

Bakterien im Trinkwasser eines Krankenhausneubaus

Pseudomonas aeruginosa gilt als einer der gefährlichsten über das Trinkwasser übertragbaren Krankheitserreger. Werden diese in einem Krankenhausneubau kurz vor dem Bezugstermin entdeckt, dann ist das besonders fatal. So geschehen ist dies 2016 in einem Krankenhaus, das in diesem Beitrag nicht benannt werden soll. Die mikrobiologischen Untersuchungen ergaben überhöhte Zahlen an *Pseudomonas aeruginosa* und allgemeinen Koloniezahlen im Trinkwasser. Durch schnelles und kluges Handeln konnten die Quelle des Erregers gefunden und die Bakterien eliminiert werden.

Umwelt Bundesamt

Für Mensch & Umwelt
Stand: 13. Juni 2017

Empfehlung des Umweltbundesamtes
Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser

Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission

1 - Seit Juni 2017 gibt es von der Trinkwasserkommission eine neue Empfehlung zur Untersuchung von Trinkwasser auf *Pseudomonas aeruginosa*. Diese und weitere sind kostenlos erhältlich im Internet unter www.umweltbundesamt.de, Stichwort: *Pseudomonas aeruginosa*.

Die im Krankenhausneubau entdeckten überhöhten Bakterienzahlen erforderten ein sofortiges und dennoch zielgerichtetes Handeln. Zwar kann der Betrieb der Trinkwasser-Installation mit endständigen Steril-Filtern erfolgen, was jedoch mit erheblichen Zusatzkosten verbunden ist. Sie betragen in einem 800-Betten-Krankenhaus rund 60.000 bis 70.000 € pro Monat. Darüber hinaus bleibt der Argwohn von Bauherr/Betreiber, Angestellten und Patienten im Hinblick auf die Wasserqualität. Daher ist es eine Frage des Images und des Kapitals, die Ursachen solcher Probleme möglichst schnell zu finden und zu beseitigen.

Erste Befunde

Bei der Erstuntersuchung des betroffenen Krankenhausneubaus wurden an einigen Entnahmestellen überhöhte Koloniezahlen und *Pseudomonas aeruginosa* festgestellt. *Pseudomonas aeruginosa* ist gesundheits-, unter besonderen Umständen sogar lebensgefährdend (fakultativ pathogen) (Bild 1). Bei jeder dieser routinemäßigen Beprobung wurden gemäß DIN ISO 19458 nur 100 ml über die Armaturen entnommen. Anhand solcher Befunde lässt sich nur eine Aussage zu diesen „endständigen“ 100 ml machen. Ob darüber hinaus auch der Rest der Installation kontaminiert ist, kann also mit dieser Art der Probenahme nicht geklärt werden.

Der Autor
Dr. Peter Arens,
Hygienespezialist und Leiter Produktmanagement bei der Schell GmbH & Co. KG, Olpe

Die Wahl der richtigen Probenahmestellen und -techniken

Wichtig für die fachgerechten Probenahmen aus Trinkwasser-Installationen ist die Berücksichtigung des Regelwerks – nur dann können und dürfen Untersuchungsbefunde in Relation zu den Grenzwerten der TrinkwV gesetzt werden. Weiterhin dürfen Proben nur durch qualifizierte Probenehmer gemäß TrinkwV § 14 entnommen werden. Eine der wesentlichen Vorschriften zur mikrobiologischen Probenahme aus Trinkwasser-Installationen ist die DIN EN ISO 19458 (Wasserbeschaffenheit – Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen). Sie ist weltweit gültig.

