

Workshop 5**Aus- und Weiterbildung**

Verantwortlich: Fachausschuß Aus- und Weiterbildung der DGS
 Leitung: Klaus Lambrecht
 Inhalt: Vorstellung erfolgreicher AWS-Aktivitäten für die Zielgruppen Handwerker und Planer aus mehreren europäischen Ländern; Koordination der AWS-Aktivitäten; Vorstellung von Schulungsmaterialien; Fördermöglichkeiten und Unterstützung von AWS-Aktivitäten; Zertifizierung; Diskussion zur Erweiterung des Solarmarktes durch verbesserte Aus- und Weiterbildung.
 Adressaten: Bildungseinrichtungen, Lehrende, Solarfachfirmen, Fachverbände, Innungen, Kammern, Bildungspolitiker, Förderstellen, Berufsbildungsinstitute
 Ziel: Erfahrungsaustausch der AWS-Aktiven und Abstimmung von Schulungsterminen; Erschließen von Finanzierungswegen für AWS; Erweiterung des Pools für Schulungsmaterialien.

Workshop 6**Einführung in das Simulationssystem INSEL**

Verantwortlich: Fachausschuß Simulation der DGS
 Leitung: Jürgen Schumacher
 Inhalt: Die grafische Programmiersprache INSEL ist u.a. unter Windows lauffähig, verfügt über einen grafischen Präprozessor zur Konstruktion von Blockdiagrammen bzw. Simulationen, einen Postprozessor zur grafischen Darstellung beliebiger Simulationsergebnisse und eine umfangreiche Online-Hilfe. Aufgrund der hohen Flexibilität können nahezu beliebige Simulationen mit INSEL gelöst werden.
 Adressaten: Anlagenbetreiber, Personen aus Praxis und Forschung.
 Ziel: Online-Demonstration der praktischen Möglichkeiten von INSEL am Rechner mit LCD-Displayprojektion auf typische Anwendungsfälle, wie z.B. die Benutzung der meteorologischen Datenbank INSEL.

Legionella pneumophila

Das lungenliebende Legionärsbakterium (Teil 2)

von C. Fünfgeld

Nach den grundlegenden Informationen des 1. Teils bezüglich des Erregers selbst, der Gefährdung für den Menschen und beispielhafter Erkrankungsfälle wird im folgenden die Auseinandersetzung der Technik mit dem Thema *Legionella pneumophila* beschrieben. Einschlägige Richtlinien der Sanitärtechnik reduzieren – sofern konsequent angewendet – schon einen Großteil der möglichen Gefährdung, wie das Beispiel der raumlufttechnischen Anlagen, die in Deutschland im Gegensatz zu denen in den U.S.A. kein Problem darstellen, zeigt.

Seit den *Empfehlungen des Bundesgesundheitsamts zur Vermeidung eines Legionella-Infektionsrisikos* aus dem Jahre 1987 wurden großzügig präventive Maßnahmen eingeführt. Messungen, anhand derer heute die Hintergründe der Legionellenvermehrung in technischen Anlagen genauer analysiert werden könnten, wurden nicht veranlaßt. Der Autor beschreibt anhand von Beispielen die energetischen Auswirkungen thermischer Legionellenprävention und stellt diese zugunsten von gezielt durchgeführten Wasseranalysen in Abhängigkeit des anwendungsspezifischen Risikos in Frage.

5 Vorbeugende Maßnahmen gegen Legionelleninfektionen

Bei **geschlossenen Anlagen**, in denen Wasser als Wärmeträger eingesetzt wird, besteht primär kein

Bedarf, spezielle Maßnahmen gegen Legionellen zu ergreifen. Wichtig ist hier, daß Personen, die das System z.B. für Wartungsarbeiten öffnen, über die potentielle Gefährdung durch mikrobiell verunreinigtes Wasser informiert sind und Schutzmaßnahmen treffen. Anzeichen, wie etwa starke Biofilmbildung sollten ernst genommen und stark aerosolbildende Reinigungsverfahren (Hochdruckreinigung) nicht ohne geeigneten Atemschutz durchgeführt werden.

In Trinkwasseranlagen besteht die Möglichkeit der sogenannten Endstellenfiltration, die sicher keimfreies Wasser bereitstellen kann. Das bedeutet Einbau von Sterilfilterpatronen direkt an der Entnahmematur und Filtersterilisation ca. im 3-Tage-Rhythmus. Dieses aufwendige Verfahren kann nur für *Hochsicherheitsbereiche* wie z.B. Intensivstationen der Krankenhäuser empfohlen werden – bietet dort aber relativ sicheren Schutz.

Verfahrens- und betriebstechnische Maßnahmen, die dauerhaft und wartungsfrei sicheren Schutz vor Legionellen in Trinkwasser- oder raumlufttechnischen Anlagen weniger sensibler Bereiche bieten, sind derzeit nicht bekannt. Information und dadurch weitgehende Sicherheit kann durch die meßtechnische Feststellung, d.h. Analyse von Wasser- bzw. Luftproben, und deren **Wiederholung in festgelegten Abständen** erreicht werden.

Die präventive Aufheizung der warmwasserführenden Leitungen in Trinkwasseranlagen auf welche der diskutierten Grenztemperaturen auch immer, bietet lediglich eine scheinbare Sicherheit, da insbesondere Nester der Legionellenvermehrung an schlecht zugänglichen Oberflächen damit i.a. nicht vernichtet werden und Ansätze der rationellen Energieverwendung ad absurdum geführt werden (vgl. Kap 7).

5.1 Messung der Legionellenkonzentration

Die Analyse von Wasserproben auf Legionellen wird von Laboratorien durchgeführt, die nach dem Bundesseuchengesetz speziell zum Umgang mit Krankheitserregern zuge-

lassen sind. Die Kosten liegen zwischen ca. 60 DM/Probe bei negativem Befund (keine Legionellen nachweisbar) und ca. 250 DM/Probe bei positivem Befund. Positive Befunde sind teurer, da sie bisher immer die sogenannte Serotypisierung, d.h. die genaue Bestimmung des Legionellentyps, als Anschlußuntersuchung einschließen. Die Serotypisierung ist grundsätzlich anzuraten, um die Virulenz, d.h. Ansteckungsfähigkeit des vorliegenden Legionellentyps, zu bestimmen und damit die Gefährdung konkret bewerten zu können.

Probenahme und Wasseranalyse sind bisher nur in Anhang 1 der Trinkwasserverordnung allgemein beschrieben (siehe Kap. 6.2). Normen mit detaillierten Vorschriften zur Durchführung von Untersuchungen auf Legionellen sind nach Aussagen des DVGW in Vorbereitung.

5.2 Technische Maßnahmen

Augrund der inzwischen bekannten Zusammenhänge muß bei der Legionellenbekämpfung in Trinkwasseranlagen zwischen drei grundsätzlichen Zielen unterschieden werden:

- **Desinfektion**, d.h. Bekämpfung einer akuten – also durch Wasseranalysen festgestellten – Gefährdung.
- **Prävention**, d.h. regelmäßige Maßnahmen ohne konkreten Nachweis einer tatsächlichen Kontamination und ohne Kontrolle des Erfolgs.
- **Bautechnische Sanierung**, d.h. Kontrolle der Anlagenauslegung und Änderung des Anlagenkonzepts, so daß diese weniger legionellenanfällig betrieben werden kann.

