

Legionellenbekämpfung

Auswirkungen auf die Praxis — DVGW Arbeitsblatt W 551 (April 2004)

Dipl.-Ing. Burkhard Maier, Geschäftsbereichsleiter Anlagentechnik

Die Diskussionen um die hygienische Trinkwassererwärmung nehmen aufgrund der immer häufiger auftretenden Legionellenkontaminationen stetig zu. Ursache hierfür sind sicherlich die seit Anfang 2003 regelmäßig durchgeführten Untersuchungen der Gesundheitsämter in Einrichtungen, die Wasser an die Öffentlichkeit abgeben. Ursache ist auch die Anzeigepflicht, die gemäß §13 Abs. 1 der Trinkwasserverordnung 2001 gilt, wenn Wasser führende Teile in Gebäuden wie Krankenhäusern, Alten- und Pflegeheimen, Hotels, Gaststätten, Schulen, Kindergärten etc. baulich oder betriebstechnisch so verändert werden, dass dies auf die Beschaffenheit des Wassers für den menschlichen Gebrauch Auswirkungen haben kann [DVGW W 551 (4/2004)].

Als Kernaussage der in den Fachgremien stattfindenden Diskussionen findet sich immer wieder die Tatsache, dass es keine Probleme mit Legionellen gibt, wenn ausreichend hohe Temperaturen im Netz vorhanden sind und das Netz sorgfältig hydraulisch abgeglichen ist.

Doch genau an diesen beiden Forderungen scheitern oftmals die guten Ideen der Planer und der ausführenden Unternehmen, da der Betreiber von zu hohen Kosten für den Zirkulationswärmebedarf und für den Verbrühungsschutz spricht. Außerdem liegen die Hauptaktivitäten hinsichtlich Planungen von Trinkwassererwärmern zur Zeit eindeutig im Gebäudebe-

stand, so dass auch ein hydraulischer Abgleich häufig bereits an mangelnden Bestandsplänen scheitert. Nach wie vor gilt der Grundsatz: "Hygiene hat oberste Priorität". Das neue DVGW Arbeitsblatt W 551 vereint die beiden bisherigen Blätter W 551(1993) für den Neubau (1993) und W 552 (1998) für die Sanierung. Es ist in manchen Bereichen gestrafft worden, wichtige Details sind spezifiziert worden und es macht klare Aussagen über die technischen Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums. Im Folgenden werden wesentliche Bereiche herausgestellt, die ein Planer für seine tägliche Arbeit benötigt.

Biofilm und Hygiene

Insgesamt kommt der Biofilmbildung besondere Bedeutung zu. Aber was ist Biofilm? Biofilm besteht nach der Definition von Prof. Kreysig, Berlin, „aus extrazellulären polymeren Substanzen, kurz EPS. Diese EPS enthalten Polysaccharide, Proteine, Glycoproteine und zahlreiche andere makromolekulare Verbindungen.“ Diese Schicht ist somit an sich noch nicht schädlich für den Menschen. Aber sie dient als Nährboden für Bakterien, die sich an ihr anhaften und sich gerade dadurch massiv vermehren können, s. Abb. 1. Findet sich also kein Lebensraum für Biofilm, so entstehen in der Regel auch keine Legionellen. Die Existenz von Biofilm bedeutet im Umkehrschluss aber noch nicht die Existenz von Legionellen.

Verhindern lässt sich die Biofilmbildung durch hohe Temperaturen (größer 60°C), durch Vermeiden von Stagnation und durch die Verwendung von Materialien und Oberflächen, die die Adhäsion hemmen. Dabei schneidet Edelstahl mit seiner extrem glatten und geschlossenen Oberfläche bei den Fachleuten am besten ab.

