

HLH

Lüftung/Klima
Heizung/Sanitär
Gebäudetechnik

Organ des VDI für Technische Gebäudeausrüstung



Wärmeversorgung

Dynamisierung und
Regelung eines
Erdsondenfeldes

Luft- und Abgasführung

Nicht auf Kosten
der Sicherheit

Sanitärtechnik

Grundlagen erkennen,
Legionellen beseitigen

Trinkwasserhygiene

Grundlagen erkennen, Legionellen beseitigen

Michael Hank, Steingaden

Kaum ein Thema wird seit Monaten in der Szene der Gebäudebesitzer und TGA-Ingenieurbüros so ausführlich diskutiert wie das des Legionellenbefalls von Kalt- und Warmwassersystemen. Kein Wunder, immerhin überschreiten ungefähr 30 % aller beprobungspflichtiger Gebäude die Maßnahme- oder sogar Grenzwerte für diesen Krankheitserreger. Die einschlägigen technischen Maßnahmen, also Sanitisierung und Desinfektion der Systeme mit Heißwasser oder Chemikalien, wirken meist nur kurzzeitig.

Statt nur die Symptome zu bekämpfen, müssen wir lernen, das Problem an der Wurzel anzupacken. Grundsätzlich ist es zwecklos, nur einzelne Mikroorganismen wie beispielsweise Legionellen zu betrachten und zu versuchen, diese abzutöten. Denn diese leben in engem Verbund und Symbiose mit Milliarden anderer Mikroorganismen, die sich gegenseitig versorgen und schützen. Also müssen wir zunächst deren Überlebensstrategien kennen und verstehen, bevor wir wirkungsvolle Strategien zur Kontrolle von deren Ausbreitung und Vermehrung entwickeln können.

Mikroorganismen sind 3,5 Mrd. Jahre alt

Bereits in der Frühzeit der Erdgeschichte bevölkerten Mikroorganismen unseren Planeten. Zu den Mikroorganis-

Autor



Dipl. Ing. (FH) Michael Hank ist Geschäftsführer der Seccua GmbH, Steingaden. Der diplomierte Versorgungstechniker ist Experte in Sachen Trinkwassergesundheit sowie Legionellenprophylaxe. Seccua engagiert sich für die Entwicklung kostengünstiger modernster Lösungen zur Bereitstellung von sicherem Trinkwasser.

men zählen Einzeller wie Bakterien oder Amöben, aber auch mehrzellige Lebewesen (**Bild 1**). Ob Viren dazu zu zählen sind, hängt von der Definition des Begriffs „Lebewesen“ ab – da diese keinen Stoffwechsel betreiben, werden sie nur manchmal hinzugerechnet.

Mikroorganismen sind Grundlage des Lebens. Sie waren die ersten, die Photosynthese betrieben und so Sauerstoff produzierten, sie helfen bei der Wundheilung unserer Haut und sie sorgen nebst vielen anderen Effekten auch dafür, dass Nahrung in unserem Darm in Nährstoffe zerlegt wird, die unser Organismus verarbeiten kann.

Biofilm als soziale Struktur

Um negative Umwelteinflüsse wie Hitze, Gase oder feindliche Angreifer überstehen zu können, schlossen sich verschiedenste Arten von Mikroorganismen schon früh zusammen und entwickelten gemeinsame Überlebensstrategien. Sie umgaben sich mit einem Schleim, der nicht nur als Schutz vor dem Eindringen aggressiver Umwelteinflüsse, wie beispielsweise UV-Strahlung, sondern auch der Einlagerung von Nährstoffen diente.

Biofilme bilden sich sofort aus, wenn Mikroorganismen Grenzflächen besiedeln, also beispielsweise den Übergang von Metallen oder Gestein zu Wasser oder von Wasser zu Luft. Zunächst bildet sich ein sehr dünner Bakterienfilm direkt auf der Grenzfläche, also beispielsweise der Oberfläche der Rohrleitungen oder der Innenseite der Duschköpfe. Bei ausreichendem

Bild 1

Stromatholiten in Australien. Sie bestehen aus Bakterien, die kleinste Gesteinspartikel eingelagert haben und wurden auf ein Alter von 3,2 Mrd. Jahren datiert