Die DIN ISO 19458 verfolgt drei Untersuchungsziele

In diesem Regelwerk wird u. a. ausgeführt: „Der Ort der Probenahme muss repräsentativ sein und alle vertikalen, horizontalen und zeitlichen Veränderungen berücksichtigen“. Die DVGW twin 06 (kostenlos im Internet unter www.dvgw.de erhältlich) fordert für Legionellen-Untersuchungen, was auch für andere mikrobiologische Parameter wie *Pseudomonas aeruginosa* sinnvoll ist: „Die Probenahme [...] ist unter dem normalen Betriebszustand durchzuführen. Die [...] Probenreihen [...] sind an einem Kalendertag zu entnehmen“. Die Anweisung lautet weiterhin: „Bei Hinweisen auf Erwärmung [...] sind für kaltes Trinkwasser Proben zu entnehmen“ (vergl. auch DVGW-Info Wasser Nr. 90, März 2017). Im Wesentlichen verfolgt die DIN EN ISO 19458 drei Untersuchungsziele (Tabelle 1):

- Mit Zweck a) wird das Wasser des Versorgers bis zum Wasserzähler beurteilt – daher ist die Leitung vor der Probenahme immer gründlich zu spülen.
- Mit Zweck b) wird geprüft, ob an den Entnahmearmaturen grundsätzlich Trinkwasser bereitgestellt werden kann – daher erfolgt hier die Probenahme ohne Strahlregler. Dies ist insofern wichtig, weil oftmals dem Strahlregler Bakterien anhaften, die aus der Luft oder von Utensilien (z. B. einem Spül- oder Putztuch) stammen und das Ergebnis verfälschen würden. Weiterhin wird bei Zweck b) immer der Auslassbereich der Armatur desinfiziert und nur ein kleines Volumen vor der Probenahme verworfen.
- Bei Untersuchungen nach Zweck c) wird das Trinkwasser so genommen, wie es aus der Armatur kommt: über den Strahlregler, ohne vorherige Desinfektion und ohne Wasser ablaufen zu lassen. Mit Untersuchungen nach Zweck c) lässt sich beispielsweise klären, ob sich ein Verbraucher bei Nutzung des Wassers an dieser Armatur eine Erkrankung zugezogen haben könnte.



2 - Elektronische Armaturen wie diese Xeris E-T mit Thermostat gewährleisten den Verbrühungsschutz am Waschtisch, erkennen eigenständig eine Nutzungsunterbrechung und reagieren darauf mit einer Stagnationsspülung. Sie werden beim Hersteller Schell trocken geprüft, um mikrobiologisch einwandfreie Armaturen sicher zu stellen.

Nur eine klare Fragestellung und statistische Auswertungen führen zum Erfolg

Diese exemplarisch aufgeführten Unterschiede zeigen, wie wichtig eine klare Frage nach dem Zweck der Untersuchung bereits vor Beginn ist, um die Probenahme exakt darauf abstimmen zu können. Weiterhin wird eine statistische Absicherung der Probe-



3 und 4 - Spezielle Eckventile wie dieses Comfort PT verfügen über den universell einsetzbaren Temperaturfühler PT 1000. So kann die Temperatur des Trinkwassers direkt an den Entnahmestellen elektronisch erfasst und über das Wassermanagementsystem „eSchell“ rechtssicher dokumentiert werden.

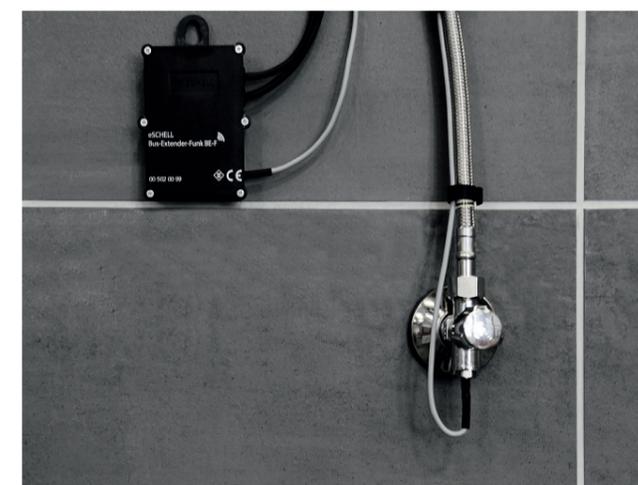
nahmeergebnisse im Anhang A DIN ISO 19548 gefordert. Denn es ist bekannt, dass in biologischen und technischen Systemen wie der Trinkwasser-Installation eine hohe zeitliche und räumliche Varianz der Untersuchungsergebnisse vorliegen kann. Daher muss nach einem Erstbefund auch die Anzahl der Probenahmen erhöht und es müssen weitere Probenahmestellen in die Untersuchung mit einbezogen werden.