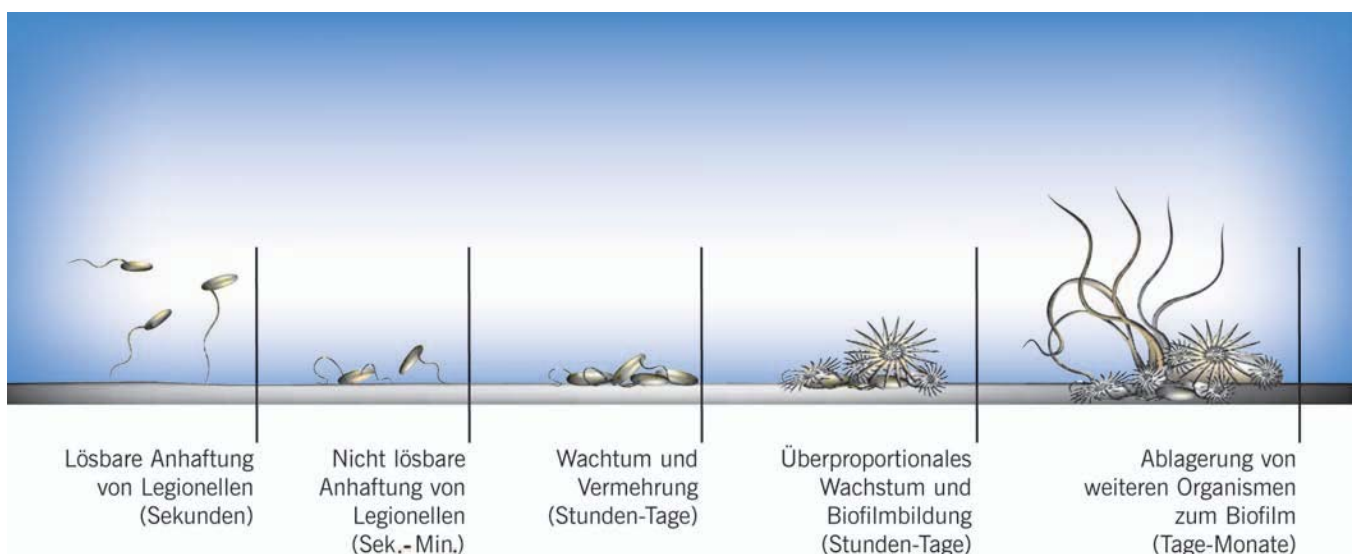


Abb. 1 Biofilmbildung im Rohrnetz bei niedrigen Temperaturen und mangelnder Durchströmung



Hygiene für Nasskühltürme im Aufenthalts- bereich von Menschen

- Entfernung und Verhinderung von biologischem Bewuchs
- Gleichbleibend niedrige mikrobiologische Belastung
z. B.: Legionellen durch kontinuierliche Anwendung
- Keine schädlichen Nebenprodukte oder Killersubstanzen in der Abschwadung



Mehr Informationen direkt beim
BWT-Hygienspezialisten unter Tel. 06203/73147

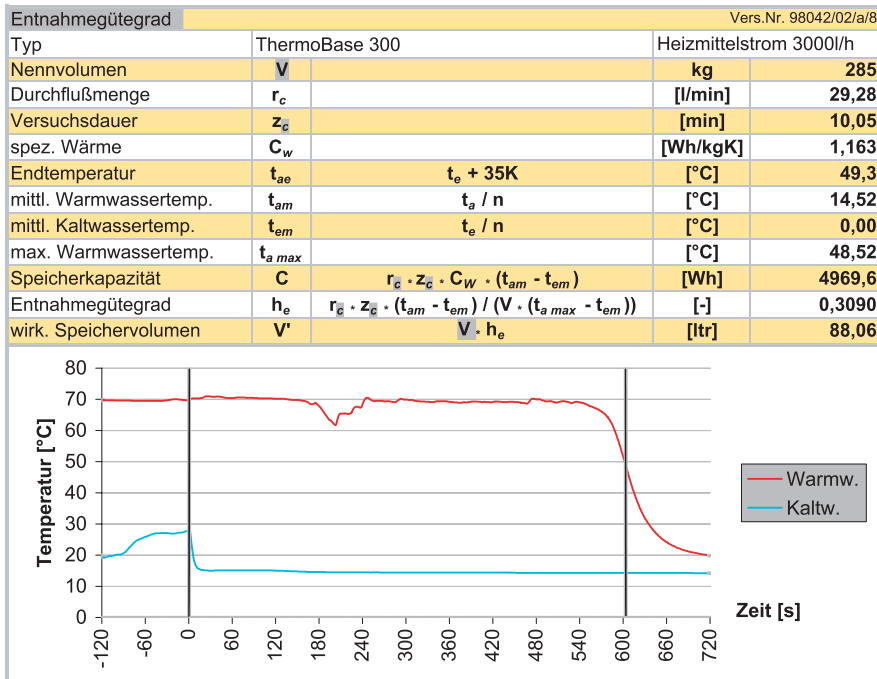


Abb. 2 Absinken der Austrittstemp. im Minutenbereich bei Spitzenzapfung nach DIN 4708

