

Legionellen-Bakterien – hier auf einem GVPC-Nährboden – können beim Menschen lebensbedrohende Infektionen auslösen.

Hydraulischer Abgleich
für thermisches Gleichgewicht

Zirkulation im Fokus der Legionellenprophylaxe

Seit Januar 2003 gilt in Deutschland eine neue Trinkwasserverordnung, die die europäische Trinkwasserrichtlinie vom Dezember 1998 in deutsches Recht umsetzt. Rechtlich genießt das Lebensmittel Nummer eins damit größte Aufmerksamkeit. Besonders wichtig für die Trinkwasserhygiene im Warmwasserbereich ist der thermische Abgleich des Zirkulationssystems.

Die Kernaussage der Trinkwasserverordnung: „Wasser für den menschlichen Gebrauch muss frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein.“ Was das in der Praxis bedeutet, erläutern die angegebenen Grenzwerte für Wasserinhaltsstoffe, genaue Definitionen und Begriffsabgrenzungen sowie Verfahrensanweisungen.

Eine wichtige Neuerung betrifft den Ort der Probenentnahme. Die Kontrolle der Wasserqualität erfolgt nicht mehr alleine an der Übergabestelle zwischen Wasserversorger und Hausinstallation, sondern direkt an der Zapfstelle des Verbrauchers. Dadurch werden nun auch alle Verunreinigungen und Keime erfasst, die erst in der Hausinstallation in das Trinkwasser eingetragen werden bzw. sich dort vermehren. Die Überwachung der Wasserqualität an öffentlichen Entnahmestellen, beispielsweise in Kindergärten, Schulen, Sportstätten, Gaststätten und Hotels, erfolgt einmal jährlich durch das zuständige Gesundheitsamt.

Auch sonstige Anlagen können auf Anordnung der Behörden untersucht werden, wenn dieses zum Schutz der Gesundheit erforderlich erscheint (TrinkwV §§ 14 und 19). So erfährt das Lebensmittel Nummer eins größtmögliche Aufmerksamkeit. Nicht nur was Verschmutzung und Schwermetall-

belastung, sondern auch was die Belastung mit Keimen betrifft. Im Blickpunkt befinden sich hier auch die potenziell eine tödliche Infektion auslösenden Legionellen, die sich in einer, unter hygienischen Gesichtspunkten nicht optimalen Installation in gesundheitsrelevantem Maße vermehren können.

Gesundheitsgefährdung durch *Legionella pneumophila*

Die Legionärskrankheit ist nach einer 1976 in einem Hotel in Philadelphia während eines Veteranentreffens aufgetretenen Epidemie benannt. Damals erkrankten ungefähr 200 Teilnehmer, rund 30 davon tödlich. Auslöser dieser Infektion sind Legionellen genannte Bakterien. Von ihnen existieren über 40 Arten; die wichtigste ist die *Legionella pneumophila*.

Die Legionärskrankheit oder Legionellose beginnt zwei bis zehn Tage nach Ansteckung mit Symptomen wie Kopf-, Glieder- und Thoraxschmerzen sowie Fieber. Der Verlauf ist ähnlich einer klassischen Lungenentzündung und häufig wird eine solche diagnostiziert. So ist zu erklären, dass nur relativ wenige Fälle dieser meldepflichti-

gen Krankheit (§ 7 Infektionsschutzgesetz) in Deutschland bekannt werden. In die Aufmerksamkeit der breiteren Öffentlichkeit geraten meist nur spektakuläre Fälle. So wurden im März dieses Jahres drei Schulsportanlagen im Main-Taunus-Kreis nördlich von Frankfurt gesperrt, weil eine erhöhte Legionellenkonzentration in den Duschen gefunden wurde. Aufsehen erregte im Juli 2004 die zeitweise Schließung des gerade erst eröffneten Ritz Carlton Hotels am Potsdamer Platz in Berlin. Auch hier waren die gefährlichen Erreger nachweisbar.

