

Nutzungseinschränkungen vermeiden

Legionellen in der Trinkwasserinstallation: Was sollten notfallmäßig installierte Sterilwasserfilter leisten?

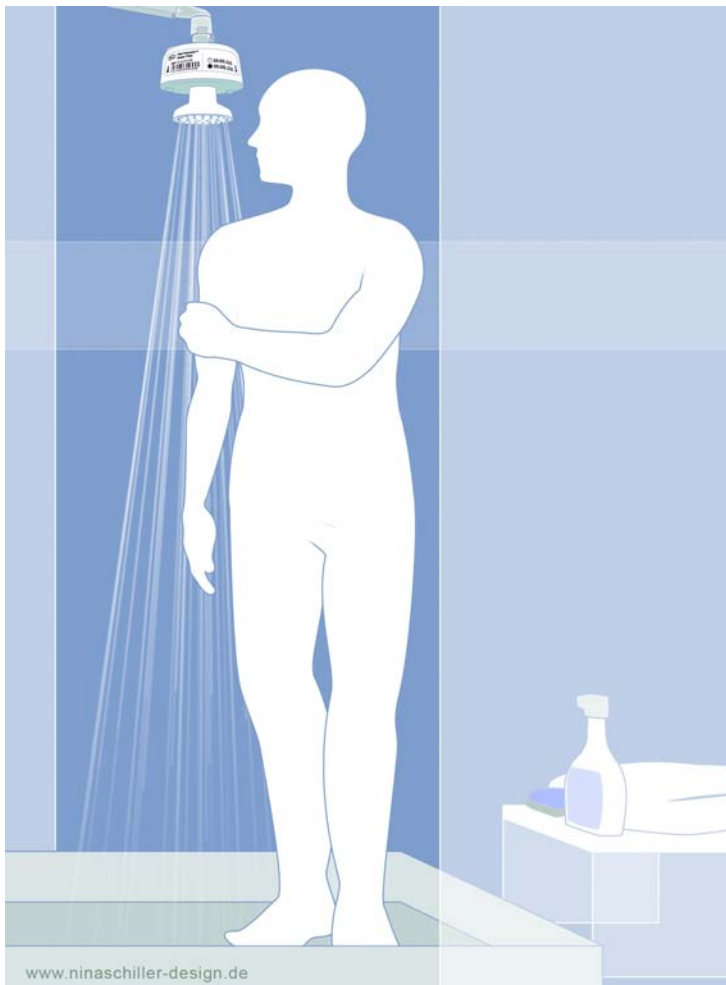
Am 1. November 2011 ist eine Novellierung der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) in Kraft getreten, die unter anderem darauf zielt, Verbraucher besser vor Legionelleninfektionen zu schützen. Mit Legionellen belastete Trinkwasseranlagen sollen durch eine erweiterte Untersuchungspflicht zukünftig auch in Mietshäusern zuverlässiger identifiziert und mit Blick auf eine Verringerung von Gesundheitsrisiken fachgerecht saniert werden. Eine schwierige Konstellation für Vermieter und Mieter ist bei Anlagen gegeben, die so stark kontaminiert sind, dass bis zur erfolgten Sanierung eine Nutzungseinschränkung mit Duschverbot angeordnet werden müsste. In diesen Fällen kann die Installation endständiger Wassersterilfilter als vorübergehende Notfallmaßnahme hilfreich sein. Die zuständigen Gesundheitsämter stehen entsprechenden Vorschlägen meist offen gegenüber, wie erste Erfahrungen zeigen. Voraussetzung ist, dass für die gewählten Filter eine gute Validierung existiert und die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Systeme auf der Basis der mitgelieferten Dokumentation nachvollziehbar ist.

Legionellen vermehren sich insbesondere in warmem stehendem Wasser. Sie gelangen in den menschlichen Körper, wenn sie, z.B. beim Duschen, gemeinsam mit kleinsten Wassertröpfchen eingeatmet werden. Je nach Disposition und Gesundheitszustand des Betroffenen und in Abhängigkeit von der Virulenz der Legionellen kann es zum Auftreten des grippeähnlichen Pontiac-Fiebers kommen oder zur Entwicklung einer Legionellose, die häufig deutlich schwerer verläuft und in sechs bis sieben Prozent der Fälle einen tödlichen Ausgang nimmt. Ein besonderes Risiko für einen schweren Verlauf der Infektion tragen Personen mit einem krankheits- oder altersbedingt geschwächten Immunsystem. Doch auch ansonsten gesunde Personen können davon in selteneren Fällen betroffen sein.

