

## Woher kommen die vielen gramnegativen Keime in Kliniken und warum ist nicht nur das Wasser schuld?

### Wasseraufbereitung und Verteilung – Wasch mich aber mach mich nicht krank

Das Trinkwasser in Deutschland sei, so sagt man, „das am besten überwachte Lebensmittel“. Schaut man in den Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit aus 2016 (1), weist dieser allerdings aus, dass 17,9 % der Wasserversorgungsgebiete nicht so häufig Probe nehmen wie sie sollten. Das bedeutet, dass jedes sechste Wasserversorgungsgebiet unzureichend untersucht wurde. Überschreitungen aus 2016 betragen bei coliformen Keimen 3,4 % und Enterokokken 2,1 % (1). Jede 30igste Probe ist nicht in Ordnung. Zudem wird der pathogene Problemkeim *Pseudomonas aeruginosa* gar nicht erfasst. Dabei ist wird gerade dieser Keim von der WHO als hochkritisch eingestuft worden (8).

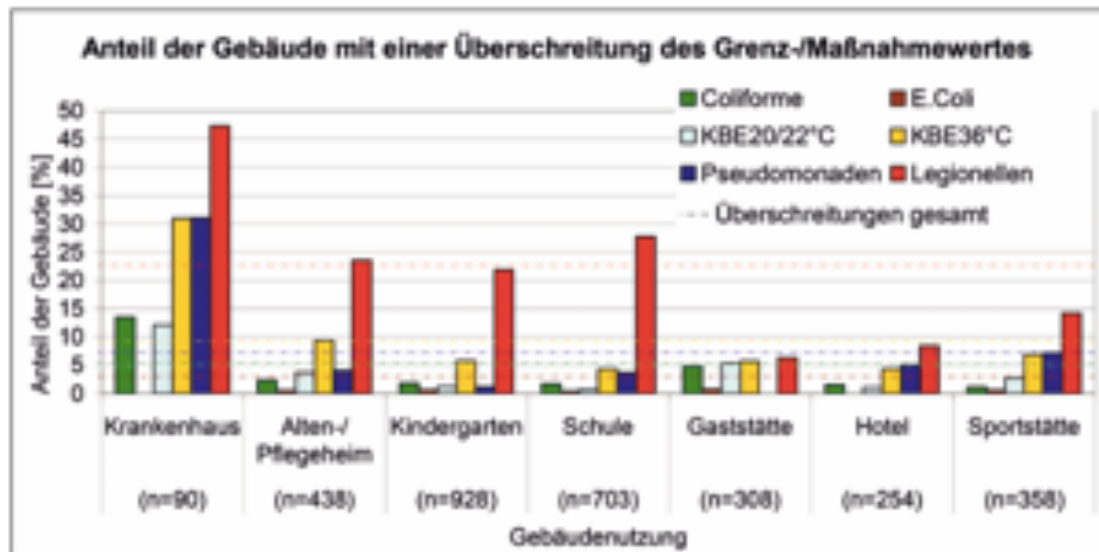
Die Verteilung des Wassers erfolgt über eine zunehmend alternde Infrastruktur. In der folgenden Abbildung ist ein Teil eines Rohres dargestellt, was aus einer Straße entnommen wurde. Teilweise wird dem Wasser Chlor beigegeben, um die Einhaltung der Parameter über die Verteilung sicherzustellen. Der Grenzwert beträgt gemäß Trinkwasserverordnung 0,3 mg Chlor. Es zeigt sich jedoch, dass gegenüber Antibiotika resistente Keime (*Pseudomonas aeruginosa*) auch gegenüber Chlor eine Unempfindlichkeit aufweisen, die über 0,3 mg/l Chlor liegt (5).



**Abb.4:** Innenansicht eines Trinkwasserrohrs. Mit freundlicher Genehmigung von Prof. Flemming IWW Mühlheim Ruhr Universität 2012.

### Überschreitungen von Grenzwerten – Kliniken in der Radarfalle

Untersuchungen aus zahlreichen Probenahmen von Leitungswasser (13) zeigen, dass Kliniken eine weitaus höhere Überschreitungshäufigkeit zeigen, als andere öffentliche Einrichtungen wie Schulen oder Hotels. In fast 50 % der Proben von Kliniken finden sich Legionellen und in über 30 % der Proben wird *Pseudomona aeruginosa* gefunden. Die folgende Abbildung verdeutlicht diese Situation.



**Abb.3:** Überschreitungen des Grenz-/Maßnahmewertes in verschiedenen Einrichtungen (13)

Wenn jede zweite Probe Legionellen, jede dritte Pseudomonaden, jede siebte Probe Coliforme Keime aufweist, ist die Frage zu stellen, ob es sich überhaupt noch um Trinkwasser handelt.

Die Ursachen sind vielfältig, die Maßnahmen zahlreich. Es zeigt sich jedoch, dass offensichtlich die Bakterien auf keine wirkliche Barriere stoßen und alle technischen Maßnahmen zur Sanierung (Chlorung, Chlordioxid, Spülen, Thermische Desinfektion) in der einzelnen Wirksamkeit den Bakterien Möglichkeiten lassen sich nach wie vor zu verbreiten. Die Überschreitungshäufigkeiten stellen zudem Maßnahmen im Rahmen der derzeitigen Regeln massiv in Frage.