Desinfektion

Hier sind im Sinne einer konkreten Gefahrenabwehr einmalige Maßnahmen einzuleiten und ihr Erfolg durch Kontrollmessungen sicherzustellen. Desinfektionsmaßnahmen sollten unter Beachtung der DVGW Arbeitsblätter W 291 und W 293 erfolgen, stellen aber in der Regel die Betriebsfähigkeit einer Anlage nur kurzfristig wieder her. Die anschließende und danach regelmäßige Analyse von Wasserproben ist ebenso wie die Suche und Beseitigung möglicher bau- oder betriebstechnischer Ursachen unumgänglich. Desinfektionsmaßnahmen sind z.B.

- **Thermische Desinfektion**: Aufheizen der gesamten Anlage einschließlich aller Komponenten, Stichelungen und Armaturen auf mindestens 70°C und freier Auslauf an der Entnahmestelle (70 °C) über mehrere Minuten. Da der

Erfolg maßgeblich von der vollständigen Temperierung des Systems abhängt, dauert dieser Prozeß im allgemeinen mehrere Stunden. Kontrollgröße könnte, wie z.B. im Arbeitsblatt W 552 des DVGW /2.1/ vorgeschlagen, die Temperatur des Zirkulationsrücklaufs (mindestens 70 °C) sein. Durch die verhältnismäßig lange Zeit wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, daß die geforderte Temperatur auch ökologische Nischen und nicht direkt durchströmte Leitungsteile erreicht.

- **Chemische Desinfektion**: Zusatz von z.B. Chlorbleichlauge in den Kaltwasserzulauf der Warmwasserbereitungsanlage und Entnahme des chlorierten Wassers an allen Entnahmestellen.

Prävention

Dies bedeutet die Einführung dauerhafter – zumeist betriebstechnischer – Maßnahmen, die in der Regel ohne Kenntnis über eine tatsächliche Legionellenkontamination angewendet werden. Damit bieten sie nur einen scheinbaren Schutz und sollten – für den Fall einer tatsächlichen Kontamination trotz Prävention – standardmäßig durch Messungen überprüft werden. Damit bieten sie praktisch keinen entscheidenden Vorteil gegenüber der regelmäßigen Messung und gegebenenfalls anschließenden Sanierung des Systems, sondern erhöhen die Betriebsaufwendungen bei lediglich scheinbarer Sicherheit. Präventivmaßnahmen sind z.B.:

- **UV-Bestrahlung**: Bestrahlung des Wassers in speziellen UV-Desinfektionsanlagen, die möglichst in zentralen Bereichen nahe den Entnahmestellen installiert werden sollten. Durch die UV-Bestrahlung wird eine eventuell vorhandene Legionellenkontamination verringert. Sicherer Schutz bietet die UV-Bestrahlung nicht, da sie nur auf vorbeifließendes Wasser, nicht aber auf die Oberflächen der Rohrleitungen und Armaturen wirken kann, wo sich die eigentlichen Gefahrenquellen befinden.
- **Legionellenschaltung**: Tägliche Aufheizung des Brauchwasser-Speicherinhalts und der Zirkulationsleitungen auf 60 °C, wodurch der mögliche Legionellenbesatz vermindert wird. Insbesondere vor dem Hintergrund des rationellen Energieeinsatzes kann dies nicht empfohlen werden, da zum Erreichen der geforderten Temperatur im gesamten System in der Regel die Speichertemperatur deutlich höher gefahren werden muß (vgl. Kap. 7).

Bevor ein Anlagenbetreiber eine Präventivmaßnahme anwendet, sollte er die Anlage auf lange Verweilzeit des erwärmten Trinkwassers, lange Nutzungspausen und ungenutzte, aber angeschlossene Rohrstränge überprüfen. Kurz gesagt: Die sicherste Prävention ist der gleichmäßige Betrieb einer Anlage mit kurzer Verweilzeit des erwärmten Brauchwassers (möglichst < 1 Tag). Besteht die Vermutung, daß eine legionellenfreundliche Anlage betrieben wird, so sollten regelmäßig Wasserproben analysiert werden, um sichere Informationen zu erhalten.

Bautechnische Sanierung

bedeutet den u.U. nur schwer durchzuführenden Umbau zu einem weniger legionellenanfälligen System, wie es in Grundzügen im DVGW Arbeitsblatt W 551 dargestellt ist und in Kap. 6.4.1 beschrieben wird.

6 Normen und Empfehlungen zu den Regeln der Technik

Veröffentlichungen der technisch-wissenschaftlichen Vereine wie z.B. DIN, VDI, VDE und DVGW haben zunächst nur den Status einer Empfehlung. Durch die Zusammenarbeit der jeweiligen Fachgremien und die anschließende öffentliche Beratung beschreiben sie den Stand der Technik und gelten im allgemeinen als „anerkannte Regeln der Technik.“ Das verleiht ihnen jedoch noch keine Verbindlichkeit oder gar Gesetzeskraft. Bedeutung im Rahmen der Rechtsordnung erlangt eine Empfehlung oder Norm erst dann, wenn sie Bestandteil von Verträgen ist oder eine behördliche Verbindlichkeitserklärung vorliegt /2.2/.

Für sanitärtechnische Anlagen wurden verschiedene Regeln veröffentlicht, deren wichtigste im folgenden kurz hinsichtlich ihrer Bedeutung bezüglich der Gefährdung durch Legionellen beschrieben werden sollen.

6.1

Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV)

Die *Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe* hat Gesetzeskraft und dient der Qualitätsüberwachung des Trinkwassers aus Wasserversorgungsanlagen /2.3/. Gemäß § 1 soll Trinkwasser, das über das Netz des Wasserversorgers bezogen wird, generell frei von Krankheitserregern sein, wofür eine Vielzahl von Grenzwerten angegeben wird. Die legionellenspezifischen Anforderungen an Trinkwasser seien im folgenden kurz beschrieben.

In TrinwV-Anlage 1 – Mikrobiologische Untersuchungsverfahren – wird eine Methode zur Bestimmung der Kolonienzahl im Wasser vorhandener Bakterien (wozu nicht nur Legionellen zählen) vorgeschrieben. Danach sind Proben aus jeweils 1 ml des zu untersuchenden Wassers auf bestimmten Nährmedien anzulegen und bei 20 ± 2 und 36 ± 1 °C für 44 ± 4 Stunden zu bebrüten. Nach der Bebrütungsdauer wird die Anzahl der gebildeten Kolonien unter 6-8-facher Lupenvergrößerung bestimmt, wobei davon ausgegangen wird, daß jeder lebendige – und damit potentiell gefährliche – Keim eine Kolonie gebildet hat. Die dadurch bestimmte Kolonienzahl kann – bezogen auf die untersuchte Wassermenge – angegeben werden als KBE/ml, was zu 1.000 KBE/l hochgerechnet werden kann (KBE=Koloniebildende Einheit).

6.2 DIN 1988 – Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen

DIN 1988 ist Bestandteil der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) und daher bei Verträgen nach VOB rechtsverbindlich. DIN 1988 besteht aus 8 Teilen /2.2/, wobei bezüglich der Legionellenproblematik insbesondere die Teile 2 (Planung und Ausführung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe), 4 (Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte) und 8 (Betrieb der Anlagen) hervorzuheben sind. An dieser Stelle kann nur ein Streiflicht auf die bezüglich der Legionellenproblematik wesentlichen Inhalte der Norm gegeben werden, was ausdrücklich nicht die vollständige Lektüre der Norm ersetzt.

