

Trinkwasseranlagen für Hotels, Schulen, Sport- und Freizeitstätten usw. bedürfen aufgrund stark wechselnder Betriebsbedingungen einer sehr genauen Planung, einer sorgfältigen Ausführung und eines hygienebewußten Betriebs. Neben Hochtemperatur-Warmwassersystemen mit Einzelthermostat haben sich besonders in Großanlagen zentrale Mischeinrichtungen bewährt. Sie gelten als robust, arbeiten temperaturgenau und bieten ein hohes Maß an Wirtschaftlichkeit und hygienischer Sicherheit.

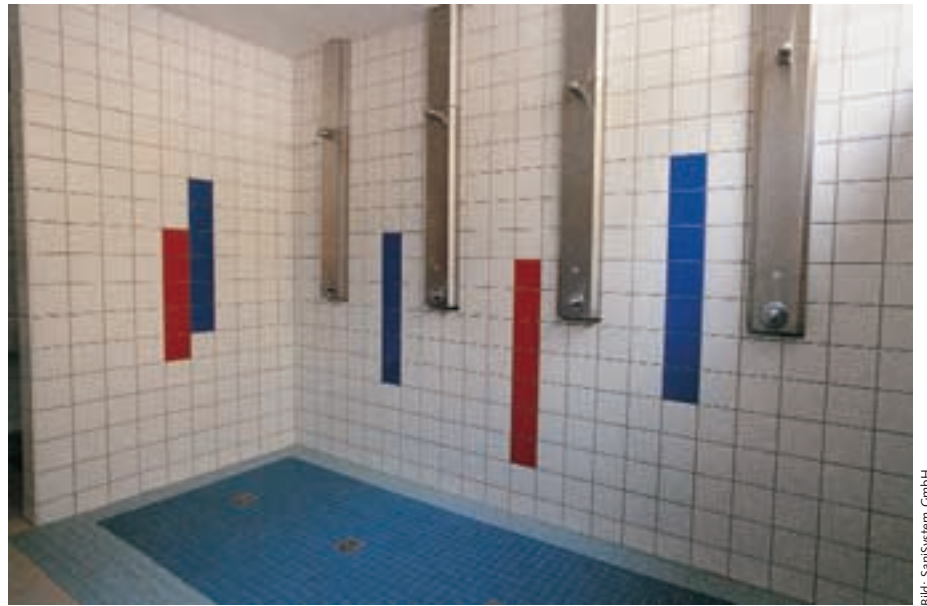


Bild: SanSystem GmbH

## Hygiene und Hydraulik bei Trinkwasser-Großanlagen

# Sicherer Betrieb durch zentrale Mischeinrichtung

Die Planung, Ausführung und der Betrieb von großen Trinkwassererwärmungsanlagen (TWE-Anlagen) gehört mit zu den am häufigsten unterschätzten Aufgaben in der technischen Gebäudeausrüstung. Neben den komplexen hydraulischen und regelungstechnischen Anforderungen ist in den letzten Jahren der hygienische Aspekt der Trinkwassererwärmung in das Blickfeld der Verantwortlichen gerückt. Nach einer Phase mit meist überdimensionierten Trinkwasseranlagen in den 70er und 80er Jahren stehen heute bei der Auslegung und Konzeption die hygienischen Belange der Trinkwassererwärmung mit eher knapp dimensionierten Speichervolumina und Rohrleitungssystemen im Vordergrund. Dies um so mehr, je sensibler die jeweilige Nutzergruppe auf mögliche Abweichungen von Hygienestandard reagiert. Nicht umsonst werden an die Trinkwasseranlagen von Krankenhäusern, Kurkliniken und Einrichtungen der Altenpflege besonders hohe Ansprüche gestellt. Ähnlich wie bei der VDI Richtlinie 6022 „Hygienebewußte Planung, Ausführung, Be-

trieb und Instandhaltung raumlufttechnischer Anlagen“ setzte das sanitärtechnische Pendant, die VDI Richtlinie 6023 „Hygienebewußte Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen“ nun auch für das Sanitär-Gewerk neue Maßstäbe. Unterstrichen wird der hohe Stellenwert der Wasserhygiene durch die Überarbeitung der beiden DVGW-Arbeitsblätter W 551 und W 552 zu der gemeinsamen Technischen Regel W 551/W 552 „Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen – Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums“.