Unter die Untersuchungspflicht fallen Anlagen, die z.B. über Duschen eine Vernebelung des Trinkwassers verursachen

Untersuchungspflicht bei Großanlagen zur Warmwasserbereitung

Diese Beobachtungen in Verbindung mit dem Bewusstsein, dass wirksame Prävention in der Regel mit einem akzeptablen Aufwand möglich ist, haben zu den aktuell erweiterten Maßnahmen beim Infektionsschutz geführt. Dabei schließt die novellierte TrinkwV Trinkwasseranlagen neben öffentlichen jetzt auch gewerblich genutzte Immobilien (Mietshäuser) ein, die über eine zentrale Warmwasserbereitung von mindestens 400 Liter Inhalt verfügen (Großanlagen) sowie Anlagen mit einem Wasservolumen von mindestens drei Litern in der Warmwasserleitung zwischen Speicher und letzter Entnahmearmatur. Unter die Untersuchungspflicht fallen Anlagen, die über Duschen oder andere Anlageteile verfügen, die eine Vernebelung des Trinkwassers verursachen. Die TrinkwV sieht hier eine jährliche orientierende Untersuchung durch akkreditierte Labore vor; bei Unterlassung drohen empfindliche Bußgelder. Wird einem Vermieter die Abgabe von bedenklich kontaminiertem Wasser nachgewiesen, kann dies vor Gericht als Straftatbestand geahndet werden. Im Anschluss an die jährliche orientierende Untersuchung besteht die Verpflichtung zur weiter gehenden Überprüfung und eventuellen Korrektur einer Anlage immer dann, wenn eine Erreichung oder Überschreitung des technischen Maßnahmewerts von 100 KBE/100 ml Wasser festgestellt wurde.



Bei stark kontaminierten Anlagen und drohender Nutzungseinschränkung bis zur Sanierung kann die Installation endständiger Wassersterilfilter als Notfallmaßnahme hilfreich sein.

Für Eigenheime sowie für Ein- und Zweifamilienhäusern existiert keine Untersuchungspflicht. Die Beprobung der Anlage kann jedoch sinnvoll sein, wenn in einem Haushalt Menschen mit erheblichen Einschränkungen der Immunkompetenz leben. Solche Einschränkungen finden sich beispielsweise bei Personen, die aufgrund einer Krebserkrankung eine ambulante Chemotherapie erhalten, d.h. nach einem Krankenhausaufenthalt in ihrer häuslichen Umgebung weiter behandelt werden. In diesen Fällen kann das Risiko für eine Ansteckung wegen der immunsupprimierenden Wirkung verschiedener Krebsmedikamente beim Kontakt mit kontaminiertem Leitungswasser deutlich erhöht sein. Ein ebenfalls erhöhtes Infektionsrisiko im häuslichen Umfeld wird für Patienten berichtet, die Leitungswasser auf ärztliche Empfehlung zum Spülen tiefer oder großflächiger chronischer Wunden verwenden. Dieses Vorgehen ist nach den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert-Koch-Institut aus hygienischer Sicht nur dann unbedenklich, wenn die im Wasser lebenden (fakultativ humanpathogenen) Keime zuvor durch Filtration entfernt werden. Da Leitungswasser in diesem Kontext als Wundspüllösungen anzusehen ist, wird es juristisch wie eine solche behandelt, d.h. es muss steril sein oder für die Anwendung steril filtriert werden.

Übergangslösung Filtration: Barriere gegen wassergebundene Kontamination

Bei einer weitergehenden Überprüfung einer Trinkwasseranlage kann die Notwendigkeit zur Sanierung durch bautechnische (z.B. Rückbau toter Leitungen), betriebstechnische (z.B. Veränderung der Solltemperatur) und/oder verfahrenstechnische Maßnahmen (z.B.