Teil 4 berücksichtigt schwerpunktmäßig den Themenkreis stagnierenden Wassers. Insbesondere Sicherheitseinrichtungen, die nur wenig angeströmt werden, sollten nur mit kurzen Stichleitungen angeschlossen sein. Stillgelegte Leitungsteile sind vom Netz zu trennen und zu entleeren, selten oder für längere Zeit nicht genutzte Leitungstränge sollen abgesperrt und bei Wiederinbetriebnahme gespült werden.

Aus hygienischer Sicht fehlt bei den Instandhaltungs- und Wartungsmaßnahmen der Hinweis auf die mögliche oder sogar notwendige Analyse von Wasserproben auf Befall durch Mikroorganismen wie z.B. Legionellen.

6.4 Empfehlungen des DVGW

Schon 1986 hatte der DVGW-Fachausschuß „Mikrobiologie des Trinkwassers“ Ergebnisse über die Verbreitung von Legionella pneumophila im Trinkwasser publiziert /2.4/. Im

Februar 1988 wurde eine Stellungnahme des DVGW-Hauptausschusses „Wasserverwendung“ herausgegeben, um denkbare Sofortmaßnahmen gegen Legionellenbefall kurzfristig der Fachwelt mitzuteilen /2.2/. Die Hinweise richteten sich an Betreiber, Planer und Installateure von Trinkwasseranlagen in Krankenhäusern und Gemeinschaftseinrichtungen wie z.B. Truppenunterkünften, Hotels, Hochhäusern oder Industriebetrieben.

Die Kriterien waren insbesondere eine Netztemperatur von mindestens 50 °C, eine Speicher-Haltetemperatur von mindestens 60 °C und die Unterdrückung bzw. Verminderung von Aerosolbildung. Empfehlungen betreffen insbesondere die Materialauswahl, die thermische Trennung von Kalt- und Warmwasserleitungen und die Reinigung der Anlage.

Es erfolgte keine Empfehlung oder zentrale Organisation von Wasseranalysen und Systembegutachtungen. Damit hätte einerseits der potentiellen Gefährdung zielgerichtet begegnet werden können und andererseits wären schnell weitere Erfahrungen über Verbreitung und Wirkung von Legionellen verfügbar gewesen.

6.4.1 DVGW Arbeitsblatt W 551

Unter dem Titel „Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums“ wird das Risiko der Legionellenvermehrung durch ungeeignete Planung, Errichtung und Betriebsweise von Neuanlagen behandelt. Das Arbeitsblatt wurde 1993 herausgegeben, gilt als anerkannte Regel der Technik und sollte – so der DVGW – in der Praxis angewendet werden, was aber weder Installateur noch Betreiber einer Anlage von ihrer eigenen Verantwortung im Umgang mit diesem Problem entbindet.

Im Arbeitsblatt wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß bei regelmäßigen mikrobiologischen Untersuchungen des warmen und gegebenenfalls auch kalten Trinkwassers auf die Berücksichtigung der empfohlenen Präventivmaßnahmen verzichtet werden kann.

Die wichtigsten allgemeinen Planungsanforderungen sind:

- Bedarfsgerechte Auslegung und insbesondere Speicherdimensionierung.
- Gleichmäßige Bereitstellung des Warmwassers mit der gewünschten Temperatur ohne Verzögerung.
- Warmwassertemperatur konstant und im Sollwert regelbar.
- Wirtschaftlicher Umgang mit der eingesetzten Energie.

Spezifische Planungsanforderungen:

Hier wird zunächst nach Anlagenart und -größe in Trinkwassererwärmer, Klein- und Großanlagen unterschieden, um anschließend die Anforderungen an die jeweiligen Systemkomponenten detailliert zu beschreiben.

Trinkwassererwärmer

- Dezentrale Durchfluß-Trinkwassererwärmer mit Volumen ≤ 3 l und Leitungsvolumen des warmen Wassers bis zur weitest entfernten Entnahmestelle ≤ 3 l.
 - Keine Schutzmaßnahmen erforderlich.
- Speicher-Trinkwassererwärmer: Hier werden konstruktive Eigenschaften vorgeschrieben, durch die ein Trinkwassererwärmer weniger legionellenanfällig, ausreichend gut zu reinigen und gegebenenfalls thermisch zu dekontaminieren ist.
 - Am Warmwasseraustritt muß bei bestimmungsmäßigem Betrieb eine Temperatur von 60 °C eingehalten werden können.
 - Der Kaltwassereinlauf ist so zu gestalten, daß nur geringe Vermischungen mit erwärmtem Wasser auftreten.
 - Der Trinkwassererwärmer muß mit seinem ganzen Volumen konstant temperierbar sein. Dafür sind bauliche oder konstruktive Maßnahmen vorzusehen.

Kleinanlagen

Speicher-Trinkwassererwärmer und zentrale Durchfluß-Trinkwassererwärmer in Ein- und Zweifamilienhäusern sowie sonstige Anlagen (z.B. im gewerblichen Bereich) mit Trinkwassererwärmern ≤ 400 l Inhalt und Rohrleitungen zwischen Trinkwassererwärmer und weitest entfernter Entnahmearmatur ≤ 3 l Füllvolumen.

Per Definition können damit in Ein- und Zweifamilienhäusern beliebig dimensionierte Trinkwassererwärmungsanlagen aufgebaut und betrieben werden /2.5/. Außerhalb dieser beiden Anwendungsgebiete gelten die o.a. Volumenbedingungen für Trinkwassererwärmer und Rohrleitungen zur Abgrenzung gegenüber Großanlagen.

Großanlagen

Dazu gehören alle nicht als Kleinanlagen definierten Systeme z.B. in Mehrfamilienhäusern mit zentraler Warmwasserbereitung und Anlagen im gewerblichen, gastronomischen oder Sportstättenbereich bei Überschreitung einer der genannten Volumenbedingungen.

Große Anlagen mit Gruppen- oder Einzelversorgung, d.h. zentraler Wär-

meerzeugung in einem Heiznetz und Warmwasserbereitung über dezentrale Trinkwassererwärmer, gelten als mehrere Kleinanlagen, insofern die einzelnen Trinkwassersysteme diese Anforderungen erfüllen.

Maßnahmen für Großanlagen sind:

- Bei Speicher-Trinkwassererwärmern mit mehr als 400 l Inhalt muß durch Konstruktion oder technische Maßnahmen (z.B. externe Umwälzung) sichergestellt werden, daß das Wasser an allen Stellen gleichmäßig erwärmt wird.
- Rohrleitungen, Speicher und Vorwärmstufen mit Trinkwasserinhalt müssen einmal täglich auf 60 °C erwärmt werden.

Anforderungen an die Systemkomponenten

Werkstoffe:

DIN- bzw. DIN/DVGW-geprüfte und registrierte Produkte sind hinsichtlich der Werkstoffwahl geprüft, für gut befunden und jeweils entsprechend gekennzeichnet. Bei korrosions- und ablagerungsfreien inneren Oberflächen ist an diesen Bauteilen keine werkstoffbedingte Legionellenvermehrung zu erwarten.

