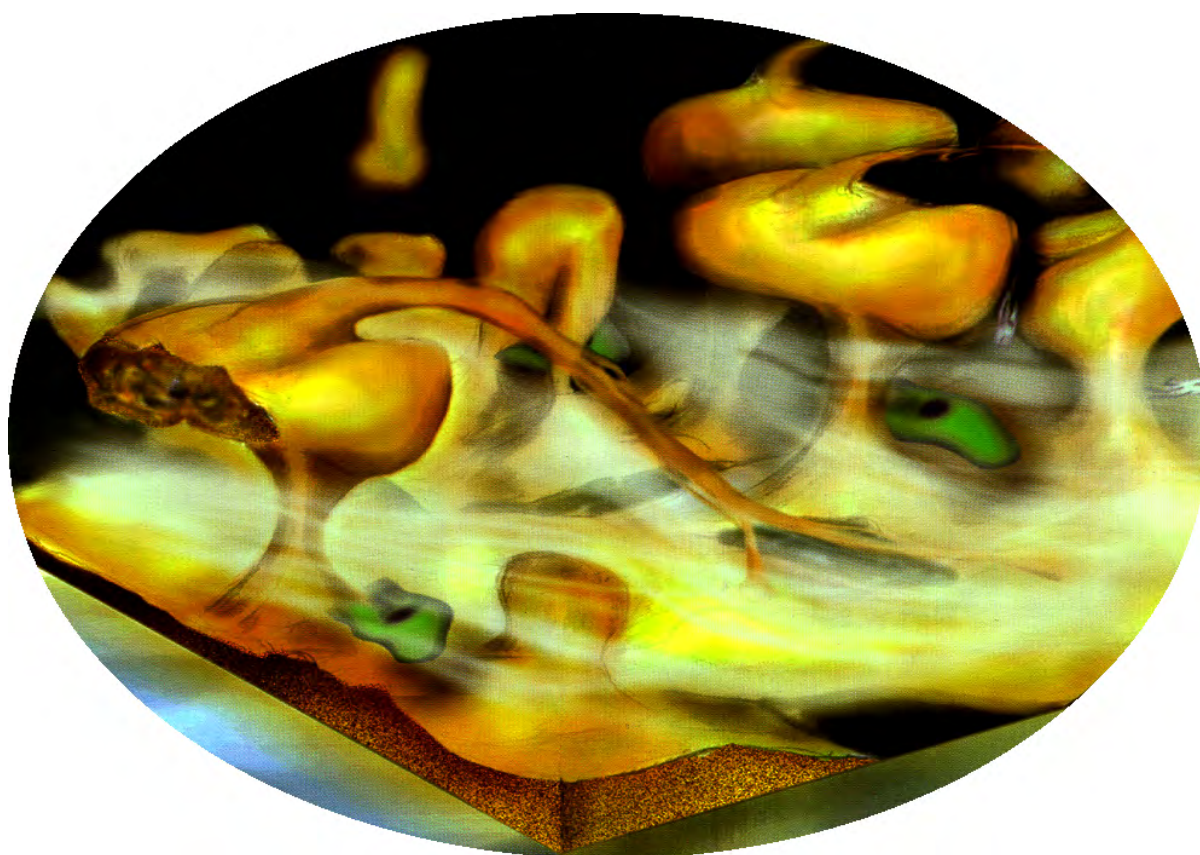


Bundesministerium für
wirtschaftliche Angelegenheiten
Sektion Bundeshochbau
Abt. 3 – Haustechnik

Gefährliche Tropfen

*1. ÜBERARBEITUNG
STAND: MÄRZ 2002*

*mit beigelegter Themensammlung zur Vortragsreihe 2002 des
Herrn Ministerialrat Dipl.-Ing. Iwan NESVADBA*



Wasserversorgung
Klimaanlagen
Eine Quelle für Legionella-Infektionen

Dieses Heft wurde ursprünglich (mit Stand März 1999) vom Wirtschaftsministerium, Sektion Bundeshochbau als Arbeitsbehelf und Information ausgearbeitet und war zur Verwendung in der Bundesverwaltung bestimmt.

Inhalt und Redaktion:
MR Dipl.-Ing. Nesvadba
Regierungsrat ADir. Prügger
Tel.: 01/71100/2107

Layout, Gestaltung O.Rev. Claudia Divjak und FI Helga Gerl-Amon
Rückfragen bezüglich Übermittlung von Kopien:
FI Helga Gerl-Amon
Tel.: 01/71100/5400

Druck:
Druckerei des Bundesministeriums für
Wirtschaft und Arbeit
1010 Wien, Stubenring 1

File:legionellenArbeitsparie02042002.doc



Allgemeinwissen

1 ALLGEMEIN.....	6
1.1 DIE BESCHAFFENHEIT UNSERES TRINKWASSERS.....	6
1.2 WASSER IST LEBEN.....	6
2 LEGIONELLA PNEUMOPHILA (PSEUDOMONAS AERUGINOSA).....	7
2.1 SPEKTAKULÄRES AUFTRETEN	7
2.2 KRANKHEITSFORMEN.....	8
2.2.1 PONTIAC-FIEBER	8
2.2.2 LEGIONÄRSKRANKHEIT	8
2.2.3 WO DIE LEGIONELLEN LAUERN?.....	8
3 BIOFILM – UNTER BIOFILM WIRD FOLGENDES PHÄNOMEN VERSTANDEN.....	9
3.1 DARSTELLUNG DES BIOFILMS.....	9
3.2 AUFWACHSUNGEN AUS KALKABLAGERUNGEN UND ROST (EISENOXIDHYDRATE).....	10
3.3 KONTAMINATIONSQUELLE.....	11
3.4 HYGIENISCHE AUSWIRKUNG.....	11
4 ÜBERWACHUNG VON MÖGLICHEN INFEKTIONSQUELLEN.....	12
4.1 ROUTINEMÄßIGE ÜBERWACHUNG.....	12
4.2 ZU ÜBERWACHENDE ANLAGEN	12
4.3 PROZENTUALE HÄUFIGKEIT VON POSITIVEM LEGIONELLENBEFUND IN VERSCHIEDENEN GEBÄUDEN.....	12
5 ANTI-LEGIONELLEN-STRATEGIE	13
5.1 LEGIONELLENFREIE WASSERVERSORGUNG.....	13
5.1.1 PLANUNGSREGELN	13
5.2 THERMISCHER BEHANDLUNGSERFOLG	13
5.2.1 GRÜNDE FÜR DIE FESTSTELLUNG VON LEGIONELLEN.....	14
5.3 AUSFÜHRUNG – MONTAGEREGELN	14
6 LEGIONELLENSICHERER BETRIEB VON WARMWASSERLEITUNGEN (ANLAGEN).....	15
6.1 NACH LÄNGEREN STILLSTANDSZEITEN.....	15
6.2 TEMPERATUREN ZWISCHEN 25° - 55°C.....	15
6.3 ZIRKULATIONSLEITUNGEN.....	15
6.4 REINIGUNG VON PERLATOREN UND DUSCHKÖPFEN	15
6.5 ZUMISCHUNG VON KALTWASSER	15
6.5.1 § 18 WASSERVERSORGUNGSANLAGEN.....	15
6.6 SCHLAMMBILDUNG.....	15
6.6.1 FILTERANLAGEN.....	15
6.6.2 WASSERENTHÄRTUNGSANLAGEN.....	16



7 KONTROLLE	17
7.1 HYGIENISCH-MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	17
7.1.1 PROBENNAHME (SPEZIALISTEN BEAUFTRAGEN!).....	18
7.1.2 KONTAMINATION – WAS IST ZU TUN?	18
8 ANLAGENDOKUMENTATION	19
8.1 TEMPERATURDOKUMENTATION	19
8.2 KONTROLLE DES WARMWASSERVERBRAUCHES (GESAMT WASSERVERBRAUCHES)	19
8.3 KONTROLLSTÜCKE	19
8.4 ANLAGENDATEN	19
<u>9 SANIERUNG VON KONTAMINIERTEN (ANLAGEN) WARMWASSERANLAGEN</u> <u>DURCH THERMISCHE BEHANDLUNG ODER ELEKTROLYTISCHE</u> <u>DEKONTAMINIERUNG</u>	22
9.1 WESENTLICHES FÜR DIE SANIERUNG	23
9.2 WANN IST EINE SANIERUNG NOTWENDIG?	23
9.3 THERMISCHE BEHANDLUNG	23
9.4 OFFENE KÜHLTÜRME	23
9.5 DIE VORTEILE DER THERMISCHEN DEKONTAMINIERUNG	23
9.6 DIE HÄUFIGKEIT EINER THERMISCHEN DEKONTAMINIERUNGSMAßNAHME	25
9.7 ELEKTROLYTISCHE DEKONTAMINIERUNG	25
9.8 SCHWACHSTROM-ELEKTROLYSE „ANODISCHE OXYDATION“	25
9.9 VORTEILE DER ELEKTROLYTISCHEN DEKONTAMINIERUNG	25
9.10 ELEKTROLYTISCHE DESINFEKTION - ALLGEMEINE TECHNISCHE PARAMETER	26
9.11 UV-DESINFEKTION	26
9.12 UV-NIEDERDRUCKSTRAHLER	26
9.13 DIE VORTEILE DER UV-DESINFEKTION	27
9.14 UV-DESINFEKTION 254 – ALLGEMEINE TECHNISCHE PARAMETER	28
<u>10 TEMPERATUR – „UMKEHRPOTENTIAL“</u>	30
11 THEMENSAMMLUNG ZUR VORTRAGSREIHE 2002 des Hrn. MR Dipl.-Ing. I. NESVADBA ...	31



Haben Sie gewusst?-Beilagenteil

Legionella pneumophila, pseudomonas aeruginosa

Wesensart, Lebensraum, Krankheitsfall

BEILAGE A

Jüngster Krankheitsfall in Holland

In den Medien wird als Infektionsherd ein Whirlpool angegeben.

Zwischenzeitlich zählt man über 100 erkrankte Personen mit 12 Todesfolgen

BEILAGE D

„Todesbakterien in Orly“

Zeitungsausschnitt

BEILAGE D

„Todesbakterien bei der Queen“

Legionärskrankheit, 78 Badezimmer verseucht

Gefährliche Bakterien, die sich beim Duschen übertragen

Die Seuche aus dem Wasser

Ionenaustauscher – Keime statt Kalk

BEILAGE D

BEILAGE D

BEILAGE D

BEILAGE G

Thermische Dekontaminierung

Abschätzung Kosten und Emissionen. Berechnungsblatt

BEILAGE B

Studie über Energiesparen und Legionellen bei der

Warmwasserbereitung

Feldversuche in modernen Warm-Wasserinstallationen in einer speziellen Art von Bundesobjekten

BEILAGE B

ANZEIGEPFLICHT DER LEGIONÄRSKRANKHEIT

BEILAGE H

Verordnung der Wiener Landesregierung zur

Durchführung des Wasserversorgungsgesetzes 1960

BEILAGE F

Fragebogen zur Wasseruntersuchung

BEILAGE C

ÖNORM EN 1717 – Auszug

BEILAGE E

Empfehlung zum Umgang mit Legionellen

Arbeitskreis d. hygienebeauftragten Ärzte Oberösterreichs

BEILAGE J



1 Allgemein

Auf Grund der aktuellen Verkeimungsprobleme (Legionellose) in trink- und brauchwasserführenden Systemen ergeben folgende Hinweise:

- ❶ Wasser-Element des Lebens auf unserem blauen Planeten
- ❷ 71 % der Erdoberfläche ist vom Wasser bedeckt.
- ❸ Der Blick aus dem All macht es deutlich – der weitaus größte Teil der Erdoberfläche besteht aus Wasser. Es ist ein elementarer Grundstoff der Natur, ohne dem ein Leben auf diesem Planeten nicht möglich wäre.