Das Robert-Koch-Institut schätzt nach neuesten Berechnungen vom Frühjahr 2006 die jährliche Zahl der Erkrankungen auf bis zu 21 000 in Deutschland. Besonders gefährdet durch Legionellose sind Personen mit geschwächtem Immunsystem wie Senioren, Kleinkinder, chronisch Kranke oder Raucher. Die Infektion erfolgt über die Lunge durch das Einatmen der Bakterien in einem aerosolförmigen Luft-Wasser-Gemisch. Gefahrenquellen in der Warmwasserinstallation sind somit beispielsweise Duschen oder Whirlpools. Legionellen, die prinzipiell in jedem Wasser vorhanden sein können, vermehren sich besonders stark in stagnierendem Wasser bei Temperaturen zwischen 20



Bild: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser

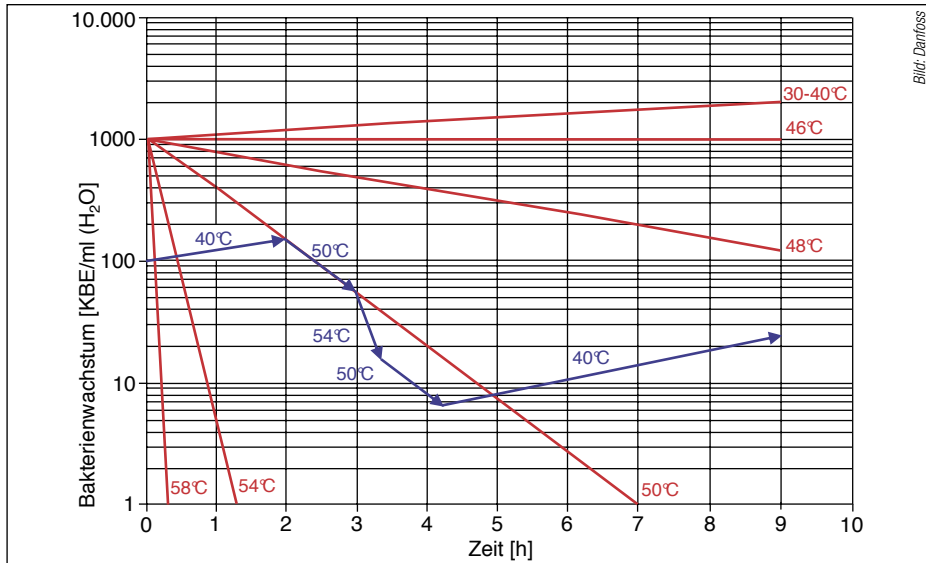


Bild: Danfoss

Bild 1 Das Legionellenwachstum steht in enger Abhängigkeit zur Temperatur; eine starke Vermehrung der Bakterien findet in stagnierendem oder stehendem Wasser bei 20 bis 45 °C statt.

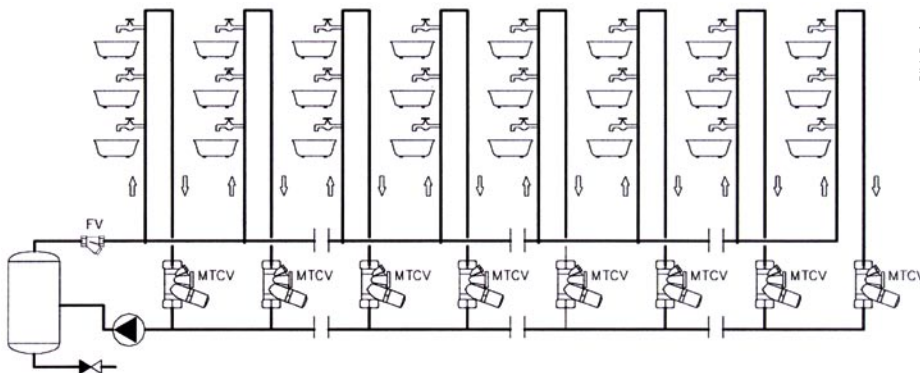


Bild: Danfoss

Bild 2 Strangschema einer Warmwasserzirkulation mit thermostatischen Zirkulationsventilen zum Abgleich.

und 45 °C. Bei Temperaturen über 50 °C nimmt die Zahl der Bakterien ab (Bild 1).

