

JAHRBUCH TG

Technik im Gesundheitswesen

2010 | 2011



10:07
SYS
83



Trinkwasserbehandlung mittels Membranzellen-Elektrolyse

Kontinuierliche Trinkwasserdesinfektion zur Legionellenprophylaxe

Einführung

Zur Verminderung des Legionellenwachstums in Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen von Krankenhäusern sind thermische Maßnahmen nach DVGW Arbeitsblatt W 551 bislang sehr verbreitet. Die Umstellung auf andere Verfahren erfolgte bislang nur zögernd. Mit Veröffentlichung des DVGW Arbeitsblattes W 229 im Mai 2008 wurden die technischen Rahmenbedingungen für die Verwendung alternativer Verfahren für die Durchführung einer sicheren Legionellenprophylaxe geschaffen.

Bei der Anwendung von thermischen Maßnahmen wird über die hohe Warmwassertemperatur im Warmwassersystem (≥ 60 °C) nur die Vermehrung von Legionellen reduziert, ein Abbau des Biofilms erfolgt hingegen nicht. Neben den hohen Energiekosten für die Bereitstellung der Warmwassertemperaturen und die Belastung für das Leitungsmaterial zeigen diese thermischen Maßnahmen häufig nicht den gewünschten dauerhaften hygienischen Erfolg.

Ursachen für erhöhte Legionellenkonzentrationen

Die Gründe für eine erhöhte Legionellenbelastung sind sehr unterschiedlich, wobei das Alter des Leitungssystems nicht unbedingt einen direkten Zusammenhang liefert. In Warmwassersystemen liegen die Gründe für ein erhöhtes Keimwachstum in der Regel an den Wassertemperaturen. Warmwasser kühlt innerhalb der Zirkulation oder auf dem Weg von der Zirkulation zur Entnahmestelle so weit ab, dass die geeigneten Temperaturen für ein erhöhtes Keimwachstum gegeben sind. Ein unzureichender hydraulischer Abgleich der Warmwasserinstallation begünstigt diese Probleme.

Auch im Kaltwasser kann es bei erhöhten Temperaturen (> 20 °C) des Wassers zu verstärktem Keimwachstum kommen. Die Ursachen sind lange Stagnationsphasen, überdimensionierte Leitungen oder Kurzschlüsse zwischen Kalt- und Warmwasser, z.B. an Thermostatarmaturen. Sind Wasserleitungen zudem schlecht isoliert und liegen Kalt- und Warmwasserleitungen eng bei einander, sind Kaltwassertemperaturen $> 25-30$ °C kaum zu vermeiden. Die Gefahr steigt bei regelmäßiger thermischer Desinfektion bei der das Warmwasser für wenige Stunden auf ≥ 70 °C erhitzt wird.

Besondere Anforderungen im Krankenhaus

Zu den bautechnischen Gegebenheiten und nutzungsabhängigen Problemen liegen in Krankenhäusern besondere Bedingungen vor. Krankenhäuser sind meist sehr komplexe Einrichtungen bzgl. des Aufbaus ihrer Trinkwasserinstallationen. Viele Zimmer mit mehreren Wasserentnahmestellen, sensible Bereiche und zusätzliche therapeutische Einrichtungen erfordern höchste Aufmerksamkeit und Kontrolle hinsichtlich der Hygiene. Dementsprechend gelten z.B. für Hochrisikobereiche (Hämato-logie/Onkologie, Intensivstationen, Neonatologie, Transplantationsstationen) gemäß

der DIN EN ISO 19458 (Empfehlung des Umweltbundesamtes) des UBA deutlich höhere Anforderungen bzgl. der max. Legionellenkonzentration als für Normalbereiche (Pflegestationen, Funktionsbereiche). Der Zielwert von 0 KBE / 100ml lässt sich häufig nicht ausschließlich mit installationstechnischen Maßnahmen sicherstellen. Vielfach wird die geforderte Trinkwasserhygiene deshalb nur durch den Einsatz endständiger Hygienefilter erreicht.

Rechtliche Grundlagen

Die deutsche Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) ist die nationale Umsetzung der EG-Trinkwasser-Richtlinie (Directive 98/83/EC – vom 03. November 1998).

Gemäß den *“Allgemeinen Anforderungen“* nach § 4 Absatz 1 der TrinkwV 2001 muss das *„Wasser für den menschlichen Gebrauch ... frei von Krankheitserregern, genuss-tauglich und rein sein“*. So dürfen nach Absatz 1 *„Im Wasser für den menschlichen Gebrauch ... Krankheitserreger im Sinne des § 2 Nr. 1 des Infektionsschutzgesetzes nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen“* (IfSG 2000).