Desinfektion) aufgezeigt werden. Da sich die Umsetzung der Maßnahmen oft über Wochen oder Monate erstreckt, kann vom Fachplaner oder vom Installationsbetrieb zur Begrenzung eines Nutzungsausfalls eine Installation endständiger Einmal-Wassersterilfilter vorgeschlagen werden. Dieses Vorgehen ist mit den Bestimmungen der Trinkwasserverordnung vollständig kompatibel und bietet im Vergleich zu chemischen Desinfektionsverfahren den Vorteil, dass die ausschließlich mechanische Zurückhaltung von Mikroorganismen die Wasserchemie und die Wasserqualität vollständig unbeeinflusst lässt. Für die Praxis ist dabei entscheidend, dass Filtersysteme ausgewählt werden, die ihre Eignung in Feldstudien oder klinischen Studien unter Beweis gestellt haben.

Die Installation endständiger Einmal-Wassersterilfilter ist mit den Bestimmungen der Trinkwasserverordnung vollständig kompatibel

Endständige Einmal-Wassersterilfilter werden zur Verwendung am Wasserhahn und zur Verwendung am Duschkopf von einigen Herstellern als CE-gekennzeichnete Medizinprodukte angeboten. Historisch wurden diese Systeme in den letzten Jahren für den Schutz von Menschen entwickelt, die einem hohen Risiko für eine Infektion mit wasserassoziierten Erregern ausgesetzt sind. Der Hauptanwendungsbereich zur Infektionsprävention war und ist auch derzeit der Krankenhausbereich und hier insbesondere die dauerhafte Vorhaltung der Filter in Hochrisikobereichen, wie z.B. Transplantationsstationen mit stark immungeschwächten Patienten. In diesen Bereichen ist die Bedeutung von wasserassoziierten Bakterien als Infektionsquelle durch molekulare Nachweismethoden eindeutig belegt. Als Reservoir für die Auslösung von Wasserkeiminfektionen in Kliniken wurden unter anderem Hydrotherapiebecken,ⁱ Duschköpfe,ⁱⁱ Eismaschinenⁱⁱⁱ und Desinfektionslösungen^{iv} identifiziert. Die kontinuierliche Installation von Wassersterilfiltern wird daher seit einigen Jahren von der zuständigen medizinischen Expertenkommission als praktikable Maßnahme zur Gewährleistung einer verbesserten Patientensicherheit empfohlen.¹ Herkömmliche Maßnahmen zur Desinfektion alleine gelten in diesen Bereichen mit stark infektionsgefährdeten Patienten als nicht ausreichend, weil sie in den meist komplexen Trinkwassersystemen von Krankenhäusern das Keimwachstum nicht ausreichend begrenzen und die geforderte Nulltoleranz gegenüber humanpathogenen Wasserkeimen in Hochrisikobereichen sicher stellen können.

Dabei ist relevant, dass mithilfe der Wassersterilfiltration neben Legionellen noch weitere Krankheitserreger aus dem Trinkwasser eliminiert werden. Dies gilt unter anderem für *Pseudomonas aeruginosa*, einen hoch problematischen Erreger, der in Krankenhausbereichen immer wieder mit schwersten Infektionsverläufen und Todesfällen in Verbindung gebracht wird. Auch für diesen Keim wurde in einer Reihe klinischer Beobachtungsstudien gezeigt, dass die Installation endständiger Wassersterilfilter zur Bekämpfung von Infektionsausbrüchen und zur Vorbeugung wirksam ist. Die Eindämmung der kritischen *Pseudomonas*-Infektionen wurde unter anderem bei Hochrisikopatienten auf einer chirurgischen Intensivstation,^v einer hämatologischen Station,^{vi} und einer onkologischen Kinderstation^{vii} dokumentiert. Andere Untersuchungen weisen nach Installation endständiger Wassersterilfilter in Krankenhausrisikobereichen zusätzlich zur dokumentierten Wirksamkeit gegen *Legionella* spp. die Elimination von Mykobakterien aus dem gezapften Wasser nach.^{viii}

¹ Die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut empfiehlt zur Vermeidung von Wasserkeiminfektionen im Krankenhaus während der Phase einer hochgradigen Immunsuppression steriles oder steril filtriertes Wasser zur Pflege von Haut und Schleimhaut zu verwenden. Die Empfehlung, z.B. zum Einsatz endständiger Bakterienfilter, greift immer dann, wenn die geforderte Nulltoleranz gegenüber pathogenen Wasserkeimen nicht gewährleistet werden kann.

