

Wasser für den menschlichen Gebrauch - Eine Quelle für nosokomiale Infektionen



Wie gelangt das Wasser zum Wasserhahn?

Trinkwasser gehört zu den am besten kontrollierten Lebensmitteln in den westlichen Ländern. Daher ist nur schwer vorstellbar, dass Wasser für den menschlichen Gebrauch aus Wasserhähnen, Duschen und sonstigen Wasserquellen innerhalb von Gebäuden Krankheitserreger enthalten kann. Dennoch gelten häusliche Wasserleitungssysteme als eine stark unterschätzte Quelle für im Krankenhaus erworbene Infektionen, und in den vergangenen Jahren wurde vermehrt über Ausbrüche durch Wasserbakterien berichtet.^{1,2}



Quelle Wasserwerk Verbraucher

Trinkwasser wird in erster Linie aus Grund- oder Oberflächenwasser gewonnen, das in Wasserwerken gereinigt wird. Nach mehreren Reinigungsschritten wird das hygienisch einwandfreie Wasser an die Verbraucher geliefert. Dabei fließt es zunächst kalt und kontinuierlich durch Rohre mit großem Durchmesser.

Diese Situation ändert sich jedoch nach der Einleitung des Wassers in ein Gebäude.²

Dort reduziert sich die Fließgeschwindigkeit, und es kommt zu einer Erwärmung des Wassers. Es fließt durch komplexe, bis zu 50 km lange Leitungssysteme mit engen Rohren, die häufig korrodierte Innenflächen und "tote Enden" aufweisen. In solchen Leitungen herrschen optimale Bedingungen für die Bildung eines Biofilms. Aus dem Biofilm können jederzeit Bakterien in das Wasser übertreten.^{3,4}

Was ist der Biofilm und wie entwickelt er sich?

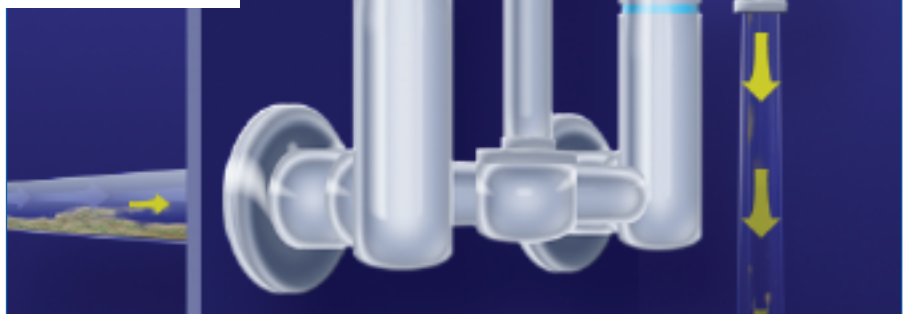
Biofilm bildet sich an verschiedenen Orten, wo Flüssigkeiten in Kontakt mit Flächen treten – mehr als 99 % der Bakterien leben in Biofilmen. Auch in einem typischen Wasserleitungssystem lebt nur ein kleiner Anteil von Wasserkeimen planktonisch (d.h. frei im fließenden Wasser).^{3,4} In der Regel wird nur die planktonische Form von Wasserkeimen in Wasserproben detektiert. In neueren Wasserleitungssystemen kann sich der Biofilm innerhalb von wenigen Tagen bilden, auch wenn das Wasser die Trinkwasserkriterien erfüllt ($< 100 \text{ KBE/ml}$).²

Die Bildung eines Biofilms beginnt mit der Ablagerung von organischen und anorganischen Partikeln und Nährstoffen an den Innenflächen von Wasserrohren (Konditionierung). Nach erfolgreicher Anheftung von Bakterien kommt es zu einer raschen Vermehrung und zur Ausscheidung eines die Bakterien schützenden, extrazellulären Schleims – im Ergebnis also zur Ausbildung eines komplexen Biofilms. Mit dessen zunehmender Ausprägung können sich einzelne Teile ablösen und an anderen Stellen wieder festsetzen.³

Wie wird die Wasserqualität vom Biofilm beeinflusst?

Innerhalb des Biofilms sind die Mikroorganismen resistenter gegenüber chemischen und thermischen Desinfektionsmethoden.² Dadurch ist es extrem schwierig, einen einmal gebildeten Biofilm komplett zu entfernen.