Dies bedeutet auch, dass die Grenzwerte gemäß TrinkwV 2001 Anlage 1 Teil I nicht überschritten werden und Pseudomonaden bzw. erhöhte Legionellen Konzentrationen nicht auftreten dürfen.

Gemäß § 11 der TrinkwV 2001 dürfen zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch nur Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren verwendet werden, die vom Bundesministerium für Gesundheit in einer Liste im Bundesgesundheitsblatt bekannt gemacht worden sind. In Teil II *“Desinfektionsverfahren“* wurde im Juni 2008 die Technische Regel W 229 unter der Bezeichnung *„Elektrolytische Herstellung und Dosierung von Chlor vor Ort“* aufgenommen.

Beim Wirkstoff INNOWATECH Anolyte handelt es sich um eine elektrolytisch erzeugte Natriumhypochloritlösung, hergestellt aus einer verdünnten Kochsalzsole (0,5 ± 0,1 % NaCl). Anolyte entspricht der nach § 11 der Trinkwasserverordnung 2001 geforderten Reinheit nach DIN EN 901:1999.

Warmwasserbehandlung mittels Membranzellenelektrolyse

Eine kontinuierliche Warmwasserbehandlung mit Anolyte ist in Krankenhäusern, Alten- und Pflegeheimen, Schulen, Sporthallen hinsichtlich einer effektiven Legionellenprophylaxe grundsätzlich zu empfehlen. In Einrichtungen des Gesundheitswesens ist diese Problematik besonders zu beachten, da Patienten mit geschwächtem Immunsystem einem hohen Gefährdungspotential ausgesetzt werden.

Bei der Warmwasserbehandlung erfolgt die volumenproportionale Dosierung von Anolyte in das Warmwasser nach der Warmwasserbereitung. Optional ist die Integration einer Chlormessung zur Überwachung des Gehaltes an freiem Chlor möglich.

Aufgrund der Messwasserrückführung ergeben sich hierbei keine zusätzlichen Betriebskosten durch Messwasserverluste (siehe Abb. 1).

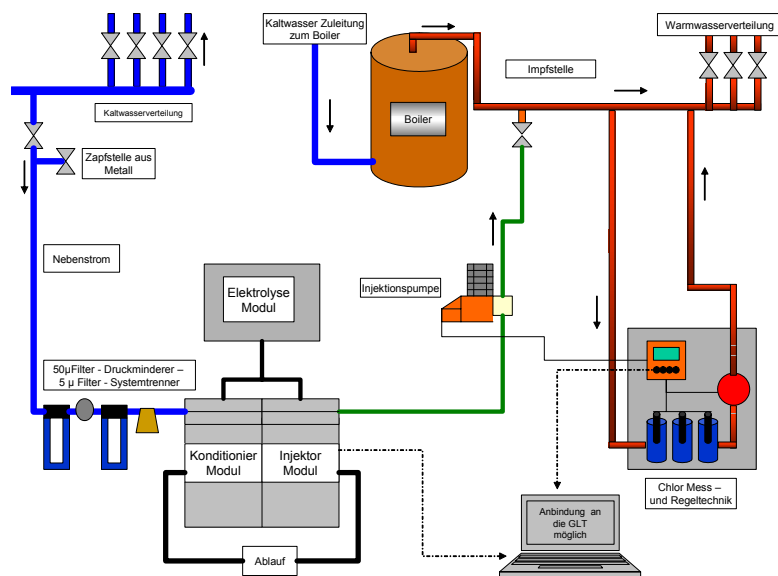


Abb. 1: Schema Warmwasserbehandlung, messwertgesteuert

Durch die geringen Anwendungskonzentrationen, im Warmwasser zwischen 0,3-0,5%, besteht keine Korrosionsgefahr für das Leitungsmaterial, bzw. es werden keine Dichtungen geschädigt. Leitungssysteme, die durch hohe Temperaturen bereits angegriffen sind, lassen sich durch Wegfall der thermischen Behandlung und die Temperatursenkung wieder stabilisieren.

Da der überwiegende Anteil der in einer Trinkwasserinstallation vorhandenen Mikroorganismen im Biofilm lebt, können alle Maßnahmen zur Reduzierung der Mikroorganismen im Trinkwasser nur dann dauerhaft Erfolg haben, wenn Biofilmentstehung und – wachstum vermindert werden. Damit wird den Mikroorganismen die Lebensgrundlage entzogen und die Trinkwasserhygiene kann dauerhaft verbessert werden. Durch den Einsatz von Anolyte bei der Warmwasserbehandlung werden Legionellen und auch andere Trinkwasserkeime innerhalb kurzer Zeit sicher abgetötet. Die chemische Beschaffenheit des Trinkwassers beeinträchtigt dabei die Wirkungsweise von Anolyte nicht.