Funktion der Zirkulation im Wandel der Zeit

In den Mittelpunkt der technischen Diskussion über geeignete vorbeugende Maßnahmen in größeren haustechnischen Anlagen rückt dabei schnell die Zirkulationsleitung. Traditionell dient sie neben dem Komfort vor allem der Energie- und Wassereinsparung. So soll an den Zapfstellen bei einem Minimum an umgewälzten Wasservolumen erwärmtes Trinkwasser in möglichst kurzer Zeit zur Verfügung stehen, ohne Wasser- und Energieverluste (Ausstoßverluste).

Doch insbesondere die Aufrechterhaltung eines ausreichenden Wasserumlaufs in allen Anlagenabschnitten und die Sicherung eines bestimmten Temperaturniveaus im Warmwassernetz sind entscheidend, um die haustechnische Anlage keimarm zu halten. Das erfordert einen hydraulischen Abgleich unter Berücksichtigung eines thermischen Gleichgewichts (Bild 2). Gerade viele Altanlagen wurden jedoch noch nie richtig abgeglichen. Häufig zirkulieren ganze Abschnitte nicht mit.

Die Auslegung und Bemessung von Zirkulationsleitungen beschreiben DIN EN 806 (sowie teilweise DIN 1988) und das DVGW-Arbeitsblatt W 553. Das Arbeitsblatt W 551 befasst sich mit technischen Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums und gibt einen Überblick über Desinfektionsmethoden. Grundsätzlich darf das angewandte Desinfektionsverfahren keine negative Auswirkung auf die Trinkwasserqualität haben; die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung müssen in jedem Fall eingehalten werden.

Bekannte Desinfektionsverfahren sind beispielsweise die Zugabe chemischer Stoffe wie Chlordioxid, Calciumhypochlorid oder Wasserstoffperoxid. Durch anodische Oxidation oder UV-Bestrahlung des Wassers kann ebenfalls eine Desinfektion erreicht werden. UV-Bestrahlung wird auch in Kombination mit einer Ultraschallbehandlung des Wassers gegen in Amöben bewirtete Legionellen angeboten. Am einfachsten erscheint häufig eine thermische Desinfektion durchführbar, da die benötigten technischen Voraussetzungen bereits vorhanden sind. Zwar beginnt schon ab 50 °C ein Pasteurisationsprozess und die Zahl der Bakterien nimmt ab, jedoch verkürzt sich die erforderliche Desinfektionszeit für eine technische Anwendbar-

keit erst bei deutlich höherer Temperatur. Der DVGW empfiehlt zur thermischen Desinfektion das gesamte System auf über 70 °C aufzuheizen.

Thermischer Abgleich schützt vor Keimen

Eine wichtige Maßnahme, um die Hygieneanforderungen im Warmwassersystem sicherzustellen, ist die Empfehlung des DVGW-Arbeitsblatts W 551, eine Zirkulationstemperatur von 60 °C in der gesamten Anlage einzuhalten. Die Temperatur an jeder Stelle im Leitungsnetz darf dabei um maximal 5 °C gegenüber der Speicheraustrittstemperatur absinken (vgl. auch DIN EN 806). Um ein gleichmäßiges Temperaturniveau in der gesamten Anlage zu erreichen, ist ein thermischer Abgleich nötig.

Einfacher als über das in der Vergangenheit praktizierte, zeitaufwändige Einregulieren von manuellen Drosselventilen ist ein automatischer thermischer Abgleich mit thermostatischen Zirkulationsventilen (Bild 3). Dies vor allem deshalb, weil der Abgleich selbst bei wechselnden Betriebsbedingungen gegeben ist und die Einstellung einfach zu kontrollieren und zu reproduzieren ist. Dazu wird ein in der Zirkulationsleitung eingebautes Thermostatventil auf die erforderliche Temperatur eingestellt und regelt den für dieses Temperaturniveau erforderlichen Massenstrom. Geeignete Ventilkonstruktionen sind nach DVGW VP 554 geprüft und zertifiziert.