Leitungsanlagen:

Unabhängig vom verwendeten Werkstoff tritt Legionellenwachstum verstärkt bei langen, weitverzweigten Leitungssystemen mit größeren Rohrdurchmessern auf (große Oberflächen, geringe Strömungsgeschwindigkeiten). Als Kernpunkt wird der Aufbau möglichst kleiner trinkwassergefüllter Netze zu Gunsten größerer Heiznetze (Aufbau von Gruppenverteilungen mit dezentralen Trinkwassererwärmern und gegebenenfalls eigenen Zirkulationsleitungen bei größeren Anlagen) bzw. Einzeltrinkwassererwärmern (bei selten benutzten Entnahmestellen) empfohlen. Generell sind Kaltwasserleitungen vor Erwärmung und Warmwasserleitungen vor Wärmeverlust zu schützen, um möglichst Temperaturbereiche verstärkten Legionellenwachstums zu vermeiden.

Zirkulationssysteme und elektrische Rohrbegleitheizung:

In Großanlagen sind – abgesehen von Stockwerksverteilungen oder Einzelzuleitungen mit einem Volumen ≤ 3 l – generell Zirkulationsleitungen oder selbstregelnde Rohrbegleitheizungen an trinkwasserführenden Rohrleitungen vorzusehen. Im einzelnen wird empfohlen:

- Heranführen der Zirkulation bzw. der elektrischen Beheizung bis unmittelbar zur Misch- bzw. Entnahmearmatur.
- Isolation der Rohrleitungen bzw. Einstellung der Beheizung, so daß die Rücklauftemperatur der Zirkulation nicht um mehr als 5 K unter der Auslauftemperatur des Trinkwassererwärmers ($\approx 60^\circ\text{C}$) liegt.

• Unterbrechung der Zirkulation bzw. Beheizung für maximal 8 h/Tag.

Bedeutung der Volumenbegrenzung für Rohrleitungen

Der allgemeine Grenzwert von 3 l kann als Längenangabe verstanden werden, die den Planer implizit auffordert, kompakte und damit weniger legionellengefährdete Anlagen vorzusehen. Bei Dimensionierung der Rohrleitungen nach DIN 1988 Teil 3 ist mit einem Füllvolumen ≤ 3 l bis zur weitest entfernten Entnahmearmatur in der Regel die Realisierung einer Kleinanlage möglich /2.5/.

Zusammenfassung und Bewertung

Durch die empfohlenen Maßnahmen soll sichergestellt werden, daß – außerhalb von Ein- und Zweifamilienhäusern – in allen Teilen einer Trinkwasseranlage, die die Volumengrenzwerte von 400 l (Speicher) bzw. 3 l (Rohrleitung) überschreiten, Temperaturen von mindestens 55 °C herrschen. Damit soll eine mögliche Legionellenvermehrung zumindest unterdrückt werden. Die Kontrolle der Ergebnisse ist nicht vorgesehen.

Ob die geforderte Temperatur wirklich in jedem Anlagenteil erreicht wird, ist nur schwer bis gar nicht kontrollierbar. Kontrollierbar hingegen ist die Legionellenkonzentration, so daß hier nochmals auf die Möglichkeit der regelmäßigen Analyse von Wasserproben hingewiesen wird. Der DVGW läßt im Vorwort des Arbeitsblatts diese Möglichkeit zur Erfüllung seiner Forderungen ausdrücklich zu.

Grundsätzlich sind die allgemeinen systemtechnischen Empfehlungen des DVGW zum Bau von weniger legionellenanfälligen Trinkwasseranlagen zu begrüßen, doch sollte nach Meinung des Autors im Hinblick auf Sicherheit der Legionellenfrüherkennung, Kosten und Energieverbrauch auf die „Legionellenschaltung“ zu Gunsten regelmäßiger Messungen verzichtet werden.

6.4.2

DVGW Arbeitsblatt W 552

Dieses Arbeitsblatt liegt seit Mai 1995 im Entwurf vor, wurde abschließend beraten und wird voraussichtlich Mitte 1996 erscheinen. Unter dem Titel „Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; technische Maßnahmen zur Vermeidung des Legionellenwachstums; Sanierung und Betrieb“ /2.1/ gibt der DVGW Empfehlungen zur Probenahme und -bewertung sowie für Maßnahmen bei nachgewiesener Kontamination einer Trinkwasseranlage.

Das Arbeitsblatt sollte nicht als allgemeine Betriebsanweisung für Alt- bzw. nicht DVGW W 551 entsprechende Anlagen mißverstanden werden.

Die Empfehlungen sollten insbesondere bei Großanlagen angewendet werden, wobei alle Anlagen, die nicht den Anforderungen von DVGW W 551 genügen, als potentiell mit Legionellen kontaminiert einzustufen sind. Kleinanlagen gelten auch hier als unkritisch und brauchen nur bei begründetem Verdacht untersucht werden.

Empfehlungen des Arbeitsblatts zur Probenahme und -bewertung /2.1/

Grundsätzlich wird zwischen orientierenden Untersuchungen, weitergehenden und Nachuntersuchungen unterschieden, um zunächst Informationen über eine tatsächliche Kontamination und gegebenenfalls anschließend über deren Ausmaß zu erhalten. Direkte Hinweise auf Beprobungs- und Analyseverfahren werden nicht gegeben. Der DVGW beruft sich diesbezüglich auf bestehende Richtlinien und in Vorbereitung befindliche Normen. Die Bewertung der Befunde erfolgt auf Basis der Maßeinheit KBE/ml, was prinzipiell in die häufiger verwendete Einheit KBE/l umgerechnet werden kann. So entspricht 1 KBE/ml einer Menge von 1.000 KBE/l /2.1/.

Orientierende Untersuchungen

Ausschließlich Warmwasserproben in jeder Verzweigung des Systems. Auch bei kleineren Großanlagen sind mindestens zwei Proben im Gesamtsystem, davon eine an der vom Trinkwassererwärmer weitest entfernten Entnahmestelle zu nehmen. Kaltwasserleitungen werden nicht orientierend untersucht. Innerhalb eines halben Jahres nach Umbau oder Erweiterung des Systems sind in jedem Fall orientierende Untersuchungen vorzunehmen.

Weitergehende Untersuchungen

Sind Legionellen nachgewiesen worden, sollten die Untersuchungen zeitlich und räumlich ausgedehnt werden, um genaue Aussagen über Ausmaß und Art der Kontamination zu erhalten. Die Anzahl der Proben richtet sich nach „Größe, Ausdehnung und Verzweigung des Systems.“ Neben der allgemeinen Beprobung der Warmwasserleitungen wird auch ausdrücklich die Beprobung von Leitungsteilen, die stagnierendes Wasser führen und – bei Hinweis auf Erwärmung des Leitungsinhalts – auch der Kaltwasserleitungen vorgeschlagen.

• Nachuntersuchungen

Die Empfehlung für Nachuntersuchungen – das heißt erneute Beprobung zu einem späteren Zeitpunkt – wird in Abhängigkeit der festgestellten Kontamination und der u.U. inzwischen erfolgten Maßnahmen vorgenommen. Grundlage der Bewertung ist jeweils der schlechteste Einzelbefund.

• Nach orientierenden Untersuchungen:

- Legionellen in 1 ml nicht nachweisbar – d.h. < 1.000 KBE/l: Wiederholung der orientierenden Untersuchung nach 1 Jahr, Ausdehnung des Intervalls schrittweise auf bis zu 3 Jahre, wenn Nachuntersuchungen ebenso ohne Befund sind.
- Legionellenkonzentration ≥ 1 KBE/ml: Weitergehende Untersuchungen innerhalb von 14 Tagen.
- Legionellenkonzentration > 10 KBE/ml: Umgehende Einleitung weitergehender Untersuchungen.

