinkwasserinstallation genannt) lässt sich am besten vermeiden, indem die Massnahmen zur Wasserhygiene bereits bei der Sanitärplanung optimal berücksichtigt werden. Dazu gehört, dass schon in einer frühen Phase des Projektes ein Hygienekonzept erarbeitet wird. Massgeblich sind gängige Normen und Regelwerke sowie Fachempfehlungen bezüglich Temperatur- und Leitungsführung, Dimensionierung, Wasserumsatz und Dämmung der kalt- und warmwasserführenden Anlageteile. Auch der sachgerechte Betrieb der Anlagen leistet einen wichtigen Beitrag zur Vorbeugung gegen Legionellenbildung. Dazu ist ein Konzept zur Selbstkontrolle anzuwenden. Generell sollten Faktoren, die zur Vermehrung von Legionellen führen in der gesamten Trinkwasserinstallation unterbunden werden. An Anlagen, die besonders stark aerosolbildend sind, müssen Kalt- und Warmwasser häufig genug bezogen werden. Dies gilt z. B. für Duschen oder WC-Spülungen. Wassererwärmungsanlagen und Armaturenaufsätze müssen regelmässig entkalkt werden. Vor Inbetriebnahme der Kalt- und Warmwasserinstallationen nach einer längeren Benutzungspause müssen diese gründlich gespült werden. Die geforderten Temperaturen müssen gewährleistet werden. All diese Massnahmen tragen dazu bei, dass die Installationen hygienisch intakt bleiben.

Nicht nur bei der Sanitärplanung für Neubauten, sondern auch bei Renovationen muss darauf geachtet werden, dass sich Legionellen nicht vermehren können. Oftmals ist es erheblich einfacher, Massnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität im Rahmen von anderweitigen Renovierungsarbeiten umzusetzen, als wenn sie nachträglich und ausserplanmässig vorgenommen werden müssen.

Wenn bei einer Überprüfung der Wasserqualität Legionellen in zu hoher Konzentration festgestellt werden, müssen die Mikroorganismen nach der technischen Optimierung der Trinkwasserinstallation häufig mit mechanischen, physikalischen und/oder chemischen Verfahren aus der kontaminierten Anlage entfernt werden. Mit weiterführenden Massnahmen ist die hygienische Wasserqualität nachhaltig abzusichern. Der Beizug von Fachpersonen ist empfehlenswert.

2 Praktische Anweisungen

Hausinstallationen, die nach den aktuellen technischen Regelwerken und Fachempfehlungen geplant, betrieben und instandgehalten werden, bieten gute Voraussetzungen für einen dauerhaft hygienischen Zustand der gebäudeinternen Kalt- und Warmwasserversorgung. Als anerkannte technische Regelwerke und Fachempfehlungen gelten insbesondere die Normen 385/1 und 385/2 sowie die Dokumentation D 0244 des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) und die Richtlinie W3 des Fachverbandes für Wasser, Gas und Wärme (SVGW) mit den dazugehörigen Ergänzungen.

Für öffentlich zugängliche Dusch- und Badewasseranlagen ist die Einhaltung des Legionellenhöchstwertes gemäss Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV; SR 817.022.11) rechtlich vorgeschrieben. Im örtlichen Wasserreglement können Vorgaben der Gemeinde resp. der kommunalen Wasserversorgung enthalten sein, welche auch die Hausinstallationen betreffen, beispielsweise Vorgaben zu Materialzertifikaten oder Netztrennsystemen. Auch diese Vorgaben sind bei der Planung zu berücksichtigen und bei der Ausführung einzuhalten.

In bestehenden Hausinstallationen, welche in Abweichung von den aktuellen technischen Regelwerken und Fachempfehlungen geplant wurden und dementsprechend betrieben und instandgehalten werden, ist mit einem erhöhten Risiko für Legionellenbefall zu rechnen. Für solche Installationen sind deshalb zusätzliche Absicherungsmassnahmen empfehlenswert, damit die hygienisch einwandfreie Wasserqualität ebenso zuverlässig gewährleistet ist wie in Anlagen nach den heutigen anerkannten Regeln der Technik.

3 Planung

3.1 Nutzungsvereinbarung

In einer frühen Planungsphase muss das Planerteam die Bedürfnisse der Bauherrschaft klären und diese in einer Nutzungsvereinbarung gemäss der Norm SIA 385/2 schriftlich festhalten. Diese Nutzungsvereinbarung beschreibt die Einzelheiten der vorgesehenen Gebäudenutzung und dient als verbindliche Auslegungsbasis für die Trinkwasserinstallation. Das Dokument wird von der Bauherrschaft und den mit der Planung beauftragten oder die Installation ausführenden Personen unterzeichnet und bei Anpassungen laufend nachgeführt. Darauf aufbauend ist nicht nur ein Energiekonzept, sondern auch ein Hygienekonzept zu erarbeiten.

Die Trinkwasserinstallation muss spezifisch auf die voraussichtliche Nutzung ausgelegt sein. Dies betrifft sowohl die Trinkwasserinstallation für Kaltwasser wie auch die Warmwasserversorgungsanlage mit dem Wassererwärmer, die Leitungsanordnung und -dimensionierung sowie die Eigenschaften der verwendeten Materialien usw.

Eine detailliert ausgearbeitete Nutzungsvereinbarung und ein ideal darauf abgestimmtes Hygienekonzept erlauben es, Gebäude-Trinkwasserinstallationen so zu bauen, dass sie später hygienisch einwandfrei sowie energieeffizient betrieben werden können. Dadurch können auch die Instandhaltungskosten niedrig gehalten werden.

Die Nutzungsvereinbarung und das Hygienekonzept sind die Grundlage für das Selbstkontrollkonzept. Das Selbstkontrollkonzept wird in der Regel durch den Betreiber der Anlage erstellt und dient für die Durchführung der fortlaufenden Kontrolle der Trinkwasseranlage. Als ein mögliches Selbstkontrollkonzept bietet sich die SVGW-Richtlinie W3/E4 an.

3.2 Hygienekonzept

Die immer häufiger auftretenden Hitzesommer sowie das stetige Schwinden der Gletscher in den Alpen machen deutlich, dass die Klimaerwärmung auch für die Schweiz eine grosse Herausforderung darstellt. Der verantwortungsvolle Umgang mit der Ressource Trinkwasser sowie die konsequente Reduktion der fossilen Energien zusammen mit dem Ausbau erneuerbarer Energien in Hinblick auf die Netto-Null-Strategie betrifft alle Sektoren des täglichen Lebens und auch alle Bereiche der Gebäudetechnik.

Mit der Revision des Lebensmittelgesetzes sowie der Einführung der TBDV im Mai 2017 ist die Trinkwasserqualität im Gebäude auch in der Schweiz zunehmend in den Fokus gerückt. Auf gegenwärtige Veränderungen wie verdichtetes Bauen, verbesserte Dämmung von Gebäuden, verändertes Nutzerverhalten, Energie- und Wassereinsparungen oder die Zunahme der Pflege im häuslichen Umfeld muss reagiert werden. Bei diesen Bestrebungen sind Massnahmen notwendig, die es ermöglichen, jederzeit eine einwandfreie Trinkwasserqualität zu garantieren.

Trinkwasserhygiene und Energieeffizienz müssen dabei nicht in Widerspruch zueinander stehen. Folgende Planungsgrundsätze sind sowohl für die Trinkwasserhygiene wie auch für die Energieeffizienz von Vorteil:

- optimale Kombination von Heizung und Wassererwärmungssystemen;
- optimale Regelungstechnik;
- Aufrechterhaltung der Temperaturschichten im Speicher durch den Ladekreislauf sowie durch die Zirkulationsrückführung;
- lückenlose Dämmung warmgehaltener Leitungen;
- Verzicht von warmgehaltenen Leitungen durch optimale Disposition der Wassererwärmungsanlage in der Nähe der Verbraucher;
- Zirkulationskreise, die untereinander einfach hydraulisch abgeglichen werden können;
- Wärmesiphon (thermische Trennung) zwischen dauerhaft warmgehaltenen Leitungen resp. warmgehaltenen Anlageteilen und nicht warmgehaltenen Leitungen, welche nach einem Warmwasserbezug wieder auf Raumtemperatur auskühlen;
- kurze Ausstossleitungen;
- periodische Entkalkung der Anlagekomponenten wie Wassererwärmer, Durchflusswassererwärmer, Wärmeübertrager usw.;
- Hinterfragung jeder potenziellen Entnahmestelle, ob deren Bedarf und ob alternativ ein Warmwasseranschluss tatsächlich notwendig ist.

Bei der Erarbeitung des Hygienekonzeptes ist wichtig, dass die Bedürfnisse der Bauherrschaft sowie wenn immer möglich des Betreibers bekannt sind, weil die im Hygienekonzept getroffenen Entscheide den späteren Betrieb massgebend beeinflussen.

