

## Der Biofilm: Eine neue Sichtweise setzt sich durch!

Bislang wird der Biofilm von vielen Wasserhygienikern als Gefahr für die Wasserversorgung betrachtet. Er soll für alle möglichen Verkeimungen des Wassers verantwortlich sein und sollte daher mit allen Mitteln bekämpft werden. Das führte dazu,

- dass ganze Rohrnetze mit einer „Schutz-“ oder „Transportchlorung“ betrieben werden, obwohl an sich einwandfreies Wasser in das Netz eingespeist wird,
- dass Wasserbehälter routinemäßig mit Chemikalien gereinigt und desinfiziert werden und
- dass auf jede Koloniezahlerhöhung im Rohrnetz automatisch mit Desinfektions- und Spülmaßnahmen reagiert wird.

Wenn man jedoch beginnt, für Funktion und Eigenschaften des Biofilms Verständnis zu gewinnen, kann man lernen, *mit* der und nicht *gegen* die Natur zu arbeiten.

Jedes einwandfreie Trinkwasser, sei es von Natur aus rein oder perfekt aufbereitet, enthält, trotz einwandfreier bakteriologischer Befunde, in jedem Milliliter tausende, lebende Mikroorganismen. Das gehört zu einem bakteriologisch stabilen Trinkwasser dazu. Sterilität ist im Trinkwasser nicht verlangt und nicht erwünscht.

Andererseits: Jedes neue Rohr- oder Wandmaterial ist von seiner Herstellung her (bei Metallen und Kunststoffen durch die hohen Temperaturen, bei zementgebundenen Werkstoffen durch den hohen pH-Wert) steril. Bei sorgfältigem Arbeiten kann dieser Zustand bis zur Inbetriebnahme zum Beispiel einer neuen Wasserleitung weitgehend erhalten bleiben.

Wird nun eine solche neue Wasserleitung erstmals mit einwandfreiem Wasser gefüllt, so setzen sich nach einer kurzen chemischen Konditionierungsphase der Rohinnenfläche auf dieser einzelne lebende Mikroorganismen aus dem fließenden Wasser fest. Sie setzen dort ihren Stoffwechsel fort und scheiden Stoffwechselprodukte aus. Diese haben schleimige Konsistenz und werden extrazelluläre polymere Substanzen (EPS) genannt. Bei gegebener Nährstoffversorgung führt der Stoffwechsel der angelagerten Organismen zu Wachstum und schließlich durch Teilung zur Vermehrung. Im Laufe der Zeit (Wochen bis Monate, je nach Nährstoffversorgung) entwickelt sich aus einem Mikroorganismus eine ganze Kolonie von Zellen, die in eine gemeinsame Schleimhülle eingebettet ist.

Neben dieser Kolonie haben sich in der Nachbarschaft Kolonien anderer Mikroorganismen gebildet, die jetzt allesamt aufeinander zuwachsen, sich berühren, bekämpfen, aneinander anpassen und durchdringen. In dieser Symbiose beginnen sich die Mikroorganismen ähnlich wie in einem höheren Organismus zu organisieren, indem sie zum Beispiel durch Gentausch spezielle Eigenschaften entwickeln, die dem Gesamtsystem zugute kommen.

In der Aufbau- und Kampfphase kommt es in der Regel immer wieder zu erhöhten Koloniezahlen, die aber bei richtigem Verständnis des Geschehens keine hygienische Bedeutung haben, sondern nur anzeigen, dass der natürliche Prozess des Aufbaues eines Biofilms in Gang ist.

Im Laufe einiger Monate entwickelt sich so ein stabiler Biofilm, der genau an die an dieser Stelle herrschenden Umgebungsbedingungen angepasst ist.

Zu den kritischen Umgebungsbedingungen gehören neben Temperatur, Fließgeschwindigkeit, pH-Wert und Redoxpotential vor allem das Vorkommen von Nährstoffen, also organischem Kohlenstoff. Quellen für organischen Kohlenstoff können zunächst aus dem Wasser stammen, zum Beispiel Huminstoffe, die womöglich noch durch Chlor- oder Ozonbehandlung anoxidiert und damit gut bioverfügbar gemacht wurden, Stoffwechselprodukte aus Algen aus Trinkwassertalsperren, aber auch ganz einfach Abwassereinflüsse. Nährstoffe können auch aus dem Kunststoff des Rohrwerkstoffes stammen, wenn zum Beispiel Weichmacher oder andere Zusatzstoffe ausgelaugt werden, oder wenn zum Beispiel durch ein mit Mineralöl verunreinigtes Tankstellengelände eine Kunststoffwasserleitung verlegt ist und leicht flüchtige Bestandteile der Bodenverunreinigung durch das Kunststoffrohr in das Wasser durchdiffundieren. Auch beim Betonieren von Wasserbehältern verwendete organische Zusatzstoffe zum Beton, Reinigungsmittel für das Behälterwaschen oder Fliesenkleber und Fugenmassen bei verfliesten Behältern können Nährstoffquellen sein.