• Nach weitergehenden Untersuchungen:

- Legionellen in 1 ml nicht nachweisbar: Weitergehende Untersuchung nach einem Vierteljahr, bei gleichem Befund orientierende Untersuchungen nach einem Jahr.
- Legionellenkonzentration ≥ 1 KBE/ml: Weitergehende Untersuchung 1 Woche nach Sanierung bzw. Desinfektion.

Im Arbeitsblatt empfohlene Maßnahmen /2.1/

Folgende Handlungsempfehlungen werden bei einer festgestellten Legionellenkontamination in Abhängigkeit der Meßergebnisse vorgeschlagen:

• Empfehlungen nach orientierenden Untersuchungen:

- Legionellenkonzentration ≤ 10 KBE/ml: Keine Maßnahmen erforderlich.
- Legionellenkonzentration > 10 KBE/ml: Die Sanierung wird vorgeschlagen, keine Nutzungseinschränkung.
- Legionellenkonzentration > 100 KBE/ml: Unverzügliche Desinfektion des Systems bzw. Nutzungseinschränkung wie z.B. Duschverbot und Sanierung des Systems.

• Empfehlungen nach weitergehenden Untersuchungen

- Legionellen in 1 ml nicht nachweisbar: Keine Maßnahmen erforderlich.
- Legionellenkonzentration ≥ 1 KBE/ml: Die Sanierung des Systems ist erforderlich.
- Legionellenkonzentration > 100 KBE/ml: Unverzügliche Desinfektion des Systems bzw. Nutzungseinschränkung wie z.B. Duschverbot und Sanierung des Systems.

(Die Grenze von 10 KBE/ml ist hier nicht vorgesehen.)

Maßnahmen

zur Sanierung des Systems

Grundsätzlich soll vor Beginn von Sanierungsmaßnahmen eine ausführliche Dokumentation des gesamten Systems einschließlich der Kalt- und Warmwasserleitungen sowie der Ergebnisse der Legionellenuntersuchungen erstellt bzw. aktualisiert werden.

Im Arbeitsblatt W 552 werden beispielhaft verschiedene Maßnahmen beschrieben, die einerseits zur schnellen Desinfektion und andererseits zur dauerhaften Sanierung des Systems geeignet sind. Bei nachgewiesener Tauglichkeit sind auch nicht genannte Maßnahmen erlaubt. Die Auswahl der schließlich angewendeten Maßnahme obliegt dem Betreiber und soll ökologische und ökonomische Gesichtspunkte berücksichtigen /2.1/.

Vor Durchführung einer der vorgeschlagenen betriebs- verfahrens- oder bautechnischen Maßnahme sind alle Komponenten des Systems von Sedimentablagerungen zu befreien.

Betriebstechnische Maßnahmen

sind permanent einzuleitende Stell-, Steuer- und Regelvorgänge an vorhandenen Komponenten des Systems. Sie umfassen die Einhaltung einer Mindesttemperatur von 55 °C im gesamten System, den ununterbrochenen Betrieb der Zirkulationspumpen oder elektrischen Rohrbeheizung und die tägliche Erwärmung der trinkwassergefüllten Vorwärmstufen auf 60 °C.

Verfahrenstechnische Maßnahmen

sind Desinfektionsmaßnahmen zur direkten Gefahrenabwehr, die wiederkehrend oder permanent angewendet werden können. Sollte auch bei mehrmaliger Anwendung einer oder verschiedener Desinfektionsmaßnahmen nicht das gewünschte Resultat erzielt werden, so sind Maßnahmen zur bau- oder betriebstechnischen Sanierung des Systems zu wählen. Zu nennen sind:

• Thermische Desinfektion

Das gesamte System ist auf mindestens 70 °C aufzuheizen, wobei die Aufheizphase dann beendet sein soll, wenn die Rücklauftemperatur der Zirkulation ebenfalls mindestens 70 °C erreicht hat. An den Entnahmemarmaturen soll anschließend für mindestens 3 Minuten eine Wasserauslauftemperatur von mindestens 70 °C eingehalten werden. Kaltwasserleitungen können in der Regel nicht ohne gravieren-

de Änderungen des Systems thermisch desinfiziert werden.

• Chemische Desinfektion

Die Zugabe der Chemikalien soll anhand des DVGW Arbeitsblatts W 291 erfolgen und muß im Einklang mit der gültigen TrinkwV erfolgen. Die dauerhafte Beseitigung des Legionellenbefalls ist nach dem heutigen Stand der Kenntnisse nicht gewährleistet, die permanente Chemikalienzugabe weder erlaubt noch anzuraten.

• UV-Bestrahlung

Die Verringerung der Legionellenkonzentration im fließenden Wasser bewirkt keine Reinigung der durch Legionellen besiedelten Oberflächen. Daher sollte die UV-Bestrahlung nur in Verbindung anderen Maßnahmen unterstützend angewendet werden.

Bautechnische Maßnahmen

sind Änderungen des Systems mit dem Ziel der Anpassung der Anlagenauslegung auf die Umsetzung der in Arbeitsblatt W 551 eingeführten Konstruktionsmerkmale. Die Empfehlung primärer Optimierungsmaßnahmen zur Absenkung des Verbrauchs fehlt an dieser Stelle, was mit der allgemeinen Empfehlung zu Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Gesichtspunkte begründet wird.

Zusammenfassung und Bewertung

Die grundsätzliche Annahme des DVGW, daß Anlagen, die nach Arbeitsblatt W 551 gebaut und betrieben werden, nicht Bestandteil dieses Arbeitsblatts sind, setzt voraus, daß Anlagen nach W 551 nicht nur weniger legionellengefährdet sind – was sicher zutrifft –, sondern sich in diesen Anlagen außerdem eine orientierende Untersuchung nach W 552 erübrigt.

Bei Anwendung des Arbeitsblatts W 552 und orientierend nachgewiesener Kontamination mit Legionellen liegt die genaue Bestimmung von Anzahl und Ort der Proben einer weitergehenden Untersuchung im Ermessensspielraum des Betreibers. Damit kann der Betreiber zu großen Einfluß auf das Resultat nehmen, was bei der konkreten Gefahrenabwehr, die der DVGW vornehmen will, nicht zulässig sein sollte.

Von den vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen ist insbesondere den bautechnischen Maßnahmen der Vorzug vor präventiven, betriebstechnischen Maßnahmen zur Legionellenverminderung zu geben. Der langfristige Schutz vor Legionellen, aber auch die erhöhten Betriebskosten und der erhöhte Energieverbrauch sprechen dafür (vgl. Kap. 7).

6.5 Legionellenprophylaxe in öffentlichen Bädern

Der Bundesfachverband öffentliche Bäder e.V. hat im Juni 1995 den Entwurf des Merkblatts 64.01 /2.6/ herausgegeben, um speziell auf die spezifischen Anforderungen des vom Gesundheitsamt regelmäßig überprüften Bäderbereichs einzugehen.

Das Merkblatt 64.01 – Entwurf – beschäftigt sich direkt mit einem Bereich erhöhten Risikos der Trinkwasseranwendung. Aufgrund der hohen Nutzerzahlen und der legionellenfreundlichen Temperaturen wird dem Legionellenvorkommen schon kaltwasserseitig erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Durch Messungen in der Hausanschlußleitung wird eine gute Grundlage der notwendigen, gezielten Legionellenprophylaxe gelegt, doch erfolgt die Desinfektion des einfließenden Kaltwassers ohne Berücksichtigung dieser Analyseergebnisse. Dieses Vorgehen ist unter dem Gesichtspunkt der rationellen Energieverwendung fragwürdig, aufgrund der Risikostufe aber zu diskutieren.