**NEU bei Großanlagen:
60°C ohne Schaltdifferenz**

Bei Großanlagen, also allen Anlagen mit einem Speicherinhalt von mehr als 400 l Inhalt oder einem Rohrleitungsinhalt von mehr als 3 l vom Speicher bis zur weitesten Entnahmestelle, ist stets eine Temperatur von größer/gleich 60°C einzuhalten. Im Arbeitsblatt W 551 von 1993 stand an dieser Stelle eine zulässige Schaltdifferenz von 5 Kelvin. Die Zirkulationspumpe darf nach wie vor maximal 8 Stunden am Tag abgeschaltet werden. Die verantwortlichen Hygieniker entschieden sich aber, diese Einschränkung herauszunehmen, da sich diese Toleranz durch das gesamte Netz hindurchzieht. Die maximale Auskühlung von 5 Kelvin in der Zirkulation bleibt, so dass nun die minimale Temperatur an jeder Stelle im Netz 55°C ist. Erklärungsbedürftig ist der Passus, dass kurzzeitige Absenkungen im Minutenbereich der Temperatur am Austritt tolerierbar sind (siehe z.B. DIN 4708). Gemeint ist damit DIN 4708-3, Ausgabe: 1994-04, „Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Regeln zur Leistungsprüfung von Wassererwärmern für Wohngebäude“. Dort ist beschrieben, nach welchen Kriterien der Hersteller seine Trinkwassererwärmer zu prüfen hat. Bei der Spitzenzapfung (z.B. morgens in einem Hotel, wenn alle Gäste innerhalb von 2 Stun-

den duschen oder baden) darf der Speicher kurzfristig auch in der Austrittstemp. unter 60°C absinken. In Abb. 2 ist eine Aufzeichnung vom FRÖLING Prüfstand zu sehen, die die Spitzenzapfung bei der Ermittlung des Entnahmegütegrades zeigt. Das bedeutet, dass die Trinkwassererwärmer außerhalb der Spitzenzapfung

in der Lage sein müssen, konstant ohne systematische Unterschreitung 60°C zur Verfügung zu stellen. Das funktioniert aber nur, wenn dort ein zusätzliches Stellglied vorhanden ist, welches die Temperaturschwankungen ausgleichen kann, die aufgrund von wechselnden, benutzerabhängigen Massenströmen im Netz entstehen. Ein Beispiel für eine dem neuen Arbeitsblatt W 551 entsprechende Trinkwassererwärmungsanlage, welche nachgeschaltet ein 3-Wege-Ventil zum Ausgleich der Temperaturschwankungen besitzt, zeigt Abb. 3. Dabei wird ein Teilbereich des Trinkwassererwärmers auf über 60°C erhitzt, um so aus einem „Wärmeakku“ schöpfen zu können. Durch die Überhitzung im oberen Bereich steht für eine evtl. erforderliche thermische Desinfektion auf Knopfdruck heißes Wasser zur Verfügung, in dem der Mischer so eingestellt wird, dass der überhitzte Bereich direkt ins Netz geführt wird. Zusätzlich wird durch den Wärmeakku das Nachheizen verzögert, wodurch zum einen häufige Brennerstarts reduziert werden und zum anderen kleine Zapfungen im unteren Bereich als Kaltwasserbereich gesammelt werden. Wenn nun eine Nachladung erfolgt, bedeutet dies, dass der Rücklauf zum Kessel oder zur

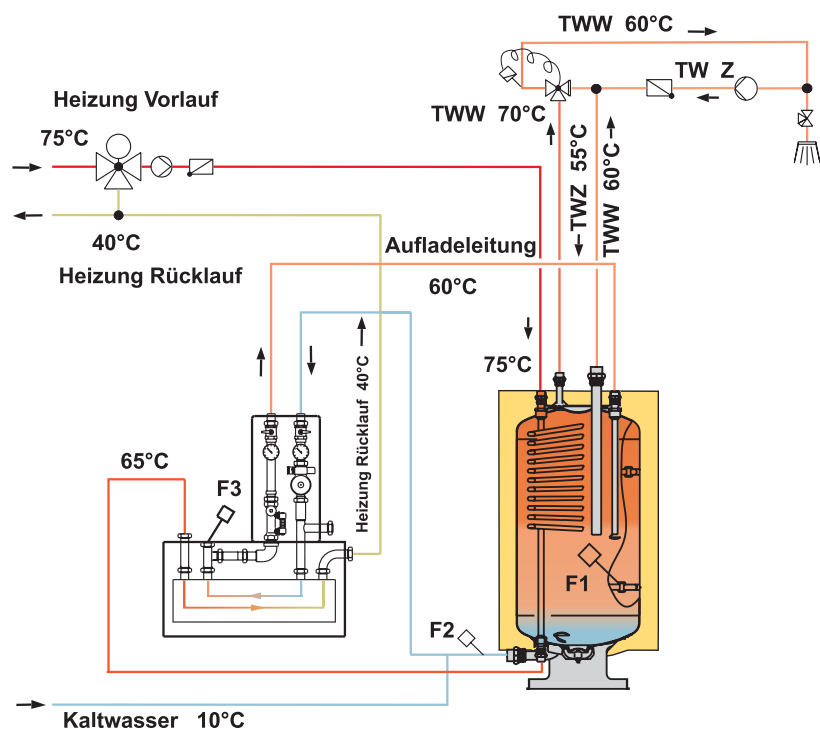
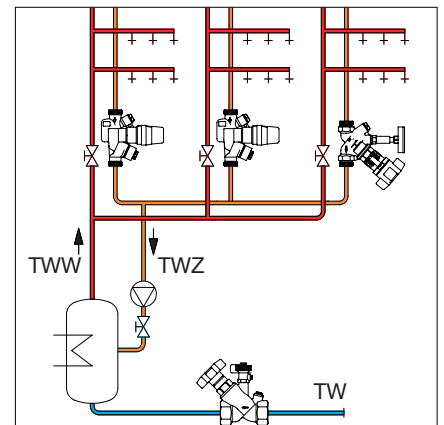