Bild: Ruth Ellison/Wikipedia



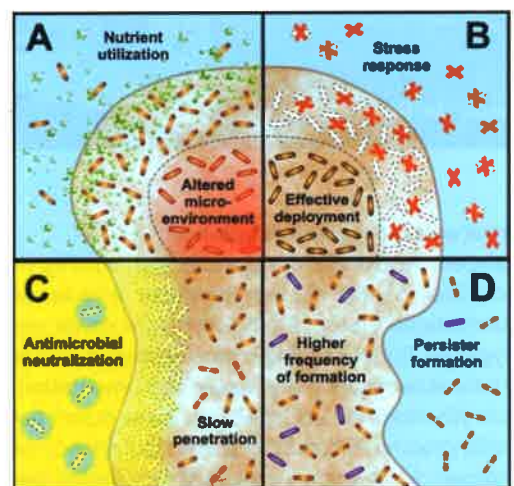
Nährstoff wächst der Biofilm dann schnell in dreidimensionale Strukturen und kann mehrere Millimeter bis Zentimeter dick werden. Sind die Lebensbedingungen dann gut genug, so schwärmt der Biofilm aus, Teile lösen sich ab und sorgen so für eine Verbreitung der Mikroorganismen an andere Stellen des Systems.

Bild 2 zeigt die verschiedenen Reaktionen des Biofilms auf Umwelteinflüsse. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Or-

Bild 2

So reagiert Biofilm auf verschiedene Umwelteinflüsse. Deutlich zu erkennen ist, dass der Biofilm die Mikroorganismen im Kern vor allen Einflüssen gut schützt. **A = Nährstoffaufnahme, schnelle Weiterleitung von Nährstoffen an den Kern des Biofilms. B = Antwort auf Stress, Schutz des Kerns. C = Desinfektionschemikalien werden nur sehr langsam aufgenommen. D = Ausschwärmen des Biofilms**

Bild: Montana State University, Center for Biofilm Engineering



ganisationsform Biofilm mit negativen Umwelteinflüssen, also beispielsweise heißem Wasser oder Desinfektionschemikalien, kaum beizukommen ist.

So kommen Bakterien in Leitungsnetze

Der größte Teil der Bakterien in den Leitungen von Gebäuden kommt aus den Quellen und erreicht unsere Gebäude über die Stadtwassernetze. Der Nachschub an neuen Mikroorganismen funktioniert somit stetig.

Noch bis vor wenigen Jahren nahmen Mikrobiologen an, dass die Menge an Keimen die durch das Stadtwassernetz in unsere Leitungen gelangen, sich in überschaubarem Rahmen hält. Daher resultieren auch unsere Grenzwerte oder Maßnahmenwerte für Mikroorganismen, wie beispielsweise 100 kolonienbildende Einheiten pro 100 ml für Legionellen. Kolonienbildend bedeutet dabei, dass mit dem Messverfahren nur Keime erfasst werden, die auf einem Nährboden zählbare Kolonien ausbilden.

Aktuelle Erkenntnisse der Wissenschaft, beispielsweise der Universität Duisburg oder auch der Technischen Hochschule Zürich zeigen aber, dass nur ein Bruchteil der Mikroorganismen im Wasser zur Bildung von Kolonien auf Nährböden in den Prüflabors neigt, nämlich in der Regel nur 0,1 bis 1 %.

Die restlichen 99,9 % der Keime im Wasser sind zwar aktiv, befinden sich aber in einem Zustand, in dem sie keine Kolonien ausbilden. Diesen Zustand nennt die Wissenschaft „Viable but not culturable“ (VBNC). So gelangen mit jedem Milliliter Wasser aus dem Stadtnetz bis zu 200 000 Keime in die Leitungsnetze von Gebäuden.

Neben der Art des Rohwassers (**Bild 3**) spielt auch die Länge der Leitungen zwischen Quelle und Verbraucher eine Rolle für den Grad der Verkeimung. Temperatur und Nährstoffangebot sind dabei für die Vermehrung der Mikroorganismen maßgeblich.

Das brauchen Biofilme zum Wachsen

Entscheidend für den Grad der Vermehrung der Mikroorganismen

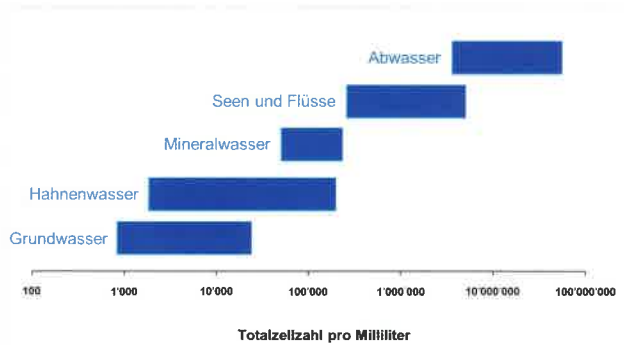


Bild 3

Typische Totalzellzahlen der verschiedenen Arten von Rohwasser. Grundwasser kann demnach bis zu 20 000 Zellen pro Milliliter enthalten. Nur ein Bruchteil ist mit den derzeit in der Gesetzgebung vorgeschriebenen Messverfahren erfassbar