Die in diesem Modul beschriebenen Themen sollten im Hygienekonzept und in der Nutzungsvereinbarung besprochen und schriftlich festgehalten werden.

3.3 Vermehrung von Legionellen

Die folgenden drei wesentlichen Faktoren beeinflussen eine Legionellenvermehrung:

→ Wassertemperaturen
→ Wasserstagnation
→ Nahrungsangebot

3.4 Faktor Wasserstagnation

Wasser soll auf dem kürzesten Weg zur Entnahmestelle fliessen. Um eine einwandfreie Trinkwasserqualität zu gewährleisten, soll an jeder Entnahmestelle idealerweise täglich (max. nach 72 Stunden) Trinkwasser verantwortungsvoll gebraucht werden. Mit einer durchdachten Leitungsanordnung soll stagnierendes Wasser vermieden werden.

Massnahmen zur Vermeidung von Stagnation sowie das Vorgehen bei längeren Abwesenheiten oder Betriebsunterbüchen sind im Kapitel 5, in der Norm SIA 385/1 sowie in der SVGW-Richtlinie W3/E3 beschrieben.

3.5 Faktor Nahrungsangebot / Materialeigenschaften

Für Hausinstallationen kommen nur Sanitärprodukte resp. Trinkwasserkontaktmaterialien in Frage, die hinsichtlich ihrer hygienischen Eigenschaften für den vorgesehenen Verwendungszweck nachweislich geeignet sind. Insbesondere Produkte mit einem Konformitätszeichen einer unabhängigen, anerkannten Prüfstelle, z. B. SVGW-Konformitätszeichen «Wasser» oder «Hygienische Unbedenklichkeit», erfüllen diese Anforderungen.

Wichtig diesbezüglich sind der Temperaturaspekt (Kalt-, Warmwasser) und die Eigenschaften des Materials bezüglich Abgabe von unerwünschten Stoffen an das Trinkwasser. Mikroorganismen können ein sehr breites Spektrum an organischen Stoffen als Nährstoffe nutzen. Entsprechend stark erhöhen Materialien mit ungenügenden hygienischen Eigenschaften das Risiko der Keimbildung. Wasserberührende Anlageteile müssen zudem aus Materialien bestehen, die bei einer thermischen Schockdesinfektion (mindestens 70 °C) oder einer chemischen Desinfektion (häufig auf Chlorbasis) keinen Schaden nehmen.

3.6 Faktor Wassertemperaturen

Die Kalt- und Warmwasserversorgung ist so auszulegen und zu installieren, dass die in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Temperaturwerte in Abhängigkeit von der angewandten Norm eingehalten werden können.

Tabelle 1: Temperaturübersicht in Warmwasserversorgungen mit warmgehaltenen Leitungen

	SIA 385/1: 2020	**SVGW W3/E3**
Speicher / Frischwasserstation	nach Berechnung*	≥ 60 °C
Warmwasserverteilsystem**	55 °C	55 °C
Entnahmestelle	50 °C nach siebenfacher Ausstosszeit	50 °C nach siebenfacher Ausstosszeit
Kaltwasser	≤ 25 °C nach 30 Sekunden	≤ 25 °C nach 30 Sekunden

* Die notwendige Temperatur muss berechnet werden, damit alle weiteren Temperaturen erreicht werden können.
** Das Warmwasserverteilsystem beinhaltet warm- und nicht warmgehaltene Leitungen sowie die Zirkulationsleitung.

Tabelle 2: Temperaturübersicht in Warmwasserversorgungen ohne warmgehaltene Leitungen

	SIA 385/1: 2020	**SVGW W3/E3**
Speicher / Frischwasserstation	Speicher: 55 °C Frischwasserstation: 52 °C	55 °C
Entnahmestelle	50 °C nach siebenfacher Ausstosszeit	50 °C nach siebenfacher Ausstosszeit
Kaltwasser	≤ 25 °C nach 30 Sekunden	≤ 25 °C nach 30 Sekunden

3.7 Anzahl Entnahmestellen

Am kostengünstigsten und umweltfreundlichsten ist es, Ressourcen gar nicht erst zu brauchen. Deshalb sollen Anzahl und Standort von Kalt- und Warmwasserentnahmestellen auf ein notwendiges Minimum beschränkt werden. Weniger Entnahmestellen und weniger Leitungen bedeuten weniger Energieverbrauch bei

der Herstellung der Produkte, beim Bauen und während des Betriebs einer Trinkwasserinstallation. Insbesondere in öffentlichen und gewerblichen Gebäuden ist es oft ausreichend, wenn es rechtlich nicht explizit verlangt wird, eine Entnahmestelle nur mit Kaltwasser zu versorgen und auf einen Warmwasseranschluss zu verzichten. Sind Warmwasseranschlüsse vorzusehen, ist zu prüfen, ob in den oben genannten Gebäudekategorien dezentrale Wassererwärmungen ohne warmgehaltene Leitungen effizienter sind als warmgehaltene Leitungen mit einer zentralen Wassererwärmung. Dies ist mit der Warmwasser-Verlustzahl gemäss der SIA-Norm 385/2 zu überprüfen. Grundsätzlich gilt: Ist eine Entnahmestelle nicht täglich im Gebrauch, ist deren Notwendigkeit kritisch zu hinterfragen.

Bei der Wahl von Entnahmearmaturen sind die Funktion und der Durchfluss mit der für die jeweilige Entnahmestelle vorgesehenen Nutzung abzustimmen. Bei Mischarmaturen, die in Mittelstellung nur Kaltwasser liefern, ist darauf zu achten, dass spätestens alle 72 Stunden auch eine Warmwasserentnahme erfolgt.

3.8 Grundrissdisposition

Nassräume sollen im Gebäudegrundriss so zusammengefasst werden, dass kompakte Trinkwasserinstallationen geplant werden können. Weniger Leitungen bedeuten neben geringeren Wärmeverlusten auch geringere Rohrinnenoberflächen und somit weniger Biofilm bzw. weniger im Biofilm lebende Amöben, in denen sich wiederum die Legionellen vermehren können.

3.9 Leitungsanordnung

Die Leitungsführung ist so zu planen, dass Bereiche mit Wassertemperaturen zwischen 25 und 50 °C weitgehend vermieden werden, weil diese Temperaturen hygienisch bedenklich sind.

Die Trinkwasserinstallationen sind so zu planen und zu installieren, dass bei einer Stilllegung von Anlagenteilen der vollständige Rückbau bis zu den in Betrieb befindlichen Installationen möglich ist.

Die trinkwasserführenden Anlageteile wie Wassererwärmer, Wassernachbehandlung und Leitungen sind so anzuordnen, dass eine regelmässige Erneuerung des Leitungsinhalts erfolgt. Toträume sind möglichst zu vermeiden.

Wassertemperaturen über 60 °C sind wenn immer möglich aufgrund eines verstärkten Kalkausfalles zu vermeiden. Durch die Kalkablagerungen entstehen Unebenheiten in den Leitungen und Apparaten, welche die mikrobiologische Besiedlungsfläche vergrössern.

3.10 Ausstossleitungen

Die Warmwasserinstallationen sind so zu planen, dass die Empfehlungen der Norm SIA 385/1 hinsichtlich Ausstosszeit an allen Warmwasserentnahmestellen eingehalten werden. Lange Vorlaufzeiten mit nur lauwarmem Wasser an Bezugsarmaturen sind nicht nur ein Ärgernis bei der Benutzung, sondern können ein Hinweis auf Hygieneschwachstellen der Installation sein und bewirken durch den langen Warmwasserbezug einen erhöhten Warmwasserbedarf.

In den Warmwasser-Ausstossleitungen hat das Wasser möglichst kurz im kritischen Bereich zwischen 25 °C und 50 °C zu verweilen. Sie sind deshalb nicht zu dämmen und das Warmwasser so schnell wie möglich auf Umgebungstemperatur abkühlen. Aus energetischen Gründen haben Ausstossleitungen möglichst kurz zu sein.

In den Kaltwasser-Ausstossleitungen hat sich das Trinkwasser möglichst lange nicht auf Umgebungstemperatur zu erwärmen. Alle Kaltwasser-Ausstossleitungen sind deshalb gegen Kondenswasserbildung und gegen Erwärmung zu dämmen.

In Ausstossleitungen, bei denen während eines bestimmungsgemässen Betriebs kein Wasserersatz (jeweils nach 72 Stunden) herrscht, ist eine Reihenverteilung zu bevorzugen. Dabei ist die kritische Entnahmestelle so in die Reihenverteilung zu verschlaufen, dass der Wasserinhalt regelmässig ersetzt wird. Dies kann garantiert werden, wenn am Ende einer Reihenverteilung eine Entnahmestelle mit regelmässigem Wasserbezug berücksichtigt oder eine automatische Spüleinrichtung vorgesehen wird.

Bei der Verschlaufung von Warmwasserleitungen ist auf die thermische Trennung zur Armatur zu achten, auch wenn es sich um auskühlende Warmwasserleitungen handelt.