Abb. 3 Thermo-S-System mit nachgeschaltetem 3-Wege-Mischer zur Einhaltung von 60°C am Speicheraustritt



„Aquastrom C“ Strangreguliertventil und „Aquastrom T plus“ thermostatisches Regelventil:
zur thermischen Desinfektion von Zirkulationsleitungen



System-Darstellung

Die Oventrop Rotgussarmaturen „Aquastrom C“ und „Aquastrom T plus“ werden in Zirkulationsleitungen von Trinkwasseranlagen eingebaut. Die Armaturen ermöglichen den hydraulischen (Fein-) Abgleich der Strangleitungen untereinander. Zusätzlich unterstützt die „Aquastrom T plus“ Armatur automatisch die thermische Desinfektion im Temperaturbereich $T > 70^{\circ}\text{C}$. Die kombinierte Installation von „Aquastrom C“ und „Aquastrom T plus“ ermöglicht somit eine gleichmäßige Desinfektion mehrerer, auch weiter entfernt liegender Stränge.

Ihr Nutzen:

- nur eine Armatur („Aquastrom C“) für fünf Funktionen: stufenloses Voreinstellen, absperren, entleeren, messen, Temperaturanzeige
- unterstützt thermische Desinfektion durch Desinfektionsvolumenstrom („Aquastrom T plus“)

Bitte fordern Sie weitere Informationen an:
 F. W. OVENTROP GmbH & Co. KG
 Paul-Oventrop-Straße 1
 D-59939 Olsberg
 Telefon (0 29 62) 82-0
 Telefax (0 29 62) 82-400
 Internet <http://www.oventrop.de>
 eMail mail@oventrop.de

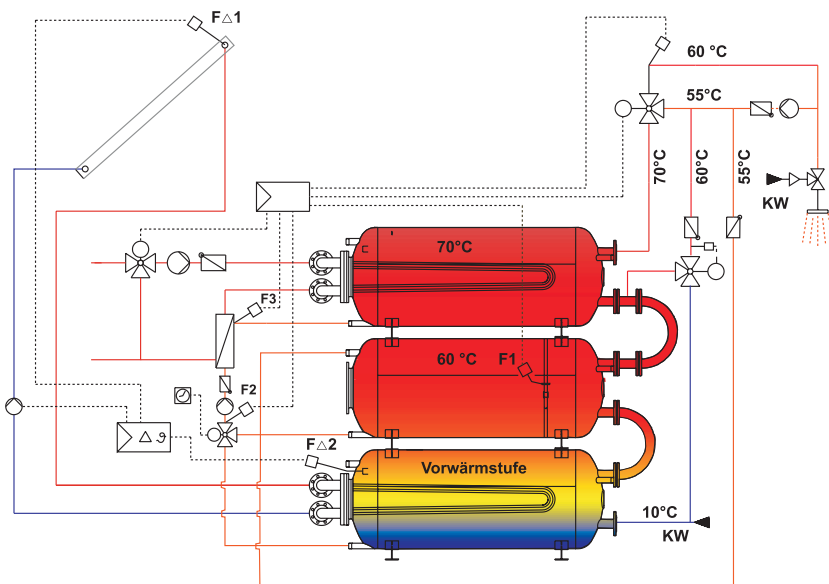


Abb. 4 Trinkwassererwärmer mit Solarenergienutzung für Großanlagen mit Vorwärmer und Optimierungsschaltung für die Nachheizung der Zirkulationsverluste

Fernwärme optimal ausgekühlt wird. In Großanlagen mit Solarenergienutzung ist ein besonderes Augenmerk auf die Einbindung der Zirkulation zu legen. Auf der einen Seite muss der Vorwärmer in der Lage sein, bei hohem Solarertrag den Zirkulationswärmebedarf zu decken. Auf der anderen Seite darf bei niedrigerem Solarertrag die Zirkulation nicht die Temperatur im Vorwärmer anheben, so dass die Solarkreispumpe abschaltet. Dazu ist eine sogenannte thermische Mischzone erforderlich, die in Abb. 4 orange eingezeichnet ist.