Wasser ist durch nichts zu ersetzen. Wasser ist ein Lebenselixier.

1.1 Die Beschaffenheit unseres Trinkwassers

Trinkwasser, wie wir es tagtäglich nutzen, muss nicht nur appetitlich, farblos, klar sein und darf keinen unangenehmen Geruch oder Geschmack aufweisen, es muss vor allem auch frei von krankheitserregenden Mikroorganismen sein. Die Trinkwasserverordnung definiert entsprechende Richtwerte und man kann davon ausgehen, dass die Wasserversorgungsunternehmen den dort gesetzten Standard auch tatsächlich liefern.

Da die Qualität des Trinkwassers nicht nur von einer einwandfreien Anlieferung des Wassers durch das Versorgungsunternehmen abhängig ist, sondern im erheblichen Maße von der Konstruktion, der Auswahl der Rohrwerkstoffe, der handwerklichen Ausführung und der Bemessung der Leitungsanlage im Gebäude beeinflusst werden kann, muss bei festgestellten trinkwasserhygienischen Problemen damit gerechnet werden, dass von den Verantwortlichen der Nachweis geführt werden muss, dass die Planung, die Bemessung und der Bau der gesamten Trinkwasserinstallation den zum Zeitpunkt der Ausführung gültigen technischen Regeln entsprochen hat.

Wenn es in der Praxis dennoch immer häufiger zu gesundheitlichen Folgen im Zusammenhang mit der Benutzung von Sanitärräumen kommt, ist die Ursache häufig in der Kontamination im Leitungssystem der Gebäudeinstallation zu suchen, für die der Betreiber verantwortlich ist.

1.2 Wasser ist Leben

Dies gilt leider auch für Mikroorganismen. Während Kaltwasserleitungen weitgehend von einer gesundheitsgefährdenden Kontamination durch Mikroorganismen frei sind, finden diese in Warmwasserleitungen nahezu ideale Lebensbedingungen. Kalkablagerungen, Rost, Gummidichtungen, Hanfstreife und Fittinge bilden dabei einen idealen Nährboden, auf dem sich gefährliche Krankheitserreger nahezu ungehindert vermehren können.

Gerade in Duscheinrichtungen kann es durch weitverzweigte Installationssysteme zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen. Besonders betroffen sind Personen mit entsprechender Immunlage, bei denen ein erhöhtes Infektionsrisiko besteht. Die sogenannte Legionärskrankheit, die durch Legionellen verursacht wird, ist nur ein Beispiel möglicher Infektionskrankheiten.



2 *Legionella pneumophila (pseudomonas aeruginosa)*

(siehe auch Beilage A)

Medizinische Wesensart:	Bestandteil der Mikroflora
Anzutreffen:	Bakterien
Erscheinungsform:	Stäbchenform Ø 0,2 – 0,7µ (My)
Gefährdung des Menschen:	Lungengängig, weil unter 5µ, nur gefährlich in Aerosolform
Stammarten:	Bisher ca. 150 Stämme festgestellt, davon ca. 5 % <i>Legionella pneumophila</i>
Vorkommen:	In allen Warm- und Feuchtbereichen sowohl in der Natur als auch in technischen Systemen.
Umweltbedingungen:	<ul style="list-style-type: none"> ⌚ Zwischen 30-50°C ⌚ Maximale Lebensbedingungen zwischen 35-40°C (37°C) ⌚ Vermehrungsgeschwindigkeit: in 6 Stunden Verdoppelung bei Optimaltemperatur ⌚ gefährliche Keimzahl ab 10 Keimen/ml ⌚ ab 60°C innerhalb 1 Minute abgetötet
Lebensraum:	<ul style="list-style-type: none"> ⌚ Natur ⌚ Klimaanlage (Rückkühlanlage, Luftwäscher, Befeuchter nach dem Verdunsterbetrieb) ⌚ Kalt-Warmwasserbereich (Warmwasserspeicher, Ausdehnungsgefäß, Duschköpfe, Totstrecken, wenig benutzte Anbindeleitungen, zu groß dimensionierte Leitungen, bei unsachgemäßer Herstellung – Hanfreste im Wasserstrom, Sedimente im WW-Boiler und Rohrleitungen ⌚ Whirlpools ⌚ Schleifturbinen mit Spraykühlung ⌚ Spraypistolen in Zahnarztpraxen
Krankheitsübertragung:	<ul style="list-style-type: none"> ⌚ Nicht von Mensch zu Mensch übertragbar ⌚ Nicht über Magen übertragbar ⌚ Nicht über das Blut übertragbar ⌚ Trifft in der Regel kranke und anfällige Menschen (daher Veterskrankheit, Legionärskrankheit) ⌚ Nur durch Einatmen der kontaminierten Aerosole ist eine Erkrankung möglich

2.1 *Spektakuläres Auftreten*

Seit ihrem ersten spektakulären Auftreten 1976 bei einem Kriegsveteranentreffen in Philadelphia sind sie bekannt: die Legionellen-Bakterien, potentiell tödliche Erreger der sogenannten Legionärskrankheit. Damals erkrankten rund 200 Teilnehmer, 35 von ihnen starben. Als Verursacher wurde ein Bakterienstamm identifiziert, den man nach seinen Opfern als „*Legionella pneumophila*“ benannte. Wie sich im Laufe der Jahre herausstellte, kommen die Erreger in der Umwelt wesentlich häufiger vor als zunächst angenommen wurde: Mehr als 50 Bakterienarten aus dieser Gruppe wurden bisher identifiziert. Sie fühlen sich, da sie feuchte Umgebung brauchen, in Oberflächengewässern ebenso wohl wie im Grundwasser und sogar in manchen Thermalwässern. Die meisten davon sind jedoch keine Krankheitserreger. Nur rund 15 der 50 Bakterienarten können zu Erkrankungen führen.



2.2 Krankheitsformen

Zwei Krankheitsformen, die von Legionellen verursacht werden sind bekannt:

2.2.1 Pontiac-Fieber

Das vergleichsweise glimpflich verlaufende sogenannte Pontiac-Fieber ähnelt einem kurzem grippalen Infekt, welcher durch hohes Fieber, Schüttelfrost, Kopfschmerzen, Schwindel, manchmal durch Benommenheit charakterisiert wird. Eine Lungenentzündung tritt nicht auf, es kann aber Husten vorkommen. Pontiac-Fieber wird meist durch legionellenverseuchte Kühltürme hervorgerufen, die ihren Inhalt in die Luft ausblasen.

2.2.2 Legionärskrankheit

Bei der Legionärskrankheit kommt es nach einer Inkubationszeit von etwa zwei bis zehn Tagen zu einer schweren, allerdings nicht ansteckenden Lungenentzündung. Sie beginnt mit hohem Fieber, oft begleitet von Übelkeit, trockenem Husten, Kopf- und Muskelschmerzen und Durchfällen. Oft treten, durch extrem hohes Fieber, Verwirrtheit, Delirien und Halluzinationen auf. Nicht selten sind auch die Nieren und die Leber mitbetroffen. Gefährlich ist die Legionärskrankheit auch dadurch, dass sie schwer zu diagnostizieren und oft falsch behandelt wird. Nach vorsichtigen Schätzungen erkranken in Österreich 250 bis 500 Personen gefährlich daran, 10 bis 20 % dieser Erkrankungen enden tödlich (siehe z.B.: Zeitungsausschnitt Beilage D). Sei es, dass die Patienten zu spät behandelt werden, sei es aber auch durch konstitutionelle Vorschädigungen. Starkes Rauchen, chronische Bronchitis, Diabetes oder Alkoholismus verdoppeln bis vervierfachen das Infektionsrisiko. Ein bis zu dreihundertfaches Risiko, an der Legionellen-Pneumonie zu erkranken, besteht auch bei bestimmten Patientengruppen, die in Krankenhäusern und Pflegeheimen untergebracht sind: Transplantations- und Dialysepatienten sowie solchen, die mit Cortison behandelt werden. Ihr Immunsystem ist besonders geschwächt oder wurde künstlich geschwächt, um bei einer Transplantation die Gefahr einer möglichen Abstoßung des implantierten Organs herabzusetzen. Daher ist die Gefahr an Legionellen zu erkranken ungleich höher als bei vergleichsweise gesunden Menschen.

Wichtiger Hinweis:

Bei Verdacht rasch zum Arzt. Bei den ersten Anzeichen einer Erkrankung sollte unverzüglich ein Arzt aufgesucht werden. Eine Behandlung innerhalb der ersten drei Tage mit richtigen Medikamenten ist möglich. Dem Vernehmen nach soll das Medikament „ERYTHROMYCIN“ als einziges wirksam eingesetzt werden können.

2.2.3 Wo die Legionellen lauern?

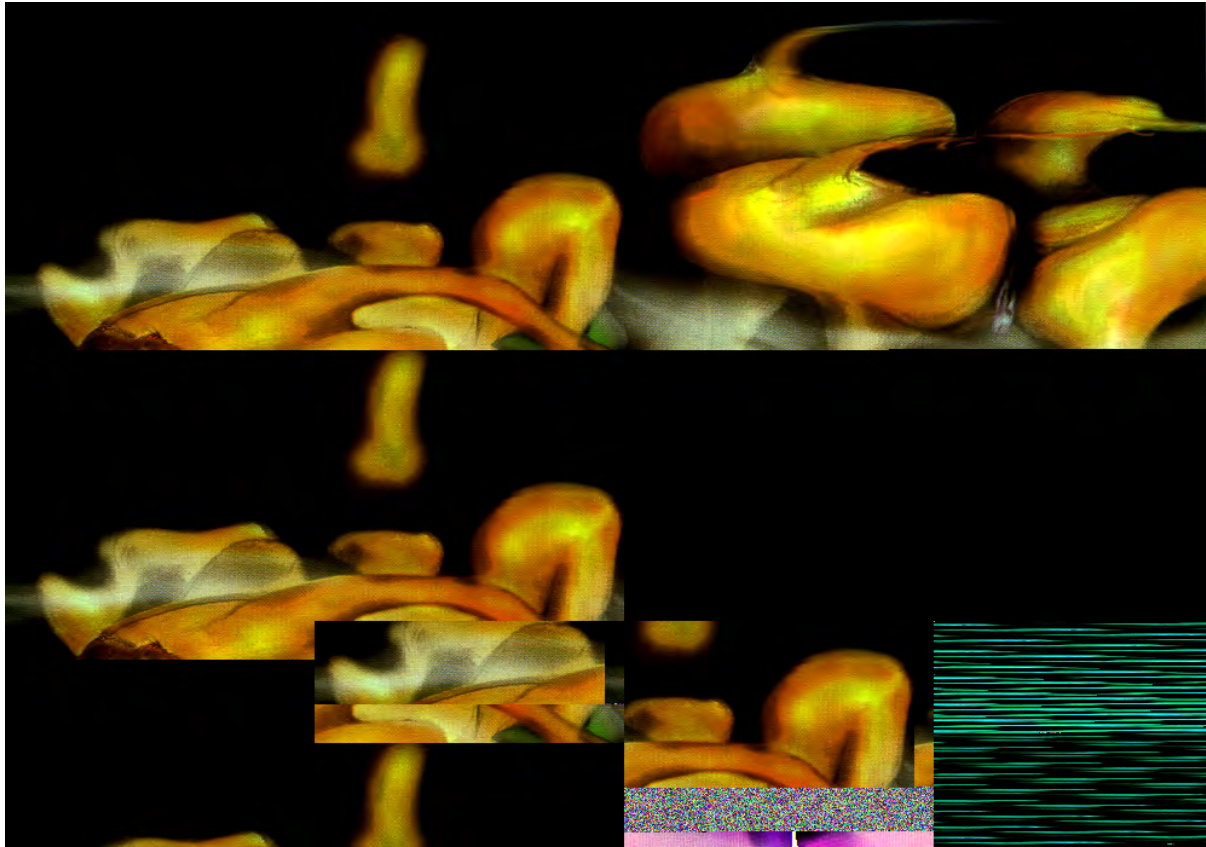
Legionellen können in allen Bereichen der Wasserversorgung vorkommen, im Leitungsnetz ebenso wie im Speicher und Wasserhähnen. Besonders begünstigt werden sie durch tote Leitungen, nicht genügend isolierte Warmwasserleitungen, die auch das kalte Wasser miterhitzen und Speicher deren Heizbündel im unteren Drittel angebracht ist: Sie lassen ein nur unzureichend aufgewärmtes Restwasser auf dem Speicherboden zurück – ein idealer Nährboden für Legionellen. Denn bei Temperaturen zwischen 35 und 45°C vermehren sich die Bakterien am besten. Auch der vermehrte Einsatz von Chlor (?) reicht hier nicht aus – es kann meist den Biofilm, den die Bakterien an die Wände der Rohre legen, nicht durchdringen. Durch das Einatmen feinsten Wassertröpfchen, wie beispielsweise beim Duschen, gelangen die Legionellen in die Lungen.