3.11 Versorgungsschächte

Kaltwasser soll kalt bleiben. Durch thermisch getrennte Versorgungsschächte (kalte Zone und warme Zone) können die jeweiligen Temperaturen besser gehalten werden.

Beispiel:

- → warme Zone (Leitungen mit Mediumstemperaturen über 25 °C): Warmwasser, Heizung und Lüftung (wenn Luftheizung);
- → kalte Zone (Leitungen mit Mediumstemperaturen bis 25 °C): Abwasser, Kaltwasser, Kühlung und Lüftung (wenn keine Luftheizung).

Anstelle der thermisch getrennten Versorgungsschächte, können bei nicht ausgeflockten Versorgungsschächten die ähnlichen Resultate erzielt werden, wenn die Kaltwasser-Steigleitungen mit einer stärkeren Dämmung von mindestens PIR 50 mm gedämmt werden.

3.12 Wassererwärmer

In den Wassererwärmern soll durch ausreichend hohe Warmwassertemperaturen sichergestellt werden, dass eine möglichst geringe Anzahl lebender Legionellen bzw. nur tote Legionellen aus dem Wassererwärmer in die Warmwasserverteilleitung gelangen.

Das Speichervolumen ist anhand der Norm SIA 385/2 zu bestimmen. Das Bereitschaftsvolumen eines Wassererwärmers sollte mindestens einmal pro Tag erneuert werden.

Wenn mehrere Wassererwärmer nötig sind, sollte eine serielle Installation vorgesehen werden. Die periodische Reinigung und Entkalkung der einzelnen Speicher erfolgen durch das Schliessen der entsprechenden Absperrarmaturen und die befristete Montage der Umgehungsleitungen (Bypass). Um Stagnation während des normalen Betriebs zu vermeiden, dürfen die Umgehungsleitungen nicht ständig installiert sein, sondern sind neben der Anlage an einem geeigneten Ort zu lagern.

Wird zur Erwärmung des Trinkwassers eine Wärmepumpe eingesetzt, so ist darauf zu achten, dass diese die in den Regelwerken der Norm SIA 385/1 oder der SVGW-Richtlinie W3/E3 geforderte Warmwassertemperatur ohne direktelektrische Nacherwärmung bereitstellen kann. Für die Bestimmung der Warmwasserspeicher-Ladestrategie ist die suissetec-Wegleitung «Effiziente Warmwasseraufbereitung mittels Wärmepumpen» zu beachten.

3.12.1 Warmwasserversorgung mit Photovoltaikanlagen

Die direkte Erzeugung von Wärmeenergie mittels Stroms aus der Photovoltaikanlage und einem Elektroheizeinsatz zur Erhöhung des Eigenverbrauchs ist zulässig, sofern es sich explizit um Produktionsüberschuss handelt. Ansonsten ist eine Wärmepumpe mit entsprechender Ansteuerungsmöglichkeit zu verwenden.

3.13 Vorwärmsysteme

Mit Vorwärmsystemen können erneuerbare oder alternative Energien oder nicht anderweitig verwertbare Abwärme für die Warmwasserversorgung nutzbar gemacht werden.

Aus hygienischen Gründen soll im Vorwärmvolumen in erster Linie Betriebswasser eingesetzt werden. In den Normen SIA 385/1 und SIA 385/2 werden Anforderungen definiert, welche es bei Vorwärmvolumen mit Trinkwasser zu berücksichtigen gilt. Diese sind in einem Hygienekonzept aufzuführen.

3.13.1 Trinkwasser-Vorwärmvolumen für Solarthermie mit hohem solaren Deckungsgrad

Bei solarthermischen Anlagen mit hohem solarem Deckungsgrad sind im Sommer die Temperaturen teilweise sehr hoch und somit in Bezug auf die Hygiene unbedenklich. Im Winter liegen die Temperaturen der Wärmeträgerflüssigkeit meist unterhalb des kritischen Temperaturbereiches zwischen 25 °C und 50 °C. Die Gefahr zur Bildung eines Biofilmes, in welchem sich auch Legionellen ansiedeln können, ist daher als klein einzuschätzen.

Vorwärm- sowie Nachwärmvolumen, welche mit Trinkwasser betrieben werden, sind mit Vorteil in einem einzigen Speicher eingebracht. Wenn Vorwärm- und Nachwärmvolumen in verschiedenen Speichern eingebracht sind, sind diese in Serie zu schalten.

Bei Systemen mit Vorwärmvolumen ist das Einhalten der Temperaturen im Spitzendeckungs- und im Bereitschaftsvolumen des Speichers besonders wichtig. Denn falls sich Legionellen in der Vorwärmzone vermehren, dient das nachgeschaltete Bereitschaftsvolumen als eine Art Barriere und die Legionellen gelangen nicht in das gesamte Warmwassersystem. Das Spitzendeckungsvolumen muss korrekt nach der SIA-Norm 385/2 ausgelegt und bewirtschaftet werden. Zu beachten ist allerdings, dass eine starke Legionellenvermehrung im Vorwärmvolumen auch bei optimal ausgelegtem Bereitschaftsvolumen nicht hygienisch kompensiert werden kann, resp. nicht mit ausreichender Sicherheit beherrschbar ist. Dementsprechend muss auch das Vorwärmvolumen bereits bei der Planung in das Hygienekonzept einbezogen sein. Mit Trinkwasser befüllte Solarthermie-Vorwärmspeicher müssen mittels zusätzlicher Wärmequelle monatlich während sechs Stunden auf 60 °C erwärmt werden, wenn die Temperaturen mehrheitlich unter 50 °C liegen und nicht zeitweise 70 °C erreichen oder das Volumen der Vorwärm- und Mitteltemperaturzone mehr als 30 % des täglichen Nutzwarmwasserbedarfs beträgt (vgl. Kapitel 5.6).

3.13.2 Trinkwasser-Vorwärmvolumen mit Temperaturen unter 50 °C

Erneuerbare oder alternative Energien oder nicht anderweitig verwertbare Abwärme mit Temperaturen unter 50 °C sollen aus hygienischen Gründen in Betriebswasserspeichern gelagert werden. Damit lässt sich die Gefahr einer Legionellenvermehrung in der Vorwärmzone des Trinkwassererwärmers vermeiden.

Werden in solchen Fällen die Vorwärm- und die Mitteltemperaturzone mit Trinkwasser betrieben, sind die Anforderungen gemäss der Normen SIA 385/1 und SIA 385/2 zu berücksichtigen.

3.14 Mischventile zur Temperaturbegrenzung

Begrenzungen durch zentrale thermostatische Mischer zum Schutz vor Verbrühungen sind nur bei Systemen zur Warmwassererzeugung mittels Solarthermie oder Dampf anzuwenden. Die Temperaturen in den warmgehaltenen Leitungen haben weiterhin der SIA-Norm 385/1 bzw. der SVGW-Richtlinie W3/E3 zu entsprechen.

Ein Verbrühungsschutz für vulnerable Personengruppen ist so nah wie möglich an der Entnahmearmatur oder in der Armatur selbst zu realisieren. Er muss überbrückbar sein, um thermische Spülungen zu ermöglichen.

3.15 Warmgehaltene Leitungen

3.15.1 Warmwasserzirkulation

Warmwasserversorgungsanlagen mit einer Zirkulationsleitung sind nach den Normen SIA 385/1 und 385/2 zu planen.

Um kompakte und einfach regulierbare Warmwasserversorgungsanlagen planen zu können, soll die Temperaturdifferenz zwischen Speicheraustritt und Speichereintritt max. 5 °C betragen.

Die Temperatur in allen Teilsträngen des Rücklaufs sowie die Temperatur an den Entnahmestellen gehören zu den wichtigsten Indikatoren, ob das System hygienisch einwandfrei funktioniert. Um die Warmwassertemperaturen regelmässig überprüfen zu können, sind genügend Messstellen in den warmgehaltenen Verteilsystemen einzuplanen. Ein kontinuierliches Monitoring dieser Temperaturen ist empfehlenswert. Vor allem bei grösseren Liegenschaften ist dies ein relevanter Sicherheitsfaktor, der im Hygienekonzept zu berücksichtigen ist.

Die Einströmung des Zirkulationsrücklaufes in den Speicher muss so gewählt werden, dass die Temperaturschichtung nicht gestört wird. Für grössere Anlagen ist eine Nacherwärmung des Zirkulationswassers zu prüfen.

Damit die Warmwasserzirkulationskreise richtig eingestellt werden können, müssen Vorkehrungen für den hydraulischen Abgleich getroffen werden. Die planende Sanitärfachperson hat der ausführenden Fachperson die notwendigen Angaben wie Durchfluss und Ventileinstellung in den technischen Unterlagen bekannt zu geben.