Speicherinhalt „so klein wie möglich, und so groß wie nötig“ [W 551, Abs. 5.1]

Die richtige Dimensionierung des Gesamtsystems „Trinkwassererwärmer“ ist die erste Voraussetzung für die Hygiene. Viele Praxisbeispiele zeigen, dass durch höhere Temperaturen und genauere Berechnungsmethoden der

Speicherinhalt bei Sanierungen deutlich gegenüber dem vorhandenen Inhalt reduziert werden kann. Einsparungen von weit mehr als 50% sind die Regel. Wer also einen Trinkwassererwärmer austauscht, sollte unbedingt den Bedarf neu ermitteln und anschließend eine unabhängige Dimensionierung durchführen, s. Abb. 5. Vor-Ort-Aufnahmen der Spitzenzapfungen in der vorhandenen Anlage lassen häufig staunen, wie wenig Warmwasser tatsächlich benötigt wird. Wichtig ist, nicht einen Tages- oder Stundenbedarf, sondern während der Spitzenentnahme mindestens alle 10 Minuten Daten aufzunehmen.

Eine neuartige Berechnungsmethode von FRÖLING für den Nicht-Wohnungsbau vereinigt die DIN 4708 mit der DIN 1988-3 und Erfahrungswerten aus jahrzehntelanger Tradition im Edelstahl-Behälterbau. Die Kunst ist nicht nur, den Bedarf möglichst genau vor-

- herzusagen, sondern den Speicherinhalt und die Heizflächenleistung optimal auf den Bedarfsfall anzupassen. Wichtig bei der Auslegung der Heizfläche ist, dass alle möglichen Betriebsfälle berücksichtigt werden: Diese sind
1. Speicherladung und Bedarfsdeckung bei der Spitzenzapfung (10°C auf 60°C)
 2. Deckung des Zirkulationswärmebedarfs (55°C auf 60°C)
 3. Deckung des Wärmebedarfs zur thermischen Desinfektion (70°C auf 75°C)

Durchlaufwassererhitzer mit kleinem Heizwasserpuffer für Großanlagen

In Analogie zu den Kleinanlagen, bei denen der Trend in Richtung Speicherung von Heizwasser mit kleinen Trinkwasserinhalten geht, gibt es auch bei Großanlagen Heizwasserpufferspeicher mit integrierten Edestahlrohrwärmetauschern, die mit großer Dauerleistung riesige Leistungsbereiche abdecken. Dabei wird zunächst der gesamte Heizwasserrücklauf über den Trinkwassererwärmer zur weiteren Auskühlung geführt. Ein Fühler überwacht nun die Austrittstemperatur auf der Trinkwasserseite. Sobald 60°C unterschritten werden, kann zusätzlich Heizungsvorlaufwasser in den Puffer geführt werden, das zur Nacherhitzung des Trinkwassers führt. Die Leistungen dieses Trinkwassererwärmers sind so groß, dass Sie im größten Fall mit 600 Litern Inhalt bis zu 235 Normalwohnungen versorgen können. Dabei kann durch den Heizwasserpuffer die Austrittstemperatur ohne besonderen regelungstechnischen Aufwand auf konstant 60°C gehalten werden, wie es das neue Arbeitsblatt W 551 fordert, Abb. 6.

Die 3-Liter-Regel

Häufige Verwechslung bringt auch die sogenannte 3-Liter-Regel. Vorab ist zu sagen, dass man mit diesem Grenzwert eine Richtung angeben wollte, die jedoch nach Möglichkeit nicht ausgeschöpft werden sollte. Ganz entscheidend ist hier wiederum das Verhalten durch den Benutzer. Alle Angaben beziehen sich stets auf einen bestimmungsgemäßen Betrieb. Wird ein Anlagenteil nicht regelmäßig mit nachströmendem Wasser durchspült, sind auch

Spitzenbedarfsdeckung mit idealem Trinkwassererwärmer

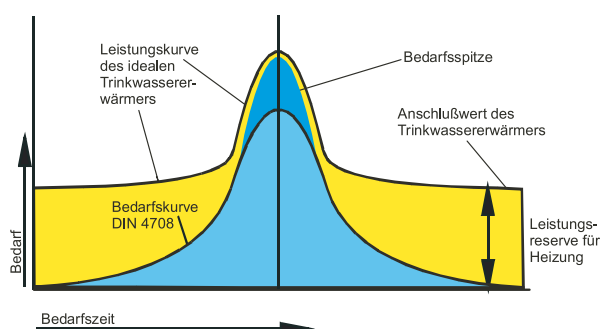


Abb. 5 Dimensionierung des idealen Trinkwassererwärmers unter Berücksichtigung des tatsächlichen Bedarfs

ESTA-Edelstahlrohre in der Trinkwasser-Versorgung

Herkunft mit Zukunft



ESTA-Rohre made in Germany

Edelstahlrohre zählen zu den wichtigen Faktoren in der zukünftigen, gesicherten Wasserversorgung.