Wird vom Anlagenbetreiber prophylaktisch eine thermische Desinfektion gewünscht, können



Bild: Danfoss

Bild 3

Das Schnittbild zeigt das modulare Zirkulationsventil MTCV in seiner Grundversion A.

Über ein im Ventilkegel montiertes Thermoelement reagiert das Ventil auf Temperaturänderungen. [Danfoss]

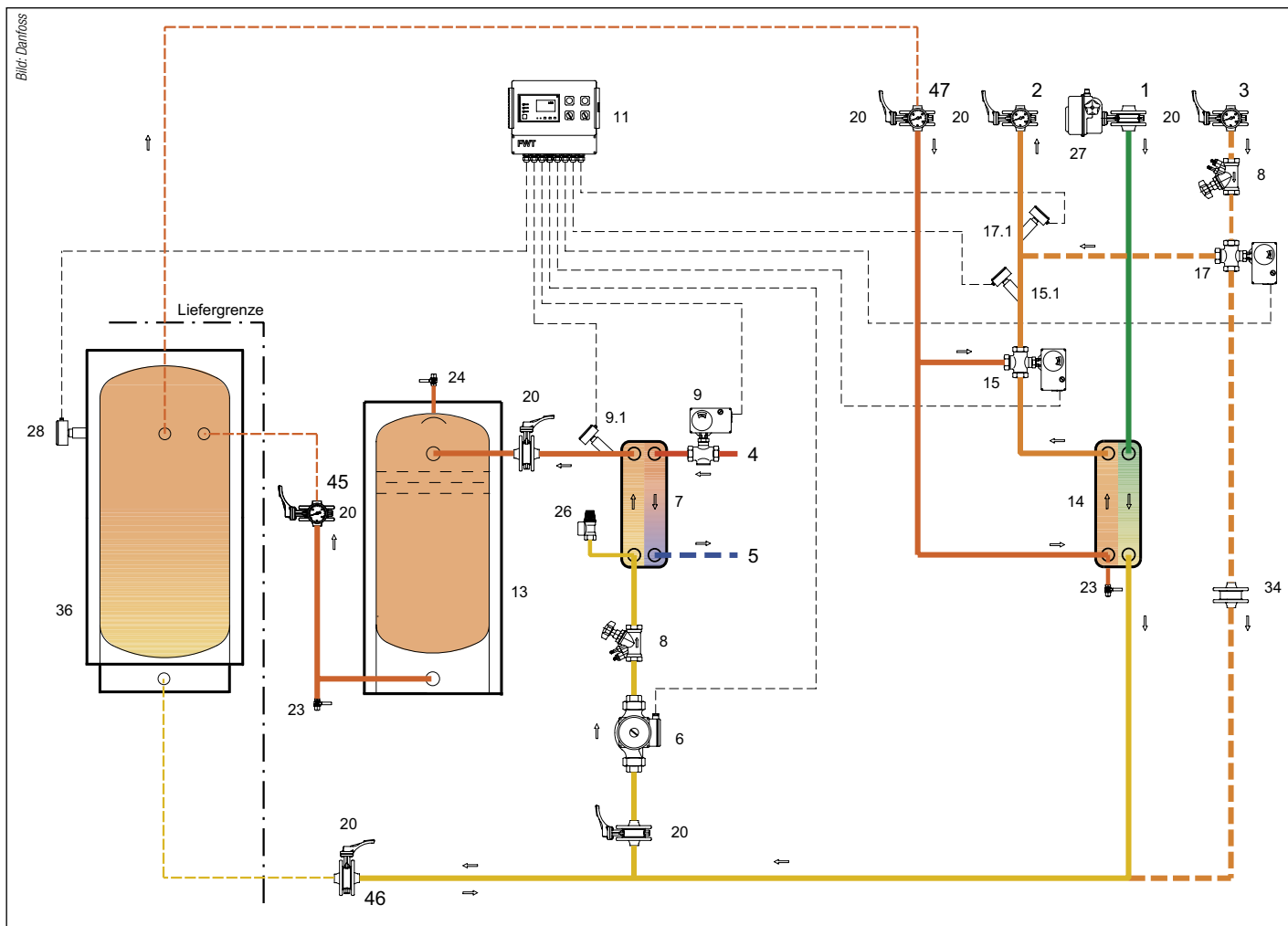


Bild 4 Zentrale thermische Desinfektion. In einem Ladewärmeübertrager wird das Trinkwasser auf die Desinfektionstemperatur von 70 °C erwärmt. Nach einer Mindestverweilzeit im Reaktionsbehälter wird die benötigte Trinkwassermenge durch den Rückkühlwärmeübertrager auf die gewünschte Netztemperatur heruntergekühlt [Thermoclean, Danfoss].

1: Kaltwasser, 2: Warmwasser (zum Netz), 3: Zirkulation, 4: Heizung-VL, 5 Heizung-RL, 6: Ladepumpe, 7: Lade-Wärmeübertrager, 8: Mengeneinstellventil, 9: Durchgangsventil (m. TF 9.1), 11: Regelung, 13: Reaktionsbehälter, 14: Rückkühler, 15: 3W-Mischventil (m. TF 15.1), 17: 3W-Verteilventil (m. TF 17.1), 36: Trinkwasserspeicher

Ventile eingesetzt werden, die einen Desinfektionsvolumenstrom bei Temperaturen von über 70 °C zulassen. Um auch während der Desinfektion einen Abgleich des Systems zu gewährleisten, sollten nur Ventilkonstruktionen gewählt werden, die bei Temperaturen größer 70 °C den Volumenstrom wieder drosseln und nicht nur einen Bypass öffnen. Besonders flexibel sind modulare, unter Betriebsbedingungen aufrüstbare Ventile, da eine thermische Desinfektion oft im normalen Anlagenbetrieb nicht erforderlich ist und erst zu einem späteren Zeitpunkt gewünscht wird. Zudem erreichen sie durch getrennte Thermostatelemente für den thermischen Abgleich und die thermische Desinfektion eine hohe Genauigkeit der jeweiligen Funktion.