3.15.2 Warmhaltebänder

Die Planung von Warmhaltebändern hat nach den Vorgaben der Hersteller zu erfolgen. Das Ein- und Ausschalten der Warmhaltebänder sowie das Anpassen der Leistung auf den effektiven Wärmeverlust der Rohrleitungen hat mit Steuer- und/oder Regelgeräten zu erfolgen. Zu beachten ist, dass die Lebensdauer von Warmhaltebändern kürzer sein kann als die Lebensdauer einer Gebäude-Trinkwasserinstallation. Warmhaltebänder können durch Beschädigungen auch in der Leistungsabgabe unterbrochen werden. Deshalb sollte bei der Verlegung von Warmhaltebändern auf die Zugänglichkeit geachtet und diese offen oder in Leichtbauvorwänden verlegt werden.

Der Verlauf der Warmhaltebänder ist in den Dokumentationen/Plänen einzutragen.

3.16 Speicherdimensionierung

Eine gute thermische Schichtung mit scharfer Temperaturgrenze zwischen unterem (kaltem) Bereich und oberem Bereich (Spitzendeckungs- resp. Bereitschaftsvolumen) ist nicht nur für die Energieeffizienz entscheidend, sondern auch von erheblichem Vorteil für die Hygiene. Dies gilt insbesondere bei der Warmwasseraufbereitung mit einer Wärmepumpe oder Solarthermie. Nur wenn die Temperatursprungschicht von kalt (< 25 °C) zu warm (> 50 °C) schmal ist, ist auch der Bereich klein, in welchem sich Legionellen vermehren können. Folglich bleibt auch die Dauer gering, in welcher insbesondere Oberflächen und Trinkwasser einem kritischen Temperaturbereich ausgesetzt sind. Ist eine Systemtrennung (Wärmeübertragung) erforderlich, so kann mit externen Wärmeübertragern bei korrekter Ausführung eine deutlich bessere Schichtung erreicht werden als mit internen Wärmeübertragern. Bei direkter Einströmung von Wasser in den Speicher ist auf eine ausreichende Beruhigung der Strömung zu achten. Diese wird erreicht durch eine Reduktion der Fliessgeschwindigkeit auf unter 0,1 m/s und eine ausreichend lange Beruhigungsstrecke (für seitliche Einströmung z. B. langgezogene Prallplatte mit seitlichen Austritten, für Eintritt durch Boden oder Deckel eine horizontale Prallplatte mit seitlicher Öffnung).

3.17 Wärmedämmung

Nicht nur aus energietechnischen Gründen, sondern auch aus Gründen der Wasserhygiene müssen trinkwasserführende Anlagenteile gegenüber der Umgebung mindestens nach den aktuellen Vorschriften (kantonale Vorschriften, ErP-Ecolabel für Speicher) wärmegedämmt sein. Nur so lässt sich verhindern, dass sich das Warmwasser abkühlt, was hygienisch problematisch ist, oder dass sich das Kaltwasser erwärmt.

3.18 Automatische Spüleinrichtung (Hygienespülung)

Die Trinkwasserinstallation muss spezifisch auf die voraussichtliche Nutzung der Installationen ausgelegt sein, damit die gewünschten hygienischen Grundvoraussetzungen für den künftigen Betrieb geschaffen werden. In einigen Fällen ist es allerdings nicht möglich, den bestimmungsgemässen Betrieb exakt vorauszusehen und zu planen. Bei kurzen Nutzungsunterbrüchen kann eine automatische Spüleinrichtung den bestimmungsgemässen Betrieb aufrechterhalten und so für den regelmässigen Wasseraustausch sorgen. Bei längeren Nutzungsunterbrüchen ist eine Ausserbetriebnahme der Warmwassererzeugung zu prüfen. Die Wiederinbetriebnahme erfolgt gemäss SIA-Norm 385/1 und der SVGW-Richtlinie W3/E3.

3.19 Enthärtungsanlagen und andere Trinkwassernachbehandlungsapparate

Wird der Einbau einer Enthärtungsanlage oder einer anderen Anlage zur Trinkwassernachbehandlung in der Liegenschaft vorgesehen, so muss bei der Planung bedacht werden, dass die Vermehrung von Legionellen oder eine anderweitige Verkeimung des Wassers durch die vorgesehene Anlage verhindert wird. Dies bezieht sich auch auf allfällige organische Stoffe, die aus Gerätebestandteilen in das Trinkwasser übertreten. Sie könnten Bakterien als Nährstoff dienen und dadurch zu einer Keimbelastung in den nachfolgenden Anlagenteilen führen. Die Auslegung der Anlagengrösse ist eine wichtige Voraussetzung zur Sicherstellung eines ausreichenden Wasserumsatzes.

Solche Anlagen sind im Hygienekonzept zu thematisieren. Es sind klare Vorkehrungen aufzuführen, welche während einer Instandhaltung getroffen werden müssen.

Enthärtungsanlagen sind mittels Zwangsregeneration regelmässig zu spülen. Das Intervall für die Zwangsregeneration darf maximal sieben Tage betragen, wobei aus hygienischer Sicht ein Intervall von drei Tagen besser ist. Weitere Empfehlungen zu Aufstellungsort, Einbau, Kontrolle, Wartung usw. von Enthärtungsanlagen mit Ionenaustauscherharz können dem SVGW-Merkblatt W10027 entnommen werden. Werden

mehrere Harzbehälter verwendet, ist dafür zu sorgen, dass alle Behälter gleichmässig durchspült und regeneriert werden.

3.20 Betriebssicherheit

Die Kalt- und Warmwasserversorgung innerhalb des Gebäudes stellt eine wichtige Infrastrukturanlage dar. Installationstechnische Mängel oder Funktionsstörungen können für die betroffenen Personen sehr unangenehm sein und oftmals auch hohe Instandstellungskosten verursachen. Die Anlagen sind deshalb so zu planen, dass sie nebst den Anforderungen an die Hygiene gemäss der Lebensmittelgesetzgebung resp. TBDV auch die allgemein anerkannten technischen Anforderungen bezüglich Betriebssicherheit und weiteren technisch-funktionellen Eigenschaften erfüllen (Energieeffizienz, Schallschutz usw.).

Bei der Sanitärplanung und dem Betrieb der Warmwasserbereitstellung ist daher zu beachten, dass zunächst alle Massnahmen umgesetzt werden, die nicht in Konflikt mit der Energieeffizienz stehen. Die Temperatur in Speicher und Verteilsystem ist adäquat auszulegen und das System muss korrekt in Betrieb genommen werden. Eine regelmässige Überprüfung der Funktionstüchtigkeit und der Wasserqualität ist in privaten Liegenschaften empfehlenswert und in öffentlich zugänglichen Anlagen rechtlich vorgeschrieben. Die Energieeffizienz der Warmwasserversorgung darf nicht zu Lasten der Warmwasserhygiene gehen. Eine ungenügende hygienische Absicherung gegen Legionellenbefall bringt Gesundheitsrisiken für die Personen mit sich, welche die Installationen benutzen.

3.21 Bei Gebäudeerneuerungen speziell beachten

Vor einer Gebäudeerneuerung ist eine gesamtheitliche Überprüfung der Hausinstallation sehr empfehlenswert. Wenn die Überprüfung nur punktuell erfolgt oder lediglich die dringendsten oder augenfälligsten Mängel behoben werden, besteht das Risiko, dass grundlegende Hygieneprobleme erst nach der Renovation erkannt werden und teure Nachbesserungen nötig sind. Bei Umbauten, Erweiterungen und Sanierungen von bestehenden Anlagen sind die Anforderungen und Empfehlungen gemäss den Regelwerken (Normen SIA 385/1 und SIA 385/2 sowie SVGW-Richtlinie W3 und deren Ergänzungen) im Rahmen des technisch Möglichen einzuhalten. Zusätzlich sind für Spitäler, Alters- und Pflegeheime die einschlägigen Richtlinien zu beachten.

Bei Leitungen, die korrodiert sind oder aus anderen Gründen nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen (z. B. Dimensionierung), ist der Leitungsersatz aus hygienischer und energetischer Sicht die beste Lösung, insbesondere wenn in der betreffenden Liegenschaft eine thermische oder chemische Desinfektion der Warmwasserinstallation nur unter erschwerten Bedingungen durchgeführt werden kann. Zu bedenken ist diesbezüglich, dass Rost und andere Verkrustungen sowie übermässige Kalkablagerungen die Wirksamkeit von Spül- und Desinfektionsmassnahmen verringern.

Nicht mehr benötigte Trinkwasserinstallationen sollen nicht nur getrennt, sondern bis zu den in Betrieb befindlichen Installationen zurückgebaut werden.