Mit ESTA können Sie für die Zukunft planen.

ESTA-Rohre aus nichtrostendem Stahl 1.4401 erfüllen alle Anforderungen, die Sie an den Werkstoff Edelstahl stellen. Die Sicherheit beruht auf langjähriger Produktionserfahrung und Prozessen, die das In-Line-Glühen und das Glätten der Schweißnaht beinhalten. Die Kontinuität der Rohreigenschaften wird mit der DVGW-Zulassung unterstrichen.



ESTA Rohr GmbH
Eisenhüttenstraße 11-17 · 57074 Siegen Kaan-Marienberg
Tel. 02 711 69 09 -0 · Fax 02 711 69 09 -2 20
e-mail info@esta-rohr.de · www.esta-rohr.de

esta rohr
Sicherheit mit Zukunft

die 3 Liter ein beliebtes Nest für die Legionellenvermehrung. In folgenden Bereichen sollten die 3 Liter nicht überschritten werden:

1. Maximaler Leitungsinhalt von Kleinanlagen, gemessen vom Speicheraustritt bis zur weitest entfernten Entnahmestelle (ausgenommen Ein- und Zweifamilienhäuser)
2. Maximaler Leitungsinhalt hinter dem Abzweig der Zirkulation bis zur Entnahmestelle (In besonders gefährdeten oder selten genutzten Bereichen sollte die Zirkulation bis zu allen Entnahmestellen „durchgeschliffen“ werden.)
3. Maximaler Leitungsinhalt mit niedrigeren Temperaturen hinter einem Mischer für den Verbrühungsschutz (auch Gruppenthermostate sind möglich; Achtung, diese sind aber für eine mögliche thermische Desinfektion an leicht zugänglichen Stellen zu positionieren.)

Was bedeutet die thermische Desinfektion?

Wird eine Kontamination mit Legionellen festgestellt (also nicht im Normalbetrieb mit 60°C) ist eine Desinfektion erforderlich. Dazu werden im W 551 verschiedene Methoden genannt und bewertet:

1. Thermische Desinfektion: „Bei einer Temperatur von 70°C werden Legionellen in kurzer Zeit abgetötet.“
2. Chemische Desinfektion: „Nach dem derzeitigen Kenntnisstand werden Legionellen bei kontinuierlicher Zugabe von Chemikalien nach den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung nicht ausreichend beseitigt.“
3. UV-Bestrahlung: „Die Vermehrung der Organismen im System auf den besiedelten Oberflächen lässt sich durch UV-Bestrahlung nicht verhindern. Um eine einwandfreie Wasserbeschaffenheit zu gewährleisten, muss das System in Abhängigkeit von der Kontamination zusätzlich periodisch gespült [...] oder thermisch desinfiziert werden. Durch UV-Bestrahlung kommt es zur Umwandlung von Nitrat in Nitrit, welches karzerogen ist.“

Bei der thermischen Desinfektion wird die Zirkulationspumpe im Dauerlauf betrieben und die Temperatur am

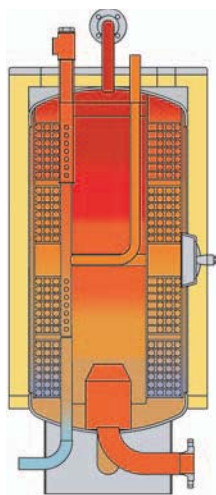


Abb. 6 Moderner Durchlaufwassererhitzer mit kleinem Heizwasserpuffer nach DVGW W 551 für Großanlagen (bis 250 Normalwohnungen)

Austritt des Trinkwassererwärmers auf ca. 75°C erhöht. Im Falle des FRÖLING Thermo-S-Systems ist dazu der 3-Wege-Mischer auf Durchgang zu stellen und ggf. die Vorlauftemperatur auf der Heizungsseite zu erhöhen. Dieser Zustand wird nun in ein Gleichgewicht gebracht, bis das Zirkulationswasser am Speichereintritt mit 70°C zurückströmt. Dazu ist unbedingt vorher ein hydraulischer Abgleich in der Anlage vorzunehmen, damit sichergestellt ist, dass im gesamten System die Temperatur mindestens 70°C beträgt. Nun werden strangweise die einzelnen Entnahmestellen geöffnet, so dass 3 Minuten lang außen an der Entnahme-Armatur 70°C gemessen werden können.

Das bedeutet dann auch, dass das gesamte Rohr einschließlich der anhaftenden Beläge für kurze Zeit auf 70°C erhitzt wird. Bei dieser Maßnahme sind alle möglichen Benutzer vorher zu warnen und evtl. Verbrühungsschutz-Armaturen außer Kraft zu setzen.