Das Wachstum von Legionellen wird durch die Anwesenheit von anderen Mikroorganismen (Bakterien, Protozoen ...), organischen Substanzen, eisenhaltigen Salzen, Kalzium, Magnesium, Kautschuk, Silikon und Plastikmaterialien gefördert. Dagegen haben Kupfer, Silber und Brom eine hemmende Wirkung.



3 Biofilm – Unter Biofilm wird folgendes Phänomen verstanden

3.1 Darstellung des Biofilms (Foto Prof. Tiefenbrunner)



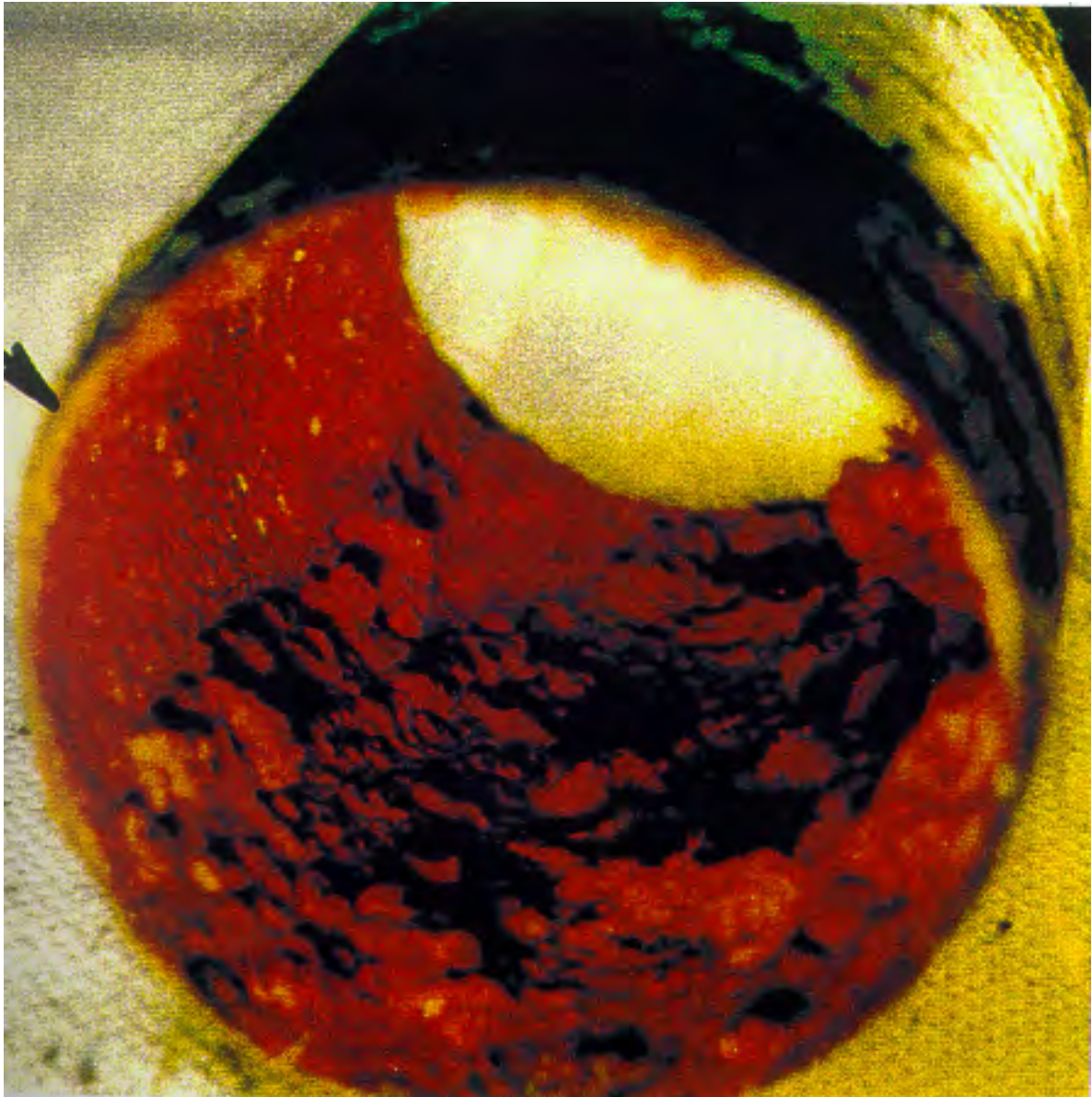
Wassergängige Mikroorganismen (einschließlich Mehrzeller) neigen zur Besiedelung von wasserkontaktierten Oberflächen. Je rauher diese ist und je größer deren spezifische Werte sind, desto leichter erfolgt die Besiedelung und desto stabiler ist die Haftung der sich bildenden Kolonien (KBE¹) auf dem Untergrund. Materialien, die über ihre Oberfläche bioverwertbare Stoffe abgeben bzw. die selbst bioverwertbar sind (organische Stoffe wie eine Reihe Gummi- und Plastsorten, pflanzliche Fasern, Fett usw.), begünstigen diesen Effekt enorm.

¹ KBE = Kolonie-Bildende-Einheit



3.2 Aufwachsungen aus Kalkablagerungen und Rost (Eisenoxidhydrate)

Diese sind ein geradezu idealer Untergrund für mikrobielle Besiedelung.



Wasserinhaltsstoffe wie Kohlendioxid, Sauerstoff, Härtebildner und sonstige Mineralien, Eigenschaftsparameter wie pH-Wert, Leitfähigkeit, biologisch verwertbare Wasserinhaltsstoffe, sauerstoffzehrende Stoffe, Temperatur usw. beeinflussen ebenfalls die Art, das Ausmaß und die Geschwindigkeit solcher Besiedlungen.



3.3 Kontaminationsquelle

Im Biofilm siedelnde Spezies (schleimschichtbildende Arten können darunterliegende Populationen schützend bedecken) und auch planktonische (freischwimmende Mikroorganismen) darunter auch pathogene, vermehren sich, der Film emittiert sie sowohl als Vital- wie auch Dauerformen ständig in das Wasser und wird damit, wie



bereits erwähnt, zu einer permanent aktiven Kontaminationsquelle für die Beeinträchtigung der ursprünglich einwandfreien hygienischen Qualität des Wassers.

3.4 Hygienische Auswirkung

Der Biofilm ist in seiner Entstehung und Vegetationsspezifität unter anderem auch abhängig von Material und der Beschaffenheit der besiedelbaren Oberflächen (Rohrleitungen, Dichtungen, Behälter usw.), von Wasserbestandteilen bzw. sonstigen Eigenschaftsparametern des Wassers. Es ist daher derzeit keine Vorhersage möglich, in welchen und mit welchen hygienischen Auswirkungen eine „Altinstallation“ besiedelt ist, eine „Neuinstallation“ Gefahr beläuft, besiedelt zu werden bzw. welcher Reinfektionsgefahr ein System nach vorausgegangener Grunddesinfektion ausgesetzt ist.

Mit einer gesundheitlichen Gefährdung durch Biofilme in Installationssystemen muss prophylaktisch immer gerechnet werden.

Die Gewährleistung der hygienischen Sicherheit von Trinkwasser erfordert folglich, die Entstehung von Biofilmen im jeweiligen Installationssystem zu verhindern bzw. bereits aufgewachsene zu inhibieren bzw. zu beseitigen.



4 Überwachung von möglichen Infektionsquellen

4.1 Routinemäßige Überwachung

Das Wissen um die möglichen Quellen für Legionella-Infektionen wie Warmwasseraufbereitungs- und Trinkwasserverteilungsanlagen (Kühltürme, Klimaanlage, Whirlpools, Waschanlagen usw.) muss dazu führen, solche Anlagen so zu betreiben, dass sie als Infektionsquelle nicht in Frage kommen. Da dies derzeit aus technischen Gründen (Betriebszeiten, Leitungsführung, Verbrühungsgefahr ...) oft nicht möglich ist, ist eine routinemäßige Überwachung der gefährdeten Anlagen, um jene zu erkennen, die mit Legionellen kontaminiert sind notwendig. In der Überwachung müssen aber Schwerpunkte gesetzt werden, weil eine regelmäßige Überprüfung aller Anlagen nahezu (wirtschaftlich – siehe auch Beilage B) nicht möglich ist.

4.2 Zu überwachende Anlagen

Als Schwerpunkt gelten solche Anlagen, von denen eine aerogene Infektion ausgeht und durch die eine größere Zahl von Menschen gefährdet werden kann. Das sind neben den offenen Kühltürmen, Klimaanlage, Befeuchterwannen, mobile Luftbefeuchter (Vernebler) auf Verdunsterbasis usw. vor allem zentrale Warmwasseranlagen, mit denen geduscht wird, wie z.B. öffentliche Bäder, Hotels und Krankenanstalten. Anlagen von Krankenanstalten sind als besonders kritisch einzustufen, da dort resistenzgeminderte Personen betroffen sind.