Eine weitere besondere Eigenschaft des Biofilms ist die unvorhersehbare Freisetzung von Partikeln und Bakterien in den Wasserfluss, was zu großen Abweichungen der Keimzahlen in den Wasserentnahmestellen führen kann.²⁻⁴ Somit können mehrere, aus derselben Wasserstelle innerhalb kurzer Zeit entnommene Proben signifikant unterschiedliche Ergebnisse liefern. Verschiedene Autoren haben gezeigt, dass bei Verdacht auf wasserassoziierte Infektionen zusätzlich Abstriche der inneren Rohroberflächen sinnvoll sind.^{5,6} Außerdem besitzen im Biofilm lebende Bakterien eine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber antimikrobiellen Behandlungen als planktonische Zellen.³



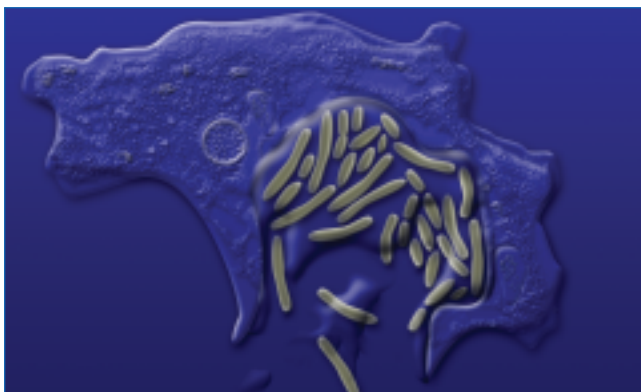
Welche Mikroorganismen leben im Biofilm?

Biofilme enthalten eine Vielzahl wasserassoziierter Mikroorganismen. Dazu gehören **Protozoen** (z.B. *Acanthamoeba*), **Pilze** (z.B. *Aspergillus* spp.), **Viren** und eine Anzahl humanpathogener **Bakterien**.^{3,4} Zu den im Biofilm lebenden Bakterien, die für immungeschwächte Patienten gefährlich sein können, gehören *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila*, nicht-tuberkulöse Mykobakterien, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter baumannii*, *Chrysobacterium* spp., *Sphingomonas* spp. und *Klebsiella* spp.^{3,4}

Die umfangreichsten Daten bezüglich der Kolonisierung des Biofilms liegen zu *Legionella pneumophila* vor, einer Bakterienart, die sowohl zentrale Bereiche (z.B. Wassertanks) als auch periphere Auslässe gleichermaßen besiedeln kann.^{1,2,7} *Pseudomonas aeruginosa* verursacht schwere Infektionen auf Intensivstationen und wird meist an peripheren Entnahmestellen nachgewiesen.^{8,9}

Welche Rolle spielen Amöben im Biofilm?

Amöben sind ein bedeutender Wirtsorganismus für Bakterien im Biofilm. *L. pneumophila*, *Mycobacteria* spp. und andere "Amöben-resistente" Bakterien können sich sicher in diesen Protozoen vermehren.^{2,10} Die Legionellen werden mittels Phagozytose in die Amöben aufgenommen und vermehren sich innerhalb einer Vakuole, ohne der Gefahr einer Verdauung durch die Amöben ausgesetzt zu sein. Wenn die intrazelluläre Vermehrung der Legionellen ein bestimmtes Stadium erreicht hat, platzen die Amöben auf, und die Legionellen werden stoßartig in das Wassersystem freigesetzt.¹¹

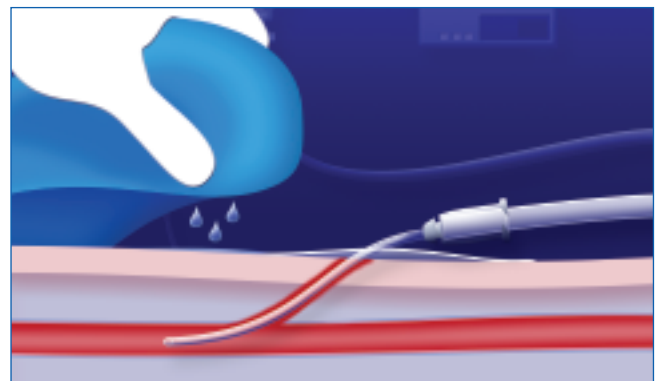


Warum ist *Pseudomonas aeruginosa* ein besonderes Problem?