Vergleich von verschiedenen Trinkwassererwärmern nach VDI 6003

Die Entnahme von Trinkwarmwasser kann von der Nutzung einer einzelnen Entnahmestelle bis zur gleichzeitigen Nutzung mehrerer Entnahmestellen eines oder auch mehrerer Sanitärräume erfolgen. Zur Sicherstellung von Funktionalitäten und Komfort sind daher für die Bewertung des Trinkwassererwärmers und des Leitungsnetzes ganzheitliche Betrachtungen anzustellen, die sich vorrangig an den in Abb. 7 aufgestellten Komfortkriterien orientieren können. Dabei sind die speziellen FRÖLING Hygienesysteme in die Betrachtung mit aufgenommen. Es zeigt sich, dass Schwächen konventioneller Systeme durch einfache Verbesserungen ausgeglichen werden.

Zusammenfassung

Das neue DVGW Arbeitsblatt W 551 (April 2004) zeigt in übersichtlicher Art und Weise die technischen Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums, und unterscheidet dabei nicht mehr zwischen Neubau und Sanierung. Die wesentlichen Unter-

| | Indirekt beheizter Speicher | Speicherladesystem | Durchflusserwärmer | | ThermoBase |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| System- und Betriebsmerkmale | | | direkt beheizt | indirekt beheizt | |
| kostante Zapftemperatur | ja | ja | eingeschränkt | ja, mit entsprechender Regelqualität | ja, wird permanent nachgeregelt |
| bedarfsgerecht Entnahmerate | ja | ja | max und min begrenzt | ja | ja |
| bedarfsgerechte Entnahmemenge | ja | ja | ja | ja | ja |
| sofortige Gebrauchstemperatur | ja, aber lange Aufheizzeit | ja | ja, evtl. Wasservorlage erforderlich | ja | ja |
| Energieart | keine Einschränkung | keine Einschränkung | elektrisch / fossile Brennstoffe | keine Einschränkung | keine Einschränkung |
| Verkalkungsrisiko | gering | erhöht | mittel | erhöht | gering |
| Konstanz der eingestellten Werte | gut | gut | gut, eingeschränkt bei hydraulischer Steuerung | gut | sehr gut aufgrund von Thermo-S-Ventil |
| Pumpe trinkwasserseitig | nein | ja | nein | nein | nein |
| Einsatzbereich | alle Varianten | Zentrale Versorgung | Einzelversorgung | alle Varianten | alle Varianten |
| Integration thermische Solaranlage | gut möglich | gut möglich | möglich | nicht möglich | gut möglich |

Abb. 7 Vergleich von verschiedenen Trinkwassererwärmern nach VDI 6003

schiede gegenüber den früheren Ausgaben sind:

- Verbot von systematischen Unterschreitungen unter 60°C am Austritt des Trinkwassererwärmers bei Großanlagen. Für Kleinanlagen sind 60°C empfohlen, 50°C sollten in jedem Fall eingehalten werden.
- Vorwärmstufen von Groß- und Kleinanlagen können mit niedrigeren Temperaturen als 60°C betrieben werden, müssen allerdings einmal täglich auf 60°C erhitzt werden. Dies betrifft auch bivalente Speicher mit mehr als 400 l Inhalt.
- Als Desinfektionsmaßnahme im Kontaminationsfall wird die thermische Desinfektion ohne Einschränkungen genannt. Die chemische Desinfektion und die UV-Strahlung sind nur bedingt einsetzbar.
- Grundsätzlich sind Speicherinhalte so klein wie möglich und so groß wie nötig dimensioniert. FRÖLING hat dazu ein spezielles Rechenverfahren entwickelt, welches den idealen Trinkwassererwärmer dimensioniert.

Bei der Sanierung von bestehenden Anlagen ist folgendermaßen vorzugehen:

- Aktuellen Stand der Anlage aufnehmen und dokumentieren
- Temperaturen im Speicher auf 60°C anheben
- Hydraulischen Abgleich in der Zirkulation vornehmen
- Zirkulationswärmebedarf von max. 5 Kelvin einrichten, notfalls Zirkulationswassermenge anheben
- In kritischen Anlagen sollte die Zirkulationspumpe zur Vermeidung von Stagnation im Dauerlauf betrieben werden, sie darf aber maximal 8 Stunden abgeschaltet werden.
- Der Bedarf an Trinkwarmwasser ist neu zu berechnen und die Speicher neu auszulegen.
- Unnötige Speicher und Rohrleitungen sollten abgetrennt und trockengelegt werden.
- Wärmetauscherflächen sind neu zu berechnen und zu prüfen hinsichtlich
 - ▶ Speicherladung und Bedarfsdeckung bei der Spitzenzapfung,
 - ▶ Deckung des Zirkulationswärmebedarfs,
 - ▶ Deckung des Wärmebedarfs zur thermischen Desinfektion.

