

WIE BIOFILME RICHTIG ENTFERNT WERDEN

GEGEN DIE MÄR VOM „GUTEN“ BIOFILM IN TRINKWASSERSYSTEMEN GIBT ES EINDRINGLICHE ARGUMENTE

Oberflächen, die im ständigen Kontakt mit Wasser stehen, sind anfällig für Ablagerungen sowohl anorganischer als auch organischer Art. Auch wenn die Bildung von Biofilmen in Trinkwasserbehältern und Trinkwasser-verteilsanlagen kaum zu vermeiden ist, sollten sie dennoch regelmäßig aus diesen Systemen entfernt werden. Denn sie schädigen nicht nur die Materialoberfläche, sie können auch als Reservoir für potentielle Krankheitserreger wie Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* dienen [1]. Das von wenigen Stellen verteidigte Konzept vom „guten“ Biofilm in Trinkwassersystemen ist damit nicht vertretbar.

Die Vermehrung von Schadorganismen muss auf jeden Fall verhindert werden, da sie zu schweren bis hin zu lebensbedrohlichen Infektionen beim Menschen führen können. Doch was ist hierfür die geeignetste Herangehensweise? Aus einem vom DVGW geförderten Forschungsprojekt des TZW¹ ergab sich, dass die Besiedlungsdichte von *P. aeruginosa* in Trinkwassersystemen durch eine Wasser- oder eine Wasser-/Luft-Spülung kaum reduziert wurde [2] (überwiegend weniger als 1 log-Stufe, S. 82-84). Die Bakterien wurden nach der Spülung erneut nachgewiesen, weshalb man davon ausgehen kann, dass diese aus einem Biofilm heraus erneut in den Wasserkörper gelangt sind. Die Spülung konnte also den Biofilm nicht entfernen. Das bedeutet, dass auch andere Mikroorganismen wie Legionellen sich weiterhin im Leitungssystem befinden können bzw. dort einen Nährboden auffinden.

Eine weitere Studie in halbtechnischen Trinkwasser-Installationen zeigte, dass nach einer Kombination eines Impulsspülverfahrens und einer anschließenden Anlagendesinfektion mit Chlordioxid selbst nach Wiederholung auf manchen Materialien Legionellen im Biofilm nicht ausreichend reduziert wurden [3]. Bereits nach zwei bis drei Wochen kam es zu einem Wiederanstieg über den Maßnahmenwert. Das lässt vermuten, dass der Biofilm auch hier durch die Spülung nicht entsprechend entfernt oder angegriffen wurde, so dass die anschließende Desinfektion die Legionellen kaum erreichen konnte (S. 127-130, 143-144).

Eine genauere Betrachtung des Systems Biofilm gibt Aufschluss darüber, warum die Entfernung durch eine bloße Spülung mit Wasser so wenig erfolgreich ist. Biofilme sind eine von Schleim umhüllte Gemeinschaft verschiedener Bakterien, Pilzen, Viren und Amöben. Sowohl die mikrobielle Zusammensetzung als auch die Festigkeit und Struktur des Biofilmes sind dabei stark von den äußeren Bedingungen abhängig, also wie schnell oder langsam das Wasser vorbeifließt und wie das Wasser chemisch zusammengesetzt ist. Trotz dieser Unterschiede besteht ein Biofilm prinzipiell aus zwei Schichten: dem Basisfilm und dem Oberflächenfilm [4].

Der Basisfilm befindet sich direkt auf der Materialoberfläche, also beispielsweise auf den Rohrrinnenflächen, und Mikroorganismen und die Strukturmoleküle, die den Schleim ausmachen, sind sehr dicht gepackt. Durch die Dichte können nur gelöste Substanzen in diese Schicht eindringen. Im Gegensatz dazu ist der Oberflächenfilm locker und oft in sogenannten Clustern gepackt, die unterschiedliche Formen und Größen annehmen können. Hier findet ein reger Austausch von gelösten und

festen Substanzen mit der darüber befindlichen Wasserphase statt.

Biofilme sind keine starren Strukturen. Insbesondere die Oberflächen-Cluster können sich dynamisch an Veränderungen der Umweltbedingungen anpassen. Dies wurde in wissenschaftlichen Studien deutlich, die den Effekt von hydrodynamischem Stress auf die Struktur eines Trinkwasser-Biofilmes auf einer Rohrrinnenfläche untersuchten. Dieser Stress entsteht beispielsweise bei einer Wasser-Spülung.

Eine Studie hat dabei festgestellt, dass hydrodynamischer Stress durch eine Spülung, die ohne Reinigungsmittel durchgeführt wird, zwar Cluster aus dem Oberflächenfilm ablösen kann, aber dass die verbleibenden Schichten dabei verdichtet werden [5]. Die Cluster liegen nach der Wasser-Spülung dichter aneinander und sind dichter gepackt. Das bedeutet, dass der Biofilm durch die Spülung stabiler geworden ist und damit eine erhöhte Toleranz gegenüber mechanischer Abreibung erworben hat. Als Ergebnis kann der Biofilm noch schwerer entfernt werden und auch eine anschließende Desinfektion wird dadurch kaum Wirkung zeigen.