### Fehlertolerante Mischwasser-Temperaturregelung

Eine der anspruchsvollsten sanitärtechnischen Planungsaufgaben ist die Dimensionierung und das regelungstechnische Konzept von Trinkwasser-Großanlagen zur Versorgung von Duscheinrichtungen in Hotels, Massenunterkünften sowie Sport- und Freizeitstätten. Typisch für Anlagen dieser

Größenordnung ist folgende Ausgangssituation:

- Druckschwankungen von  $\pm 3$  bis 4 bar im Kalt- und Warmwassernetz
- Zusätzliche Störgrößen aus dem vorgelagerten Kaltwassernetz durch andere große Wasserabnehmer
- Schwankungen in der Mengenabnahme im Kalt- und Warmwassernetz von 0 bis 100 Prozent innerhalb weniger Sekunden
- Temperaturschwankungen durch vorgelagerte Trinkwassererwärmungsanlagen (Schaltdifferenz der Speicherregelung, Temperaturabsenkung durch hohe Entnahmemengen)
- Wärmeverluste zwischen Regelventil und Zapfstelle.

Diesen sich überlagernden Störgrößen steht das subjektive Temperaturempfinden des „Nutzers“ gegenüber. Man muß nicht unbedingt zu den „Warmduschern“ zählen, um kurzzeitige, vom Trinkwassersystem diktierte Heiß-/Kaltwasserstöße als unangenehm zu empfinden. Schon eine Schwankungsbreite von  $\pm 2$  K wird von den meisten Menschen bereits als unangenehm

# Gebäudemanagement

empfundene. Bei vielen mechanischen Thermostaten (P-Regler) muß eine Temperaturdrift von  $\pm 2...3$  K in Kauf genommen werden. Bei den elektronisch geregelten zentralen Mischeinrichtungen mit PID-Charakteristik kann dagegen eine Temperaturkonstanz von  $< \pm 1,5$  K garantiert werden. Als Orientierungspunkt für die Zulässigkeit von Temperaturschwankungen in großen Duschanlagen galten lange Zeit die Tech-

sache ist, daß die durchgängige Anhebung der Warmwassertemperatur in Trinkwassernetzen zu höheren Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten führt. Hinzu kommen Unsicherheiten hinsichtlich einer anhaltenden Wirksamkeit der Maßnahmen bzw. einer praktikablen Umsetzung. Folgende Aspekte müssen beispielsweise bei Hochtemperatur-Trinkwasser-Erwärmungsanlagen mit Einzelthermostaten einkalkuliert werden:

- Hohe Wärmeverluste, da Verteil- und Zirkulationsleitungen auf Temperaturen zwischen 60 und 55 °C gehalten werden müssen (Zunahme der Energieverluste im Vergleich zu Mischwasseranlagen um ca. 100 Prozent).

- Keine 100prozentige Garantie gegen Legionellenverkeimung, da eine Rückverkeimung innerhalb der Mischbatterie durch den Rücklauf von Warmwasser ins Kaltwassersystem bzw. ein Wärmeabfluß von der „Warmseite“ der Batterie auf die „Kaltseite“ möglich ist

- Erwärmung der meist parallelgeführten Rohrleitungen für Kaltwasser, dadurch erhöhte Gefahr der Kontamination im Trinkwasser

- Zusätzliche Stillstandsverluste bei Hochtemperaturanlagen.

Vor diesem Hintergrund ist es fraglich, ob die generelle Anhebung der Temperatur in TWE-Systemen die gewünschte Wirkung zeigt, oder ob nicht wirtschaftlichere Lösungen mit gleich hohem Sicherheitsstandard verfolgt werden sollten.