4.3 Prozentuale Häufigkeit von positivem Legionellenbefund in verschiedenen Gebäuden

Gebäudeart	Prof. Dr. Müller Braunschweig ²	Prof. Dr. Trouwborst Holland ³	Dr. Matthys Münster ⁴
Altersheim	20	20	70
Studentenwohnheim	k.A.	k.A.	100
Bürogebäude	30	30	k.A.
Öffentl. Hallenbäder	36 – 56	k.A.	35 – 88
Privatbäder	k.A.	k.A.	4-17
Hotels	18 – 53	k.A.	k.A.
Krankenhäuser	63 – 70	63	k.A.
Schulen	36	k.A.	k.A.
Mehrfamilien-Wohnhäuser	32 – 90	90	1,8 ⁵

² Müller, H.E.: Das Legionellen-Infektionsrisiko und seine Verhinderung durch hygienetechnische Maßnahmen DMW 114 aus 1989

³ Trouwborst, T.: Gibt es eine Strategie zur Verhinderung von Legionellen-Infektionen? Erfahrungen aus den Niederlanden Schr.-Reihe Wabolu 72 – Legionellen „Beiträge zur Bewertung eines hygienischen Problems“ aus 1987

⁴ W. Mathys, E. Junge, M. Langen: Legionellen in Duschwassersystemen priv. Haushalte und von Hallenbädern – Forum Städtehygiene 41 (1990)

⁵ Darunter überwiegend Objekte mit dezentraler elektr. Warmwasserbereitung



5 Anti-Legionellen-Strategie

5.1 Legionellenfreie Wasserversorgung

Zum Thema „Legionellenfreie Warmwasserversorgung“ liegen neue Erkenntnisse vor. Im Gegenstand werden mögliche Konsequenzen für die Planung von Warmwassererzeugern sowie Kalt- und Warmwassernetzen aufgezeigt. Eine grundsätzliche Lösung ist jedoch zumindest bei der Verteilung nicht in Sicht. Jeden Einzelfall muss der jeweilige Planer eigenverantwortlich lösen. Selbstverständlich kommt es dabei zu unterschiedlichen Auffassungen.

5.1.1 Planungsregeln

- ① Komplizierte Leitungsführungen vermeiden
- ① Klare Konzeptionen für die Unterteilung von Verteilungen und deren Anwendung erarbeiten
- ① Vermeiden von großen Verteilbatterien mit vielen Abgängen und Parallelführungen von Verteilungen; besser ist es, die Hauptverteilung als langgestreckten Verteilbalken anzusehen und Absperrungen so nahe wie möglich bei den einzelnen Versorgungsgruppen anzuordnen
- ① Horizontale Hauptverteilungen stets offen zugänglich anordnen oder höchstens in Zwischendecken, wo sie der Kontrolle und einer eventuellen späteren Auswechslung zugänglich gemacht werden können
- ① Steigleitungen in Schächten bzw. Hohlräumen von Doppelwänden anordnen.
- ① Architekten auf die Nachteile verstreuter Anordnung von Wasserentnahmestellen im Grundriss aufmerksam machen, insbesondere für solche, die selten benützt werden und von der Steigleitung weit entfernt sind
- ① Größtmögliche Anstrengungen unternehmen für eine möglichst optimale Konzentrierung von Entnahmestellen um die entsprechenden Verteilbereiche-Steigleitungen
- ① Keine übertriebenen Sicherheitszuschläge machen, keine zu hohen Spitzendurchfluss-Volumenströme annehmen, daher Leitungen ab ca. 1“ nicht zu groß bemessen
- ① Wenn möglich stetiger Durchfluss
- ① Im Zweifelsfall lieber den kleineren als den größeren Durchmesser wählen
- ① Wasser- und Luftsäcke, wenn irgend möglich, vermeiden
- ① Keine toten Leitungen
- ① Vermeidung von nicht absolut notwendigen Umgehungen
- ① Warmwasserbedarf, minimal notwendige Temperatur, Boilerinhalt und Heizleistung in optimaler Weise aufeinander abstimmen
- ① Keine Speicher, sondern Durchlauferhitzer \Rightarrow notfalls dezentrale elektrische Warmwasserbereitung
- ① Warmwasserspeicher sind mit ausreichend großen Reinigungsöffnungen auszuführen und müssen eine am tiefsten Punkt befindliche Entleerungsmöglichkeit haben
- ① Zirkulationsleitungen und Zirkulationspumpen berechnen und fachgerecht auslegen
- ① Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf optimal klein wählen
- ① Besser nur eine Zirkulationspumpe mit Unterhaltsservice als eine zweite Reservepumpe, die nie läuft.
- ① Umgehungen für Zirkulationspumpen vermeiden, für den Fall einer Auswechslung kann man für kurze Zeit ohne weiteres auf die Zirkulationsfunktion verzichten
- ① Ausdehnungsgefäße längsdurchflossen (d.h. querausdehnende Membrane)
- ① Verzicht auf Warmwasser, wo möglich
- ① Kunststoffrohrinstallation überlegen (Begründung siehe Broschüre „Wasser Stoff des Lebens“ Gründe zur verstärkten Anwendung von Kunststoffrohre im Sanitärbereich)

5.2 Thermischer Behandlungserfolg

Im Bereich der zentralen Trinkwarmwasserversorgungsanlagen sind bei den Präventivmassnahmen gute Fortschritte zu verzeichnen. Insbesondere sind der „thermische Behandlungserfolg“ von periodischen Aufheizen des Warmwassersystems auf ca. 65°C (mögliche Probleme bei Aufheiztemperaturen über 65°C bei verzinkten Rohrleitungen siehe Pkt. 10) Zukunftserfolge zuzusprechen, wie auch die ständige Anhebung der Warmwassertemperatur im Verteilsystem auf +60°C – ohne Einbeziehung der Sticheleitungen in den Zirkulationskreislauf oder Begleitheizung der Sticheleitungen – erfolgsversprechend ist.



5.2.1 Gründe für die Feststellung von Legionellen

Gründe für die Feststellung von Legionellen im Warmwasserversorgungssystemen, die mit 60°C betrieben werden, beurteilen Wissenschaftler unterschiedlich. Viele bisher durchgeführte Untersuchungen an bestehenden Anlagen haben zu den verschiedensten Theorien und Mutmaßungen geführt. Eine der wesentlichen Erkenntnisse ist, dass nicht unbedingt der Warmwassererzeuger, sondern das Verteilnetz mit den vielen Stichleitungen das Hauptproblem darstellt. Siehe dazu auch beiliegende Studie Dr. Weiss (Beilage H).

5.3 Ausführung – Montageregeln

- ① Rohre sind im Lager und insbesondere auf der Baustelle gegen das Eindringen von Verschmutzungen zu schützen.
- ① Rohre sind auf ihre Verwendungszulassung zu kontrollieren und soweit möglich sollten auch Stichproben über den inneren Zustand der Rohre gemacht werden.
- ① In der Werkstatt und auf der Baustelle ist jedes abgeschnittene Rohr auszublasen und in der Art wie ein Gewehrlauf zu kontrollieren, ob keine Zinkpusteln, Schweissbrauen oder sonstige Mängel vorhanden sind; bei entsprechenden Mängeln dürfen diese Rohre nicht installiert werden.
- ① Verzinkte Rohre dürfen weder gebogen noch geschweisst werden.
- ① Grate bei Rohrabschnitten nur ganz leicht abräsen, das heißt nur so weit, dass gegenüber der Rohrwandung keine Überhöhung vorsteht. Je weniger unverzinkte Fläche frei bleibt, um so besser.
- ① Gewindeverbindungen normgerecht ausführen, insbesondere die Gewinde auf die ganze Normlänge zusammenschrauben und darauf achten, dass der Hanf weder zurückgeschoben wird noch im Rohrinernen vorsteht.
- ① Nur zugelassene, einwandfreie Gewindeschneid – und Dichtmittel verwenden.
- ① Die Leitungen schon nach oder vor der Druckprobe kräftig spülen, weil sonst allfällige Dichtmittelrückstände oder sonstige Feststoffe bis zur Inbetriebnahme der Leitungen so fest kleben, dass sie nicht mehr auszuspülen sind.

5.4 Nutzerwartung

All die nachstehend beschriebenen Massnahmen führen nur dann zum Erfolg, wenn der Anlagen- und der Komponentenwartung das erforderliche Augenmerk geschenkt wird:

- ↑ periodisches Aufheizen des Gesamtsystems
- ↑ auslauforientierte Dekontaminierungs-Spüllung
- ↑ Perlator- und Siebtasch mindestens ¼-jährlich
- ↑ periodische Abschlämmung der Warmwasserspeicher
- ↑ zyklische Nutzung üblicherweise wenig oder gar nicht benutzter Auslässe (z.B. im Hotelgewerbe)



6 Legionellensicherer Betrieb von Warmwasserleitungen (Anlagen)

6.1 Nach längeren Stillstandszeiten

Grundsätzlich ist auf einen kontinuierlichen Betrieb zu achten und sind Aufzeichnungen über den Verbrauch und Auslastung (Kasernen) zu führen. Nach längeren Stillstandszeiten (z.B. Ferien bei Schulen, Feldübungen bei Kasernen ...) ist die Anlage vor der Inbetriebnahme gründlich zu durchspülen. (Siehe dazu auch den Auszug aus der ÖNORM EN 1717, Ausgabe 5/2001, Beilage i).

6.2 Temperaturen zwischen 25° - 55°C

Stagnierendes Warmwasser von Temperaturen zwischen 25°-55°C ist zu vermeiden. Die Lösung, die heute allgemein anerkannt ist, das Legionellenrisiko in Warmwasseranlagen zu minimieren, ist das Betreiben der Speicher bei 60°C. Dabei muss die thermostatische Regelung das Erwärmen des Wassers auf diese Temperatur auch am tiefsten Punkt des Speichers sicherstellen. Temperaturen über 65°C sind wegen der starken Korrosionsproblemen (Potentialumkehr bei verzinkten Leitungen siehe Pkt. 10) zu vermeiden.

6.3 Zirkulationsleitungen

Zirkulationsleitungen von Warmwasseranlagen können nur legionellenfrei gehalten werden, wenn in ihnen die Temperatur nicht tiefer als 55°C liegt. Die Zirkulationspumpen sind als Dauerläufer einzurichten.

6.4 Reinigung von Perlatoren und Duschköpfen

Auf eine regelmäßige Reinigung von Perlatoren und Duschköpfen ist besonderes Augenmerk zu legen.

6.5 Zumischung von Kaltwasser

Die Zumischung von Kaltwasser, um Verbrühungen zu vermeiden, soll möglichst weit peripher, am besten nahe des Auslasses stattfinden.

6.5.1 § 18 Wasserversorgungsanlagen

Auf Grund des Gesetzes vom 8. April 1960, LGBl. für Wien Nr. 10, betreffend Zuleitung und Abgabe von Wasser, wird verordnet (siehe auch Auszug daraus – Beilage C)

§ 18 Wasserversorgungsanlagen

(8) Wo eine Gefährdung von fremden, in der Benützung der Einrichtung nicht unterwiesenen Personen durch Heißwasser möglich ist, zum Beispiel in Spitälern, Kindergärten und sonstige Anstalten und Betrieben, dürfen die Warmwasserauslauftemperaturen 55°C nicht überschreiten.

6.6 Schlamm Bildung

Schlamm Bildung vor allem in Speicherwässern ist unbedingt zu vermeiden. Speicherwassererwärmer sind regelmäßig auf Schlamm Bildung zu kontrollieren und gegebenenfalls zu reinigen.

6.6.1 Filteranlagen

Filteranlagen, die der Enthärtungsanlage vorgeschaltet sind, um die Apparaturen vor größeren Teilchen, wie Sand oder Metallspänen, zu schützen können Probleme aufwerfen: Befindet sich der Filterbehälter in einem Raum mit relativ viel Tageslicht und besteht er aus lichtdurchlässigem Material kann es zu massiver Algenbildung kommen. Grüne Beläge zeigen an, dass eine Veralgung bereits vorliegt. Auch Bakterien können sich im Filter anreichern – farbige und schleimige Beläge, (sogenannte Biofilme) müssen durch gründliches Abbürsten oder Abreiben entfernt werden.