Energiekosteneinsparung

Gegenüber den thermischen Maßnahmen ergeben sich außerdem erhebliche Kostenvorteile, da die hohe Warmwassertemperatur zur Verhinderung des Legionellenwachstums nicht mehr notwendig ist. Bei der Reduktion der Warmwassertemperatur von $\geq 60^\circ\text{C}$ auf $\leq 50^\circ\text{C}$ verringert sich der Wärmeverlust im Zirkulationssystem wesentlich.

In der Warmwasserinstallation gibt das durch die Zirkulationspumpen umgewälzte Warmwasser ständig Wärmeenergie an seine Umgebung ab. In Abhängigkeit vom Zustand der Installation (Alter, Isolierung, Dimensionierung, etc.) können die Zirkulationsverluste erheblich sein. Dieser Wärmeverlust muss über die Warmwasserbereitung wieder ausgeglichen werden, damit das Warmwasser wieder mit 60°C den Speicher verlassen kann.

Die Energie, die für die Erwärmung des Wassers notwendig ist, ergibt sich aus der spezifischen Wärmekapazität. Diese gibt an welche Wärmemenge einem Stoff pro

Masseneinheit zugeführt werden muss um seine Temperatur um ein Kelvin zu erhöhen. Für Wasser liegt die spezifische Wärmekapazität bei 1,16 Kwh/m³, d.h. zur Erwärmung von 1 m³ Wasser sind 1,16 Kwh Energie notwendig.

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$$

ΔQ	Wärme, die der Materie zugeführt oder entzogen wird
m	Masse der Substanz
c	spezifische Wärmekapazität
ΔT	Temperaturänderung

Je höher also die Zirkulationsleistung und je größer die Temperaturverluste im Bereich der Zirkulation, desto mehr Energie muss im Warmwasserbereiter aufgewendet werden. Bei Senkung der Temperaturen am Ausgang der Warmwasserbereitung und folglich geringeren Temperaturgradienten verringert sich der Wärmeverlust in der Zirkulation zwischen dem Ausgang der Warmwasserbereitung und dem Zirkulationsrücklauf deutlich. Da die Warmwasserbereitstellung das ganze Jahr in Betrieb ist, ergibt sich bereits bei Verringerung des Wärmeverlustes um 1°C eine beträchtliche Einsparung, die selbst bei kleineren Einrichtungen bei mehreren tausend Euro pro Jahr liegt.

Diese Einsparungen übertreffen die Betriebskosten der kontinuierlichen Warmwasserbehandlung mit Anolyte deutlich und sorgen für kurze Amortisationszeiten der Membranzellenelektrolyse - Anlage. Zudem lässt sich das Verfahren mit ökologischer Solar- oder Wärmepumpentechnik kombinieren. Warmwassertemperaturen unter 60°C sind im DVGW Arbeitsblatt W 551 bei Verhinderung des Legionellenwachstums durch alternative Methoden zulässig. Inzwischen hat das Verfahren der Membranzellenelektrolyse mit seinem Wirkstoff Anolyte dies in vielen Praxisanwendungen bewiesen.

Praxisbeispiel

Am Beispiel einer Klinik sollen die Kosteneinsparungen näher betrachtet werden. Die 1972 eröffnete Klinik verfügt über ca. 200 Betten, neben den rund 7.000 stationären Patienten werden auch weit über 10.000 Patienten ambulant versorgt. Der tägliche Wasserverbrauch beträgt ca. 93 m³, der Warmwasserbrauch liegt bei max. 20 m³/Tag. Die Kalt- und Warmwasserinstallation ist, wie für das Baujahr üblich, in verzinktem Stahl ausgeführt. Die Legionellenprophylaxe erfolgte bislang thermisch über den Betrieb des Warmwassersystems mit Temperaturen $\geq 60^\circ\text{C}$ und zusätzlich wurde einmal jährlich eine thermische Desinfektion durchgeführt.

Die Warmwassertemperatur am Ausgang des Speichers betrug 60 °C. Aufgrund des großen Leitungsnetzes wurden am Zirkulationsrücklauf nur noch 52-54 °C erreicht, d.h. die Zirkulationsverluste lagen bei ca. 6-8°C. Die mittlere Umwälzleistung der Zirkulationspumpe beträgt 4 m³/h.

Anfang Dezember 2007 wurde die Aquadron[®] Anlage für die volumenproportionale Behandlung des Warmwassers in Betrieb genommen (siehe Abb. 2).