Das Verfahren der Rohrinnensanierung ist für die Renovation von Wasserleitungen in Gebäuden unter der Voraussetzung zulässig, dass alle lebensmittelrechtlichen Anforderungen eingehalten werden. Bezüglich Legionellen ist die Auswaschung von organischen Stoffen aus mangelhaftem Beschichtungsmaterial besonders heikel. Solche Qualitätsmängel können entweder in Zusammenhang mit einer ungenügenden Qualität des Ausgangsmaterials stehen oder durch eine fehlerhafte Anwendung des Beschichtungsproduktes vor Ort entstehen. Bereits geringste Konzentrationen solcher ins Trinkwasser übertragener Stoffe können Legionellen als Nahrung dienen und zu einer massiven Legionellenvermehrung führen.

Bei Renovationen dieser Art sollte deshalb bei der Rohrsanierungsfirma eine Bestätigung eingeholt werden, dass die lebensmittelrechtlichen Anforderungen erfüllt sind. Zudem sollten bei der Firma auch schriftliche Informationen verlangt werden, wie eine Desinfektion der beschichteten Leitungen durchgeführt werden kann (Maximaltemperatur für thermische Schockdesinfektion, geeignete Wirkstoffe für die chemische Desinfektion inkl. deren Höchstkonzentration). Diese Informationen sollen über einen ausreichend langen Zeitraum aufbewahrt werden, damit sie zur Verfügung stehen, falls zu einem späteren Zeitpunkt ein Legionellenbefall auftritt und Massnahmen zur Sanierung getroffen werden müssen. Weitere Informationen können dem suissetec-Merkblatt «Rohrinnensanierungsverfahren bei Trinkwasserinstallationen» (Oktober 2023) sowie dem Informationsschreiben 2020/6 des Bundesamts für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) entnommen werden.

Armaturen oder Apparate älteren Datums, die in die Trinkwasserinstallation eingebaut sind, sollten im Zuge einer Renovation ersetzt oder gegebenenfalls instandgesetzt werden, wenn deren Weiterbetrieb nicht mit der erforderlichen hygienischen Sicherheit gewährleistet werden kann. Beim Ersatz von älteren Wasserenthärtungsanlagen, Wassererwärmern mit Aluminiumschutzanoden o. ä. sind Produkte mit einwandfreien hygienischen Materialeigenschaften und Funktionen zu wählen.

4 Bau

4.1 Qualitätssicherung auf der Baustelle

Auf der Baustelle ist vom ausführenden Unternehmer eine verantwortliche Person zu benennen, welche den Montageprozess und die Einhaltung der Hygienevorgaben gemäss Hygienekonzept überwacht (bauleitender Monteur, Vorgesetzte usw.).

4.2 Installation

4.2.1 Produktewahl (siehe SVGW-Richtlinie W3/E3)

Installationsbetriebe haben sicherzustellen, dass die verwendeten Produkte und Trinkwasserkontaktmaterialien (z. B. Dichtungen, Leitungen, Armaturen, Formteile) geeignet sind. Im Zweifelsfall sind Prüfberichte oder Zertifikate beim Lieferanten einzuholen.

4.2.2 Produktelieferung (siehe SVGW-Richtlinie W3/E3)

Bei der Anlieferung von Rohren ist zu überprüfen, dass die Rohrenden verschlossen sind. Armaturen, Fittings usw. müssen so verpackt oder geschützt werden, dass keine Verunreinigungen eindringen können.

4.2.3 Materialtransport und Lagerung (siehe SVGW-Richtlinie W3/E3)

Das Material muss jederzeit vor möglichen Umwelteinflüssen wie Schmutz, Hitze, Frost, UV-Strahlung und Chemikalieneinwirkung geschützt sein.

4.2.4 Hygiene auf der Baustelle

Im Rahmen seiner Arbeiten sorgt das Unternehmen für Ordnung, Reinlichkeit und Hygiene auf der Baustelle und dem Bauplatz. Die Baustelle ist am Ende der täglichen Arbeiten besenrein zu verlassen. Im Rahmen des Gesundheitsschutzes sind auf der Baustelle entsprechende sanitäre Einrichtungen zur Verfügung zu stellen gemäss der Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung, BauAV; SR 832.311.141). Auf die persönliche Hygiene, insbesondere saubere Hände (u. a. Händewaschen nach der Toilette) ist zu achten.

4.2.5 Arbeitsablauf auf der Baustelle

Zur richtigen Vorbereitung der Montagearbeiten ist die Auseinandersetzung mit den Montageunterlagen notwendig. Nach der Absprache mit der Bau- und Projektleitung ist der Arbeitsablauf im Voraus in Form eines Baujournals, Wochenplans oder Terminplans festzuhalten.

4.2.6 Montage

Die Verarbeitung des Installationsmaterials ist an hygienisch sauberen Arbeitsplätzen mittels sauberer Werkzeuge und Hilfsmittel durchzuführen. Dicht-, Hilfs-, Schmier- und Reinigungsmittel müssen lebensmittelteltauglich sein. Ein Ausblasen von Rohrleitungen hat mit ölfreier Luft zu erfolgen. Das Ausblasen der Rohre mit Atemluft (Auspusten) ist unzulässig.

4.3 Inbetriebnahme

4.3.1 Druckprüfung

Die SVGW-Richtlinie W3/E3 unterscheidet zwischen einer Dichtheits- und einer Festigkeitsprüfung. Eine erste Dichtheitsprüfung erfolgt während der Rohbauphase mit ölfreier Luft oder mit inertem Gas (z. B. Stickstoff). Festgestellte Undichtigkeiten können mit einem schaumbildenden Mittel nach der Norm SN EN 14291 lokalisiert werden.

Vor der Bauübergabe wird die Hausinstallation mittels Trinkwasser und entsprechender Messgeräte einer weiteren Prüfung der Dichtheit unterzogen. Bei Bedarf erfolgt die Festigkeitsprüfung mit dem 1,5-fachen Betriebsdruck, jedoch mit mindestens 1500 kPa (15 bar). Auch diese Messung muss mit geeigneten Messgeräten erfolgen. Sämtliche Messresultate sind zu protokollieren, dem Unternehmer zuzustellen und in den Bauwerksakten abzulegen.

Eine mit Trinkwasser befüllte Hausinstallation darf nach einer Festigkeitsprüfung oder einer Systemspülung nicht länger als 72 Stunden stagnieren. Entweder wird der Zeitpunkt der Befüllung mit der Aufnahme des bestimmungsgemässen Betriebs abgestimmt, oder der Leitungsinhalt muss regelmässig erneuert werden, bis die Anlage in den bestimmungsgemässen Betrieb überführt wird.

4.3.2 Erstbefüllung und Spülungen

Nach der langsamen Erstbefüllung und Entlüftung der Installation soll gemäss SVGW-Richtlinie W3/E3 eine wirksame Initialspülung erfolgen. Ziel dieser Initialspülung ist, allfällige Verarbeitungsrückstände, Späne sowie Schmutz auszutragen. Die Spülrichtung von unten nach oben und die Spülfolge strangweise vom nächstgelegenen zum entferntesten Strang ist einzuhalten. Während des laufenden Spülvorgangs soll jede Armatur kurzzeitig geschlossen und der Strahlregler entfernt werden. Mithilfe eines Spritzwasserschutzes ist die Entnahmearmatur während mindestens 60 Sekunden erneut voll zu öffnen. Im Anschluss werden die Strahlregler nach Beseitigung von allfälligen Rückständen wieder montiert. Die Erstbefüllung und Spülung müssen dokumentiert werden.

Die Einschätzung, ob die geforderte Trinkwasserqualität vorliegt, hat mittels Prüfung mit den menschlichen Sinnen in Bezug auf Geruch, Geschmack und Aussehen (organoleptische Beurteilung) zu erfolgen. Entsprechend der organoleptischen Beurteilung muss das Trinkwasser unauffällig sein.

Bereits nach der Erstbefüllung und Initialspülung kommt die 72-Stunden-Regel zum Tragen. Falls nicht sichergestellt werden kann, dass der bestimmungsgemässe Betrieb rechtzeitig erfolgt, muss der Wasserinhalt der Leitungen entsprechend regelmässig ausgetauscht werden.

In jedem Fall sollte der gesamte Prozessablauf bereits im Rahmen der Planung behandelt werden, um die notwendigen Ressourcen (Zeit, Finanzen, Arbeitskräfte) bereitstellen zu können.

Die Spülvorgänge sind generell zu dokumentieren.

Werden abweichende Vorgehensweisen umgesetzt, so muss glaubhaft nachgewiesen werden können, dass die hygienischen Anforderungen erfüllt werden.

4.3.3 Inbetriebnahme

Wichtige Voraussetzungen zur Sicherstellung der guten Hygienepraxis sind:

- → Einstellung der geforderten Warmwassertemperaturen nach den anerkannten Regelwerken (SIA-Norm 385/1 und SVGW-Richtlinie W3/E3);
- → hydraulischer Abgleich zwischen den Warmwasserzirkulationskreisen;
- → Einstellung der Zirkulationspumpe, um die Temperaturschichten im Speicher aufrechtzuerhalten;
- → Einstellung der Warmhaltebänder.