Bild: ETH Zürich, Institut EAWAG



ROHRLEITUNGSSYSTEME AUS KUNSTSTOFF MADE IN GERMANY

aquatherm ist der weltweit führende Hersteller und Anbieter von Rohrleitungssystemen aus Polypropylen (PP), die zum Transport von verschiedensten Medien unter Druck eingesetzt werden. Unsere Rohrleitungssysteme werden weltweit in Trinkwasser-, Klima-, Sprinkler sowie Flächenheiz- und Kühlsystemen installiert.

Dabei achten wir besonders auf umweltfreundliche Herstellung, 100 % deutsche Qualität und dauerhafte Sicherheit unserer Produkte.

Als innovativer und richtungsweisender Mittelständler beschäftigen wir weltweit fast 500 entschlossene Mitarbeiter.

Insgesamt produzierten wir 2013 an 350 Fertigungstagen 40 Mio. Rohrmeter und über 50 Mio. Formteile. Durch intensive Zusammenarbeit mit unseren weltweiten Vertriebspartnern sind wir derzeit in 75 Ländern erfolgreich.

aquatherm green pipe

Rohrleitungssystem für die Versorgungstechnik

aquatherm blue pipe

Rohrleitungssystem für die Klima-, Heizungs- und Anlagentechnik

aquatherm red pipe

Rohrleitungssystem für die Sprinkleranwendung

aquatherm black system

Flächenheiz- und Kühlsystem für Decke, Wand und weitere Anwendungsgebiete

aquatherm lilac pipe

Rohrleitungssystem für Nutzwasser

aquatherm grey pipe

Trinkwasser- und Heizkörperanbindungssystem

aquatherm orange system

Flächenheizsystem

aquatherm ti

Vorisoliertes Rohrleitungssystem für die Erdverlegung



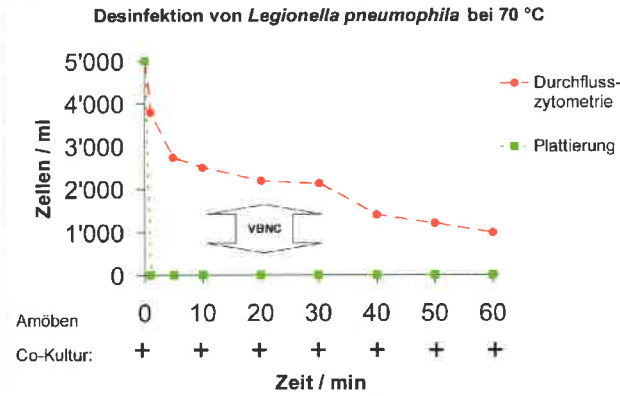
aquatherm
state of the pipe

Bild 4

Legionellen, eingebettet in Biofilme, überleben 70 °C heißes Wasser für 60 Minuten und länger

Bild: RQMico, Zürich

70 °C heißes Wasser über ausreichend lange Zeit an jeder Entnahmestelle ausfließen, also auch wirken kann. Die Wirksamkeit von heißem Wasser wird zudem durch



	Entfernung durch	Wirkweise	Zu beachten
Lebende und tote Mikroorganismen	Seccua Filtration	Vollständige Abfiltrierung durch Nano-Poren der Filter	Filter muss mindestens 99,99% aller Bakterien zurückhalten. Rückhaltungseistung muss automatisch überprüfbar sein.
Stickstoff, Phosphor	Aktivkohlefiltration	Verstoffwechslung der Nährstoffe durch Mikroorganismen, die auf der Aktivkohle anwachsen	Unbedingt eine Seccua Filtration nachschalten.

Tabelle 1

Um die Verkeimung im Leitungsnetz dauerhaft zurückzuführen, muss die Nährstoffzufuhr für die Mikroorganismen unterbrochen werden. Am besten eignen sich hierzu eine Seccua Filtration zur vollständigen Keimentfernung sowie eine Aktivkohlefiltration zur Reduktion gelöster Nährstoffe

men in unseren Leitungsnetzen sind im Wesentlichen folgende Faktoren: Die Menge des stetigen Neueintrags von Mikroorganismen in unsere Leitungsnetze, das Angebot von Nährstoffen für die Mikroorganismen und der pH-Wert sowie die Temperatur des Wassers.