Pseudomonas aeruginosa stellt eines der problematischsten Bakterien in Gesundheitseinrichtungen dar und ist für 10 – 20 % aller auf Intensivstationen auftretenden nosokomialen Infektionen (Pneumonien, Wund- und Harnwegsinfektionen, Sepsis) verantwortlich.⁸

Verschiedene Studien haben belegt, dass **bis zu 42 %** der nosokomialen *P. aeruginosa*-Infektionen direkt auf das Wasserleitungssystem zurückzuführen sind.¹²⁻¹⁴ Infektionsketten von Wasserhähnen zu Patienten und zurück sowie von Patient zu Patient wurden nachgewiesen. Es gibt zwei Hauptgründe, warum *P. aeruginosa* eine besondere Rolle in Krankenhäusern spielt:

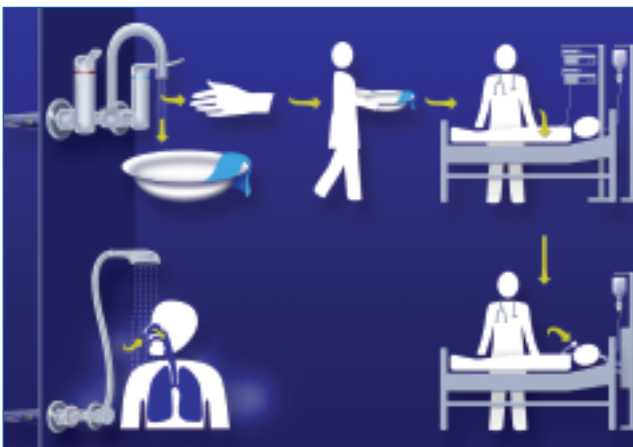
- *P. aeruginosa* kann sehr einfach alle Arten von Flüssigkeiten (auch destilliertes Wasser) und feuchte Nischen kolonisieren und bildet rasch Biofilme.⁸
- *P. aeruginosa* Stämme haben multiple Resistenzen gegen Antibiotika entwickelt, wodurch eine effektive Behandlung dagegen zunehmend kompliziert und kostenintensiv wird.^{1,15}



Was sind die Hauptübertragungswege vom Wassersystem zum Patienten?

Im "Wassersicherheitsplan" der Weltgesundheitsorganisation (WHO) werden drei Hauptübertragungswege für im Wasser enthaltene Krankheitserreger beschrieben: Trinken, Inhalation und Kontakt.²

Die letztgenannten Übertragungswege gelten beispielsweise für *Legionella* spp. (Inhalation/ Aspiration) und *Pseudomonas* spp. (Kontakt). Wie aber können sich Intensivpatienten infizieren, wenn der Wasserhahn mehrere Meter von ihrem Bett entfernt ist und die Patienten nicht mobil sind?



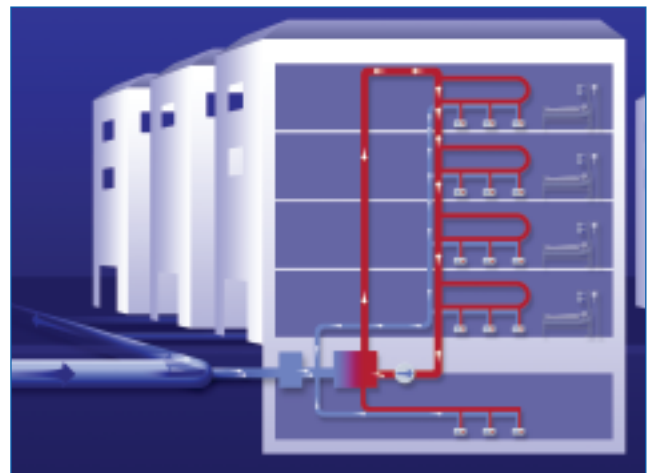
Im Rahmen der täglichen Routine wird Leitungswasser oft zur Körperpflege von Patienten verwendet.

Insbesondere Intensivpatienten werden häufig über verschiedene Zugänge (z.B. Katheter in der Infusionstherapie) therapeutisch versorgt. Diese medizinisch notwendigen Zugänge repräsentieren mögliche Eintrittspforten für Bakterien. Tröpfchen mit kontaminiertem Wasser oder kontaminierte Hände des Pflegepersonals können versehentlich mit diesen Eintrittsstellen in Kontakt kommen. Rogues et al. haben unlängst berichtet, dass 14 % der Hände des Pflegepersonals auf Intensivstationen *Pseudomonas*-positiv waren, wenn sie mit kontaminiertem Leitungswasser gewaschen wurden, und 12 % positiv waren, wenn der letzte Kontakt mit einem *Pseudomonas*-positiven Patienten erfolgt ist.¹⁶ Auch Mineralwasser ist als Quelle nosokomialer *Pseudomonas*-Infektionen auf Intensivstationen beschrieben worden.¹⁷ *P. aeruginosa* ist außerdem ein typischer Erreger bei Wundinfektionen. Daher sollten akute und chronische Wunden nur mit hygienisch einwandfreiem Wasser in Kontakt kommen. Immungeschwächte Patienten, denen das Duschen erlaubt ist (z.B. nach Knochenmarktransplantation), sollten vor der Inhalation bzw. Aspiration schädlicher Erreger wie *L. pneumophila* geschützt werden.