Wahl der richtigen Zirkulationstemperatur

Beim Betrieb eines Zirkulationssystems mit einer Temperatur von 60 °C und mehr sind allerdings auch die damit verbundenen Risiken zu berücksichtigen. Da ist zum einen das Risiko der

Kalkausfällung in der Anlage, die neben der Wasserhärte auch in erheblichem Maße von der Temperatur abhängt. Bei verzinkten Eisenwerkstoffen etwa besteht bei steigender Temperatur zudem ein erhöhtes Korrosionsrisiko. Die Neufassung der DVGW-Richtlinie W 551 betrachtet die Verwendung dieser Werkstoffe deshalb kritisch.

Nicht zu unterschätzen ist auch die Verbrühungsgefahr. Gefährdet sind besonders ältere Menschen und Kleinkinder, die oft nicht schnell genug reagieren können. Bei einer Wassertemperatur von rund 60 °C tritt bereits nach wenigen Sekunden eine Verbrennung ersten Grades auf; bei einer Wassertemperatur von ungefähr 50 °C erst nach etwa fünf Minuten. Je nach Nutzungsart (Kindergarten, Seniorenheim) sollte aus Gründen des Verbrühungsschutzes eine Zapftemperatur von 38 bis 45 °C nicht überschritten werden (DIN EN 806).

Neben den vom DVGW empfohlenen Temperaturniveau kann ein Betrieb des Zirkulationssystems mit niedrigeren Temperaturen bei gleichzeitiger Sicherstellung der Legionellenfreiheit durch eine der genannten Desinfektionsmethoden eine

Alternative sein. Bei zentraler UV-Bestrahlung, elektrolytischer oder thermischer Behandlung des Wassers ist eine niedrigere Zirkulationstemperatur durchaus möglich. Ein anderer Systemaufbau sieht beispielsweise die permanente thermische Desinfektion des Wassers in einem speziellen Trinkwassererwärmer und eine Zirkulationstemperatur im Netz von rund 40 °C vor (Bild 4).