Nach der Inbetriebnahme müssen an allen Entnahmestellen nach siebenfacher Ausstosszeit mindestens 50 °C erreicht werden.

Die Rücklauftemperaturen an Zirkulationsleitungen sollen im Normalfall mindestens 55 °C betragen. Unter hygienisch optimalen Voraussetzungen kann die Anlage nach SIA 385/1 auch mit Rücklauftemperaturen von 52 °C betrieben werden, an den Entnahmestellen werden nach siebenfacher Ausstosszeit mindestens 50 °C gefordert.

Die Kaltwassertemperatur darf an den Entnahmestellen bei voll geöffneter Armatur und im gebrauchsüblichen Zustand (mit Perlator, Brause usw.) nach 30 Sekunden höchstens 25 °C betragen.

Die Überprüfung der Temperaturen hat mittels Temperaturmessgerät zu erfolgen und muss protokolliert werden. Es wird empfohlen, Thermometer mit einer schnellen Reaktionszeit (maximal 5 Sekunden) zu verwenden. Die Ergebnisse sind zu protokollieren.

4.3.4 Wiederinbetriebnahme

Bei einer Wiederinbetriebnahme der Wasserversorgung nach längerer Standzeit (mehr als einen Monat) in Ferienhäusern, Hotels mit Saisonbetrieb, leerstehende Wohnungen usw. soll:

- → bei temporär ausgeschalteter Wärmeerzeugung eine Wiederinbetriebnahme mindestens 24 Stunden vor der Verwendung des Warmwassers vorgenommen werden.
- → die gesamte Installation nach den anerkannten Regelwerken gründlich gespült werden. Eine Aerosolbildung muss dabei vermieden werden. Wenn dies nicht möglich ist, müssen die durchführenden Personen mit einer geeigneten Atemschutzmaske (FFP2 oder FFP3, Herstellerangaben beachten) vor einer möglichen Infektion geschützt sein. Gegebenenfalls sind die Armaturenaufsätze (Strahlregler und Duschbrausen) vor der Spülung zu entfernen und separat zu reinigen. Das Verteilsystem ist ohne Armaturaufsätze unter Verwendung eines Spritzschutzes mit möglichst hohem Durchfluss zu spülen.
- → eine Legionellen-Probenahme vorgenommen werden. Achtung: Das Resultat der Probenahme erfolgt in der Regel frühestens zehn Tage nach Eingang der Wasserprobe im Labor.

4.3.5 Mikrobiologische Untersuchung nach der Inbetriebnahme

In einem sanierten oder neu erstellten System ist es sinnvoll, drei bis vier Wochen nach der Inbetriebnahme zusätzlich zur organoleptischen Beurteilung eine mikrobiologische Beprobung des Trinkwassers durchzuführen.

Die Anzahl der Proben hängt von der Systemgrösse und der Anzahl der Steigzonen ab.

Die Probenahmestrategie zielt hauptsächlich auf systemische Untersuchungen ab. Generell kann für alle oben genannten Parameter die SVGW-Methode MW 101 herangezogen werden.

Wichtig: Die Probenahme hat stets durch eine darauf geschulte Person zu erfolgen.

4.3.6 Übergabe der Trinkwasserinstallation an die Eigentümerin oder den Betreiber

Die Eigentümerin oder der Betreiber ist ab dem Übergabedatum für den bestimmungsgemässen Betrieb (SVGW-Richtlinie W3/E3) verantwortlich. Falls dieser nicht sichergestellt werden kann, muss das Trinkwasservolumen in den betroffenen Leitungsabschnitten alle 72 Stunden gemäss Kapitel 4.3.2 erneuert werden. Diese Aufgabe ist mit der Bauherrschaft zu vereinbaren.

Revisionsunterlagen, Inbetriebnahme- und Prüfprotokolle sind dabei unaufgefordert zuzustellen.

In Bezug auf diese Empfehlung sind mindestens folgende Unterlagen an die Bauherrschaft zu übergeben:

- → Messprotokolle der Dichtigkeits- und Festigkeitsprüfung;
- → Messprotokolle der Temperaturmessungen und, falls vorhanden, Durchflussmessungen;
- → Einstellwerte der Zirkulationsregulierventile;
- → Protokolle aller Spülprozesse;
- → Laborbefunde aller Wasserproben;
- → Abnahme- und Übergabeprotokolle.

5 Betrieb

5.1 Bestimmungsgemässer Betrieb

Der bestimmungsgemässe Betrieb erfolgt nach der SVGW-Richtlinie W3/E3: Der Betrieb, für den die Anlagen, die Infrastrukturen und deren Tätigkeiten geplant, ausgeführt und geeignet sind.

Dies umfasst auch die periodischen Funktionskontrollen und Instandhaltungsarbeiten.

Idealerweise erfolgt ein täglicher Gebrauch aller Entnahmestellen oder die Erneuerung des Leitungsinhalts alle 72 Stunden. Leitungsteile mit stagnierendem Wasser sind zu vermeiden.

5.2 Stagnation während des bestimmungsgemässen Betriebs

Treten während des bestimmungsgemässen Betriebs Stagnationen auf, beispielsweise durch einen Wohnungsleerstand oder andere Abwesenheiten, so ist gemäss den Erläuterungen in der untenstehenden Tabelle vorzugehen.

Tabelle 3: Übersicht über Massnahmen bei Stagnation gem. SVGW-Richtlinie W3/E3

Dauer der Abwesenheit	Massnahmen zu Beginn der Abwesenheit	Massnahmen bei Ende der Abwesenheit
4 Stunden bis 3 Tage	Keine	Trinkwasser etwas vorlaufen lassen
bis 7 Tage	Keine	Trinkwasser vorlaufen lassen, bis Temperaturkonstanz erreicht ist
bis 4 Wochen	Schliessen der Stockwerk- bzw. Apparategruppenabsperrung oder Schliessen aller Absperrventile bei der Verteilbatterie oder Periodische Trinkwassererneuerung sicherstellen	Kaltwasser Bei allen Entnahmearmaturen das Trinkwasser in voll geöffneter Stellung mindestens bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz fliessen lassen, idealerweise mehrere Armaturen gleichzeitig öffnen. Warmwasser Bei allen Entnahmearmaturen bei geringem Durchfluss das Warmwasser mindestens bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz fliessen lassen
länger dauernde Abwesenheit / saisonale Nutzung	Schliessen der Stockwerk- bzw. Apparategruppenabsperrung oder Schliessen aller Absperrventile bei der Verteilbatterie oder Periodische Trinkwasserentnahme sicherstellen oder Hausanschlussleitung an der Versorgungsleitung durch die Wasserversorgung abtrennen lassen	Kaltwasser Bei allen Entnahmearmaturen das Trinkwasser in voll geöffneter Stellung mindestens bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz fliessen lassen, idealerweise mehrere Armaturen gleichzeitig öffnen. Warmwasser Bei allen Entnahmearmaturen bei geringem Durchfluss das Warmwasser mindestens bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz fliessen lassen Wiederanschluss durch den Versorger herstellen lassen und vorgenannte Spülung durchführen
Nicht mehr benutzte Installationen	Nicht benutzte Leitungen sind unmittelbar beim Abzweig von der Verteilleitung zu trennen und mittels Stopfen oder Kappen zu verschliessen. Andere Verschlussarten sind nicht zulässig.	

Beim Vorlaufenlassen von stagnierendem Kalt- oder Warmwasser ist die Aerosolbildung zu vermeiden oder eine FFP2- bzw. FFP3-Maske zu tragen.

Von einem Absperren und Entleeren stagnierender Leitungsabschnitte wird aus hygienischen und korrosionstechnischen Gründen abgeraten. Davon ausgenommen sind frostgefährdete Leitungsabschnitte.

5.3 Betriebstemperaturen Kalt- und Warmwasser

In Abhängigkeit von der dem Projekt zu Grunde gelegten Norm gelten die in Kapitel 3.6 ersichtlichen Werte. Die Betriebstemperaturen sind entsprechend den in Kapitel 3.6 oder in Kapitel 5.4 genannten Vorgaben periodisch zu kontrollieren.

Werden die geforderten Temperaturwerte nicht erreicht, ist die Situation zu evaluieren. Folgende Ursachen sind dabei in Betracht zu ziehen:

- → fehlender hydraulischer Abgleich der Zirkulationsleitungen;
- → zu geringer Volumenstrom durch defekte oder fehlerhafte Zirkulationspumpe;
- → fehlerhafte Funktion oder falsche Temperatureinstellung des Warmhaltebandes;
- → ungedämmte warmgehaltene Armaturen und Leitungsabschnitte;
- → eingeschränkter Wärmeübergang an Wärmeüberträgern durch Verschmutzung oder Kalk;
- → zu kleines Bereitschaftsvolumen des Speichers;
- → zu geringe Beladeleistung durch den Wärmeerzeuger;
- → zu tief eingestellte Einschaltpunkte für Beladung oder zu grosse Einschalthysterese;
- → fehlerhafte Temperaturfühler;
- → druckbedingte Temperaturschwankungen (siehe SVGW-Merkblatt W10006);
- → fehlerhafte Einstellung oder Kombination von Warmwasserzirkulation und zentraler Kaltwasserbeimischung als Verbrühungsschutz (siehe suissetec-Merkblatt 5/2021).