Warum sind systemische Desinfektionsverfahren nur bedingt erfolgreich in der Biofilmentfernung?

Zusätzliche Schutzmaßnahmen in der Wasserhygiene wären überflüssig, wenn es allein mit thermischen und chemischen Desinfektionsmaßnahmen gelänge, alle Krankheitserreger aus dem Wasserleitungsnetz zu entfernen. **Wegen des komplexen Aufbaus des Wasserleitungssystems in großen Gebäuden** (z. B. Totstränge, korrodierte Wasserleitungen, zu niedrige Warmwassertemperatur unter 55°C in den Warmwasserleitungen und Aufwärmung der Kaltwasserleitungen) ist eine vollständige und andauernde Entfernung des Biofilms jedoch kaum möglich.

Thermische Desinfektionsverfahren ("Heat and Flush", d. h. gleichzeitiges Durchspülen aller Wasserausgänge über eine Dauer von drei Minuten bei > 70 °C) haben nur kurzfristige Wirkung.⁵ Während diese Verfahren effektiv gegen die planktonischen Bakterien sind, können in Biofilm lebende Bakterien überleben und nach kurzer Zeit aus dem Biofilm freigesetzt werden. Thermische Verfahren bergen das zusätzliche Risiko, dass sich die Kaltwasser-



leitungen, wenn sie durch denselben Rohrkanal verlaufen und nicht genügend isoliert sind, aufwärmen können.¹⁸

Chemische Verfahren wirken bakterizid auf planktonische Bakterien. Aber auch mittels Chemie ist die vollständige Entfernung des Biofilms in großen Gebäuden äußerst schwierig.^{5,19} **Daher sollte bei der Verwendung von**

Leitungswasser in Bereichen, in denen sich immungeschwächte Patienten aufhalten, für zusätzlichen Schutz gesorgt werden.

Eine der am häufigsten empfohlenen Maßnahmen zur Gewährleistung einer möglichst hohen Wassersicherheit in Hochrisikobereichen ist der Einsatz von endständigen Sterilfiltern.

Wo werden endständige Wasserfilter verwendet?

Endständige Sterilfilter werden als **dauerhafte präventive Maßnahme in Bereichen eingesetzt, in denen stark immungeschwächte Patienten** in Kontakt mit Wasser kommen.^{2,6,19-21} Dazu gehören insbesondere Stationen für Knochenmarktransplantationen, Organtransplantationen, Verbrennungspatienten, Neonaten, hämatologisch/onkologische Erkrankungen sowie Intensivstationen. Auch an Geburtswannen, in Küchen zur Bereitung von



Mahlzeiten für Risikopatienten und in geriatrischen Abteilungen können endständige Filter zum Einsatz kommen. Die Sterilfiltration von Wasser wird zudem auch bei der Endoskopaufbereitung empfohlen, da der letzte Spülschritt zur Entfernung der Desinfektionsmittel mit hygienisch einwandfreiem Wasser erfolgen muss.

Die endständige Filtration wird zunehmend auch außerhalb von Krankenhäusern in Bereichen verwendet, in denen sich immungeschwächte Patienten aufhalten. Dazu gehören unter anderem Rehabilitationszentren und Pflegeheime sowie die häusliche Umgebung von Patienten mit chronischer Immunschwäche bzw. chronischen Wunden.

Endständige Filter bieten den Vorteil, dass sie schnell installiert werden können und sofort hygienisch einwandfreies Wasser liefern. Somit ist ihre Verwendung **als sofortige und hocheffektive Schutzmaßnahme** auch in öffentlichen Gebäuden, Schwimmbädern, Sportzentren oder Hotels in Ausbruchfällen möglich.

Was muss bei der endständigen Sterilfiltration beachtet werden?