6.6.2 Wasserenthärtungsanlagen

Wo immer sich in einer Wasserenthärtungsanlage färbige Beläge zeigen und/oder unangenehme Gerüche bemerkbar machen, ist eine Verkeimung des Trinkwassers wahrscheinlich. Eine regelmäßige Reinigung der Salzbehälter, eine möglichst saubere Umgebung sowie Hygiene beim Umgang mit dem Salz sind unbedingt erforderlich.



7 Kontrolle

Überprüft werden sollen Anlagen, von denen Legionella-Infektionen ausgehen können und durch die eine größere Anzahl von Menschen gefährdet werden kann. Das sind neben offenen Kühltürmen usw., vor allem zentrale Warmwasserversorgungsanlagen, deren Wasser z.B. in Schulen, öffentlichen Bädern, Krankenanstalten und Hotels zum Duschen Verwendung findet. Anlagen von Krankenanstalten sind als besonders kritisch einzustufen, da dort resistenzgeminderte Personen betroffen sind. Siehe dazu auch Beilage J.

7.1 Hygienisch-mikrobiologische Untersuchungen

Die Untersuchung soll eine Aussage über eine mögliche Kontamination eines Systems mit Legionellen und deren Ausmaß liefern, um eine Bewertung und Maßnahmen vornehmen zu können.

Die mikrobiologische Untersuchung zum Nachweis von Legionellen ist nach anerkannten Verfahren vorzunehmen. Personen und Institute die mit der Untersuchung beauftragt werden können sind z.B.

Universitätsprofessor Dr. F. Tiefenbrunner
Universität Innsbruck – Technische Hygiene
Fritz Pregelstraße 3
6020 Innsbruck
Tel.: 0512 507/3410 Ersatz 3401

Universitätsprofessor Dr. med. G. Wewalka
Bundesstaatlichen bakteriologisch-serologischen
Untersuchungsanstalt
Währinger Straße 25a
1095 Wien
Tel (1) 405 15 57/20

Die Kontrollen sollen in regelmäßigen Abständen (mindestens einmal jährlich) durchgeführt werden, da eine einzelne negativ verlaufende Untersuchung keinen Nachweis für eine prinzipielle Legionellenfreiheit darstellt.

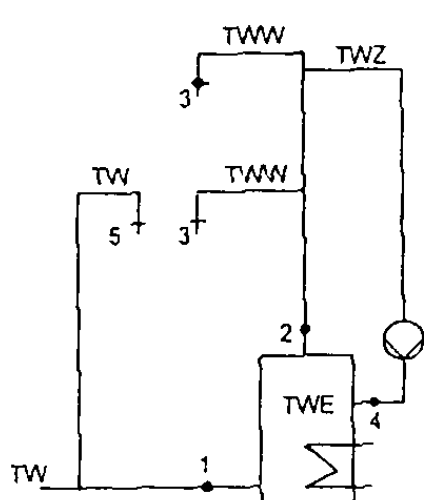
Um eine mögliche Kontamination des Systems mit Legionellen zu ermitteln sollten sinnvollerweise vier bis sechs Proben untersucht werden.

Als Probenentnahmestellen werden empfohlen:

- ⌚ Ablassöffnungen von Warmwasserspeichern
- ⌚ Vom Warmwasserspeicher am weitest entfernte Entnahmestelle
- ⌚ Selten benutzte Entnahmestellen
- ⌚ Leitungsteile die stagnierendes Wasser führen
- ⌚ Entlüftungsleitungen bei Sicherheitsventilen
- ⌚ Entleerungsleitungen
- ⌚ Rücklauf von Zirkulationsleitungen
- ⌚ Membranausdehnungsgefäße



Schematische Darstellung eines Systems mit Probenahmestellen



Probenahmestellen

TW Trinkwasser Kalt
 TWW Trinkwasser Warm
 TWZ Zirkulation
 TWE Trinkwassererwärmer

- 1 Kaltwasserzulauf des Trinkwassererwärmers
- 2 Warmwasseraustritt des Trinkwassererwärmers
- 3 Entnahmearmaturen (einschl. der am weitesten entfernten Entnahmestelle, nur Warmwasser)
- 4 Zirkulationseintritt in den Trinkwassererwärmer
- 5 Kaltwasserentnahmestelle

7.1.1 Probennahme (Spezialisten beauftragen!)

Die Probe (≥ 100 ml) ist direkt (ohne Hilfsmittel wie z.B. Schläuche) und ohne Abflammen aus der Leitung bzw. der Entnahmearmatur zu entnehmen, nachdem 5 bis 10 Liter Wasser abgeflossen sind, und in eine sterile Flasche zu füllen und innerhalb von längstens 12 Stunden in ein auf den Nachweis von Legionellen spezialisiertes Labor zu bringen (siehe Pkt. 7.1). Siehe dazu als Beispiel „Fragebogen zur Wasseruntersuchung Beilage E“.

Unmittelbar vor der Probenahme ist eine Messung der Wassertemperatur durchzuführen.

7.1.2 Kontamination – Was ist zu tun?

Wird bei einer Kontrolle eine Kontamination festgestellt, ist eine unverzügliche Desinfektion vorzunehmen. (Siehe dazu Punkt 9.2)



8 Anlagendokumentation

Die Dokumentation soll die vorhandenen Installations-Bestandspläne, die Anlagenbeschreibung, die Anlagendaten und die Wartungs- und Bedienungsanleitung berücksichtigen.

Die Dokumentation soll in ihrem Umfang dem Einzelfall angepasst sein und strömungstechnische, thermische sowie hygienisch-mikrobiologische Gesichtspunkte einschließen.

Liegen diese Unterlagen nicht vor, ist eine örtliche Bestandsaufnahme durchzuführen. Die Installationspläne über die gesamte Trinkwasser-Hausinstallation sind so weit wie notwendig in Verbindung mit den Gebäudeplänen zu erstellen. Diese sollten mindestens die nachfolgend angeführten Angaben enthalten:

- ⌚ System der Wärmeerzeugung und –speicherung
- ⌚ Leitungsverlauf, Nennweiten und Werkstoffe, Armaturen, Dämmstoffe und deren Dicke.
- ⌚ Anschluss von Geräten und Einrichtungsgegenständen sowie Regel- und Steuerungseinrichtungen
- ⌚ Anlagendaten von z.B. Trinkwassererwärmungsanlagen und Aufbereitungsanlagen.
- ⌚ Allgemeine Hinweise für den Betreiber
- ⌚ Inbetriebnahme- und Einweisungsprotokoll
- ⌚ Inspektions- und Wartungsplan

8.1 Temperaturdokumentation

Temperaturen des Kalt-, Warm- und Zirkulationswassers sind in den einzelnen Teilstrecken zu messen und zu dokumentieren.

8.2 Kontrolle des Warmwasserverbrauches (Gesamt Wasserverbrauches)

Zur Kontrolle des Warmwasserverbrauches sollen, wenn nicht vorhanden, Wasserzähler in die Kaltwasserzuleitung zum Trinkwasserwärmer eingebaut werden. In ausgedehnten Systemen kann es erforderlich sein, die Verbrauchswerte für einzelne Bereiche oder Gebäude zu ermitteln.

Der Wasserverbrauch ist zu kontrollieren und zu registrieren.

8.3 Kontrollstücke

Kontrollrohrstücke sind, wenn nicht vorhanden, einzubauen um eine Beurteilung aus technischer Sicht zu ermöglichen

8.4 Anlagendaten

Erst anhand einer Dokumentation der Trinkwasserhausinstallation mit den erforderlichen Anlagendaten, kann eine Gesamtbeurteilung über eine allenfalls notwendige Sanierungsmaßnahme erfolgen.

8.5 „Logbuch“ – Blick über die Grenze

Gesetzliche Legionellen-Prophylaxe in den Niederlanden ab 2000 (Seiten 20 bis 22)



Die größte Gefahr der Legionellen ist ihre Unberechenbarkeit Gesetzliche Legionellen-Prophylaxe in den Niederlanden ab 2000

Ing. E. van Olffen, Projektingenieur, Tebodin BV, Hengelo/NL

Nach den verheerenden Unfällen mit Legionellen (*legionella pneumophila*) während einer Blumenausstellung im holländischen Bovenkarspel (Provinz Nord-Holland) 1999 mit insgesamt 29 Toten und im belgischen Kappellen bei Antwerpen (vier Tote, ebenfalls 1999), treten von diesem Jahr an für öffentliche Gebäude in den Niederlanden strenge gesetzliche Auflagen in Kraft. Es ist zu erwarten, dass diese Maßnahmen auch auf europäischer Ebene durchgeführt werden sollen. Die verlangte Prophylaxe beschreibt und kommentiert der Artikel. Fazit: Das niederländische Verfahren wird in der Praxis schwer realisierbar sein.

In den Niederlanden (und vermutlich auch in Deutschland) lag bis jetzt noch nicht gesetzlich fest, wer im Falle eines Unfalls wie in Bovenkarspel haften muss. Es ist inzwischen deutlich geworden, dass die Legionellenverseuchung in Bovenkarspel von Whirlpools ausging.

Haftung in der Vergangenheit unklar

Die Frage ist also, ob die Firma, die ihre Whirlpools demonstrierte, wissen musste, dass so eine Vorführung eine große gesundheitliche Gefahr darstellt. Das Unternehmen, das das betreffende Bad mit Trinkwasser füllte, durfte einwandfreies Trinkwasser unterstellen. Es hat sich inzwischen herausgestellt, wie beinahe unmöglich es ist, die genaue Ursache aufzuspüren. Anders und viel deutlicher liegt die Sache nun in Kappellen (Belgien), wo sich im November 1999 ein ähnlicher Unfall ereignete. In diesem Fall hätte die Firma wissen müssen, welche Gefahren von diesem Gerät ausgehen könnten. Sie wird es schwer haben, ihre Unschuld zu beweisen.

Um alle zukünftigen Fragen in Sachen Haftung festzulegen, wird ab diesem Jahr nun in Holland der Installations- oder Gebäudeeigentümer in die Pflicht genommen. Jeder Gebäudeeigentümer wird voraussichtlich ab Juni verpflichtet sein, ein „Logbuch“ für führen. In dem ist festgehalten, welche Maßnahmen er traf, um einer Legionellenverseuchung vorzubeugen. Falls eine Verkeimung auftritt und er nicht beweisen kann, dass er allen möglichen Schutz vorgesehen hat, haftet er.

Das „Beherrschungsprotokoll“

Dieses „Logbuch“ ist Teil eines sogenannten „Beherrschungsprotokolls“. So wird es in Zukunft nicht mehr gestattet sein willkürlich neue Zapfstellen anzulegen oder Zapfstellen zu entfernen ohne diese Angaben in dem „Logbuch“ und auf der Zeichnung der Gesamtanlage nachzutragen.

Die gesetzlichen Maßnahmen des „Beherrschungsprotokolls“, vorgeschrieben von der Regierung, haben das Ziel, einer möglichen Legionellenverseuchung vorzubeugen beziehungsweise sie zu „beherrschen“. Handelt es sich nur um Trinkwasser, also nicht um Duschen oder andere Versprühungsanlagen, dann ist vermutlich ein „Beherrschungsplan“ keine Notwendigkeit. Darüber schweigt sich allerdings der Gesetzestext aus. Da jedoch die Gefahr nur von Aerosolen droht, müsste man ihn so auslegen dürfen.