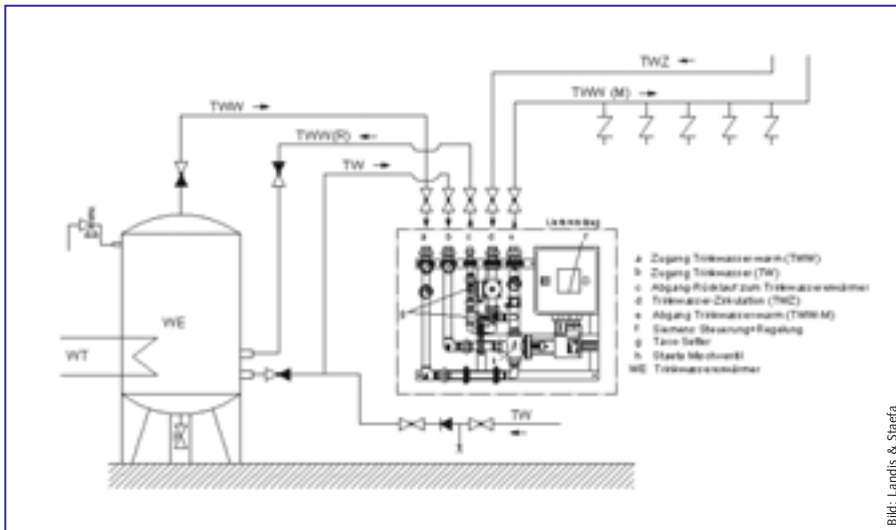
## Legionellenfreier Betrieb ist möglich

Untersuchungen bei der Bundeswehr haben gezeigt, daß bei vorschriftsmäßig geplanten, installierten und betriebenen Trinkwassererwärmungsanlagen mit Mischwasser-Temperaturregelungen (Absenkung auf 38–40 °C) ein legionellenfreier Betrieb möglich ist. Folgende Konzepte haben sich hierbei bewährt:

- Einbau von Durchlaufspeichersystemen zur Minimierung der vorgehaltenen erwärmten Trinkwassermenge (Vermeidung von Stagnation)

- Knappe Dimensionierung der Rohrdurchmesser zur Verminderung der zirkulierenden Wassermenge und zur Vermeidung von Stagnation

- Verwendung geeigneter Rohrmaterialien



Schema einer TWE-Anlage mit zentraler Mischeinrichtung vom Typ Sanisystem

nischen Lieferbedingungen TL 4520-0021 „Zentrale thermostatisch geregelte Mischeinrichtungen – Anforderungen“, herausgegeben vom Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz. In dieser TL sind eine ganze Reihe an Leistungsmerkmalen festgeschrieben, beispielsweise eine Temperaturschwankung von  $\pm 1,5$  K zwischen reinem Zirkulationsbetrieb ohne Wasserentnahme und einer mit 63 l/min definierten Abnahmehöchstmenge. Auch wenn die Technische Lieferbedingung seit 1995 keine Rechtsverbindlichkeit mehr besitzt, so gilt sie bei der Auslegung sogenannter Großanlagen immer noch als Richtschnur.

- Eine thermische Desinfektion der Rohrstrecke zwischen dem mechanisch betriebenen Einzelthermostaten und der Zapfstelle mit mindestens 70 °C über drei Minuten ist konstruktiv nicht möglich, deshalb Zwang zu elektronischem Einzelthermostat mit ausschaltbarem Verbrühungsschutz

- Der Einbau eines konventionellen Gruppenthermostats erlaubt keine thermische Desinfektion. Die dafür notwendigen Umgehungsleitungen zu den Zapfstellen können selbst zur Infektionsquelle werden

- Hoher Wartungsaufwand wegen Kalkablagerungen

## Keine 100%-Garantie gegen Legionellenverkeimung

Die aktuellen und geplanten Arbeitsblätter W 551/552 im Bereich der Trinkwassererwärmung fordern eine generelle Anhebung der Systemtemperatur auf 60 °C im Vorlauf und mindestens 55 °C im Zirkulationsrücklauf. Ob diese Vorgaben nur für „gefährdete“ Anlagen bzw. für sensible Nutzergruppen gelten oder auch für solche, die vorschriftsmäßig geplant, gebaut und betrieben werden (jährlicher Hygienennachweis) sei zunächst einmal dahingestellt. Tat-