Endständige Sterilfilter liefern Wasser über eine zur Sterilfiltration nach internationalen Normen validierte Membran (**Retention von 10^7 *Brevundimonas diminuta*/cm² Membranoberfläche**).²²

Da Filter meist in feuchten Umgebungen für alltägliche Maßnahmen der Körperhygiene verwendet werden, besteht generell das Risiko einer Kontamination des Filterauslasses. Um das **Risiko einer retrograden Kontamination zu minimieren**, enthalten die endständigen Pall-Aquasafe™ Wasserfilter im gesamten Gehäuse ein nicht-lösliches, bakteriostatisches Additiv. Alle Pall-Aquasafe Filter werden vor Markteinführung über Laborvalidierung, klinische Feldversuche und unabhängige Studien auf ihre hygienische Sicherheit geprüft. Bei der Anwendung der Filter ist zu beachten, dass die geforderte Wasserqualität nur bei regelmäßigem Filterwechsel gemäß den Anleitungen des Herstellers gewährleistet werden kann.



Zur bequemen Dokumentation des Filterwechsels sind auf Pall-Wasserfiltern abziehbare Beschriftungsetiketten angebracht. Zudem können die Wechsel mit einer speziellen Software (Pall-Aquasafe Data) elektronisch überwacht werden, um eine lückenlose Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten.

Die Verwendung spezieller Schnellkupplungen ermöglicht ein **bequemes Auswechseln innerhalb von Sekunden**. Während der Filterlebensdauer sorgt eine integrierte Vorfiltration für hohe Flussraten. Da die endständige Wasserfiltration synergistisch mit systemischen Behandlungen wie kontinuierliches Heizen (bei 60 °C), kurzzeitige "Heat and Flush"-Prozeduren (bei 70 °C) und Chlordioxid-Behandlungen (bis 1 ppm) sein soll, müssen

alle Filtermaterialien **mit diesen Desinfektionsverfahren kompatibel** sein. Darüber hinaus muss das filtrierte Wasser die Trinkwasser-Anforderungen erfüllen. Wasserfilter dürfen die Beschaffenheit des filtrierten Wassers nicht durch Abgabe chemischer Stoffe verändern. Alle Pall-Aquasafe Wasserfilter sind diesbezüglich entsprechend den Anforderungen nach KTW (Prüfmethode für Kunststoffe in Trinkwasser) geprüft und als unbedenklich eingestuft.²³

Welche Empfehlungen gibt es für die endständige Wasserfiltration?

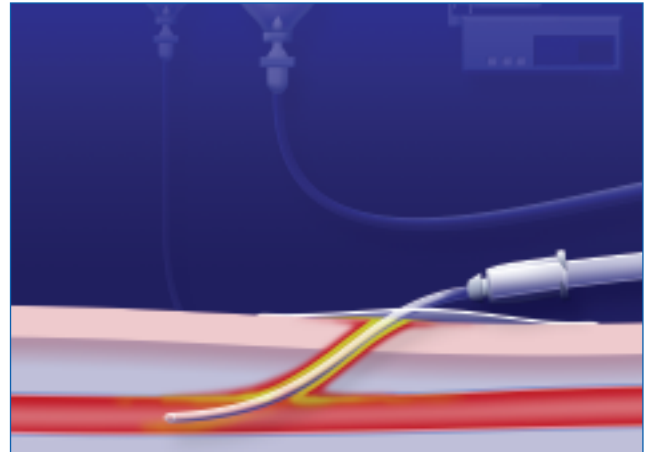
In Europa gibt es mehrere Empfehlungen und Richtlinien für die endständige Sterilfiltration. In Frankreich sind Einrichtungen des Gesundheitswesens nach einer Richtlinie des französischen Gesundheitsministeriums seit 2002 dazu angewiesen, in **Hochrisikobereichen** Sterilfilter zu installieren.²⁴ Das Robert Koch-Institut (RKI) empfiehlt seit 2002 die Sterilfiltration für den letzten Reinigungsdurchgang bei der Endoskopaufbereitung.²⁵

Nach Aussage des britischen Yorkshire Cancer Network ist endständig filtriertes Wasser als Trinkwasser für immungeschwächte onkologische Patienten am besten geeignet.²⁶ Seit 2006 hat das deutsche Umweltbundesamt für Hochrisikobereiche in Krankenhäusern einen **Legionellengehalt von 0 KBE/100 ml als Zielwert** vorgegeben. Ein Legionellengehalt von 1 KBE/100 ml gilt als Risikofaktor und es wird in dem Fall eine Nutzungseinschränkung der Wasserstellen oder die endständige Filtration als Maßnahme empfohlen.²⁷ In der WHO-Publikation "Legionella and the prevention of Legionellosis" (2007) werden endständige Sterilfilter für Hochrisikobereiche, wie z. B. Transplantationseinheiten und Intensivstationen, empfohlen, wenn legionellenfreies Wasser (0 KBE/1000 ml) auf einem anderen Weg nicht erhalten werden kann.⁷