Zum Protokoll gehören eine Reihe von Maßnahmen, die alle im genannten Logbuch aufgezeichnet werden sollen. So soll es an erster Stelle genaue und aufgearbeitete Zeichnungen der totalen sanitären Anlagen enthalten, ferner Angaben des verwendeten Materials. Nicht benutzte Abzweigungen sollen direkt an der Anschlussstelle an der Hauptleitung abgekuppelt werden. Bekanntlich tritt eine Vermehrung der Bakterien zwischen 25 und 55° C am kürzesten und beträgt (abhängig von mehreren Umständen) etwas 120 Minuten. Aus einer einfachen Berechnung geht hervor, dass eine explosionsartige Vermehrung innerhalb von etwa zweimal 24 Std. auftreten kann.

Daten des Logbuches

Im Logbuch soll über folgende Daten Buch geführt werden:

Temperaturmessungen des Warmwassers an kritischen Stellen, mindestens einmal pro Woche. Die Warmwassertemperatur soll an keiner Stelle 60° C unterschreiten. Diese Temperatur gilt also bis zur dezentralen Zapfstelle!

- Temperaturmessungen des Kaltwassers an kritischen Stellen, mindestens einmal pro Woche. die Kaltwassertemperatur darf 25° C nie überschreiten. (dies ist in vielen Fällen wie zum Beispiel in Krankenhäusern oder in tropischen Schwimmbädern oder in tropischen Schwimmbädern eine fast unmögliche Sache.)
- Musterproben und Resultate der bakteriologischen Untersuchungen, mindestens zweimal pro Jahr.



- Mögliche „Alternativen“ sind erlaubt, sollen aber angegeben werden. Die Vorschriften sagen leider noch nichts zur Begutachtung der „Alternativen“ aus.
- Von jeder Installation soll eine sogenannte „Risikoanalyse“ ausgeführt werden, nach der HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Points)-Methode.
- Angaben der ausgeführten Vorbeugungsmaßnahmen. so sollen zum Beispiel Kaltwasserleitungen nicht in der Nähe von Wärme führenden Leitungen verlegt werden. Allgemein soll es keine wenig oder kaum benutzten Zapfstellen geben.
Jede Veränderung an der Installation soll protokolliert werden.
- Mit all diesen Maßnahmen soll schriftlich Rechenschaft im genannten „Logbuch“ geführt werden. In Teilen der Anlage mit erhöhtem Risiko soll nach jeder Arbeit an der Anlage (sägen, schweißen, schrauben usw.) dieselbe nachträglich desinfiziert werden (thermisch oder chemisch). Auch dies soll im Logbuch vermeldet werden.
Alles in allem ist für einen Installateur oder Gebäudeeigentümer das Installieren und Betreiben schwer geworden. Man muss dazu bedenken, dass alle diese Maßnahmen auch auf europäischer Ebene durchgeführt werden sollen.
Die gesamte Legionellenfrage ist im Grunde für Deutschland genauso aktuell wie für die Niederlande. Schon am 24.8.1988 erschien ein Artikel in der „Frankfurter Allgemeinen Zeitung“, wo beschrieben ist, dass in Deutschland jährlich mindestens 6000 bis 7000 Menschen an Legionellose (Veteranenkrankheit) erkranken, wovon etwa 1000 sterben.

Aerosole verantwortlich

Es ist wichtig zu wissen, dass man nur durch die Einatmung von sogenannten Aerosolen, also feinsten Wassertropfchen, erkrankt. durch Trinken von legionellenverseuchtem Wasser oder durch Übertragung von Menschen zu Mensch sind keine Erkrankungen bekannt. Aerosole entstehen beim duschen, bei Whirlpools, bei Luftbefeuchtern (anders als Dampf) sowie Kühltürmen. Man hüte sich auch vor sogenannten Hochdrucksprühanlagen. Sogar der Mundsprüher beim Zahnarzt könnte eine Gefahrenquelle darstellen. Wenn Reisende in südliche Länder in Urlaub fahren, ist anzuraten, lieber ein Bad zu nehmen oder den Duschkopf vorübergehend abzuschrauben. Den Duschvorgang jedenfalls so kurz wie möglich halten. Es kommen leider jährlich viele Touristen mit der Legionärskrankheit aus dem Urlaub zurück. Leute mit einem guten Widerstand werden nicht so schnell erkranken. Das Risiko einer Ansteckung nimmt ab etwa dem 50. Lebensjahr zu. Dazu ist das Risiko bei Männern dreimal größer als bei Frauen. Ob man krank wird, hängt von drei Bedingungen ab:

- Konzentration der Bakterien oder Aerosole
- Aufenthaltsdauer in der verseuchten Umgebung (Zeitspanne)
- persönlicher Widerstand gegen Krankheiten

Desinfektionsmethoden

Es gibt mehrere Methoden, um Legionellen in Trinkwasseranlagen zu bekämpfen.

- Thermisch. Das heißt warmes Gebrauchswasser immer über 60° C erhitzen. Vermehrung der Bakterien **hört**¹ ab 55° C auf. Abtötung der Bakterien tritt ab 60° C (nach ca. 3,5 Minuten) auf. Bei höheren Temperaturen verläuft die Abtötung schneller. Es ist zu beachten, dass die Bakterien sich im sogenannten „Biofilm“ an der Rohrwand oder Armatur aufhalten. Zur Entkeimung muss also auch die Wandtemperatur über 60° C steigen! Um Verbrühungen vorzubeugen sollten thermostatische Wasserhähne installiert werden.
- Chlorieren. In schwach chlorierten Wasser fühlt sich die Bakterie ziemlich wohl. erst ab einer Chlorierung von 0,5 mg/dm³ freies Chlor tritt eine Dezimierung auf (etwa 1 % pro 5 Minuten), So starkes chloriertes Wasser ist jedoch zum Duschen nicht gerade angenehm.
- UV-Strahlung. UV in der richtigen Wellenlänge und Intensität ist sehr wirksam, aber 100% ist nie erreichbar. Eine explosionsartige Vermehrung ist jedoch praktisch ausgeschlossen. Wegen Wartung und Überwachung der Strahlungsintensität ist diese Lösung ziemlich kostspielig.
- Ozon. Geringe Konzentrationen von Ozon haben sich als wirksam erweisen. andererseits bringt die Ozonierung andere gesundheitliche Gefahren, wenn Ozonreste nicht völlig entfernt werden.
- Pasteurisation. Erhitzen über 60° C und dann Abkühlen auf Duschtemperatur (zum Beispiel 40° C) hat sich in verseuchten Anlagen als sehr wirksam erweisen. Behörden könnten sich diesbezüglich manchmal querlegen, weil im System nach der Abkühlung eine Temperatur von 40° C vorherrscht. Die Vorschrift verlangt ja 60° C bis zum Zapfhahn. (Der Artikel wird im nächsten Kapitel noch eine genauere Betrachtung dieses Systems vorstellen, siehe aber auch SHT 10/99 und 12/99.)

¹ der Schreibfehler im Original des Fremdartikels wurde vom Verfassersteam richtiggestellt



- Elektrolyse. Elektrolyse ist noch ganz neu. Durch den elektrischen Strom werden nicht nur die Bakterien getötet. Er scheint in der Praxis auch den Biofilm abzubauen. Die ersten Ergebnisse sind hoffnungsvoll. Es ist aber nicht gerade eine billige Lösung. Mehr zur Elektrolyse in SHT 2/2000.

Verfahren der Pasteurisation

Als in den Niederlanden 1986/87 60° C in Warmwasseranlagen Vorschrift wurden und gute thermostatische Wasserhähne noch nicht Allgemeingut waren, ergab dies für viele Krankenhäuser ein Problem. Bekanntlich kamen damals mehr Leute durch Verbrühungen als durch die Veteranenkrankheit ums Leben! Zugegeben, in Krankenhäusern wurde die Veteranenkrankheit oft vertuscht und „Lungenentzündung“ als häufige Krankheit oder Todesursache angegeben. Andererseits ist es so, je heißer das warme Wasser wird, umso mehr – möglicherweise verseuchtes – kaltes Wasser muss zum Duschen beigemischt werden. so kommt es öfter vor, dass im Duschkopf Legionellen vorgefunden werden, auch wenn das warme Wasser eine Temperatur von über 60° C hat. Pasteurisation, also den Prozess von Heizen und Abkühlen, haben unsere Großmütter schon beim Einwecken von Marmelade und Obst in Gläsern ausgeübt. Jahrzehntelang tranken wir ja auch pasteurisierte Milch. Normalerweise meint man, dass der Pasteurisationsprozess viel Energie kostet. Dies ist ein großer Irrtum Wenn einem Speicher Wasser entnommen wird, strömt bekannterweise dieselbe Kaltwassermenge gleichzeitig in Richtung des Speichers. Wenn man nun zur Abkühlung einen Plattenwärmeaustauscher einsetzt und damit das Wasser, dass zum Speicher strömt, gleichzeitig vorwärmt, kostet der ganze Vorgang überhaupt keine extra Energie. Durch eine Leitungsschaltung funktioniert dieser Prozess auch, wenn überhaupt kein Wasser gebraucht wird.

Preiswerte Technik

Durch die Zirkulation über den Plattenwärmeaustauscher wird das warme Wasser jedes Mal über 60° C erhitzt und wieder abgehühlt. Am wichtigsten ist es, dass alles Wasser, das zum Duschen benutzt wird, mindestens einmal über 60° C erhitzt war, Dieser Prozess hat sich schon in mehreren legionellenverseuchten Anlagen als wirkungsvoll erweisen. Verbrühungen, gerade in psychiatrischen Krankenhäusern oder Heimen, sind ausgeschlossen.

Die Pasteurisierung schließt eine periodische Erwärmung über 60° C des ganzen Systems als zusätzlichen Schutz, also auch jener Teile der Anlage mit niedriger Temperatur, nicht aus. Es wären dann allerdings zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen erforderlich.

Auf gleicher Art und Weise kann man dieses Prinzip auch bei der Pasteurisation von kaltem Wasser einsetzen (Bild 2). Erfahrungen zum Beispiel mit Kühltürmen sind leider noch nicht vorhanden.

Auch bei Sonnenspeichersystemen oder Wärmepumpensystemen, bei denen das Wasser nicht die erforderliche Mindesttemperatur von 60° C erreicht kann dieser Pasteurisationsprozess angewandt werden (Bild 3). Die Kosten sind im vergleich zu allen anderen Systemen verhältnismäßig niedrig. Es sind im Prinzip nur ein Plattenwärmeaustauscher und ein Regelventil erforderlich. Die benötigte Umwälzpumpe ist in jeder größeren Warmwasseranlage schon vorhanden. Die Wassertemperaturen können über jede Regelungsanlage kontrolliert werden.

Zusammenfassung

Das ganze Legionellenproblem wird durch unser Bedürfnis nach Komfort und durch die dazu benutzte Technik verursacht. Dieses Problem soll und kann man mit einfachen technischen Mitteln lösen. Die neuen gesetzlichen Maßnahmen in den Niederlanden sind allerdings in der Praxis kaum ausführbar. Dazu fanden zu viele Unfälle gerade mit kaltem Wasser statt. Die Technik bietet uns ja viele alternative Möglichkeiten. Das Einsetzen von technischen Mitteln zusammen mit Maßnahmen, die zu einer konstanten Kontrolle der Anlage und des Wassers führen, wäre sinnvoller.