Das verdeutlicht, dass zum einen eine Reinigung vor der Desinfektion dringend notwendig ist und dass zum anderen diese Reinigung aber auch effizient sein muss. Auch noch aktuell wird zwar von Referenten des DVGW/TZW die Wasser-Spülung aufgrund der eigenen Erkenntnisse als unzureichend angesehen, aber die Argumentation wird dann nicht konsequent hin zu einer notwendigen alternativen Reinigung mit chemischen Reinigungsmitteln fortgesetzt. Stattdessen wird teilweise noch immer, leider mit wenig Sachbezug, eine alleinige Desinfektion der Anlage empfohlen, die jedoch nicht die zu Recht vom Wasserverbraucher geforderten hygienischen Bedingungen herstellen kann. Eine effiziente Reinigung konsequent zu vernachlässigen oder dauerhaft außer Acht zu lassen wird über kurz oder lang zu einer Erhöhung der mikrobiologischen Werte führen, die eine Desinfektion des Trinkwassers notwendig machen kann. Diese Not-Desinfektion, die immer auch mit Vertrauensverlust beim Wasserverbraucher einhergeht, ist bei korrektem, hygienisch einwandfreiem Verhalten der Versorger gut vermeidbar.

Bei einer Reinigung unter Verwendung von chemischen Reinigungsmitteln wird der Biofilm durch die Reaktion

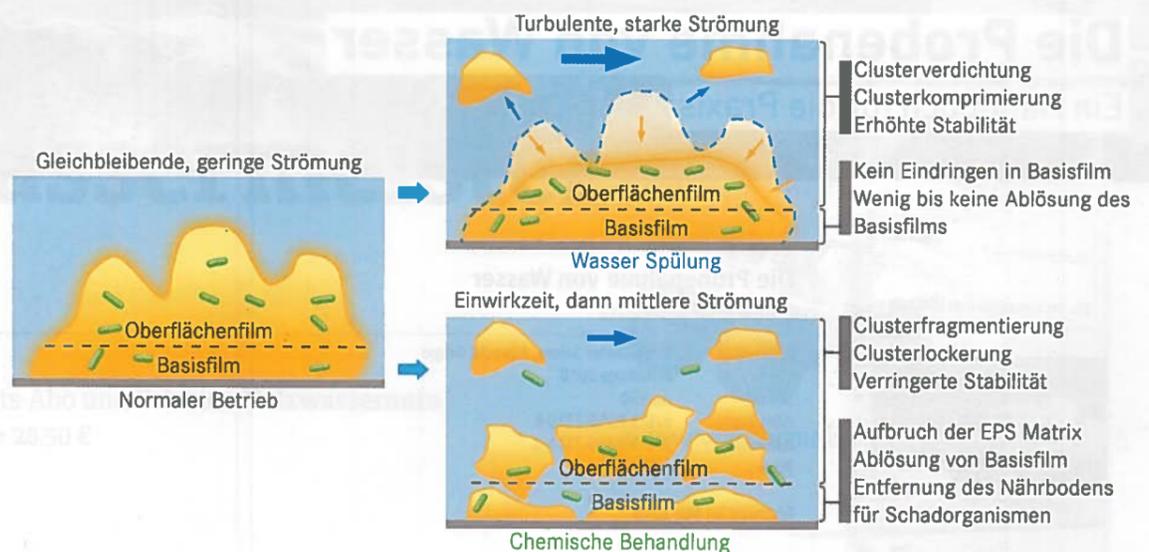
des Wirkstoffes mit der Biofilmmatrix und den Mikroorganismen angegriffen und aufgebrochen. Die Cluster werden fragmentiert und aufgelockert und dabei wird deren Stabilität deutlich verringert. Dadurch kann der Wirkstoff auch den Basisfilm erreichen und diesen aufbrechen.

Biofilm ist unbestritten Nährboden für Schadorganismen, auch für Pathogene wie *Legionella pneumophila* und *P. aeruginosa*. Diese gilt es von Beginn an im Wassersystem auszugrenzen; nur so kann die notwendige Wasserhygiene erreicht und erhalten werden. Insbesondere für die Ablösung von Biofilmen hat sich eine mehrstufige chemische Reinigung bewährt, bei der der Biofilm in aufeinander abgestimmten Reinigungsschritten erst aufgebrochen und dann entfernt wird. Eine anschließende Desinfektion sorgt für eine abschließende Reduzierung der verbliebenen Mikroorganismen auf der Materialoberfläche. Regelmäßig durchgeführt schützt diese Herangehensweise nachhaltig vor einer unerwünschten Vermehrung potentieller Krankheitserreger. Wasserversorger, die von Beginn an hygienische Erfordernisse erfüllen und regelmäßig chemisch reinigen, werden in der Regel keine Probleme mit Biofilm bzw. pathogenen Mikroorganismen haben.

Quellen

- [1] Wingender, J. & Flemming, H. Biofilms in drinking water and their role as reservoir for pathogens. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 214, 417–423 (2011)
- [2] TZW. Veröffentlichungen aus dem DVGW-Technologiezentrum Wasser Band 73: *Pseudomonas aeruginosa* in Trinkwassersystemen 1. Wachstumsansprüche und Gegenmaßnahmen. (2016)
- [3] Benölken, J. K., Dorsch, T., Wichmann, K. & Bendinger, B. Praxisnahe Untersuchungen zur Kontamination von Trinkwasser in halbtechnischen Trinkwasser-Installationen. in *Vermeidung und Sanierung von Trinkwasser-Kontaminationen durch hygienisch relevante Mikroorganismen aus Biofilmen der Hausinstallation* (2010)
- [4] *Biofilms*. (Wiley, 1990)
- [5] Mathieu, L. et al. Drinking water biofilm cohesiveness changes under chlorination or hydrodynamic stress. *Water Res.* 55, 175–184 (2014)

Autoren: Bernd Krumrey, Mikrobiologe, CEO, CARELA GmbH; Danielle Troppens, Mikrobiologin, Wissenschaftskommunikation, CARELA GmbH, info@carela.com, Tel. 07623 72240, www.carela.com



Unterschiedliche Effizienz bei der Behandlung von Biofilmen in Trinkwassersystemen

¹ Technologiezentrum Wasser