Viele Mikroorganismen, darunter auch Legionellen, leben unter anderem von toten Bakterien. Tötet man Bakterien im Leitungsnetz, beispielsweise durch heißes Wasser oder Chlorierung, ab, so schafft man für die Überlebenden große Mengen neuer Nahrung. Das passiert beispielsweise auch, wenn nur Teile des Rohrnetzes durch heißes Wasser oder Chlor erreicht werden und die dabei abgetöteten Keime dann in hintere Bereiche des Leitungsnetzes gespült werden. Man beobachtet dort dann häufig stark erhöhte Keimzahlen.

Generell gilt: Ab ungefähr 18 °C Wassertemperatur steigt die Vermehrungsrate der Keime im Wasser stark an. Sie verlangsamt sich bei Temperaturen über 50 °C und erst ab 70 °C Wassertemperatur sterben die Keime langsam ab. Bei einer Heißwasserspülung von Leitungsnetzen mit 70 °C zeigen sich meist zwei Probleme: vor allem in Altbauten erwärmt die Heißwasserleitung die nahebei verlegte Kaltwasserleitung, so dass nun das Keimwachstum im Kaltwasser stark beschleunigt wird. Außerdem ist es beinahe unmöglich sicherzustellen, dass

das Zusammenspiel der Organismen im Biofilm gebremst: Legionellen werden von Amöben umschlossen, sind so vor vielen Umwelteinflüssen gut geschützt und überleben so 70°C heißes Wasser sogar über mehrere Stunden (Bild 4).

Weitere Wachstumsfaktoren für Mikroorganismen sind auch Nitrat und Phosphat im Wasser. Besonders in Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung finden sich diese Nährstoffe im Wasser wieder. Dabei reichen schon niedrige Konzentrationen weit unter den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung aus, um Bakterienwachstum zu beschleunigen. Dieser Einflussfaktor wird in den kommenden Jahren noch zu einer Verschärfung des Problems des Keimwachstums in unseren Leitungen führen: Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) schätzt, das im Jahre 2025 nur noch 75 % aller Grundwasservorkommen die Grenzwerte für Nitrat einhalten werden, getrieben durch den vermehrten Anbau von Mais zur Energieerzeugung.

Nährstoffreduktion als Schlüssel zur Keimreduktion

Durch vereinzelte, kurzzeitige Anwendung von Spülungen mit Heißwasser oder Chlor ist dem Problem der Keime also nicht wirkungsvoll beizukommen. Zu viele neue Keime und zu viele Nährstoffe werden fortwährend in unsere Gebäude eingespült, die eine stetige, zwingende Wiederholung dieser nur begrenzt wirksamen Maßnahmen nötig macht. Das würde hohe Mengen an Energie verschwenden, viel Geld kosten und darüber hinaus die Leitungssysteme unserer Gebäude arg strapazieren.

Um also die Ursache der Verkeimung der Rohrnetze zu bekämpfen, muss deren Versorgung mit Nährstoffen unterbrochen werden (Tabelle 1).

Zum vollständigen Rückhalt aller Keime am Hauseingang bieten sich moderne Seccua Filtrationssysteme an: Deren Filter stammen aus der Medizintechnik und weisen Poren auf, die klein genug sind, um restlos alle Bakterien aus dem Wasser zu entfernen. Somit wird die Versorgung der im Leitungsnetz lebenden Keime mit neuen Mikroorganismen un-



Bild 5

Eine Seccua Filtration zum Schutz des Leitungsnetzes eines Kindergartens in München, eingebaut an der Übergabestelle des Kaltwassers vom Stadt- ins Hausnetz. Die Anlage verfügt über eine vollautomatische Prüfung der Rückhalteleistung für Mikroorganismen

Bild: Seccua GmbH

terbrochen, der Biofilm in den Leitungsnetzen bildet sich rapide zurück. Solche Filter werden – ähnlich üblichen Hauseingangfiltern – an der Übergabestelle vom Stadt- ins Hausnetz eingebaut (Bild 5). Sie spülen die zurückgehaltenen Stoffe automatisch einmal täglich ins Abwasser. Bei der Anschaffung solcher Filter ist es wichtig darauf zu achten, dass diese Filter über ein Prüfverfahren verfügen, das die vollständige Rückhaltung für Mikroorganismen automatisch sicherstellt.

Die deutliche Nährstoffreduktion bereits am Hauseingang des Leitungsnetzes ist der einzige wirkungsvolle Weg, um Biofilmen im Leitungsnetz und somit auch den Befall durch Krankheitserreger wie Legionellen nachhaltig zu beseitigen. Wenn sich diese Erkenntnis durchsetzt, gehen wir einen großen Schritt in Richtung zu deutlich mehr Hygiene im Trinkwasser.