Treten eine oder mehrere der genannten Ursachen auf, ist der entsprechende Mangel zu beheben und die Kontrolle der Betriebstemperaturen erneut durchzuführen. Eine Erhöhung der Soll-Temperatur im Wassererwärmer sollte erst in Betracht gezogen werden, wenn die obenstehenden Punkte geprüft und gegebenenfalls behoben wurden und wenn die Temperaturunterschreitung weiterhin auftritt. Temperaturen von mehr als 60 °C sind aufgrund der Kalkausfällung zu vermeiden. Auch steigt ab 60 °C die Gefahr von Verbrühungen.

5.4 Zirkulationsleitungen / Warmhaltebänder

Im Einfamilienhaus liegt die Nachtabschaltung im Ermessen der Nutzerin oder des Nutzers und muss für jedes Gebäude individuell betrachtet werden. In Mehrfamilienhäusern wird aufgrund der stark unterschiedlichen Nutzungszeiten ein dauernder Betrieb der warmgehaltenen Leitungen empfohlen.

Die Betreibstufen von Zirkulationspumpen sind so zu wählen, dass der hydraulische Abgleich im System einwandfrei funktioniert. Damit die Einströmung des Zirkulationsrücklaufs impulsarm (< 0,1 m/s) erfolgt, müssen entsprechend Vorkehrungen getroffen werden, z. B. Erweiterung der Dimension auf den letzten 50 cm, Prallplatten im Speicher).

In der Regel lässt sich dies erreichen, indem die Zirkulationspumpe auf der niedrigsten Stufe betrieben wird, bei welcher die geforderten Betriebstemperaturen im Rücklauf noch eingehalten werden können. Die impulsarme Einströmung begünstigt die Temperaturschichtung im Wassererwärmer und reduziert unnötige Ladezyklen. Dies wiederum steigert die Effizienz der Wassererwärmungsanlage. Bei Warmhaltebändern ist darauf zu achten, dass die Betriebstemperatur in allen warmgehaltenen Leitungen mindestens 55 °C beträgt, aber maximal gleich hoch wie die Temperatur im Wassererwärmer ist.

Wenn mit der Planung und Installation hygienisch optimale Betriebsvoraussetzungen geschaffen wurden, kann unter Berücksichtigung der Selbstkontrolle der Eigentümerin bzw. des Betreibers der Betrieb der warmgehaltenen Leitungen mit 52 °C erfolgen. Die Warmwassertemperatur von 50 °C an der Entnahmestelle ist dabei weiterhin zu gewährleisten.

Optimale Betriebsvoraussetzungen sind:

- → ständige konstante Temperatur beim Austritt des Wassererwärmers (Legionellenbarriere);
- → ständig eingehaltene Mindesttemperatur in allen warmgehaltenen Leitungen (hydraulischer Abgleich);
- → normgerechte und lückenlose Dämmung des Wassererwärmers und aller warmgehaltenen Leitungen;
- → hygienisch einwandfreie Materialien in Kontakt mit Trinkwasser.

5.5 Wassererwärmer

Eine tägliche oder wöchentliche Erhöhung der Temperatur im Wassererwärmer auf mindestens 60 °C (Legionellenschaltung), wie sie in nicht mehr gültigen Normen und Merkblätter älteren Datums beschrieben wurde, ist aus aktueller Sicht in Bezug auf die Hygiene nicht zielführend, da das so erwärmte Wasser nicht in alle Bereiche gelangt. Insbesondere darf diese Massnahme nicht dazu benutzt werden, um Temperaturen im Normalbetrieb zu reduzieren. Ein kontinuierlicher Betrieb ist aus energetischen wie auch aus hygienischen Gründen zu bevorzugen.

Auch auf die Überhöhung der Temperatur mit Elektrizität aus einer Photovoltaikanlage und einem Elektroheizeinsatz zwecks Eigenverbrauchsoptimierung ist zu verzichten. Die Bereitstellung von Warmwasser mit einer Wärmepumpe ist der direktelektrischen Bereitstellung sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Sicht vorzuziehen (siehe EnergieSchweiz-Broschüre Effiziente Warmwasserversorgung für neue Wohnbauten).

Verfügt der Wassererwärmer über einen Not-Elektroheizeinsatz, so ist sicherzustellen, dass dieser im Normalbetrieb dauerhaft ausgeschaltet ist (z. B. mittels Ein/Aus-Drehschalter).

Für die Betriebsstufen von Be- und Entladepumpen gelten dieselben Bedingungen wie für Zirkulationsleitungen / Warmhaltebänder.

5.6 Vorwärmsysteme ohne Betriebswasserspeicher

Verfügt die Trinkwasserinstallation über einen mit Trinkwasser befüllten Vorwärmspeicher (siehe auch SIA-Norm 385/1), so ist je nach Anlagenkonfiguration und erreichten Speichertemperaturen eine monatliche Erwärmung des Vorwärmvolumens mittels zusätzlicher Wärmequelle während sechs Stunden auf 60 °C notwendig, wenn:

- → die Temperaturen mehrheitlich unter 50 °C liegen und nicht zeitweise 70 °C erreichen;
- → das Volumen der Vorwärm- und Mitteltemperaturzone mehr als 30 % des täglichen Nutzwarmwasserbedarfs beträgt.

Bei Sanierungen von Warmwassersystemen sind die im Kapitel 3.13 beschriebenen Anforderungen zu berücksichtigen.

5.7 Wärmeerzeuger

Der Wärmeerzeuger ist so zu betreiben, dass sowohl die Anforderungen an die Hygiene als auch an die Energieeffizienz erfüllt werden. Die Durchführung einer energetischen Betriebsoptimierung (eBO) ist anzustreben. Informationen dazu sind der weiterführenden Fachliteratur wie dem SIA-Merkblatt 2048 zu entnehmen.

6 Instandhaltung

6.1 Armaturenaufsätze / Duschbrausen / Brauseschläuche / Wassererwärmer

An Armaturenaufsätzen (z. B. Strahlregler) bilden sich Verkrustungen aus Kalk, weiteren Ausfällungen und Spritzwasser. Die raue Oberfläche solcher Beläge und die strömungsarmen Nischen sowie Nährstoffe bieten Bakterien Schutz und Vermehrungsmöglichkeiten. Armaturenaufsätze müssen deshalb regelmässig entfernt, gereinigt und entkalkt werden.

Besondere Beachtung gilt den Brauseschläuchen. Auf dem Markt stehen unterschiedliche Werkstoffqualitäten zur Verfügung. Aus einigen Produkten kann sich eine übermässig hohe Menge an organischem Kohlenstoff herauslösen, was wiederum die Ansiedlung und das Wachstum von Bakterien begünstigt. Ebenso fördern die Stagnation des Wassers im Schlauch und die erhöhten Raumtemperaturen in Duschräumen das Wachstum der Biomasse. Daher wird empfohlen, SVGW/DVGW-zertifizierte Produkte einzusetzen. Bei diesen Produkten liegt ein Nachweis vor, welcher die hygienische Unbedenklichkeit in Kontakt mit Trinkwasser bestätigt.

Im Wassererwärmer (Boilersumpf) kann sich eine hohe Konzentration an Legionellen angesammelt haben. Nach dem Öffnen und während der Reinigung des Wassererwärmers ist besonders darauf zu achten, dass kein Wasserdampf (Aerosole) eingeatmet wird. Die durchführenden Personen muss sich mit einer geeigneten Atemschutzmaske (FFP2 oder FFP3, Herstellerangaben beachten) vor einer möglichen Infektion schützen.

6.2 Wenig benutzte Entnahmestellen

Werden Entnahmestellen länger als drei Tage lang nicht benutzt, sollte vor einem erneuten Einsatz der Leitungsinhalt ausgetauscht werden. Beim Kaltwasser geschieht dies in voll geöffneter Position, beim Warmwasser mit geringem Durchfluss, bis die Temperaturkonstanz erreicht ist.

Dies betrifft insbesondere Duschen in Hotelzimmern, Zweit- und Ferienwohnungen, gegebenenfalls aber auch Schulen mit reduzierter Nutzung während der Ferienzeit. Weitere Ausführungen behandelt die SVGW-Richtlinie W3/E3.

6.3 Stillgelegte Anlageteile

Stillgelegte Anlageteile sind vollständig bis zu den in Betrieb befindlichen Installationen zurückzubauen, damit eine Stagnation von Trinkwasser ausgeschlossen werden kann.