Für *P. aeruginosa* wurde in Krankenhäusern und sonstigen medizinischen Einrichtungen ebenfalls ein Höchstwert von 0 KBE/100 ml festgelegt. Neben diesen Empfehlungen existieren zahlreiche klinische Berichte von Autoren, die die Leistung endständiger Filter in Einrichtungen des Gesundheitswesens untersucht und deren hohe Effizienz nachgewiesen haben.^{6,20,21,27,28}

Gibt es Studien zur Senkung von Infektionen nach Installation endständiger Filter?

Die Verwendung endständiger Filter (Pall-Aquasafe) während eines Ausbruchs von *Pseudomonas aeruginosa*-Infektionen auf einer hämatologischen Station führte zum **signifikanten Rückgang der Bakterienbesiedlung und der Infektionen**.⁶ Vor Filtrationsbeginn beobachteten die



Untersucher eine signifikante Zunahme von *P. aeruginosa*-Bakteriämien. Die umfassendere Überprüfung von Wasserproben und Abstrichen zeigte, dass 63 % der Wasserstellen *P. aeruginosa*-positiv waren. Nach der Einführung endständiger Sterilfilter sank die Inzidenz der *P. aeruginosa* Besiedlungen sowie der Bakteriämien signifikant.⁶

In einer weiteren Studie von Trautmann et al. wurden endemische Infektionen und Besiedlungen mit *P. aeruginosa* auf einer chirurgischen Intensivstation über einen Zeitraum von 24 Monaten beschrieben.³⁰ Verschiedene hygienische Maßnahmen wie die selektive Dekontamination des Verdauungstrakts, der regelmäßige Wechsel der Perlatoren oder der Einsatz von Mineralwasser für die Mundhygiene haben zu keiner signifikanten Reduktion der *Pseudomonas*-positiven Patienten geführt. Im Gegensatz hierzu zeigte der Vergleich zwischen dem zwölfmonatigen Präfilterzeitraum (n = 649 Patienten) und dem zwölfmonatigen Filterzeitraum (n = 585) **signifikante Reduktionen der Besiedlungen um 85 %** ($p < 0,0001$) **und der Infektionen um 56 %** ($p < 0,0003$) nach Einsatz der endständigen Sterilfilter.³¹ Außerdem war der Verbrauch antipseudomonaler Antibiotika, wie Ceftazidim und Carbapenem, im Filterzeitraum geringer.

Van der Mee-Marquet et al. legten einen Bericht über eine fünfjährige Untersuchung in einer Intensivstation mit insgesamt 23.611 Patiententagen vor.³¹ Nach der

Installation endständiger Filter verzeichneten die Autoren einen Rückgang an *P. aeruginosa*-Infektionen der Lunge, des Blutkreislaufs und der Harnwege von 8,7/1000 Patiententage vor der Filtration auf 3,9/1000 Patiententage nach der Filtration. Noch markanter war der Rückgang an Infektionen durch multisensible, isolierte *P. aeruginosa* Stämme, die mit großer Wahrscheinlichkeit direkt aus dem Wasser stammten.

Wie stellen sich die Kosten dar?

Beim Kostenvergleich zwischen steril abgefülltem Wasser, kommerziell erhältlichem Mineralwasser und sterilfiltriertem Wasser als Trinkwasser für stark immungeschwächte Patienten ergaben sich signifikante Kostenvorteile für den Einsatz endständiger Einmalfilter.²¹ Tu et al. zeigten kürzlich, dass der Einsatz endständiger Sterilfilter in einem klinischen Labor, welches Routinediagnostik für Tuberkulose mit Hilfe der schnellen säurebeständigen Färbung durchführt, zur Reduktion der Anzahl der falsch positiven Ergebnisse aufgrund der Kontamination des Wassers mit nicht-tuberkulösen Mykobakterien führte.³²