### Gramnegative Bakterien und ihre Überlebenskünste

Bakterien, die im wässrigen oder feuchten Milieu leben, sind in der Regel gramnegative Bakterien. Die pathogenen unter Ihnen geraten zunehmend in den Fokus, da sie Resistenzen gegenüber Antibiotika (insbesondere Carbapenem) aufweisen. Die Schwierigkeit im Umgang mit den pathogenen Vertretern gramnegativer Bakterien besteht in ihrer Genügsamkeit, Variabilität hinsichtlich der Nährstoffe und ihrer Fähigkeit Biofilm zu bilden. *Pseudomonas aeruginosa* wächst optimal bei 30 °C, kann aber zwischen 4 °C und 42 °C gut überleben. Das Bakterium lebt normalerweise aerob, kann aber auch auf Nitrat als Sauerstoff-Ersatz umsteigen. Eine Teilung findet unter guten Bedingungen alle 30 Minuten statt. Selbst in destilliertem Wasser kann sich der Keim gut vermehren (3) und auch auf trockenen Oberflächen überlebt der Keim bis zu 16 Monate (4). Antibiotika-resistente *Pseudomonas aeruginosa* zeigen auch gegenüber Chlor Resistenzen mit bis zu 0,5 mg/l Chlor (5), was deutlich über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,3 mg/l liegt.

### Biofilmbildung, der ideale Schutz vor Angriffen des Menschen

*Pseudomonas aeruginosa* ist ein typischer Vertreter der Biofilmbildung. Der Keim kann sogenannte extrazelluläre polymere Substanzen (EPS) bilden und sich sowie anderen Bakterien ein überaus hohes Maß an Schutz bieten. Die EPS dient zum als Barriere für chemische Angriffe, da Stoffe nur diffusiv (langsamer Stofftransport) in die EPS dringen. Die EPS bindet aber auch Nährstoffe adsorptiv, so dass immer genügend Nahrung für die ohnehin genügsamen Bakterien zur Verfügung steht.

Versuche zur Abtötung von *Pseudomonas aeruginosa* – Biofilmen mittels Antibiotika führten zur Erkenntnis, dass eine 1.000-fache Konzentration von Antibiotika notwendig ist im Vergleich zu freischwimmenden (planktonisch) Bakterien (11). Dies beweist, warum etablierte Kontaminationen aus gramnegativen Bakterien sich schwer aus Medizinprodukten (Endoskopen) oder wasserführenden Leitungen entfernen lassen. Die Erfahrung zeigt, dass eine Behandlung mit vergleichsweise hohen Konzentrationen von chemischen Desinfektionsmitteln in der Regel nur kurzfristig gegen einen etablierten Biofilm hilft.

### **Austausch von Informationen – Bakterien haben viele Freunde**

Forschungen aus der Kommunikationswelt von Bakterien (12) legen nahe, dass diese rege miteinander im Austausch sind. Dabei werden nicht nur Gene ausgetauscht, sondern Bakterien „wissen“ wie viele von Ihnen oder von anderen Arten in der Nähe sind. Es ist ein bisschen wie bei Facebook. Wenn man ständig Nachrichten an Freunde sendet, bekommt man Antworten. So senden Bakterien ständig bestimmte chemische Signale aus (quorum sensing) und besitzen Rezeptoren, die Signale von anderen empfangen können. So „wissen“ sie wie viele insgesamt da sind und können gemeinsam beispielsweise eine Infektion auslösen, die sie einzeln nicht bewerkstelligen könnten.

**Mit diesen ganzen Eigenschaften ausgerüstet, schaffen gramnegative Bakterien es in einer für sie lebensfeindlichen Umwelt, wie einem Klinikum mit seinen zahlreichen Strategien der Hygiene und Desinfektion, zu überleben.**

### **Kontaminationspfade – Bakterien auf Wanderschaft**

Studien, die sogenannte Typisierungsverfahren (genetischer Code einzelner Bakterien) verwenden, beweisen, dass in den untersuchten Fällen (9,19) mehr Bakterien von Patienten an Wasserauslässe transportiert und dort nachgewiesen wurden als umgekehrt. Nicht nur das zulaufende Wasser ist die Ursache von Überschreitungen, sondern die Sorglosigkeit im Umgang mit dem Wasserauslass. Strahlregler lassen sich nicht täglich desinfizieren, sie sind immer feucht, und sie haben keinen Schutz vor Kontaminationen. Wie oft werden in Kliniken Strahlregler, Duschköpfe und -schläuche getauscht? So werden Wasserhähne und Duschköpfe nachgewiesenermaßen zu Umschlagplätzen auch für resistente Erreger (2,6).

### **Endständige Sterilfilter – Sackgasse für Keime aus dem Wasser und Barriere für Kontaminationen von außen**

Die Evidenz von endständigen Sterilfiltern zur Minderung von Infektions- und Kolonisationsraten ist aus vielen Studien eindeutig. Sie zeigen je nach Fall eine Reduktion um bis zu 90 % (12,13,14,15). Die Autoren der Studien empfehlen die Nutzung von Point-of-use Wasserfiltern sowohl in der akuten Bekämpfung nosokomialer Infektionsausbrüche, ausgelöst durch gramnegative Bakterien (11,12,13,14,15,16,17), als auch in der Prävention nosokomialer Infektionen, wenn kein akuter Ausbruch vorhanden ist (18).

Damit nicht nur der definierte Rückhalt von Keimen gewährleistet wird, sondern auch eine Minimierung der vielfachen retrograden Kontamination, sollten endständige Filter mit einem biostatistischen Additiv gemäß ISO 22196 ausgerüstet sein, damit die Kontaminationspfade tatsächlich unterbunden werden und nicht nur vom Wasserhahn an den Auslass des Filters verlagert werden. Moderne, endständige Sterilfilter sind eine verlässliche Barriere in alle Richtungen.

Dr. Stephan Brinke-Seifert

Die Literaturliste kann beim Autor angefordert werden