Bild 4 im August 1999 verabschiedet das „Interim Beheersprotocol“ des Umwelt- und Bauministeriums sowie des Sport- und Gesundheitsministeriums sowie des Sport- und Gesundheitsministeriums. die Vorschrift ging an alle öffentlichen Betreiber und Bauträger

Literaturverzeichnis:

- (1) „Preventie von Legionellose“, Gezondheidsraad, 25. Juni 1986
- (2) Technical Memoranda, TM 13, „Minimising the risk of Legionnaires“ disease“ (The Chartered Institution of Building Engineers, CIBSE, 1987)
- (3) „Interim Beheersprotocol“ Ministerie von VROM (Niederlande), August 1999
- (4) „Einfach und gut“, SHT 10/99, Seite 8; (ZGL) SHT 12/99

9 Sanierung von kontaminierten (Anlagen) Warmwasseranlagen durch Thermische Behandlung oder Elektrolytische Dekontaminierung

Als Ergänzung dazu wird auf die vom Arbeitskreis der hygienebeauftragten Ärzte von Oberösterreich erstellte „Empfehlungen zum Umgang mit Legionellen“ – Beilage J verwiesen.



9.1 Wesentliches für die Sanierung

Wesentlich für die Sanierung ist die Dokumentation des vorhandenen Systems (Kalt- und Warmwasser). Auf Basis der Dokumentation sind planerische Maßnahmen festzulegen, die zu einer Verminderung der Kontamination mit Legionellen führen und die bei der Durchführung entsprechend zu protokollieren sind.

9.2 Wann ist eine Sanierung notwendig?

Eine Sanierung von Warmwasserleitungen bei Kontamination mit Legionellen ist notwendig:

- ⌚ wenn die Anlage als Quelle für Legionella Infektionen vermutet werden muss (Anlassfall)
- ⌚ wenn Leitungen verkeimt sind die Risikoabteilungen versorgen (Duschen, Krankenstationen, Intensivstationen ...)
- ⌚ wenn Legionella Spezies gefunden werden, bei denen eine erhöhte Virulenz zu vermuten ist und hohe Keimzahlen (KBE = Kolonie Bildende Einheit) nachgewiesen wurden.
- ⌚ > 100 KBE/ml → Sofortmaßnahme
- ⌚ > 10 KBE/ml → Umgehende Sanierung
- ⌚ > 1 KBE/ml → Maßnahmen innerhalb von 14 Tagen

9.3 Thermische Behandlung

Warmwasseranlagen, bei denen sowohl der Speicher als auch periphere Leitungen stark kontaminiert sind, können am besten thermisch saniert werden. Dazu ist es notwendig, die Speicher so stark aufzuheizen, dass die peripheren Leitungen mit heißem Wasser über 60°C durchspült werden können. Um alle Leitungen erreichen zu können müssen nacheinander alle Wasserhähne geöffnet werden. bei jedem Auslass muß unter Temperaturkontrolle eine Minute lang mindestens 60°C gemessen werden. Tote Leitungen können nicht saniert werden und müssen – auch aus Gründen der Vermehrung anderer Bakterien wie Pseudomonas aeruginosa – abgehängt werden. Eine chemische Desinfektion von Warmwasserleitungen z.B. mit Chlor ist bei Anlagen die sich in Betrieb finden, nur schwer praktikabel. Außerdem besitzt Chlor nicht die Fähigkeit, in Beläge (Biofilm) an den Wänden der Leitungen und in den Bodensatz von Speichern einzudringen. Darin befindliche Legionellen werden daher nicht abgetötet.

9.4 Offene Kühltürme

Offene Kühltürme, die stark mit Legionellen kontaminiert sind, müssen ordentlich gereinigt und unter Einsatz entsprechender Desinfektionsmittel desinfiziert werden.

Das Personal, dass die Reinigungsarbeiten durchführt, muss sich vor dem Einatmen von Aerosolen schützen.

9.5 Die Vorteile der thermischen Dekontaminierung

Grundsätzlich ist dabei ein Verbrühungsschutz zu gewährleisten. (Siehe dazu auch nachfolgende Seite 24). Die thermische Dekontaminierung nutzt die Hitzeempfindlichkeit von Mikroorganismen und deren Dauerform aus, um wassergängige Keime zu töten und zugleich im Installationssystem vorhandene Quellen für Keimemissionen (Biofilm) kurzfristig (und zumindest vorübergehend) auszuschalten. – Nur für Warm- und Mischwassersysteme sinnvoll.

Begrenzung: Mikroorganismen und Dauerformen mit Hitzeresistenz > 70°C werden nicht devitalisiert.

Die Keimtötung erfolgt nach einer Einwirkdauer der erhöhten Temperatur ($\hat{=}$ 65°C, > 3 Minuten) in den derart behandelten Wasservolumina, die Inhibierung des Biofilms erfordert diese Bedingungen an allen davon besiedelten wasserkontaktierten Oberflächen. Eine Beeinträchtigung der sensorischen (Farbe, Geruch, Geschmack) oder sonstiger Qualitätsparameter des Wassers tritt nicht ein.



4 KRONENZEITUNG vom 22. Juni 2000 4

Pflegerin verurteilt

Unfall im Heim: Patient starb in Badewanne

Betretenes Schweigen im Saal des Grazer Bezirksgerichts – jener Vorfall, der vergangenen August in einem Pflegeheim nahe der Landeshauptstadt passiert ist, ist nicht alltäglich: Alle drei Monate wird in dem Heim für schwer Behinderte das Warmwasser auf 70 Grad aufgeheizt. Um Bakterien abzutöten und Krankheiten zu vermeiden. An jenem Sommertag kam es dadurch zu zwei tragischen Unfällen. Ein Patient ließ sich allein ein Bad ein – und starb an Verbrühungen, die er dadurch erlitt. Die verantwortliche Pflegerin muss sich nun wegen Vernachlässigung der Aufsichtspflicht verantworten. Am selben Nachmittag wurde noch eine zweite Patientin schwer durch das brühheiße Wasser verletzt. Ihre Krankenschwester muss dafür eine Geldbuße bezahlen. Im Fall des verstorbenen Patienten will der Richter noch mit der Anstaltsleitung sprechen, bevor er ein Urteil fällt. Die Frage ist nämlich: Haben die Sicherheitsmaßnahmen bei der zusätzlichen Aufheizung des Warmwassers ausgereicht?



9.6 Die Häufigkeit einer thermischen Dekontaminierungsmaßnahme

Die Häufigkeit notwendiger thermischer Dekontaminierungsmaßnahmen eines Leitungssystems ist zweckmäßigerweise empirisch zu ermitteln, um unter Wahrung der erforderlichen hygienischen Sicherheit den Verbrauch an Wasser-Energie und Arbeitszeit zu minimieren.

9.7 Elektrolytische Dekontaminierung

Eine wirtschaftlich günstigere, nachhaltige, wirksamere und systemschonende Dekontaminierung kann neuerdings auch mittels Schwachstrom-Elektrolyse „anodische Oxydation“ erreicht werden.

Zwar ist die zur Anwendung gelangende Methode keine neue wohl aber die im jetzigen Verfahren eingesetzten Materialien (Elektroden) welche nunmehr einen wirtschaftlichen Betrieb zulassen.

9.8 Schwachstrom-Elektrolyse „anodische Oxydation“

Mittels einer für diesen Zweck speziell entwickelten Elektrolysezelle, in das Leitungssystem an der geeignetsten Stelle direkt oder über einen Bypass installiert, werden aus natürlichen Wasserinhaltsstoffen im Ergebnis von Elektrodenprozessen (Anode: Oxydation; Katode: Reduktion) desinfizierend wirkende Spezies in steuer- und kontrollierbaren Konzentrationen erzeugt, bevorzugt Chlor/unterchlorige Säure. Im behandelten Wasser freilebende, planktonische Mikroorganismen und deren Dauerformen werden abgetötet. Durch das damit beladene Wasser wird darüber hinaus die Entwicklung von Biofilmen im noch unbesiedelten Installationssystem praktisch unterbunden. Diese elektrolytisch generierten Desinfizienzien inhibieren in einem älteren und bereits kontaminierten System permanent die aus dem Biofilm emittierten fluiden Mikroorganismen und bewirken infolge dauernder Einwirkung auch die letztendliche totale Inhibierung des Biofilms insgesamt.

Ein solches Desinfektions-System arbeitet ohne Stoff- und Chemikalieneintrag und verändert die Stoffbilanz des Trinkwassers ebensowenig wie dessen sensorische und sonstige Eigenschaften. Es ist extrem kostengünstig im Betrieb und arbeitet über Jahre hinweg extrem wartungsarm. Damit sollte in diesem Verfahren eine vielfältige einsetzbare Methode gesehen werden können, mit der Wasser einwandfreier hygienischer Qualität im Bedarfsfalle hergestellt und/oder mit einer Desinfektionsreserve ausgestattet werden kann, die es selbst und das gesamte Installationssystem vor Kontamination und Rekontamination bewahrt.

9.9 Vorteile der Elektrolytischen Dekontaminierung

Die elektrolytische Desinfektion von Wasser beruht auf der Bildung von desinfizierend wirkenden Spezies aus Wasser selbst und aus natürlichen Wasserinhaltsstoffen mittels elektrischen Stromes (Elektrolyse).

Diese elektrolytisch erzeugten Desinfizienzien unterbinden die Lebensfunktionen von Bakterien, Pilzen, Viren und Protozoen sowie deren Dauerformen im Wasser und auf der Oberfläche wasserführender Rohre und Armaturen ("Biofilme").

Durch eine elektrolytische Behandlung kann Wasser für die Dauer von Stunden vor Infektion und Re-Infektion durch Krankheitserreger geschützt werden.

Die aus dem Wasser und dessen natürlichen Inhaltsstoffen elektrolytisch erzeugten Desinfizienzien beeinflussen die Wasserqualität (Geruch, Geschmack, Farbe usw.) nicht und liegen nach Abklingen ihrer keimtötenden Wirkung wieder in ihrem Ausgangszustand vor.

Mit dem Aufwand von 1 Kilowattstunde Elektroenergie können 5 und mehr Kubikmeter Trinkwasser desinfiziert werden.