Liegt ein nährstoffarmes Wasser und einwandfreies Rohrmaterial – Metall oder gut abgemischter und ausgehärteter Kunststoff – vor, so wird der Aufbau eines stabilen Biofilms einige Wochen bis Monate dauern, während denen immer wieder bei der routinemäßigen Wasseruntersuchung erhöhte Koloniezahlen festgestellt werden. Dies führt schließlich zu einem wenige Mikrometer starken stabilen Biofilm, der die Rohre und Behälterwände auskleidet. Das dann darin transportierte oder auch vorübergehend stagnierende Wasser weist dauerhaft gleichmäßig niedrigere Koloniezahlen auf: Siehe Abb. 7.

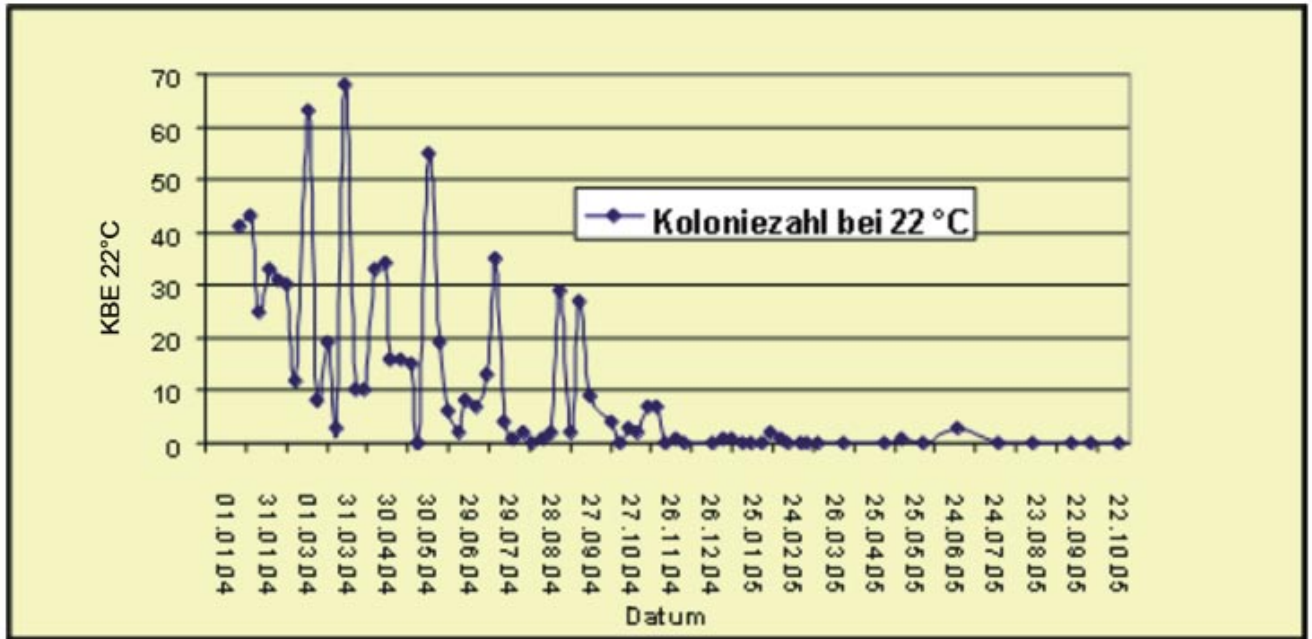


Abb. 7: Koloniezahlen im Laufe des Aufbaues eines stabilen Biofilms in einer neuen Wasserleitung.

Enthält das ins Versorgungsnetz eingespeiste Wasser hohe Gehalte an organischem Kohlenstoff oder stehen ständig andere Kohlenstoffquellen zur Verfügung, wird sich ein dicker Biofilm ausbilden, der bis zur Bildung von Zotteln wuchern kann, die vom vorbeifließenden Wasser mitgerissen werden und als Flocken bei den Kunden sichtbar werden können. Siehe Abb. 8:



Abb. 8: Wachstumsphasen eines Biofilms

Ziel des Wasserversorgers muss nach diesen neuen Erkenntnissen sein, ein Wasser zur Verteilung zu bringen und Materialien zu verwenden, die möglichst wenig organischen Kohlenstoff enthalten bzw. abgeben. Gelingt dies, so wird man in den meisten Fällen auch das Rohrnetz ohne „Schutzchlorung“ betreiben können. Aus den geschilderten Zusammenhängen ergeben sich zahlreiche weitere Erkenntnisse für den Betrieb von Wasserversorgungsanlagen, die aber wohl hier nicht im Detail vorgestellt werden müssen.

Die DVGW, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches, lässt seit bereits 10 Jahren in ihrem Technologiezentrum Wasser, Außenstelle Dresden, diese Zusammenhänge erforschen und war im Jahr 2013 so weit, dass sie mit ihrer Mitteilung Wasser Nr. 81: „Planung, Bau und Betrieb von Wasserverteilungssystemen unter dem Blickwinkel der Bewertung und Vermeidung von Aufkeimungserscheinungen“ bekannt gab, ihr gesamtes Regelwerk unter den neuen Gesichtspunkten zur Funktion der Biofilme überarbeiten zu wollen.

Auch im Strömungsinstitut könnten diese neuen Erkenntnisse Ausgangspunkt zu neuen Untersuchungen sein.

*Eckart Hitsch*

**Literatur:**

DVGW- Mitteilung Wasser Nr. 81: Planung, Bau und Betrieb von Wasserverteilungssystemen unter dem Blickwinkel der Bewertung und Vermeidung von Aufkeimungserscheinungen. Frankfurt August 2013.