Die Inbetriebnahmephase der Anlage wurde von der INNOWATECH GmbH intensiv begleitet. Zur Überwachung des Sanierungsverlaufes wurden gemäß Beprobungsplan regelmäßige Trinkwasserproben entnommen und mikrobiologisch untersucht. Nachdem bei mehreren Beprobungen keine Legionellen mehr nachgewiesen werden

konnten, wurde bereits im Februar 2008 mit der Absenkung der Warmwassertemperatur begonnen. Die Absenkung erfolgte stufenweise, begleitet durch regelmäßige Kontrollen der Trinkwasserhygiene.



Abb. 2: INNOWATECH Aquadron® Anlage

Aktuell erfolgt die Warmwasserversorgung mit einer Temperatur von 50°C, die Temperatur am Zirkulationsrücklauf beträgt nun ca. 44-46°C. Bei Senkung der Warmwassertemperatur um ca. 10°C konnten also die Temperaturverluste um 2 °C reduziert werden.

Nachfolgende Rechnung zeigt die Einsparung, die durch den reduzierten Wärmeverlust im Bereich der Warmwasserzirkulation realisiert wurden:

$$\Delta Q = c * m * \Delta T \quad (\text{Energieeinsparung})$$

$$c = 1,16 \text{ kwh/m}^3 \quad (\text{spez. Wärmekapazität von Wasser})$$

$$m = 4 \text{ m}^3 \quad (\text{Umwälzleistung der Zirkulationspumpe})$$

$$\Delta T = 2^\circ\text{C} \quad (\text{Reduktion des Wärmeverlustes})$$

$$\rightarrow \Delta Q_h = 1,16 \text{ kwh/m}^3 * 4 \text{ m}^3/\text{h} * 2^\circ\text{C} = \mathbf{9,28 \text{ kwh pro Stunde}}$$

Die Warmwasserbereitung ist das ganze Jahr in Betrieb, so ergibt sich für ein Jahr folgende Rechnung:

$$\rightarrow \Delta Q_a = 9,28 \text{ kwh/h} * 8.760 \text{ h} = \mathbf{81.293 \text{ kwh pro Jahr}}$$

Bei Energiekosten von 0,10 € pro kwh ließen sich bei dieser Einrichtung durch Reduktion der Zirkulationsverluste **8.129 € pro Jahr** einsparen.

Zusätzlich zu den Einsparungen bei der Warmwasserbereitung zeigen sich weitere Vorteile der geringeren Temperaturen. In der Klinik liegt eine hohe Wasserhärte von 20-21 °dH vor und dementsprechend steigt mit zunehmender Wassertemperatur die Kalkausfällung. Die geringeren Wassertemperaturen bewirken demnach eine geringere Verkalkung des Warmwassersystems, so dass die Wartungs- und Instandhaltungskosten sich merklich verringern.

Diskussion

Die Anforderungen an die Trinkwasserhygiene, vor allem in Krankenhäusern, werden sich zukünftig weiter erhöhen und Hygieneprobleme sind trotz Beachtung aller installationstechnischen Maßnahmen nicht auszuschließen. Vor allem bestehende Installationssysteme können für groß angelegte Sanierungsmaßnahmen nicht über längere Zeit stillgelegt werden, selbst wenn die dafür notwendigen finanziellen Mittel zur Verfügung stünden. Von den möglichen verfahrenstechnischen Maßnahmen ist die kontinuierliche Trinkwasserdesinfektion mittels Membranzellenelektrolyse das Verfahren, welches sich in den letzten Jahren in der Praxis bewährt hat. Selbstverständlich erfordert die kontinuierliche Trinkwasserbehandlung mit Anolyte entsprechende Sorgfalt bei Planung, Installation und Betrieb. Ist diese Voraussetzung gegeben, garantiert die kontinuierliche Behandlung höchst mögliche Trinkwasserhygiene ohne schädliche Nebeneffekte.

Lebenslauf:

1987-1994 Studium der Geologie an der Universität Tübingen
1994-2006 Tätigkeit als Hydrogeologe
1995-1998 Studium der Betriebswirtschaft an der VWA Stuttgart
seit 2007 Vertriebsbeauftragter INNOWATECH GmbH



Reimund Hauser, Dipl. Geologe / Betriebswirt (VWA)
INNOWATECH GmbH
Raichbergstraße 19
72160 Horb a.N.
Tel. +49 (0)7451 / 55 69 98 11
Fax +49 (0)7451 / 55 69 98 55
reimundhauser@innowatech.de
www.innowatech.de