9.10 Elektrolytische Desinfektion - allgemeine technische Parameter

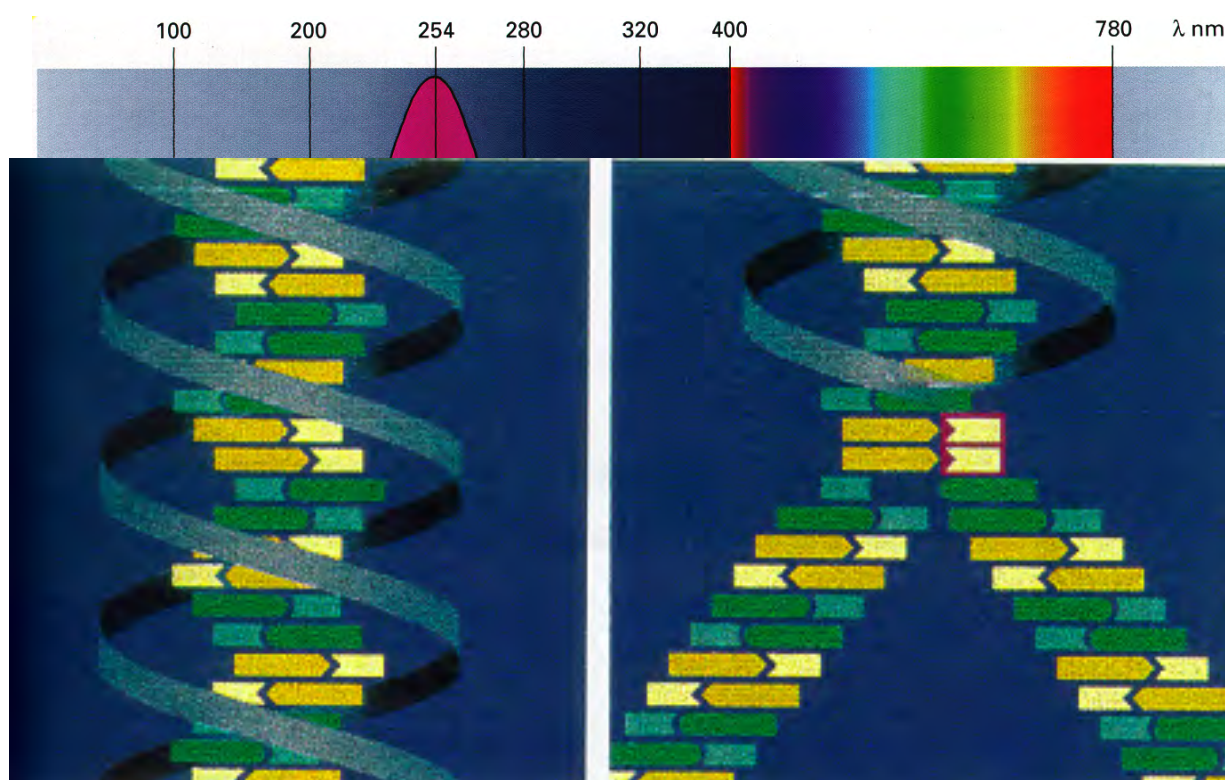
- ① Elektrolytische Generierung desinfizierend wirkender Spezies aus nativen oder bedarfsweise zugesetzten naturidentischen Wasserinhaltsstoffen
 - ① Wirkung gegen:
 - Bakterien
 - Pilze
 - Viren
 - Protozoen
 - Dauerformen
- mit Nachhalte von Stunden bis Tagen
- ① Desinfektionsleistung mess- steuer- und regelbar mittels des Messwertes für den Gehalt an elektrolytisch generiertem Chlor (unterchlorige Säure) bzw. des Redoxpotentials
 - ① keine sensorische Beeinflussung von Wassereigenschaften
 - ① außerordentlich preiswert
 - ① kaum Raum- / Platzbedarf, in jedes System einfach nachrüstbar
 - ① Wirkung gebunden an Mindest-Leitfähigkeit des Wassers ($> 4 \text{ mS/cm}$) und an Mindestgehalt an Chloridionen ($> 20 \text{ mg/l}$), anderenfalls Zudosierung von Kochsalzlösung zweckmäßig
 - ① keinerlei toxische o.ä. Beiprodukte
 - ① absolut betriebssicher und äußerst wartungsarm dank langlebiger Spezial-Elektroden und entsprechend automatisierter Betriebsweise
 - ① Begrenzung. nicht uneingeschränkt anwendbar auf Sole-, Meer- und ähnlich brom- bzw. jodsalzhaltige Wässer
 - ① Konformität. es handelt sich um die elektrolytische insitu-Generierung von Chlor/unterchloriger Säure als Desinfizienz, zugelassen nach TrinkwV, einschlägige DIN- und DVGW Vorschriften; spezielle Prüfvorschriften existieren noch nicht

9.11 UV-Desinfektion

Die Erkenntnis, dass UV-Strahlung Mikroorganismen abtötet, ist nicht neu. Jedoch erst die genaue Kenntnis über die Wirkungszusammenhänge und die daraus entwickelte Verfahrenstechnik machen ein UV-Desinfektionssystem unter Praxisbedingungen einsetzbar.

9.12 UV-Niederdruckstrahler

Ultraviolettes Licht der Wellenlänge $\lambda = 254 \text{ nm}$ (Hauptbande der Emission von Quecksilber-Niederdruck-Strahlern)



dosisabhängig mit der Folge des Absterbens. Eine Bestrahlungsdosis von 400 Joule/m² der Wellenlänge 254 nm, eingetragen in jedes Volumenelement fließenden Wassers während seiner Verweildauer im UV-Bestrahlungsfeld, bewirkt unter den wassergängigen Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze usw.) eine Inhibierungsrate von vier bis fünf logarithmischen Stufen (10⁴ ... 10⁵).

Mittels einer hierfür entwickelten wellenlängenselektiven Sensorik wird dieser Mindest-Dosis-Eintrag kontrolliert. Eine elektronische Gerätesteuerung gewährleistet, dass nur bei Anliegen des entsprechenden, die hygienische Sicherheit gewährleistenden Bestrahlungsfeldes Wasser der entsprechenden mikrobiologischen Qualität verfügbar ist. Der besondere Vorzug dieser Desinfektionsmethode besteht darin, dass bei Einhaltung der o.g. Bestrahlungsdosis trüb- und schwebstofffreies Wasser mit einer Transmission für die 254-nm-UV-Strahlung von vorzugsweise > 75 % ohne jeglichen Stoff- oder Chemikalienzusatz augenblicklich in die geforderte hygienische Qualität überführt werden kann bei Stoffströmen von einigen Hundert Litern/h bis zu Tausenden m³/h. Begrenzend ist zu beachten: das Wasser erhält im Ergebnis der UV-Bestrahlung keinen Schutz vor erneuter Infektion! Dies ist sowohl für den Installationsort in einem System, die Art des Weitertransportes bzw. der Deposition des UV-desinfizierten Wassers und dessen Verwendung usw. von Bedeutung. UV-Desinfektoren haben extrem geringen Platz- und Raumbedarf, können ohne nennenswerten Aufwand in praktisch jedes bestehende Installationssystem nachgerüstet werden, arbeiten äußerst wartungsarm und wirtschaftlich.

9.13 Die Vorteile der UV-Desinfektion

Die UV-Desinfektion nutzt das von speziellen Lichtquellen in lichtdichten Reaktorbehältern erzeugte ultraviolette Licht (UV) für die sichere und kontrollierbare Abtötung wassergängiger Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze, Viren und Protozoen sowie deren Dauerformen.

Die Keimtötung im Wasser erfolgt während des Strömens durch den Reaktorbehälter ohne jeglichen Chemikalien-Zusatz und beeinflusst die Qualität des behandelten Wassers (Geruch, Geschmack, Farbe usw.) nicht.

Die desinfizierende Wirkung des UV-Lichtes tritt bei der Bestrahlung des Wassers augenblicklich ein.

Strenge Prüf- und Zertifizierungsvorschriften für Geräte der UV-Desinfektion gewährleisten die erforderliche hygienische Sicherheit im praktischen Betrieb.

Die unter Aufwendung von 1 Kilowattstunde Elektroenergie erzeugbare UV-Strahlung reicht aus, um 20 und mehr Kubikmeter Trinkwasser zuverlässig zu desinfizieren.



Tabellarische Zusammenfassung:

Es ist zu unterscheiden zwischen systemischen und lokalen Dekontaminationsmaßnahmen. Zu den ersteren sind thermische Desinfektion, Hochchlorung und Anodische Oxidation zu zählen. Lokale Dekontaminationsmaßnahmen sind die Entkeimung mittels Ozonierungs- und UV-Verfahren.

Als Entscheidungshilfe für eine adäquate Sicherung von Wasserkreisläufen dient die in der Tabelle dargestellte Übersicht.

Methoden	Installation	Wartung	Kurzzeit-Effekt	Langzeit-Effekt	Anmerkungen
Thermische Desinfektion (über 65°C)	leicht	leicht	gut	keiner	Rekolonisation, arbeitsintensiv, Verbrühungsgefahr
Hochchlorung (Chlordosierung)	schwierig	sehr schwierig	gut	keiner	Rekolonisation, Korrosion, karzinogene Nebenprodukte
Anodische Oxidation AO-System	mittel-leicht	leicht	gut	gegeben	muss an Wasserparameter angepasst werden
Ozonierung	mittel-leicht	schwierig	gut	bedingt gegeben	schnelle System-Korrosion, kein Abbau von Biofilmen
UV-Strahlung	mittel-leicht	leicht	gut	keiner	keine Depotwirkung, keinen Abbau der Biofilme, Korrosionsproblem



9.14 UV-Desinfektion 254 – allgemeine technische Parameter

- ⌚ UV-Niederdruckstrahler
- ⌚ Kein Stoff-/Chemikalieneintrag
- ⌚ Prompte Wirkung gegen
 - Bakterien
 - Pilze
 - Viren
 - Protozoen
 - Dauerformen
- ⌚ Keine Beeinflussung von Wassereigenschaften/-Beschaffenheit
- ⌚ Dosimetrische Wirkungskontrolle
- ⌚ Exakt steuer-/regelbar zur Gewährleistung hygienischer Sicherheit – automatisierter Betrieb
- ⌚ Energiesparend und preiswert
- ⌚ Geringer Raum-/Platzbedarf
- ⌚ Minimaler Wartungsaufwand
- ⌚ Begrenzung:
 - Trübstoffgehalt > 20 mg/l
 - Transmission des Wassers bei 254 nm > 50 %
 - Keine „Desinfektionsreserve“
- ⌚ Konformität
 - DVGW W 294 (z.Zt. als Gelbdruck)
 - Geräte-Zertifizierung in Vorbereitung (DVGW/FIGAWA)



10 Temperatur – „Umkehrpotential“

Bei Erwärmung bzw. Abkühlung des Wassers können verschiedene seiner Eigenschaften verändert werden. Insbesondere hat die Erhöhung der Wassertemperatur einen entscheidenden Einfluss auf das Korrosionsverhalten, der allerdings nicht gleich ist bei den verschiedenen Werkstoffen und noch nicht hinreichend geklärt ist.

Im Prinzip wird das Korrosionsverhalten mit zunehmender Temperatur schlechter.

Bei verzinkten Werkstoffen kann zudem bei Temperaturen über $\sim 65^{\circ}\text{C}$ ein Umkehrpotential eintreten, bei dem der Zink veredelt und das freiliegende Eisen verstärkt anodisch aufgelöst wird.

Bei ca. 80°C tritt Zinkblasenbildung auf, bei der der Zink abblättert und darunterliegendes Eisen freilegt.

Die Folgen sind starker, ungleichmäßiger Flächenabtrag und Muldenkorrosionen, Ausschwemmungen von Zinkgeriesel und Rostpartikeln, die das Wasser bis zu einer braunen Brühe verfärben können und es als Trinkwasser ungenießbar und für Reinigungszwecke unbrauchbar machen.

Aus diesem Grunde und auch aus dem der Energieeinsparung sollten Temperaturen in Warmwasserversorgungsanlagen auf das absolut notwendige Minimum der Zweckbestimmung, im Allgemeinen auf maximal $60\text{-}65^{\circ}\text{C}$, beschränkt werden.



**11. Themensammlung zur „Vortragsreihe 2002“ des Herrn Ministerialrat
Dipl.-Ing. Iwan NESVADBA**

Seite 1 bis 56