Auf Stationen mit onkologischen Patienten wird die routinemäßige Wassersterilfiltration heute immer dann ergänzend zur üblichen Hygiene empfohlen, wenn andere Maßnahmen eine Einhaltung der Grenzwerte nicht gewährleisten.

Auch *Pseudomonas aeruginosa* ist im häuslichen Trinkwasser häufig vorhanden und ein möglicher Auslöser schwerer Infektionsfolgen.

Validierte Wirksamkeit

Die zuverlässige Barrierefunktion, unter anderem gegen die besonders kritischen *Legionella* spp. und *Pseudomonas* spp., wurde für verschiedene Einmal-Wassersterilfilter dokumentiert. Beispielhaft sollen Einmal-Wassersterilfilter des auf Filtertechnologie spezialisierten Unternehmens Pall Medical vorgestellt werden, für die vom Unternehmen eine Dokumentation und Validierung nach internationalen Anforderungen vorgelegt wurde. Die Filter werden in Deutschland als Medizinprodukte für den Gebrauch in medizinischen Einrichtungen vermarktet (Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilter) sowie als nicht speziell deklarierte Produkte für Anwendungen im Bereich außerhalb medizinischer Einrichtungen (Kleenpak™ Einmal-Wassersterilfilter). Die Systeme sind identisch aufgebaut und werden jeweils für die Verwendung an Waschbeckenarmaturen und Duschen angeboten. Der einzige Unterschied besteht in der Tatsache, dass die Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilter als Medizinprodukt steril verpackt geliefert werden.



Endständige Einmal-Wassersterilfilter werden zur Verwendung am Wasserauslauf bzw. am Duschkopf von einigen Herstellern als CE-gekennzeichnete Medizinprodukte angeboten.

Beide Filtersysteme wurden in Feldevaluierungen in Evaluierungszentren in den Niederlanden, Italien und Deutschland getestet und die Resultate in wissenschaftlichen und

technischen Berichten dokumentiert.^{ixx} Insgesamt wurden für die Evaluierung 36 Wasserentnahmestellen mit Filtern ausgestattet. Dabei konnte gezeigt werden, dass Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilter über einen Zeitraum von einem Monat (maximal 31 Tagen) eine wirksame Barriere gegen in der Wasserversorgung vorhandene Bakterien bilden. Die Wirksamkeit zum Schutz vor wassergebundener Kontamination durch Mikroorganismen wurde mit *Brevundimonas diminuta* validiert, einem stäbchenförmigen Bakterium von ca. 0,4 – 0,5 x 1-2 µm Größe. In weiteren Tests wurde eine bakteriostatische Wirksamkeit des Filters festgestellt, die bezogen auf *Pseudomonas aeruginosa* 99,99% beträgt und bezogen auf *Staphylococcus aureus* 99,77%. Das filtrierte Wasser kann ohne weitere Behandlung getrunken sowie zur Zubereitung kalter Getränke oder Speisen verwendet werden. Es kann zudem für die persönliche Hygiene oder sensible medizinische Anwendungen genutzt werden, wie das ärztlich empfohlene Ausduschen von großflächigen chronischen Wunden. Bei solchen spezielleren Anforderungen kann zusätzlich auf unterstützendes Material zurückgegriffen werden. So ist für den Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilter AQ31F1S ein abnehmbarer Brauseauslauf (AQFROSE) erhältlich, mit dem Wasser für die direkte Wundversorgung bereitgestellt werden kann.

Die bakteriostatische Wirksamkeit des Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilters beträgt bezogen auf *Pseudomonas aeruginosa* 99,99%.

Für die Anwendung in der Praxis ist relevant, dass auch einer rückwärts gerichteten Kontamination der Filter durch bakteriell verunreinigtes Spritzwasser vorgebeugt werden kann. Im Fall des Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilters wird das Risiko für Kreuzkontaminationen und retrograde Kontaminationen durch ein nichtlösliches bakteriostatisches Additiv im Gehäusematerial der Filter vermindert. Um das Risiko einer solchen Kontamination weiter zu begrenzen, sollte jedoch nach Herstellerempfehlungen zusätzlich die üblichen lokalen Hygienemaßnahmen und die Gebrauchsanweisung der Filter genau beachtet werden.