6.4 Umbauten, Erweiterungen und Sanierungen

Bei Veränderungen des bestimmungsgemässen Gebrauchs, insbesondere bei Nutzungsänderungen von Apparaten und Entnahmestellen, ist die Kalt- und Warmwasserinstallation nach den aktuellen Planungsgrundsätzen neu zu planen und zu bauen. Eine Neukonzeptionierung mittels Vorwandinstallationen kann aus baulichen und wirtschaftlichen Gründen sinnvoll sein. Checklisten zur Selbstkontroll-Systembewertung sind in der SVGW-Richtlinie W3/E4 enthalten.

6.5 Hauseingangsfilter

Filter sind ca. alle sechs Monate zu überprüfen und nötigenfalls zu warten. Je nach Herstellerangaben müssen diese entweder rückgespült, ausgebaut und gereinigt oder ersetzt werden (siehe auch SVGW-Richtlinie W3/E2, SVGW-Merkblatt W10004).

6.6 Enthärtungsanlagen

Enthärtungsanlagen mit Ionentauscherkartusche müssen regelmässig regeneriert und von einer Servicetechnikerin oder einem Servicetechniker gemäss den Herstellerangaben gewartet werden. Schwachstellen in Bezug auf die Hygiene sind insbesondere das Ionentauscherharz (dieses befindet sich in einer geschlossenen Kartusche) sowie allfällig vorhandene Salzsäcke.

Die Zwangsregeneration zur ausreichenden Durchspülung der Kartusche sollte nach den Fachempfehlungen eingestellt sein (vgl. z. B. SVGW-Merkblatt W10027). Wenn die Unterhalts- und Servicearbeiten bei Enthärtungsanlagen mit Ionentauscher vernachlässigt werden, führt dies zu Verkeimung und Fremdgeruch des Trinkwassers. Die mangelhafte Wasserhygiene erhöht in diesem Fall auch das Risiko für das Auftreten oder das Verstärken von Legionellenproblemen.

6.7 Umkehrosmoseanlagen

Umkehrosmoseanlagen müssen periodisch gemäss Herstellerangaben gewartet werden. Kritisch in Bezug auf hygienische Verunreinigungen sind insbesonders vorgelagerte Enthärtungsanlagen, Membran-Fouling durch längeren Stillstand der Umkehrosmoseanlage und teilweise nachgeschaltete Reinwasserspeicher (Permeat-Tanks), welche durch die fehlende Reinigung einen Biofilm bilden können.

6.8 Regulierarmaturen (SIA-Norm 385/1 und SVGW-Richtlinie W3/E3)

Folgende Armaturen und Systeme sind regelmässig auf ihre korrekte Funktion zu überprüfen:

6.8.1 Automatische Spüleinrichtung

Durch den Einsatz einer automatischen Spüleinrichtung können Endstränge zwangsgespült werden. Dies verhindert Stagnationen und beugt einer Verkeimung des Rohrleitungssystems vor. Ein flächendeckender Einsatz solcher Spülsysteme sollte gewissenhaft geprüft und je nach Objektsituation geplant und verbaut werden.

Automatische Spüleinrichtungen sind gemäss Herstellerangaben regelmässig zu überprüfen. Dabei sind u. a. die Spüllogik und Spüldauer zu kontrollieren und eine Funktionskontrolle durchzuführen.

6.8.2 Zirkulationsventile

Die Einregulierung der Zirkulationsventile ist bei der Inbetriebnahme vorzunehmen. Da sich die betrieblichen Verhältnisse im Lauf der Zeit verändern können (drehzahlgesteuerte Pumpen, Verschmutzung oder

Verkalkungen innerhalb der Armatur usw.), sind die Armaturen regelmässig zu überprüfen. Die Zirkulationstemperatur sowie falls möglich auch der Volumenstrom sind dabei auf deren eingestellten Ursprungswert zu kontrollieren.

6.8.3 Zentrale thermostatische Mischer

Zentrale thermostatische Mischer, welche dem Zweck dienen, Wasser auf weniger als 55 °C zu regulieren, sind im Rahmen einer Risikobewertung auf deren Notwendigkeit zu überprüfen. Ist ein Verbrühungsschutz gefordert, sollte dieser möglichst endständig vorgenommen werden, d. h. direkt bei oder in der Entnahmearmatur. Er muss überbrückbar sein, um thermische Spülungen zu ermöglichen.

6.9 Besondere Apparate

Bei Apparaten mit geschlossenem Wasserkreislauf und Aerosolbildung (z. B. Zierbrunnen) müssen regelmässig alle Anlagenteile gründlich gereinigt werden. Evtl. muss ein Desinfektionsmittel zugegeben werden. Auch ein regelmässiger Wassertausch trägt zur Hygiene bei. Durch eine gute Bewirtschaftung wird das mikrobiologische Wachstum (Biofilmbildung und ggf. Vermehrung von *Legionella* spp.) reduziert.

Der Hersteller oder Lieferant des Geräts muss eine Anleitung zur Verfügung stellen, wie das Gerät zu pflegen und instandzuhalten ist, damit der hygienische Betrieb gewährleistet ist.

7 Referenzen

Gesetzgebung

Verordnung des EDI vom 16. Dezember 2016 über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV; SR 817.022.11).

Verordnung vom 18. Juni 2021 über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung, BauAV; SR 832.311.141).

Normen und Richtlinien

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). Informationsschreiben 2020/6. Rohrinnensanierung von Trinkwasserleitungen in Hausinstallationen mittels Epoxidharz-Beschichtung.

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie (BFE). Handbuch Solarstrom – Eigenverbrauch optimieren; 2020.

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie (BFE). Effiziente Warmwasserversorgung für neue Wohnbauten. Eine Übersicht für Bauherrschaften; 2022.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Richtlinie W3. Trinkwasserinstallationen; 2013.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Richtlinie W3/E1. Rückflussverhinderung in Sanitäranlagen; 2013.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Richtlinie W3/E2. Betrieb und Unterhalt von Sanitäranlagen; 2013.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Richtlinie W3/E3. Hygiene in Trinkwasserinstallationen; 2020.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Richtlinie W3/E4. Selbstkontrolle in Gebäude-Trinkwasserinstallationen; 2021.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Merkblatt W10004. Filter in Hausinstallationen; 2003.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Merkblatt W10006. Druck- und Temperaturveränderungen; 2016.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Merkblatt W10027. Enthärtungsanlagen – Ionenaustauscher; 2015.

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme (SVGW). Methode MW101. Untersuchung von Gebäude-Trinkwasserinstallationen auf Legionellen – Beprobungsstrategie und Probenahme; 2021.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Norm 385/1. Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen; 2020.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Norm 385/2. Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung; 2025.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Dokumentation 0244. Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Erläuterung zu den Normen SIA 385/1 und SIA 385/2; 2015.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Norm 118. Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten; 2013.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Merkblatt 2048. Energetische Betriebsoptimierung; 2015.

Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec). Wegleitung Effiziente Warmwasseraufbereitung mittels Wärmepumpen; 2026.

Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec). Merkblatt Oktober 2023. Rohrinnensanierungsverfahren bei Trinkwasserinstallationen; 2023.

Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec). Merkblatt 5/2021. Kombination von zentralem Verbrühungsschutz mit Warmwasserzirkulation; 2021.

SN EN 14291:2005: Schaumbildende Lösungen zur Lecksuche an Gasinstallationen.

Internationale Richtlinien und Informationen

ASHRAE. Guideline 12-2020. Managing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems; 2020.

World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first and second addenda; 2022

Forschung

Proctor C. R., Gächter M., Kötzsch S., Rölli F., Sigrist R., Walser J.-C., Hammes F. Biofilms in shower hoses – choice of pipe material influences bacterial growth and communities. Environmental Science: Water Research & Technology 2016; 2:670-682.

Rhoads W. J., Hammes F. Growth of *Legionella* during COVID-19 lockdown stagnation. Environmental Science: Water Research & Technology 2021; 7:10-15.

Rhoads W. J., Sindelar M., Margot C., Graf N., Hammes F. Variable *Legionella* Response to Building Occupancy Patterns and Precautionary Flushing. Microorganisms 2022; 10:555.

Ruesch F., Füchslin B., Haller M. LegioSafePlus – Überprüfung von Massnahmen zur Reduktion von Legionellen bei betroffenen Objekten; 2021.

Rühling K., Rothmann R. Untersuchungen zur Verifizierung von Sicherheitsabständen zur Zone des Legionellenwachstums in der Trinkwassererwärmung. Dresden: TU Dresden; 2012.

Rühling K., Rothmann R., Haupt L., Hoppe S., Löser J., Schreiber C., Waßer F., Zacharias N., Kistemann T., Lück C., Koshkolda T., Petzold M., Schaule G., Nocker A., Wingender J., Kallert A., Schmidt D., Egelkamp R. EnEff: Wärme – Verbundvorhaben Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation - Koordinierter Schlussbericht des BMWi-Verbundvorhabens FKZ 03ET1234A-D. Dresden; 2018.