Die Desinfektion des gesamten Warmwassers erfolgt durch eine ausreichend lange Temperierung auf über 70 °C vor der Entnahme. Anschließend wird das desinfizierte Wasser in einem Wärmeübertrager auf etwa 40 °C heruntergekühlt. Auch eine Desinfektion des gesamten Zirkulationssystems ist möglich. Die Beschreibung einer ähnlichen Schaltung findet sich in Merkblatt 64.01 der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen¹⁾. Voraussetzung für alle Verfahren mit niedriger

¹⁾ Die damals gültige VDI 2089 Wärme-, Raumlufttechnik, Wasser- und -entsorgung in Hallen- und Freibädern – Hallenbäder (Juli 1994) forderte, dass die Zirkulation unmittelbar an jede Dusche anzuschließen ist. Außerdem sollte auf eine Unterbrechung der Zirkulation verzichtet werden.

Zirkulationstemperatur ist aber auch der einwandfreie thermische Abgleich des Systems und damit die Vermeidung von stagnierendem, lauwarmem Wasser in Teilsträngen. Das VDMA-Einheitsblatt 24 199 fordert deshalb eindeutig: „Voraussetzung für den hygienisch einwandfreien Betrieb ist ein thermischer (hydraulischer) Abgleich des Zirkulationssystems. Hierzu sind thermostatisch oder elektronisch geregelte Zirkulationsventile zu verwenden.“

Geregelte periodische thermische Wasserbehandlung

Als alleinige oder als unterstützende Sicherheitsmaßnahme kann das Leitungsnetz zusätzlich zu den genannten Methoden einer periodischen thermischen Behandlung unterzogen werden. Die bereits erwähnten thermostatischen Zirkulationsventile mit Option auf eine selbsttätige thermische Desinfektion ermöglichen lediglich eine Desinfektion bei Temperaturen von über 70 °C. Je nach Hydraulik des Systems und Funktionsprinzip des verwendeten Ventils erreichen alle Stränge nach einer unbestimmten Dauer ihren Desinfektionsvolumenstrom. Eine weitere Einflussnahme auf den Desinfektionsprozess und seine Optimierung sind nicht möglich.

Zusätzliche Möglichkeiten bieten modular aufrüstbare thermostatische Zirkulationsventile (Bild 5). In Verbindung mit einem Stellantrieb, einem Temperaturfühler und einem elektronischen Systemregler ist die gezielte Steuerung der Desinfektionstemperatur und -dauer für die Stränge möglich. Einmal auf die richtige Temperatur eingestellt, sorgen die thermostatischen Zir-

kulationsventile im normalen Anlagenbetrieb automatisch für einen thermischen Abgleich der Zirkulation.

Ist bei der thermischen Desinfektion die vorgegebene Desinfektionstemperatur am Speicherantritt erreicht, startet der Systemregler den Desinfektionsprozess. Die Stellantriebe öffnen und geben einen Bypass im thermostatischen Zirkulationsventil frei. Dabei werden die hydraulisch günstigsten Stränge zuerst bei entsprechender Temperatur desinfiziert. Wurde ein Strang über die programmierte Zeitdauer entkeimt, wird der Bypass geschlossen. Der ganze Prozess der periodischen thermischen Desinfektion kann so kontrolliert und vor allem zeitlich optimiert werden.

Nach Abschluss der Desinfektion sendet der Systemregler ein Signal an den zentralen Regler für die Trinkwassererwärmung, um die Vorlauftemperatur wieder in den Normalbetrieb abzusenken. Das spart Energie und reduziert auch die möglichen Risiken. Bei dem Systemregler CCR von Danfoss lassen sich zudem der Status der Desinfektion und eventuell aufgetretene Probleme anzeigen. Über eine RS-485-Schnittstelle ist die Integration in eine Gebäudeleittechnik möglich. Die neueste Regler-Generation kann außerdem die Temperatur-Daten in allen Strängen über einen langen Zeitraum speichern. So kann der Betrieb des Zirkulationssystems und der Prozess der thermischen Desinfektion, beispielsweise in einem Hotel oder Seniorenwohnheim, zentral gesteuert und überwacht, vor allem aber dokumentiert werden.