Kompatibilität mit Sanierungsverfahren

Weltweit werden in großen Gebäuden zur Beseitigung und Kontrolle mikrobiologischer Kontaminationen unterschiedliche systemische chemische Behandlungen eingesetzt. Insofern ist relevant, dass die Anwendung der Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilter mit den eingesetzten gängigen Systembehandlungen kompatibel ist. Dies gilt einschließlich der Verfahren zur thermischen und chemischen Desinfektion. So wurde gezeigt, dass der Aquasafe™ Einmal-Wassersterilfilter über die Standzeit von 31 Tagen mit bis zu 1,0 mg/L ClO₂ (1 ppm) kompatibel ist. Die chemische Kompatibilität sowohl der Filtermembran als auch des Filtergehäuses konnte zudem gegenüber hoch konzentrierten Chlorlösungen nachgewiesen werden (Schockbehandlung mit konzentrierten Chloridlösungen: 100 ppm freies Chlor) sowie gegenüber stark alkalischen Lösungen mit einem pH-Wert von 12,82 über einen Zeitraum von einer Stunde bei einer Umgebungstemperatur von 20 Grad Celsius (±5 Grad Celsius). Der Filter ist ausgelegt auf einen normalen Betriebsdruck vor dem Filter von 2-4 bar (200 – 400 kPa). Der maximale Betriebsdruck vor dem Filter beträgt bei einer Temperatur von 60 Grad Celsius 5 bar (500 kPa). Als maximale Temperaturbelastung des Filters wurde eine Temperatur von 70 Grad Celsius über einen kumulierten Zeitraum von 30 Minuten bezogen auf die Filterstandzeit dokumentiert. Dies bei einem Eingangsdruck von 5 bar, sodass über einen definierten Zeitraum auch die Bedingungen möglicher Sanierungsregime toleriert werden. Die maximale ständige Temperatur des einfließenden Wassers wird mit 60 Grad Celsius angegeben.



Am Beispiel einer chirurgischen Intensivstation wurde gezeigt, dass ein konsequenter Einsatz der Filter an sämtlichen Waschbecken der Station hier insgesamt mit deutlichen Kosteneinsparungen verbunden war.

Optimierung der Filterstandzeiten

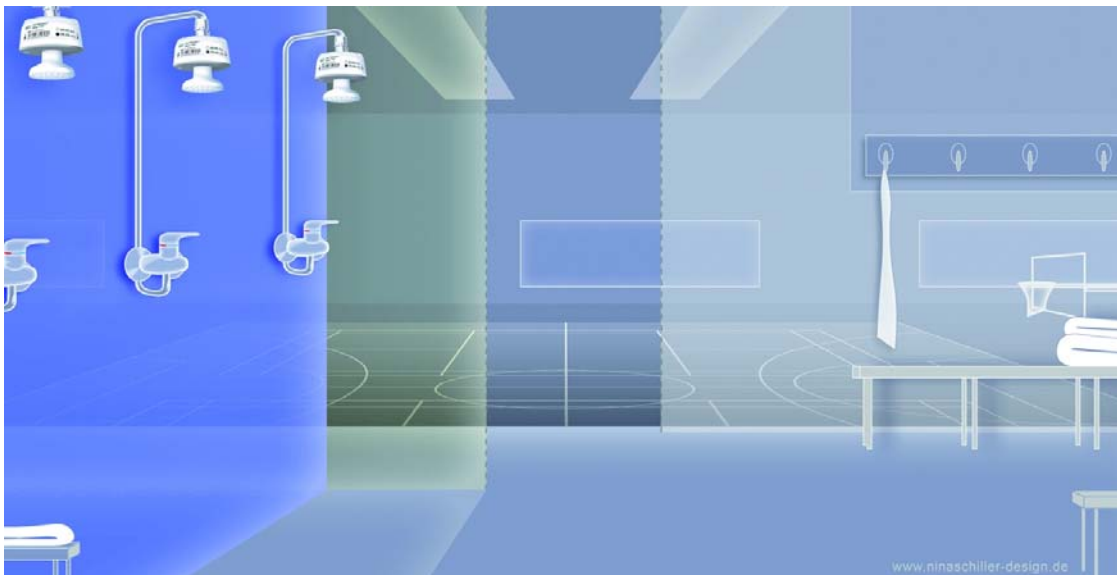
Eine technische Herausforderung bei der Entwicklung von Einmal-Wassersterilfiltern bestand darin, trotz der erforderlichen kompakten Abmessungen Wasserdurchflussleistungen zu erreichen, die eine komfortable Verwendung im Alltag, z.B. an Duschköpfen, erlauben. Vor diesem Hintergrund haben verschiedene Hersteller Modelle mit vergrößerter Membranoberfläche entwickelt. Allgemein erfolgt der Filtrationseffekt über hydrophile Kunststoffmembranen (Polymermembranen). Im Aquasafe™- und im Kleenpak™ Einmal-Wassersterilfilter kommt eine doppellagige Polyethersulfon (PES, Supor®) -Sterilmembran zur Anwendung, die auf 0,2 µm eingestuft und validiert ist. Die Oberflächenvergrößerung wird mithilfe einer patentierten Utripleat-Faltung der Membran erreicht. In das System ist zusätzlich ist eine Vorfilterschicht von etwa 1,0 µm integriert. Die spezielle Anordnung beider Membranen bewirkt einen Schutz der abströmseitigen Sterilfiltermembran und ermöglicht die beschriebene Filterstandzeit von 31 Tagen.