Die wichtigste Fragestellung lautet: Ist die Kontamination lokal oder systemisch?

Der Erhalt der Wassergüte in Gebäuden basiert im Wesentlichen auf einem regelmäßigen Wasserwechsel über alle Entnahmestellen. Mittels Wasserwechsel erfolgt auch die Temperatureinhaltung in der Installation, indem kaltes Wasser und warmes Wasser regelmäßig bis an die Entnahmestellen herangeführt wird. Die Temperaturen sollten regelmäßig überwacht werden, da sie als Indikator für die einwandfreie mikrobiologische Wasserbeschaffenheit gelten (Bilder 3 und 4).

„Wasser muss fließen“ ist also das wichtigste Schutzkonzept in der Trinkwasser-Installation. Es würde jedoch versagen, wenn das nachströmende Wasser mikrobiologisch nicht einwandfrei wäre. Daher ist es so wichtig, dieses über eine gestaffelte Probenahme zu überprüfen.

Sinnvoll ist folgende Vorgehensweise: Vor der eigentlichen Probenahme lässt man mindestens 3 l Trinkwasser ablaufen, so dass das zu untersuchende Trinkwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit aus einer der Verteilleitungen stammt. Denn im technischen Regelwerk ist die Länge von Stichleitungen PWH und PWC (DIN 1988-200 Kap. 8.1) auf maximal 3 l begrenzt. Eine solche Probenahme wäre also gerade auch für die Legionellen-Untersuchungen in der Wohnungswirtschaft sinnvoll, da man nur so den Einfluss des Nutzungsverhaltens auf das Untersuchungsergebnis minimieren könnte (vergl. Bundesbaublatt „Erhalt der Wassergüte ist kein Hexenwerk“ 3/2017). Ist dieser Befund aus einer der Steige- oder Verteilleitungen einwandfrei, so kann man bei ausreichender Nutzung der Anlage davon ausgehen, dass die Leitungen grundsätzlich einwandfreies Trinkwasser in der hohen Güte des Versorgers liefern können. Mit einer Einschränkung: Sporadisch freigesetzte Bakterien, z. B. aus kontaminierten Bauteilen, werden durch eine begrenzte Anzahl Probenahmen nicht immer sicher erfasst.



Kontaminationsursachen bei Probenahmen nach Zweck b)

Wenn das Trinkwasser aus einer Verteilleitung einwandfrei ist, nicht jedoch die Probenahme nach ISO 19458 Zweck b), so liegt die Vermutung nahe, dass die Armatur kontaminiert ist. In diesem Fall kommen drei wesentliche Ursachen in Frage:

Fall 1: Die Armatur wurde bereits kontaminiert angeliefert.