Bild: Landis & Staefa

Zentrale Mischwassererwärmung vom Typ SaniSystem in einer Mainzer Schule

# Gebäudemanagement

- Dezentralisierung der Trinkwassererwärmung in überschaubare Einheiten; ggf. Aufteilung vorhandener Zentralanlagen
- Konsequente Vermeidung von Stichleitungen (stagnierendes Wasser)
- Heranführen der Zirkulationsleitungen bis an die Zapfstelle, dadurch optimale Voraussetzungen für thermische Systemdesinfektion
- Einhaltung der Zyklen für thermische Desinfektion des Gesamtsystems
- Jährliche Beprobung des Systems auf Keimwachstum/Legionellen. Ist der Legionellenbefund bei zwei Nachuntersuchungen in vierteljährlichem Abstand negativ ( $< 1$  KBE), kann das Untersuchungsintervall auf maximal drei Jahre ausgedehnt werden.

Als Alternative zur thermischen Desinfektion bietet sich an:

● Einsatz von elektrolytischen Desinfektionsanlagen

● Dosierung von elektroaktiver Lösung (bei kleineren Anlagen)

● Einbau einer Ultrafiltration.

Durch eine konsequente Hygienepolitik konnte beispielsweise an den Bundeswehrstandorten in Rheinland-Pfalz die Anzahl der Trinkwassererwärmungsanlagen mit positivem Legionellen-Befund drastisch gesenkt werden. Die jetzt noch verbliebenen „Problem-Anlagen“ werden nach und nach saniert bzw. erneuert. Typisch für die Trinkwassererwärmungsanlagen mit Legionellengefährdung ( $> 1$  KBE) sind folgende Konstellationen:

- Überdimensionierte Speicher
- Überdimensionierte Leitungssysteme
- Stagnierendes Wasser durch stillgelegte Leitungen oder ungenutzte Zapfstellen
- Ungeeignete und zu Biofilmen neigende Werkstoffe
- Kalk- und Rostablagerungen (speziell bei hohen Temperaturen  $> 55$  °C)
- Gering frequentierte TWE-Anlagen (Nutzerverhalten).

Zur Aufrechterhaltung des hohen Hygienestandards wurden an verschiedenen Standorten zusätzliche verfahrenstechnische Maßnahmen zur Vermeidung von Keim- bzw. Legionellenwachstum getestet. Beste Ergebnisse wurden mit elektrolytischen Desinfektionsanlagen erzielt. Allerdings müssen hier bestimmte Werkstoff-Unverträglichkeiten berücksichtigt werden. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von Filtern, die auf dem Prinzip der Ultrafiltration basieren. Sie verhindern den Eintrag von Bakterien, Viren und anderen organischen



Bild: Landis & Staefa

**Kernstück der SaniSystem-Mischwasser-Unit ist das Magnetregelventil M3B...G../A von Siemens Landis & Staefa mit einer Stellzeit von unter 1 Sekunde**

Belastungen in Trinkwassersysteme. Dies hat zur Folge, daß den in den Trinkwasseranlagen befindlichen Mikroorganismen u. a. die Ernährungsgrundlage entzogen wird; Biofilme werden abgebaut.