Erstmontage durch Fachbetrieb

Die Erstmontage der Einmal-Wassersterilfilter erfolgt in der Regel durch einen Fachbetrieb. Anschließend kann der z.B. monatlich erforderliche Wechsel der Filter nach Ablauf der Standzeit bei Systemen wie Aquasafe™- und Kleenpak™ Einmal-Wassersterilfiltern sehr einfach über eine Schnellkupplung vorgenommen werden. Der Austausch in Haushalten kann somit entweder durch den Fachbetrieb oder, nach entsprechender Einweisung, vom Anwender selbst vorgenommen werden, wobei im zweiten Fall möglichst gewährleistet sein sollte, dass der Wechsel auch empfehlungsgemäß erfolgt.

Wenige Untersuchungen zur Kosteneffizienz

Aussagen zur Kosteneffektivität endständiger Einmal-Wassersterilfilter müssen konkret auf das jeweilige Umfeld der Anwendung bzw. im Sanierungsfall auf die im Einzelfall zugrunde liegende Problematik der Trinkwasseranlage bezogen werden. Insgesamt ist diese Frage wenig untersucht, zumal sich die vorliegenden Studien überwiegend auf die Bedingungen des Krankenhausbetriebs beziehen. Hier wird die Kosteneffizienz der Filter wesentlich dadurch bestimmt, in welchem Ausmaß Folgekosten durch Behandlungen mit Antibiotika und verlängerte Liegezeiten vermieden werden können. Am Beispiel einer chirurgischen Intensivstation wurde gezeigt, dass ein konsequenter Einsatz der Filter an sämtlichen Waschbecken der Station hier insgesamt mit deutlichen Kosteneinsparungen verbunden war.^{xi} Andere Untersuchungen aus dem Krankenhausbereich legen nahe, dass die Installation von Wassersterilfiltern zu den günstigeren Maßnahmen der Wasserkeim-Infektionsprophylaxe zählt. Beispielsweise hat eine Studie in mehreren nordenglischen Kliniken bezogen auf das Jahr 2002 dokumentiert, dass die Versorgung der Patienten mit steril abgefülltem Wasser im Vergleich deutlich teurer war.^{xii}



Einsatz Endständige Einmal-Wassersterilfilter in einer Reihenwaschanlage.

Auch außerhalb von Krankenhäusern sollte eine differenzierte Betrachtung erfolgen, bei der neben dem unmittelbar positiven Effekt der Prophylaxe den Kosten für die Filtration mögliche Einsparpotenzialen gegenübergestellt werden. Dabei kann der Nutzen zum Teil volkswirtschaftlich begründet sein. So lässt sich an manchen Beispielen zeigen, dass auch medizinisch überwiegend harmlose Infektionen gesundheitsökonomisch von hoher Bedeutung sein können: In den USA verursacht der Krankenhaus-Problemkeim *Pseudomonas aeruginosa* schätzungsweise bis zu 2,4 Millionen Arztbesuche jährlich nur aufgrund einer akuten Gehörgangsentzündung. Die Gehörgangsentzündung wird typischerweise durch den Kontakt mit Leitungswasser ausgelöst; die mit der Behandlung verbundenen Kosten werden auf eine halbe Milliarde Dollar geschätzt. Andere im privaten oder öffentlichen Bereich erworbene *Pseudomonas*-Infektionen, wie z.B. die Whirlpool-Dermatitis oder eine Keratitis bei Kontaktlinsenträgern, müssten in dieser Kostenrechnung zusätzlich berücksichtigt werden.