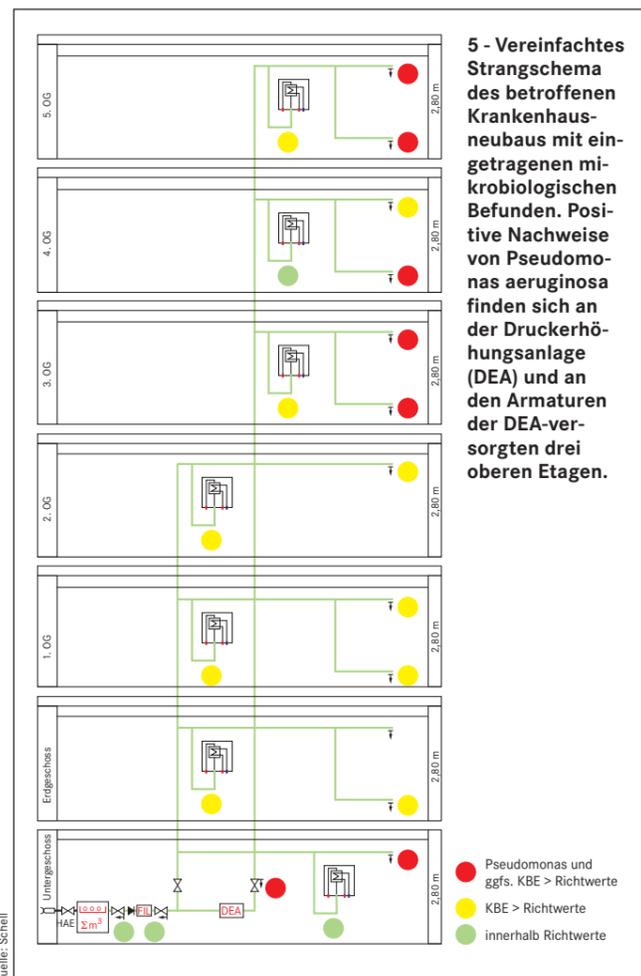
Fall 2: In der Armatur hat sich eine Kontamination aus einem anderen Bereich der Installation festgesetzt und/oder

Fall 3: durch einen unzureichenden Wasserwechsel konnten von außen Bakterien in die Armatur gelangen und sich dort vermehren.

Ist ausschließlich die Armatur kontaminiert?

Manche Hersteller wie Schell prüfen ihre Armaturen am Ende des Fertigungsprozesses trocken. So kann eine herstellerseitige Kontamination des Produkts zuverlässig ausgeschlossen werden. Vorkontaminierte Armaturen des Falls 1 sind jedoch nur schwer von den oben genannten Fällen 2 und 3 zu unterscheiden. Dies ist jedoch für die Ursachenbeseitigung von hoher Bedeutung.

Unzureichend genutzte Armaturen fungieren als kritische Totleitungen, denn sie sind das Ende des Leitungsnetzes. Obwohl das Wasser innerhalb einer Trinkwasser-Installation permanent unter Druck steht, können Bakterien „zurück wachsen“, sich also vermehren und somit immer weiter ins Leitungsnetz vordringen.



Entnahmestellen müssen deshalb regelmäßig nach spätestens 72 h gemäß VDI/DVGW 6023 genutzt werden. Der Wasserwechsel über die Armaturen kann nicht durch Spülstationen und Ring- und Reihenleitungen ersetzt werden!

Ob dieser regelmäßige Wasserwechsel dann manuell oder elektronisch herbeigeführt wird, ist aus hygienischer Sicht nicht relevant. Lediglich bei Nutzungskomfort, Zuverlässigkeit und Dokumentationsmöglichkeit von Sanitärarmaturen gibt es wichtige Unterschiede (Bild 2).

Der Königsweg: Mikrobiologische Befunde in das Strangschema eintragen

Beim DVGW gibt es Arbeitsblätter, die sich explizit mit der Sanierung von mikrobiologisch kontaminierten Trinkwasser-Installationen beschäftigen:

- DVGW W 556 (A): Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in Trinkwasser-Installationen; Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung
- DVGW W 557 (A): Reinigung und Desinfektion von Trinkwasser-Installationen.

Im vorliegenden realen Krankenhaus-Fall brachte vor allem die systematische Auswertung der Befunde und deren Zuordnung zum Strangschema die richtigen Hinweise über die Ursache der Kontaminationen (Bild 5).