Im Allgemeinen tragen die wasserassoziierten Infektionen zur Anzahl nosokomialer Infektionen weltweit bei.² Mit jeder wasserassoziierten Infektion sind auch eine erhöhte Morbidität und Mortalität der Patienten sowie erhebliche Folgekosten verbunden. Der Wert der endständigen Filtration muss daher hauptsächlich von einem präventiven Standpunkt aus beurteilt werden. Zum Beispiel ist *P. aeruginosa* für Infektionen des Blutkreislaufs, der Harnwege, der chirurgischen Wunden sowie für Pneumonien auf Intensivstationen verantwortlich.⁸ Solche Infektionen auf Intensivstationen können leicht Kosten von 15.000 € und mehr pro Patient verursachen.³³⁻³⁵

Die Kostenersparnis nach Installation endständiger Sterilfilter an 7 Wasserstellen einer Intensivstation wurde in einer neuen Studie aufgrund des Rückgangs der *Pseudomonas*-Infektionen auf \$ 64.000 pro Jahr geschätzt.³⁰

Literaturverzeichnis

- 1) Anaisie EJ., et al., "The hospital water supply as a source of nosocomial infections: a plea for action". Arch Intern Med, 162:1483-1492, 2002
- 2) Exner M. et al., "Prevention and control of health care-associated waterborne infections in health care facilities", Am J Infect Control, 33(5):26-40, 2005
- 3) Lindsay D. & von Holy A., "Bacterial biofilm within the clinical setting: What healthcare professionals should know", J Hosp Infect, 64:313-325, 2006
- 4) Kreysig D., "Der Biofilm – Bildung, Eigenschaften und Wirkungen", veröffentlicht in Bioforum, GfT Verlag, Darmstadt/Germany, 24:40-43, 2001
- 5) Blanc D. et al., "Water disinfection with ozone, copper and silver ions, and temperature increase to control Legionella: seven years of experience in a university teaching hospital", J Hosp Infect, 60:69-72, 2005
- 6) Vianelli N. et al., "Resolution of a Pseudomonas aeruginosa outbreak in a haematology unit with the use of disposable sterile water filters" Haematologica, 91:983-985, 2006
- 7) J. Bartram, Y. Chartier, J.V. Lee, K. Pond & S. Surman-Lee, "Legionella and the prevention of Legionellosis", WHO Press, World Health Organization, Geneva/Switzerland, 2007
- 8) Wunderink RG. & Mendoza DL., "Epidemiology of Pseudomonas aeruginosa in the intensive care unit", veröffentlicht in "Infectious diseases in critical care"; Springer Verlag, 218-225, 2007
- 9) Trautmann M. et al., "Common RAPD pattern of Pseudomonas aeruginosa from patients and tap water in medical intensive care unit", Int J Hyg Environ Health, 209:325-331, 2006
- 10) Drancourt M., Adékambi T. & Raoult D., "Interactions between Mycobacterium xenopi, amoeba and human cells", J Hosp Infect, 65:138-142, 2007
- 11) Winiacka-Krusnell J. & Linder E., "Free living amoeba protecting Legionella in water: The tip of an iceberg?", Scand J Infect Dis, 31:383-385, 1999
- 12) Reuter S. et al., "Analysis of transmission pathways of Pseudomonas aeruginosa between patients and tap water outlets". Crit Care Med, 10:2222-2228, 2002
- 13) Blanc DS. et al., "Faucets as a reservoir of endemic Pseudomonas aeruginosa colonization/infections in intensive care units" Intensive Care Med, 30: 1964-1968, 2004
- 14) Vallés J. et al., "Patterns of colonization by Pseudomonas aeruginosa in intubated patients: a 3-year prospective study of 1.607 isolates using pulsed-field gel electrophoresis with implications for prevention of ventilator-associated pneumonia". Intensive Care Med, 30:1768-1775, 2004
- 15) Jung R. et al., "Surveillance of multi-drug resistant Pseudomonas aeruginosa in an urban tertiary-care teaching hospital", J Hosp Infect, 57:105-111, 2004
- 16) Rogues AM. et al., "Contribution of tap water to patient colonisation with Pseudomonas aeruginosa in a medical intensive care unit", J Hosp Infect, 67:72-78, 2007
- 17) Eckmanns T. et al., "An outbreak of hospital-acquired Pseudomonas aeruginosa infections caused by contaminated bottled water in intensive care units", Clin Microbiol Infect 14:454-458, 2008
- 18) Patterson et al., "Colonization of transplant unit water supplies with Legionella and protozoa: precautions required to reduce the risk of legionellosis", J Hosp Infect, 37:7-17, 1997
- 19) Eckmanns T. et al., "Prevention of nosocomial Legionnaire's disease", Dtsch Arztebl, 103:1294-1300, 2006
- 20) Trautmann M. et al., "Ecology of Pseudomonas aeruginosa in the intensive care unit and the evolving role of water outlets as a reservoir of the organism". Am J Infect Control, 33(5):41-49, 2005
- 21) Hall J. et al., "Provision of safe potable water for immunocompromised patients in hospital", J Hosp Infect, 58:155-158, 2004
- 22) American Standard Test Method (ASTM) F838-05 "Determining Bacterial Retention of Membrane Filters Utilised for Liquid Filtration"
- 23) "Leitlinie des Umweltbundesamtes zur veränderten Durchführung der KTW-Prüfungen bis zur Gültigkeit des Europäischen Akzeptanzsystems für Bauprodukte im Kontakt mit Trinkwasser (EAS)", Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz, 48:1409-1415, 2005
- 24) Circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé, April 22nd, 2002
- 25) Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI) "Anforderung an die Hygiene bei der Aufbereitung flexibler Endoskope und endoskopischen Zusatzinstrumentariums", Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz, 45:395-411, 2002
- 26) Yorkshire Cancer Network, "Provision of safe drinking water for cancer patients with immunocompromised", www.yorkshire-cancer-net.org.uk, 2005
- 27) "Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit", Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz, 49:697-700, 2006
- 28) Sheffer P.J. et al., "Efficacy of new point-of-use water filter for preventing exposure to Legionella and waterborne bacteria", Am J Infect Control, 33(5):20-25, 2005
- 29) Harpel S. et al., "Performance of a new 14 day water filter during daily use in clinical routine at two university medical centers", J Hosp Infect, 64 (Suppl.1):47, 2006
- 30) Trautmann M. et al., "Point-of-use water filtration reduces endemic Pseudomonas aeruginosa infections on a surgical intensive care unit", Am J Infect Control, 36:421-429, 2008
- 31) Van der Mee-Marquet N. et al., "Water Microfiltration: A procedure to prevent Pseudomonas aeruginosa infection", XVIe Congrès National de la Société Française d'Hygiène Hospitalière, Reims, Livre des Résumés, 137, June 4th 2005
- 32) Tu HZ. et al., "Use of disposable water filter for prevention of false-positive results due to nontuberculosis Mycobacteria in a clinical laboratory performing routine acid-fast staining for tuberculosis", Appl Env Microbiol, 73(19):6296-6298, 2007
- 33) Pirson et al., "Cost associated with hospital-acquired bacteraemia in a Belgian hospital", J Hosp Infect, 59:33-40, 2005
- 34) Murphy D., Whiting J. & Hollenbeak CS., "Dispelling the myths: The true cost of health care associated infections", APIC Briefing, Febr. 2007, www.apic.org
- 35) Warren KD. et al., "Attributable cost of catheter-associated bloodstream infections among intensive care patients in a nonteaching hospital" Crit Care Med, 34:2084-2089, 2006