Labormedizinische Anwendungen

Über die Infektionsvermeidung hinaus kann die Verwendung der Filter in weiteren Anwendungsbereichen Einsparpotenziale erschließen. So wurde z.B. für Einmal-Wassersterilfilter vom Typ Aquasafe™ gezeigt, dass mithilfe der Filtration ein medizinisch

unnötiger und kostenaufwändiger Einsatz von Antibiotika vermieden werden kann. Der Grund: Mit der Verwendung der 0,2 µm-Sterilmembranen werden Mykobakterien aus dem Leitungswasser entfernt, die bei den wasserabhängigen säurefesten Schnelltests aus Sputumproben falsch-positive Resultate verursacht und Pseudoausbrüche von Tuberkulose angezeigt hatten – mit entsprechendem Aufwand und entsprechenden Folgekosten.^{xiii} Allgemein sind für Sterilfilter wichtige labormedizinische Anwendungen etabliert, wie z.B. die Sterilisierung von hitzeempfindlichen Lösungen, Vitaminlösungen, Seren oder Virusimpfstoffen.

Referenzen:

-
- ⁱ Moore JE, Heaney N, Millar BC, Crowe M, Elborn JS. Incidence of *Pseudomonas aeruginosa* in recreational and hydrotherapy pools. *Commun Dis Public Health* 2002; 5: 23-26
- ⁱⁱ Cordes LG, Wiesenthal AM, Gorman GW et al. Isolation of *Legionella pneumophila* from hospital shower heads. *Ann Intern Med* 1981; 94: 195-197.
- ⁱⁱⁱ Labombardi VJ, O'Brien AM, Kislak JW. Pseudo-outbreak of *Mycobacterium fortuitum* to contaminated ice-machines. *Am J Infect Control* 2002; 30: 184-186
- ^{iv} Aumeran C, Paillard C, Robin F et al. *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas putida* outbreak associated with contaminated water outlets in an oncohaematology paediatric unit. *J of Hospital Infection* 2007; 65:47-53
- ^v Trautmann M, Halder S, Hoegel J et al. Point-of-use water filtration reduces endemic *Pseudomonas aeruginosa* infections on a surgical intensive care unit. *AJIC* 2005 (Vol 36) 6: 421-429
- ^{vi} Vianelli N, Giannini MB, Quarti C et al. Resolution of a *Pseudomonas aeruginosa* outbreak in a hematology unit with the use of disposable sterile water filters. *Haematologica/the hematology journal* 2006; 91(7): 983-985
- ^{vii} Aumeran C, Paillard C, Robin F et al. *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas putida* outbreak associated with contaminated water outlets in an oncohaematology paediatric unit. *J of Hospital Infection* 2007; 65:47-53
- ^{viii} Sheffer PJ, Stout JE, Wagener MM, Muder RR. Efficacy of new point-of-use-filter for preventing exposure to *Legionella* and waterborne bacteria. *Am J Infect Control* 2005; 33(Suppl 1): 20-25
- ^{ix} Validation Guide. Pall-Aquasafe Water Filter. Disposable Shower Head Filter (AQF4). Literature Ref. CC174a.
- ^x Field Evaluation Report. Pall-Aquasafe Water Filter. Disposable Shower Head Filter (AQF4). Literature Ref. CC120.
- ^{xi} Trautmann M, Halder S, Hoegel J, Royer H, Haller M. Point-of-use water filtration reduces endemic *Pseudomonas aeruginosa* infections on a surgical intensive care unit. *Am J Infect Control*. 2008 Aug;36(6):421-9.
- ^{xii} Hall J, Hodgson G, Kerr GK. Provision of safe potable water for immunocomprised patients in hospital. *J of Hospital Infection* 2004; 58: 155-158
- ^{xiii} Tu HZ, Chen CS, Huang TS et al. Use of a 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 Environ Microbiol* 2007; Vol 73, No. 19: 6296-6298