Armaturen als „Opfer“

Beim Vergleich der Befunde in den Etagen mit Druckerhöhungsanlage (Etagen 3, 4 und 5) und ohne Druckerhöhungsanlage (Etagen UG, EG, 1 und 2: Bild 5) stellte man Folgendes fest: Pseudomonas aeruginosa fand sich nur in den Etagen, die über die Druckerhöhungsanlage versorgt werden. In den Etagen darunter waren zwar die Koloniezahlen erhöht, es fanden sich jedoch keine Pseudomonaden.

Da dort dieselben Armaturen verbaut sind wie in den kontaminierten Etagen, kann man davon ausgehen, dass die Armaturen das „Opfer“ einer vorgelagerten Kontamination wurden. Diese Kontamination ist demnach im Bereich der vorgelagerten Installation bis zur Druckerhöhungsanlage zu suchen.

Die Druckerhöhungsanlage als Ursache einer Kontamination

Die Druckerhöhungsanlage (DEA) bestand aus zwei Pumpen, die wechselseitig betrieben wurden. Sie wurden beprobt und ergaben sporadisch den Nachweis von Pseudomonas aeruginosa. Mit der kontaminierten DEA war die Ursache und somit der wichtigste Ansatz für eine möglichst schnelle und nachhaltige Sanierung gefunden. Auch die DVGW-Arbeitsblätter W 556 und W 557 weisen deutlich darauf hin, dass eine Sanierung nur dann nachhaltig sein wird, wenn alle Ursachen gefunden und beseitigt werden.

Hinweis

Druckerhöhungsanlagen fallen immer wieder mikrobiologisch auf. Denn DEA werden zumeist mit Wasser geprüft, anschließend desinfiziert und zumeist kurzfristig danach ausgeliefert. Doch eine Desinfektion ist nur eine Verringerung der Bakterienzahl – sie macht Produkte nicht steril. Daher können sich die wenigen überlebenden Bakterien bereits kurz nach der Desinfektion wieder kräftig vermehren, wenn dies die Umstände erlauben (Wasser und Wassertemperatur, Nährstoffe, ausreichend Zeit).

Tabelle 1

Aus der DIN EN ISO 19458 – Probenahme an einer Entnahmearmatur für unterschiedliche Zwecke

Zweck (siehe Text)	Qualität des Wassers	Entfernen von angebrachten Vorrichtungen und Einsätzen	Desinfektion	Spülung
a)	in der Hauptverteilung	ja	ja	ja
b)	an der Entnahmearmatur	ja	ja	nein* (minimal)
c)	wie es verbraucht wird	nein	nein	nein

*nur kurz spülen, um den Einfluss der Desinfektion der Entnahmearmatur auszugleichen

Die Art der Probenahme ist auf den Zweck der Untersuchung abzustimmen (DIN EN ISO 19458). In den meisten Fällen sollte nach Zweck b) untersucht werden – trotz des etwas höheren Aufwands. Weiterhin wird in dieser DIN ISO eine statistische Absicherung der Ergebnisse gefordert.

Die Sanierung

Nachdem im beschriebenen Krankenhausneubau die Kontaminationsursache gefunden war, wurde die DEA und die gesamte Installation intensiv gespült und abschnittsweise endständig thermisch desinfiziert. Weiterhin wurde die Betriebsweise der DEA hygienisch optimiert: Die beiden Pumpen wurden im stündlichen Wechsel betrieben, um so die Vermehrungszeit für die Bakterien je Pumpenseite zu minimieren. Die Kontamination in den Armaturen erwies sich jedoch als äußerst hartnäckig und erforderte eine endständige thermische Desinfektion über die dezentralen „Frischwasserstationen“.