7 Technische Auswirkungen im Sanitärbereich

Seit Beginn der Legionellendiskussion haben sich alle Sparten der Sanitär- und Heizungsbranche mit diesem Problem auseinandergesetzt. Einerseits in relativer Sorglosigkeit im Sinne einer end-of-pipe Technologie mit der Strategie „man darf bauen, was man möchte, muß nur thermische Präventions- oder Dekontaminationsmaßnahmen vorsehen.“ Andererseits in kreativer Art und Weise im Sinne der rationalen Energieanwendung durch die Entwicklung moderner Pufferspeicher- bzw. Gruppenversorgungskonzepte.

7.1 Systemkonzepte

Insbesondere zur Nutzung von Energieträgern mit niedriger Leistungsdichte oder nicht verbrauchsorientierter Verfügbarkeit (z.B. Solarenergie oder Abwärme), aber auch zur Leistungsreduzierung bei konventionellen Feuerungsanlagen werden z.T. große Speichervolumina vorgesehen. Zur Systemvereinfachung und Kostenreduktion wurden diese vielfach direkt als Trinkwasserspeicher vorgesehen, wodurch, wie heute bekannt ist, die hygienische Qualität des Trinkwassers leiden kann.

Der Grundsatz der systemtechnischen Weiterentwicklungen wird im Ansatz auch im DVGW Arbeitsblatt W 551 beschrieben und basiert auf dem Aufbau von Heizwassersyste-

men mit dezentralen Speicher- oder Durchlauf-Trinkwassererwärmern. Die Heiznetze können in ihrer Wärmeversorgung optimiert werden und sollten jeweils kompakt aufgebaut und gut isoliert werden.

Pufferspeichersysteme

Diese Anlagen reduzieren den legionellenkritischen Bereich auf ein Minimum und bewirken im Alltagsbetrieb keine erhöhte Gesundheitsgefährdung. Das zur Bedarfsdeckung notwendige Trinkwasservolumen wird in einem möglichst kleinen Heißspeicher vorgehalten. Zur Zwischenspeicherung von z.B. Solarenergie können diesem Speicher beliebig große, heizwassergefüllte Pufferspeicher vorgeschaltet werden, die nicht den Maßnahmen der Arbeitsblätter W 551 und W 552 unterliegen. Heißspeicher > 400 l werden so ausgelegt, daß zur Deckung des Warmwasserbedarfs die bevorratete Menge heißen Wassers verwendet werden kann und die thermischen Verluste durch besonders gute Isolation reduziert sind.

Zur Teilung größerer Anlagen mit weit verzweigten Verteilungen können Gruppenversorgungssysteme mit mehreren dezentralen Speicher-Trinkwassererwärmern aufgebaut werden, die alle durch das zentrale Heiznetz versorgt werden.

Dezentrale Durchlauf-Trinkwassererwärmer

Das zentrale Heiznetz versorgt einzelne Durchlauf-Trinkwassererwärmer, die jeweils kleinere Versorgungsnetze bilden können, die nach den vorliegenden technischen Regeln nicht präventiv thermisch zu behandeln sind und im allgemeinen auch keine Legionellengefährdung darstellen.

Dieses Konzept kann in Analogie zu Fernwärmesystemen in zwei Formen realisiert werden:

- Ausschließlich zur Warmwasserbereitung. Dadurch kann das Heiznetz in Dimensionierung und Temperaturniveau auf diesen Anwendungsfall abgestimmt werden. Eventuell parallel vorhandene Heizungsanlagen werden dabei im Sinne von Vierleiter-Fernwärmenetzen separat versorgt.
- Kombination zwischen Heizung und Warmwasserbereitung. Dieses Konzept ermöglicht die gesamte Wärmeversorgung von einzelnen Abrechnungseinheiten, z.B. Wohnungen, durch einen Heizstrang /2.7/. Damit ist der Aufbau jeweils kleiner Trinkwassererwärmungsanlagen bei Integration in große Wärmeversorgungssysteme

möglich. Die Vorlauftemperatur des Heiznetzes muß sich am Bedarf des „heißeren“ Verbrauchers orientieren.

7.2 Energieverbrauch und Kosten thermischer Legionellenprävention

Für zwei verschiedene Trinkwassererwärmungsanlagen wurden energetischer und monetärer Aufwand einer thermischen Legionellenprävention rechnerisch ermittelt. Klar wird in beiden Fällen, daß die Installation einer elektrischen Rohrbegleitheizung gegenüber den Verlusten einer Zirkulationsleitung die teurere und primärenergetisch ungünstigere Variante darstellt.

Trinkwasserversorgung eines Mehrfamilienhauses mit 10 Wohneinheiten nach dem heutigen Stand der Technik /2.8/ und einem Warmwasserbedarf von 1000 l/d bei 45°C.

- **Basisvariante (B):**

Speichervolumen	400 l
Speichertemperatur	50°C
Temperaturdifferenz der Zirkulation ΔT_Z	10 K
Betrieb der Zirkulation	6 - 22 h
Energiebedarf	17.940 kWh/a
- **Betrieb der Anlage nach DVGW W 551:**
 - Erhöhung des Volumenstroms der Zirkulation, um $\Delta T_Z = 5$ K zu erreichen:
 - Erhöhung der Solltemperatur im Speicher auf 60°C
 - Thermalisierung des Speichers täglich um 0 Uhr auf 60°C.

Energiemehrverbrauch: 1.220 kWh/a (9 %_B)

Unter Beachtung der Anzahl derartiger Anlagen im Mietshausbestand der Bundesrepublik stellt der Mehrverbrauch von 9% eine erhebliche Energie- und damit verbundene CO₂-Menge dar. Zusätzlich zu diesem Standardfall der WW-Bereitung werden auch verschiedene Varianten mit Nutzung thermischer Solarenergie vergleichend untersucht.

- **Basisvariante mit Einbindung thermischer Solarenergie (BS):**

Speichervolumen	1000 l
Speichertemperatur	50°C
Temperaturdifferenz der Zirkulation ΔT_Z	10 K
Betrieb der Zirkulation	6 - 22 h
Konventioneller Energiebedarf	8.460 kWh/a
	(47% _B = 100% _{BS})
Einsparung durch Kollektoranlage	9.480 kWh/a
	660 DM/a
	(0,07 DM/kWhGas)
- **Betrieb der Anlage nach DVGW W 551:**

Energiemehrverbrauch: 3.540 kWh/a (42 %_{BS})

Starke absolute Erhöhung aufgrund des größeren Speichervolumens.

- Aufbau von Pufferspeicheranlagen, die lediglich hinsichtlich der Zirkulationsleitung DVGW W 551 unterliegen:

– 800 l Pufferspeicher mit 200 l Trinkwasserpeicher:
Energiemehrverbrauch: 4.150 kWh/a (49 %_{BS})

– 800 l Pufferspeicher mit 200 l Trinkwasserpeicher und el. Rohrbegleitheizung:
Energiemehrverbrauch: 1.770 kWh/a (21 %_{BS})

Augrund des Preisunterschieds zwischen Strom und Gas und des Wirkungsgrads der Stromerzeugung im deutschen Kraftwerkspark ist diese Variante sowohl ökonomisch als auch primärenergetisch ungünstiger als die zuvor genannte Variante mit Zirkulation.