Medical

Pall International Sàrl
Avenue de Tivoli 3
1700 Fribourg, Switzerland

Vertrieb durch:

medishop
www.medishop.de

medishop
Medizinischer Handel
Jürgen Single
Schulze-Delitzsch-Str. 15
71706 Markgröningen
Tel.: 07145-991 666-0
Fax: 07145-991 666-9
eMail: kontakt@medishop.de
Internet: www.medishop.de

Quick Connection, Immediate Protection. 2/10, PDF, UK GN09.3729

Visit us on the Web at www.pall.com/medical

Internationale Niederlassungen

Die Pall Corporation hat Niederlassungen und Zweigstellen in der ganzen Welt, unter anderem in Argentinien, Australien, Belgien, Brasilien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Indonesien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Malaysia, Mexiko, Neuseeland, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Puerto Rico, Russland, Schweden, Schweiz, Singapur, Spanien, Südafrika, Taiwan, Thailand, USA und Venezuela. In allen großen Industrieregionen der Welt befinden sich Vertretungen.

Die Informationen in dieser Druckschrift entsprechen dem Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Drucklegung. Änderungen der Produktangaben sind vorbehalten. Wenden Sie sich für aktuelle Informationen bitte an Ihre regionale Pall-Vertretung oder direkt an Pall.

© 2010, Pall Europe. Pall, und Pall-Aquasafe sind Warenzeichen der Pall Corporation. © indicates a trademark registered in the USA, and TM indicates a common law trademark.

PN33503
version 2/2010