Fazit

Durch die Neufassung der Trinkwasserverordnung wird die Wasserqualität direkt an der Zapfstelle überprüft und Krankheitskeime, wie etwa Legionellen, die sich in lauwarmem, stagnierendem Wasser vermehren, werden erstmals systematisch erfasst. Daraus ergeben sich auch aus planungstechnischer Sicht neue Impulse beim Schutz vor Legionellen. Hier gibt es verschiedene Verfahren; Grundvoraussetzung ist jedoch immer ein thermisch abgeglichenes Zirkulationssystem, um ein Stagnieren und erneutes Verkeimen des Wassers zu verhindern.

Bei der Wahl der geeigneten Zirkulationstemperatur sind neben der Legionellenprophylaxe Aspekte, wie Verkalkungs- und Verbrüherungsrisiko, zu berücksichtigen. Der thermische Abgleich der Zirkulationsleitungen untereinander erfolgt über thermostatische Zirkulationsventile. Konstruktionen nach dem neuesten Stand der Technik erlauben die modulare Aufrüstung unter Betriebsbedingungen. Mit ihnen ist beispielsweise eine selbsttätige thermische Desinfektion bei Temperaturen von über 70 °C oder eine elektronisch geregelte thermische Wasserbehandlung als

alleinige Desinfektionsmaßnahme beziehungsweise unterstützend zu anderen Desinfektionsmethoden möglich. ■

Literatur

- [1] Trinkwasserverordnung (TrinkwV) Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. BGBl I 2001, S. 959. 21. Mai 2001, zuletzt geändert am 25. November 2003
- [2] Infektionsschutzgesetz (IfSG) Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen. BGBl I 2000, S. 1045. 20. Juli 2000, zuletzt geändert am 24. April 2006
- [3] DIN EN 806-2 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 2 Planung. Berlin: Beuth Verlag, Juni 2005
- [4] DIN 1988 Teil 1 bis 8 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI). Berlin: Beuth Verlag, Ausgabe ab Dezember 1988 (teilweise ersetzt durch DIN EN 806)
- [5] DVGW-Arbeitsblatt W 551 Trinkwassererwärmungs- und -leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums. Bonn: DVGW März 1993 (zurückgezogen)
- [6] DVGW-Arbeitsblatt W 551 Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen. Bonn: DVGW, April 2004
- [7] DVGW-Arbeitsblatt W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen. Bonn: DVGW, Dezember 1998
- [8] DVGW-Arbeitsblatt VP 554 Thermostatische Zirkulationsregulierventile für den hydraulischen Abgleich in Warmwasser-Trinkwassersystemen. Bonn: DVGW, April 2003
- [9] VDI-Richtlinie VDI 6023 Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen. Hrsg. VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung. Berlin: Beuth Verlag, Dezember 1999. Anmerkung: Neuausgabe Blatt 1 Juli 2006
- [10] Merkblatt 64.01 Legionellenprophylaxe in Warmwassersystemen von Bädern. Essen: Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V., Mai 1997
- [11] DIN 50930 Korrosion der Metalle – Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser – Teil 6: Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit. Berlin: Beuth Verlag, August 2001
- [12] VDMA-Einheitsblatt 24 199 Regelungstechnische Anforderungen an die Hydraulik bei Planung und Ausführung von Heizungs-, Kälte-, Trinkwarmwasser- und Raumlufttechnischen Anlagen. Berlin: Beuth Verlag, Mai 2005



Bild: Danfoss

Bild 5

In Verbindung mit dem elektronischen Zirkulationsregler CCR arbeitet der Zirkulationsventil MTCV voll automatisch und lässt sich mit einem Gebäudeleittechniksystem verbinden.

[Danfoss]



Michael Hartmann

Dipl.-Ing. (FH), Produktingenieur für Thermostatische Ventile und Strangventile, Danfoss GmbH, Offenbach, www.danfoss-waermeautomatik.de