– 1000 l Pufferspeicher mit lastseitigem Wärmetauscher und Einspeisung des Zirkulationsrücklaufs im oberen Bereich des Wärmetauschers.
Energiemehrverbrauch: 1.450 kWh/a (16 %_{BS})

An diesem Beispiel wird klar, daß die Speichergröße deutlichen Einfluß auf den Mehrverbrauch durch thermische Legionellenprävention hat. Bei Verwendung größerer Speichervolumina ist die Installation optimierter lastseitiger Wärmetauscher aus hygienischer, energetischer und ökonomischer Sicht vorteilhaft.

Versorgung der Sammelduschanlage eines Industriebetriebs für ca. 900 Arbeiter und einen WW-Bedarf von 45 m³/d entsprechend dem Netto-Energiebedarf der WW-Bereitung von 488.000 kWh/a. Die Last wird fast vollständig innerhalb einer Stunde nach Schichtende nachgefragt, so daß ein Speichervolumen von 40 m³ in 8 Behältern vorgehalten wird. Die monetäre Bewertung des energetischen Mehrverbrauchs durch thermische Legionellenprävention erfolgt aufgrund der Mischpreise von Großkundenverträgen (Gas 0,05, Fernwärme 0,08, Strom 0,20 DM/kWh).

Dargestellt werden zwei Varianten, deren Ergebnisse in Tabelle 7.1 enthalten sind:

- Ideale Neuanlage mit Isolation der Speicher und Rohrleitungen gemäß den heutigen Grenzwerten.
- Realistische Altanlage mit spezifischen Speicherverlusten von 2,7 W/(m³·K) gegenüber 0,6 W/(m³·K) und einer Rohrleitungswärmedämmung mit 0,4 W/(m·K) gegenüber 0,2 W/(m·K) der Neuanlage.

Hier wird deutlich, daß die bisher in diesem Betrieb verfolgte Strategie der Legionellenprävention – regel-

	Neuanlage	Altanlage
Energetischer Mehrverbrauch	35.280 kWh/a	84.440 kWh/a
Relativer Mehrverbrauch	7%	17%
Mehrkosten bei Gasfeuerung	1.760 DM/a	4.250 DM/a
Mehrkosten bei Fernwärmeanschluß	2.820 DM/a	6.800 DM/a
Mehrkosten bei Fernwärmeanschluß und elektrischer Rohrbegleitheizung statt Zirkulation	6.650 DM/a	15.320 DM/a

Tab. 7.1: Vergleich der energetischen und wirtschaftlichen Auswirkungen thermischer Legionellenprävention in der Sammelduschanlage eines Industriebetriebs in Abhängigkeit der eingesetzten Endenergieträger.

mäßige Messungen – nicht nur der hygienischen und energetischen sondern auch der ökonomischen Vernunft entspricht.

8 Empfehlungen zum Umgang mit dem Problem

Bis zur weiteren Klärung der Zusammenhänge des Legionellenwachstums und der Legionellenbekämpfung in Trinkwasseranlagen sind sowohl Realismus als auch sachlich konsequenter Umgang mit diesem Problem angeraten. Todesfälle aufgrund von Legionelleninfektionen sind – wie jeder andere Todesfall auch – sehr bedauerlich und darüber hinaus in der Regel durch konsequente Einhaltung der heute gültigen Richtlinien der Sanitärtechnik vermeidbar. Es macht wenig Sinn, weitere Richtlinien zur Kompensation von Unzulänglichkeiten der Durchsetzung dieser bestehenden Regeln zu erlassen – insbesondere wenn sie wie DVGW W 552 immense Auslegungsspielräume enthalten. Bezüglich Planung und Realisierung von Trinkwassererwärmungsanlagen sollte zwischen Alt- und Neuanlagen unterschieden werden. Während der Nutzung sollten nach Meinung des Autors regelmäßige Beprobungen in Abhängigkeit des einsatzspezifischen Risikos erfolgen.

Durchführung von Messungen in Abhängigkeit einer Risikostufung, die alle Parameter des Einsatzbereichs der Anlage beschreibt. Hoher Aufwand in sensiblen Bereichen und geringerer Aufwand in Bereichen, in denen auf Grund der Anwendung nur geringe Infektionsgefahr besteht (siehe Abschnitt 3). Die keimfreie Welt wird es nie geben, doch gilt es, gefährdete Personen gezielt und möglichst sicher zu schützen, aber auch Natur, Ressourcen und gesunde Menschen im täglichen Leben nicht durch übertriebene Maßnahmen zu sehr zu belasten.

Eine Risikostufung könnte sich an den folgenden Kriterien orientieren:

• Anwendungsort

Höherer Aufwand in Krankenhäusern, Alten- und Pflegeheimen,

Geringerer Aufwand in den Bereichen Industrie, Gewerbe, Büro.

• Anlagenart

Höherer Aufwand bei großen Anlagen, Speicherung großer Brauchwassermengen, weit verzweigten Verteilnetzen, stark unterschiedlicher Nutzung der einzelnen Stränge, Totwasserzonen oder sich im Stillstand deutlich erwärmenden Kaltwasserleitungen.

Geringerer Aufwand bei Anlagen mit geringem Füllvolumen, kurzer Verweilzeit des erwärmten Wassers im System und guter thermischer Trennung von Kalt- und Warmwasserleitungen.

• Betriebsweise

Höherer Aufwand bei (teilweise) unterbrochenem Betrieb z.B. in Hotel-, Camping- oder Badeanlagen mit ausgeprägt saisonaler Nutzung.

Geringerer Aufwand bei kontinuierlicher Nutzung und gleichmäßiger Belastung der Netzstränge, z.B. große Sammelduschanlagen in Industriebetrieben ohne Werksferien (Urlaub aller Beschäftigten gleichzeitig).

• Gesundheitszustand der Nutzer

Höherer Aufwand bei abwehrgeschwächten Personen.

Geringerer Aufwand bei „normal“ gesunden Menschen.

Danach könnten unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit der eingesetzten Mittel die Anwendungsbereiche z.B. wie folgt in Risikogruppen zusammengefaßt werden:

- R0 Intensivmedizinische Bereiche der Krankenhäuser, Anwendung in medizinischen Geräten mit Aerosolbildung und hoher Einatemungswahrscheinlichkeit.
- R1 Krankenhäuser, Pflegeheime und Aufenthaltsbereiche immungeschwächter Personen.
- R2 Hotel- und Campingbetriebe, Hallen- und Freibäder
- R3 Sammeldusch- und -badeanlagen sowie privater Mehrfamilien-Wohnbereich mit zentraler Warmwasserbereitung bzw. Lüftung.
- R4 Wasseranwendung für technische Reinigungsprozesse sowie Toiletten und Waschbecken etc. im

Industriebereich (ausgenommen Sammelduschenanlagen).

R5 Büro- und Verwaltungsbereich ohne Sammelduschenanlagen.

Bei **unerklärlicher Häufung von Lungenentzündungen oder „Grip-palen Infekten“** sollte trotz der vorgeschlagenen Sicherheitsvorkehrungen gegen Legionelleninfektionen die Möglichkeit einer Kontamination nicht ausgeschlossen werden.