## Mischwasserregelung als vorgefertigter Baustein

Zentrale Mischeinrichtungen sind anschlussfertige Einheiten zur temperaturgenauen Regelung von erwärmtem Trinkwasser für Dusch- und Waschanlagen. Eine Mischwasser-Station besteht aus DDC-Regler, Thermofühler und einem Regelventil, dessen Konstruktion und Funktion für die spezifischen Einsatzbedingungen in Trinkwassersystemen geeignet sind. Kaum ein anderer Regelkreis in der technischen Gebäudeausrüstung stellt ähnlich hohe Anforderungen an Regler und Regelventil. Bei der Auslegung müssen folgende Rahmenbedingungen beachtet werden:

**Zentrale Mischwassereinrichtung in einer Bundeswehrunterkunft bei Cochem**



Bild: Landis & Staefa

- Wassermenge kann innerhalb weniger Sekunden zwischen 0 und 100 Prozent variieren
- Druck des vorgelagerten Kaltwassernetzes kann stark schwanken, beispielsweise durch Großverbraucher wie Druckspüler, Schwallduschen, Rückspüleinrichtungen usw.
- Druckänderungen im Sekundärnetz durch variable Entnahmemengen
- Temperaturänderungen auf der Warmwasserseite durch Schaltdifferenzen der Speichertemperaturregelung und hohe Warmwasserentnahmemengen.

Um unter diesen Bedingungen eine als komfortabel geltende Temperaturkonstanz von  $\pm 0,5$  K bei einer

vorgegebenen Mischtemperatur an der Zapfstelle von 38 °C zu erreichen, bedarf es eines sehr präzise arbeitenden Regelventils in Kombination mit einem flinken Regler. Untersuchungen eines Armaturenherstellers haben gezeigt, daß stetig arbeitende Magnetventile im Vergleich zu motorischen Stellventilen oder servo-hydraulischen Steuereinrichtungen für zentrale Mischwasseranlagen die beste Reglerperformance bieten. Dieses Magnetregelventil weist u. a. folgende Vorteile auf:

- Optimale Werkstoffkombination von Gehäuse (Rotguß) und Spindel (Edelstahl)
- Selbstreinigungseffekt von Spindel, Kompensationsbalg und Ventilsitz (Kalkablagerungen werden funktional „abgesprengt“).
- Extrem geringe Stellzeit des Magnetregelventils von weniger als einer Sekunde



Bild: Landis & Staefa

Die Kombination Trinkwassererwärmung im Durchlaufsystem und zentrale Mischwasseranlage hat sich an den Bundeswehr-Standorten in Rheinland-Pfalz bestens bewährt

– Bei Stromausfall schließt das Regelventil sofort durch eine mechanisch hinterlegte Funktion, dadurch keine Verbrühungsgefahr.

## Regelgüte hängt von Stellgeschwindigkeit ab

Zentrale Mischeinrichtungen werden eingangsseitig mit warmem und kaltem Wasser gespeist; die abgangsseitige Mischwassertemperatur wird stetig entsprechend dem eingestellten Sollwert durch einen DDC-Regler mit PID-Charakteristik geregelt. Er garantiert trotz der sich überlagernden Störgrößen ein extrem stabiles Regelverhalten.

Im allgemeinen sind zentrale Mischeinrichtungen für folgende Betriebsbedingungen ausgelegt:

- Mischwassertemperatur an der Zapfstelle 38 °C
  - Kaltwassertemperatur im Sekundärnetz ca. 15 °C
  - Speichertemperatur = Vorlauftemperatur zur Mischwasser-Station ca. 60 °C
  - Mischwassertemperatur am (Abgang) 40 °C
  - Kaltwasserdruck ca. 4–5 bar
  - Zu kalkulierende Druckschwankungen im Kalt- bzw. Warmwassernetz: 3 bis 4 bar
  - Zulässige Temperaturabweichung  $\pm 1,5$  K
  - Erreichbare Temperaturabweichung  $\pm 1,0$  K
- Die Zuverlässigkeit und Regelgüte der Mischwasserregelung beruht in erster Linie auf der Stellgeschwindigkeit des Regelventils und der Einbindung der Zirkulationsleitungen in das Regelkonzept. Da die Mischwassertemperatur auch dann beibehalten werden muß, wenn kein Mischwasser entnommen wird, sind zwei in sich greifende Zirkulationswege erforderlich. Zirkulation 1 sorgt für einen stetigen Durchfluß im Ent-