Glücklicherweise hatte der TGA-Planer eine hygienisch optimierte Trinkwasser-Installation als „schlanke Installation“ mit endständigen Spülstationen vorgesehen. So konnten Wasserwechsel und hohe Strömungsgeschwindigkeiten relativ einfach realisiert werden. Da keine elektronischen, sondern ausschließlich manuelle Armaturen installiert waren, mussten jedoch alle Armaturen an Waschtischen, Duschen und Badewannen sowie die WC- und Urinalspülungen von Hand betätigt werden – was mit einem hohen personellen Aufwand verbunden war. Immerhin konnte man darauf vertrauen, dass über die Spülstationen einwandfreies Trinkwasser nachströmt. Dies ist in aller Regel der Fall. In seltenen Fällen kann es jedoch vorkommen, dass einige der wenigen Pseudomonaden aus der DEA vom Wasserstrom mitgerissen werden. Dann erfolgt unter Umständen eine Neukontamination bereits desinfizierter Leitungsabschnitte und Armaturen.

Die Sanierung dauerte rund zwei Monate und es gab auch Rückschläge, weil *Pseudomonas aeruginosa* sporadisch immer wieder auftrat. Doch am Ende gelang das Vorhaben und die Sanierung kann als großer Erfolg dank einer systematischen Vorgehensweise gewertet werden. Es gab aber auch bereits vergleichbare Fälle, in denen kontaminierte Trinkwasser-Installationen in Krankenhäusern nur noch mit kontinuierlich zudosiertem Desinfektionsmittel weiter betrieben werden konnten oder sogar die Installation ausgetauscht werden musste.

Empfehlungen für die Praxis

Werkseitig kontaminierte Bauteile lassen sich nicht immer abschließen. Dennoch sollte der Fachplaner bereits in der Ausschreibung von möglichst vielen Bauteilen fordern, dass sie herstellerseitig nur trocken geprüft werden. Sind solche Bauteile

nicht verfügbar – was bei DEA der Fall sein wird –, sollten diese nur mit mikrobiologisch einwandfreiem Wasser geprüft und anschließend desinfiziert worden sein. Diese Vorgehensweise bei der Herstellung sichert jedoch nur dann die Wassergüte, wenn die Bauteile spätestens drei Tage nach der Desinfektion in Betrieb/Probetrieb genommen werden.

Grundsätzlich sollte auch die Dichtheits- und Druckprüfung einer großen Installation trocken erfolgen. Denn ab dem Zeitpunkt der Füllung mit Wasser muss der Fachhandwerker an allen Entnahmestellen für einen regelmäßigen Wasserwechsel sorgen – soweit er keine elektronischen Armaturen mit Stagnationsspülung oder gar vernetzte Armaturen zur zentralen Steuerung des Wasserwechsels installiert hat.

Weiterhin ist es bei Gebäuden mit erhöhten hygienischen Anforderungen empfehlenswert, die Befüllung der Installation schrittweise durchzuführen – immer verbunden mit einer mikrobiologischen Probenahme und Freigabe: Zunächst wird der Hausanschluss gespült und beprobt. Bei einwandfreien Befunden wird als Nächstes die Technikzentrale befüllt und beprobt. Erst anschließend wird bei einwandfreien Befunden die Installation befüllt und gespült.

Trinkwassersicherheit durch vernetzte Armaturen mit zentraler Steuerung

Zukünftig werden elektronische Armaturen verstärkt in Gebäuden mit erhöhten hygienischen Anforderungen eingesetzt. Denn sie erkennen Nutzungsunterbrechungen eigenständig und reagieren darauf mit Stagnationsspülungen. Sie ersparen somit dem Handwerker und Betreiber die Durchführung manueller Wasserwechsel. Damit tragen sie zum Erhalt der Wassergüte, zum wirtschaftlichen Betrieb und zur rechtlichen Absicherung der Verantwortlichen bei.

Fazit

Sanitärarmaturen können das Opfer vorgelagerter Kontaminationen werden. Im vorliegenden Fall war eine werkseitig kontaminierte Druckerhöhungsanlage (DEA) die Ursache. Mit der Identifizierung und Dekontamination der DEA, einem hohen Wasserwechsel und einer systematisch durchgeführten und überwachten thermischen Desinfektion gelang die Sanierung trotz der *Pseudomonas aeruginosa*-Kontamination, die in Fachkreisen besonders gefürchtet ist.