Bei begründetem Verdacht auf Infektion durch eine bestimmte raumluft- oder sanitärtechnische Anlage sollte diese schnellstmöglich auf Legionellen untersucht und gegebenenfalls stillgelegt bzw. saniert werden.

Die Beprobungsparameter, die in Abhängigkeit der Risikostufen festgelegt werden sollten, sind z.B.:

- Tolerierter Grenzwert
- Beprobungsdichte

Je nach Risikostufe, Anwendungs- und Betriebssituation der zu untersuchenden Anlage könnten eine oder mehrere der im folgenden genannten Klassen der Beprobungsdichte vorgeschrieben werden:

- **D1:** Eine Probe am Speicherauslauf der Brauchwasseranlage und im Mischwasser (z.B. 35 bis 40 °C) an der am weitesten vom Speicherauslauf entfernten Entnahmestelle.
 - **D2:** Im Warmwassernetz die 10 % leitungsmäßig am weitesten vom Speicherauslauf entfernten Entnahmestellen.
 - **D3:** Im Kaltwassernetz die leitungsmäßig am weitesten von der Übergabestelle des Wasserversorgers entfernte Entnahmestelle sowie – bei deutlicher Stillstandserwärmung – 10 % der am weitesten entfernten Entnahmestellen.
 - **D4:** Im Warmwassernetz die 50 % leitungsmäßig am weitesten vom Speicherauslauf entfernten Entnahmestellen.
 - **D5:** Alle Entnahmestellen.
 - Beprobungsintervalle
- Bei negativem bzw. positivem Befund unterhalb des Grenzwerts z.B.:
- **I1:** 2 Prüfungen pro Jahr.
 - **I2:** Nächste Prüfung nach einem Jahr. Ausdehnung der Intervalle in Jahresschritten auf bis zu 5 Jahre, sofern jeweils ein qualitativ gleiches Ergebnis vorliegt. Bei Anlagen mit zunächst negativem Ergebnis (keine Legionellen nachweisbar), bei wiederholter Messung jedoch positivem Ergebnis unterhalb des Grenzwertes sollte spätestens nach einem Jahr eine erneute Wiederholungsmessung erfolgen.
 - **I3:** Keine regelmäßige Prüfung. Prüfung nur auf Veranlassung des Betreibers oder bei Verdacht auf Legionellenkontamination.

Bei positivem Befund oberhalb des Grenzwerts:

Durchführung weiterer Messungen in nächst höherer Dichte zur Absicherung des Ergebnisses, Eingrenzung des kontaminierten Bereichs und Feststellung der Kontaminationsart. Bei Befall der Kaltwasserleitungen sollte das KW-Verteilnetz nach gleicher Maßgabe untersucht werden wie für das WW-Netz beschrieben.

Die letztendliche Festlegung sinnvoller, einhalt- und durchsetzbarer Angaben für Beprobungsintervalle und -dichte liegt nicht im Kompetenzbereich des Autors.

Die Formulierung klarer Richtlinien und damit Klärung der oftmals unsachlich geführten Diskussion muß durch die beteiligten Fachgremien erfolgen. Planer, Installateure und Betreiber von raumluft- und sanitärtechnischen Anlagen benötigen klare und insbesondere in der Praxis durchführbare Richtlinien ohne große Auslegungsspielräume.

Neben der in jedem Fall empfohlenen Messung sollte bezüglich der Herangehensweise an das Problem Legionellen zwischen Neu- und Altanlagen unterschieden werden.

Neuanlagen

- Empfehlenswert ist Planung und Bau eines wenig zur Legionellenvermehrung neigenden Systems nach den bautechnischen Vorgaben aus DVGW W 551 unter Beachtung der Vorschriften aus DIN 1988. (Geringes Trinkwasserspeichervolumen und damit kurze Verweilzeit des Warmwassers im System.)
- Beim Bau und der Inbetriebnahme der Anlage ist besondere Sorgfalt auf Spülung und Befüllung derselben zu legen, um Legionellenwachstum vor Fertigstellung und Inbetriebnahme zu verhindern. Keine Teilbefüllungen oder langen Stillstandszeiten zwischen Befüllung und Inbetriebnahme durch den Anwender.
- Gleichmäßige Nutzung der Anlagen über alle angeschlossenen Rohrstränge. Beprobung auf Legionellen in festgelegten Abständen, um im Fall einer Kontamination gezielt Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Altanlagen

- Klärung der primären Gefährdung durch Wasserzusammensetzung, Anlagenkonzept, Nutzung und Betriebsweise.
- Begutachtung der mit dem Trinkwasser in Kontakt kommenden Anlagenteile auf Alter, Werkstoff, Zustand und Prüfzeichen.

- Nach Möglichkeit Kontrolle auf Ablagerungen in Behältern und Rohrleitungen.
- Probenahme an der ungünstigsten Stelle der Kalt- und Warmwasser-netze (Entfernung, Wassertemperatur, Nutzungshäufigkeit).

Durch die grundlegende Darstellung des Problems Legionellen einerseits sowie die Herleitung und Beschreibung möglicher Maßnahmen zur Verringerung des Risikos einer Legionelleninfektion durch sanitärtechnische Anlagen wurde in dieser Artikelreihe versucht, der allgemeinen Legionellendiskussion neue Anregungen und vor allem fachliches Fundament zu geben. Wenn mit diesem Teilziel das Hauptziel – der verbindliche, klar strukturierte und realitätsbezogene Schutz vor Infektionen durch Legionellen – näher gerückt ist, so wurde viel erreicht.

Literatur

- /2.1/ DVGW-Arbeitsblatt W 552 - Entwurf - Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Sanierung und Betrieb, Entwurf, DVGW, Bonn, Mai 1995. Aufnahme in das Regelwerk des DVGW voraussichtlich bis Sommer 1996.
- /2.2/ Boger, G.A., Heinzmann, H.O., Radsch, W. Kommentar zu DIN 1988 Teile 1 bis 8 Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen (TRWI) - Technische Regel des DVGW, 1. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 1989.
- /2.3/ Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV), Bundesgesetzblatt (BGBl), Jahrgang 1990, Teil I, Bonn, den 12.12.1990, Ergänzung BGBl I, 23.01.1991.
- /2.4/ gwf-wasser/ abwasser 127 (1986) Heft 10 S. 520 bis 522.
- /2.5/ Heinrichs, F.-J., Waider, D. Kommentar zum DVGW-Arbeitsblatt W 551 - Trinkwassererwärmungs- und leitungsanlagen; technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums, 1. Auflage, heizungs-journal Verlags-GmbH, Winnenden, 1993.
- /2.6/ Merkblatt 64.01 - Entwurf - Legionellenprophylaxe in Bädern Bundesfachverband öffentliche Bäder e.V., Essen, Juni 1995.
- /2.7/ N.N. Wohnungsstation WS1 für Heizung und Warmwasser, Produktinformation der Logotherm Haustechnik GmbH, Leipzig, April 1995.
- /2.8/ Mahler, B., Fisch, M.N. Energiemehrverbrauch und technische Konsequenzen durch die DVGW-Legionellen Regelwerke, 6. Symposium Thermische Solarenergie, Ostbayerisches Technologie Transfer Institut (OTTI), Staffelstein 1996.
- /2.9/ Empfehlung des Bundesgesundheitsamtes zur Verminderung eines Legionellen-Infektionsrisikos, Bundesgesundheitsblatt 30 Nr. 7 Seite 252 bis 253, Juli 1987.