nahmekreis und kompensiert dadurch die Auskühlverluste der Rohrleitungen wenn keine Entnahme vorliegt. Die zirkulierende Wassermenge liegt – je nach Rohrlänge zwischen Mischwasserstation und der entferntesten Entnahmestelle – zwischen 4 und 12 l/min, einstellbar mit einem Mengengrenzer. Zirkulation 2 erzwingt eine Zirkulation über den Trinkwassererwärmer und zurück über den Warmwasserzulauf und das Regelventil in das Mischwassersystem. Erst dadurch kann die Mischwassertemperatur bei 40 °C stabilisiert werden. Gleichzeitig wird damit ein positiver Vordruck auf der Warmwasserseite erreicht. Die bei Entnahme = 0 über das Regelventil zirkulierende Wassermenge liegt bei max. 4 l/min pro Gebäude, abhängig von den Auskühlverlusten im Zirkulationskreis 1.

## Strategie bei der thermischen Desinfektion

Bislang war es üblich, wenigstens einmal pro Woche das Mischwassernetz thermisch zu desinfizieren. In einer Schule in Mainz ging der dafür zuständige Hausmeister nach folgendem Schema vor:

- Visuelle Prüfung der Duschräume (Schulturnhalle) auf Anwesenheit von Personen
- Abschließen der Duschräume für den Zeitraum der thermischen Desinfektion
- Manuelles Hochfahren der Speicherwassertemperatur auf 70 °C
- Freigabe des Regelventils auf 100 Prozent Öffnung
- Einwirkzeit nach Maßgabe des Warmwasser-/Zirkulationsnetzes (ca.  $\frac{1}{2}$  Stunde)
- Überbrückung der Auslaufventile durch Öffnung von Magnetventilen
- Spülzeit ca. 3 Minuten bei 70 °C
- Ende der thermischen Desinfektion

Aus Sicherheitsgründen wurde bei dieser Schule bisher auf eine zeitgesteuerte Legionellenschaltung verzichtet. Die Erfahrung zeigte dort, daß man bei Jugendlichen jederzeit mit einer „nicht bestimmungsgemäßen Nutzung von Räumen“ rechnen muß. Anders wird bis dato die thermische Desinfektion an den Bundeswehr-Standorten Cochem gehandhabt. Durch umfangreiche konstruktive und hygienepreventive Maßnahmen konnte man dort zu längeren Zyklen bei der thermischen Desinfektion übergehen. Dabei hat sich die Kombination von wiederkehrenden Untersuchungen und thermischer Desinfektion offenbar bewährt. Nach einer internen Untersuchung sind über 60 Prozent der TWE-Anlagen in Bundeswehreinrichtungen legionellenfrei.

Inwieweit man diese kostensparende Strategie künftig aufgrund des neuen DVGW-Arbeitsblattes W 551/W 552 ändern muß, bleibt abzuwarten. Bertold Engelhardt vom Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung (LBB) des Landes Rheinland-Pfalz, zuständig für die HLK-Anlagen der dortigen Bundeswehr-Standorte, ist skeptisch, ob sich die hohen Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes in die Praxis umsetzen lassen. „Man sollte nicht alle Energieeinsparbemühungen bei der Trinkwassererwärmung über Bord werfen. Wir bei der LBB haben den Nachweis erbracht, daß bei sorgfältiger Planung, Ausführung und Betrieb der TWE-Anlagen mit Mischwasseranlagen ein Niedertemperaturbetrieb möglich ist, bei Einhaltung der Hygienestandards.“



**Dipl.-Ing. (FH) Harald R. Zieger** (links) ist seit 1968 im Bereich Regelungstechnik tätig. Bei der Landis & Staefa GmbH, 60388 Frankfurt, hat er die Stelle des Leiters Marketing Communication + Weiterbildung inne, Telefax (0 69) 40 02 14 61, E-Mail: harald.zieger@de.sibt.com

**Willy Wienhold** hat ein Maschinenbaufernstudium und die Industriemeisterprüfung im Bereich der Meß- und Regeltechnik absolviert. Er ist Mitbegründer, Gesellschafter und Consultant bei der Firma SaniSystem GmbH, 64560 Riedstadt