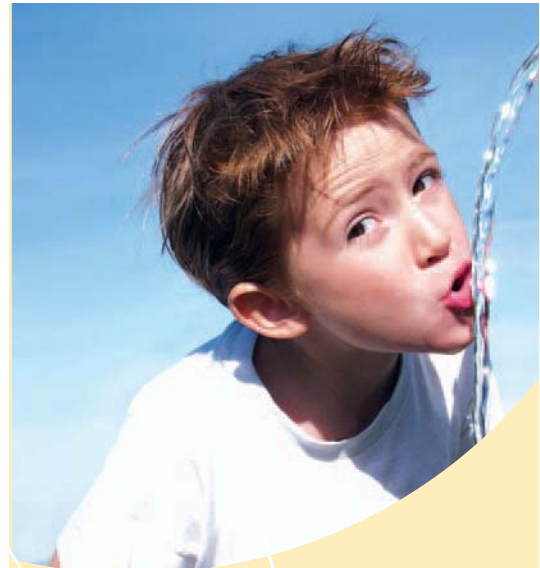
Falls es nicht möglich sein sollte, die Temperatur in den Griff zu bekommen, ist ein Wärmeakku zu schaffen.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass mit dem Thema Legionellen offen umgegangen werden sollte. Wer sich der Sache annimmt und die Forderungen des DVGW Arbeitsblattes W 551 (April 2004) konsequent umsetzt, wird in der Regel keinen Ärger mit Legionellenbefall seiner Anlage haben. Das TGA Fachhandwerk, die Planer und die Betreiber sollten sich nicht auf die Suche nach Legionellen machen. Das ist Aufgabe der Hygieniker und der Gesundheitsämter. Wir sollten uns weiter mit den Themen beschäftigen, mit denen wir uns auskennen, und das sind Temperaturen und Volumenströme. Wenn die stimmen, dann stimmt auch die Hygiene.

*Autor: Dipl.-Ing. Burkhard Maier,
Geschäftsbereichsleiter Anlagentechnik
FRÖLING Heiz- und Trinkwassersysteme
Overath
Grafiken: Fröling
www.froeling.de*

Quellennachweis:

- [1] DVGW, Bonn: Arbeitsblatt W 551, Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen; April 2004
- [2] Prof. Dr. Dieter Kreysig, Berlin: Die Kontaminationsquelle Biofilm: Notwendigkeit und Möglichkeiten der Trinkwasserdesinfektion, Vortrag gehalten vor der Gesundheitstechnischen Gesellschaft e.V. am 2.01.2004
- [3] Dipl.-Ing. Robert Kremer: FRÖLING Sonderdruck „Geringe Fördermittel durch bessere Planung kompensieren“, Overath, 2002
- [4] Dipl.-Ing. Burkhard Maier: FRÖLING Sonderdruck „Hygienische und wirtschaftliche Trinkwassererwärmung“, Overath, 2004
- [5] DIN 4708-3, Ausgabe:1994-04 Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Regeln zur Leistungsprüfung von Wassererwärmern für Wohngebäude
- [6] DIN 4753-1, Ausgabe:1988-03 Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser; Anforderungen, Kennzeichnung, Ausrüstung und Prüfung
- [7] DIN 1988-3, Ausgabe:1988-12 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW
- [8] VDI 6023, Ausgabe:1999-12 Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen
- [9] VDI 6003 (Entwurf), Ausgabe: 2003-09 Trinkwassererwärmungsanlagen - Komfortkriterien und Anforderungsstufen für Planung, Bewertung und Einsatz



Da fließt der Umsatz

**Mit dem Paket aktiv plus
auf der Erfolgswelle**

Bieten Sie Ihren Kunden chemiefreie Wasserbehandlung mit mehrfachem Nutzen: Das Paket aktiv plus steigert Gesundheit und Wohlbefinden durch Trinkwasservitalisierung. Und schützt dabei Ihre Trinkwasserinstallation vor Kalk und Korrosion!

Weltweit einzigartig:
Die Gerätekombination aus **permasolvent®primus** und **permasolvent®aktiv** erfüllt fünf Funktionen auf einmal:

- Kalkschutz
- Korrosionsschutz
- Schutzschichtbildung
- Vitalisierung des Wassers
- Energieeinsparung



perma-trade®

Wasserbehandlung mit Zukunft

perma-trade Wassertechnik GmbH
Röntgenstr. 2 · 71229 Leonberg
Tel. 0 71 52 / 9 39 19-0 · Fax 9 39 19-35
www.perma-trade.de

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne