

VERHINDERUNG DES BIOFILMS

Verhinderung des Biofilms durch physikalische Wasserbehandlung

Biofilme sind organisch-pflanzlicher Bewuchs in natürlichen und künstlichen Wassersystemen. Sie kommen überall dort vor, wo Wasser mit festen Oberflächen in Berührung kommt. Es gibt praktisch keine Oberfläche, die nicht von Biofilmen besiedelt ist.

In landwirtschaftlichen Wasseranlagen bildet sich Biofilm im gesamten Wasserkreislauf:

- Brunnen
- Speicher- und Druckausgleichssystemen
- Wasserleitungen
- Trink- und Bewässerungssystemen
- Wasserauffangbecken und Kanalisation

Biofilmbildung ist ein natürlicher Prozess, der schneller und stabiler voranschreitet, je günstiger die Ansiedlungs- und Lebensbedingungen für die Bioflora vorhanden sind. Biofilm in landwirtschaftlichen Wassersystemen ist die Brutstätte für Bakterienbildung mit toxischen Auswirkungen auf den Verdauungstrakt des Tieres.

BILDUNG VON BIOFILMEN

Biofilme sind Mikroorganismen, die in jedem Wasser, also auch Brunnen- und Stadtwasser leben. Sie bestehen überwiegend aus Bakterien, Algen, Pilzen und Protozoen (Krankheitserregern). Die Mikroorganismen besiedeln alle Grenz- und Kontaktflächen von Wasser und Wand des jeweiligen Behältnisses. Dort schließen sie sich zu äußerst effizienten Lebensgemeinschaften zusammen, in dem sich Biofilmzellen zu Biofilmkulturen verbinden um eine Abschwemmung zu verhindern.

Abbildung 1: Der Aufbau von Biofilmkulturen geschieht über eine interaktive Zell-zu-Zell-Kommunikation mit dem Ziel, eine stabile Verbindung der Zellen untereinander zu schaffen.

Abbildung 2: Auf diese Weise bildet sich der Grundbaustoff der Biofilmkulturen aus „Extrazellulären polymeren Substanzen (EPS)“, d.h. Biopolymeren mikrobiellen Ursprungs. Sie sind unmittelbare Umgebung von Biofilmzellen, bilden die stabile Verbindung zu den Oberflächen und gewährleisten als autarkes Ökosystem die fortlaufende Besiedelung in den Wassersystemen.

Abbildung 3: Biofilmzellen verankern sich an ihrer Nährstoff-

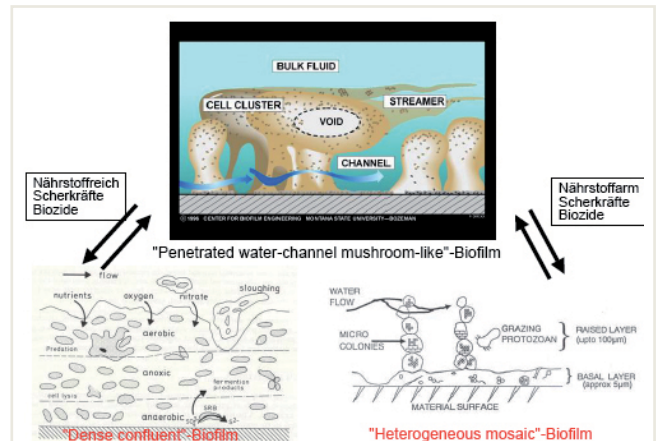


Abbildung 1: Biofilmbildung in der Wasserleitung

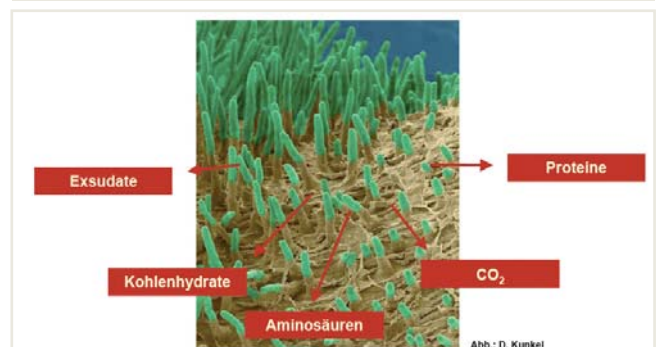


Abbildung 2: Kommunikation zwischen den Biofilmzellen zur Kulturreinigung

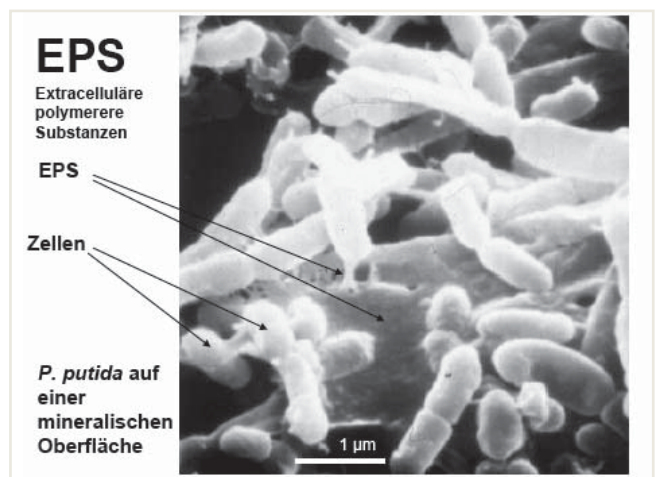


Abbildung 3: EPS als Hauptbestandteil der Biomasse im Biofilm

quelle, dem Wasser, und bilden einen stabilen Bewuchs in den Leitungen.

SCHÄDIGENDE WIRKUNG VON BIOFILMEN

Biofilme sind das ideale Nährstofffeld für pathogene Substanzen. Beeinflusst wird die Bildung in wasserführenden Systemen durch initiale Keimeinträge, Temperatur, Wasserparameter, Nährstoffangebot und Betriebsweise des Wassersystems (Brunnen, Zisternen, Wasserfluss und Stagnation). Es genügt, dass einzelne mikrobielle Strukturen pathogener Spezies in das Wassersystem eindringen, den Biofilm initiieren oder vorhandenen Biofilm besiedeln. Damit wird der Biofilm infiziert, fungiert als Habitat für alle Arten mit pathogenem Potenzial und wird so zu einem rasant ansteigenden Hygieneproblem.

Nicht nur die Emission von Kolonien pathogener Arten allein ist eine Bedrohung der Gesundheit von Tieren. Die Abgabe von Exo- und Endotoxinen an die Umgebung ist ein weiteres von dem Biofilm ausgehendes Gefährdungspotenzial. Bakterielle Endotoxine entwickeln über das sogenannte Lipid A eine toxische Wirkung, indem sie den Verdauungstrakt besiedeln und durch den Darm (Aufhebung der Darmschranke) in das Blut der Tiere gelangen. Die verheerenden Folgen, als Faktor innerhalb des MMA-Komplexes, sind in der Schweinezucht hinlänglich bekannt, aber auch in anderen Bereichen der Tierzucht Indikator für Krankheitsprobleme (Verdauung, Wachstum, Vermehrung).

Die Vergabe von Medikamenten (insb. Antibiotika) ist oftmals kontraproduktiv. MMA-Prophylaxe zur Unterstützung gestörter und stagnierender Verdauung mit phytogenen Zusatzstoffen im Futter können nur die Symptome, nicht aber die Ursache bekämpfen. Nach wie vor muss das Tier das kontaminierte Wasser trinken, um die Verdauung in Gang zu halten. Ein Teufelskreislauf.

PROBLEMLÖSUNG DURCH DIE PHYSIKALISCHE WASSERBEHANDLUNG MIT AQUA-4D

Landwirtschaftliche Wassersysteme sind für pathogene Biofilm-besiedelung prädestiniert. In Brunnenanlagen mit Ansaugrohr, Pumpen und Wasserspeichern fehlt der hermetische Abschluss gegenüber der Außenwelt. Die Besiedelung erfolgt bereits am Ansaugrohr und wird vom Wasserfluss weiter getragen. Kleine Öffnungen in den Leitungen und Behältnissen fördern den Eintrag, so dass der Biofilm von den Verbrauchsarmaturen (Trinknippeln, Tränken, etc.) in die Leitungen hinein wächst. Aus diesem Grund werden auch Anlagen, die mit Stadtwasser betrieben werden, mit Biofilmkulturen besiedelt.

Das in der Schweiz von Planet Horizons Technologies entwickelte physikalisch-technische Verfahren setzt dort an, wo die Probleme entstehen: Bei der Unterbindung und dem Abbau des Biofilms.

Verhindert wird die Anbindung des Biofilms an Oberflächen

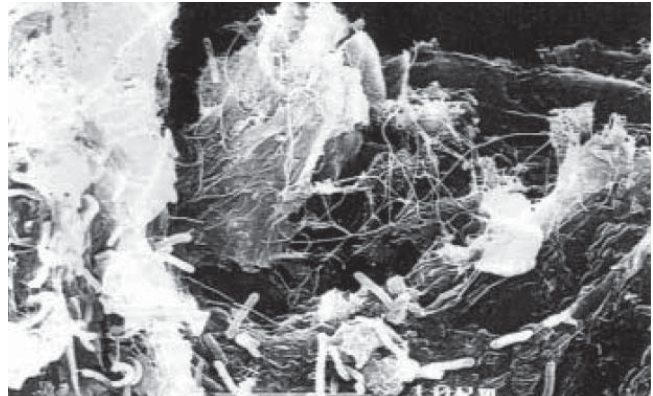


Abbildung 4: Gram-negative Bakterien in Biofilmkulturen

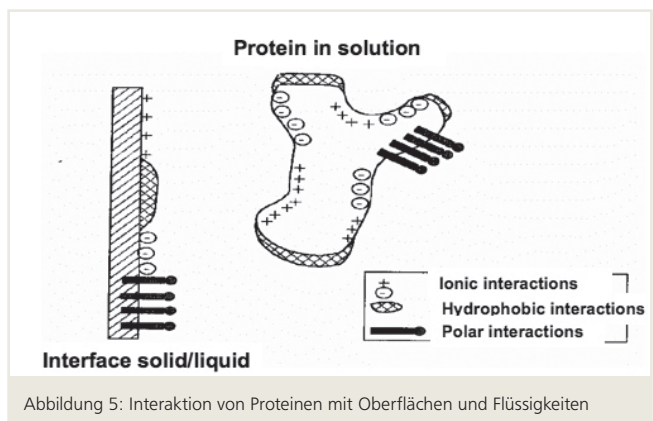


Abbildung 5: Interaktion von Proteinen mit Oberflächen und Flüssigkeiten



Abbildung 6: Command 360 mit Tube 360

durch die Ablösung der anhaftenden Proteinsubstanz. Das Phänomen der Adsorption von Proteinen hängt weitgehend mit der Heterogenität der Proteinstrukturen sowie der adsorbierenden Oberflächen (Metall, Glas, PVC) zusammen. Diese strukturelle Heterogenität ergibt zwischen Proteinen und makroskopischen Oberflächen unterschiedliche Interaktionen. Sie stehen direkt in Verbindung mit den hydrophoben, polaren oder geladenen Bereichen an der Oberfläche der Materialien und Proteine. Die Arten der normalerweise entstehenden Wechselwirkungen zwischen den Proteinen und der Oberfläche sind in der Regel elektrostatische (oder ionische) Interaktionen, sogenannte Van Der Waals Interaktionen, Wasserstoffbindungen sowie hydrophobe oder polare Wechselwirkungen.

Die geeignete elektromagnetische Behandlung beeinflusst die molekulare Interaktionen im Wasser: Einfluss auf das hydrophile/hydrophobe Verhalten, die Lösungskapazitäten, ionische Interaktionen (Zeta-Potential), insbesondere aber auch auf die Größe und Form der Wassercluster, die die Proteine umhüllen und sich auf den Kontaktflächen befinden. Mit der Folge: Die durch die EPS-Bildung der Biofilmkulturen produzierten Proteine heften sich nicht mehr an den Leitungswänden an. Vorhandener Biofilm löst sich ab und der Aufbau von neuem Biofilm wird verhindert.

Planet Horizons Technologies (PHT) hat für diese Zwecke ein spezifisches Standardgerät Aqua-4D® entwickelt, das sich mittlerweile 10 Jahre in der landwirtschaftlichen Praxis bewährt hat. Die Anlage besteht aus einem High-Tech Steuergerät (Command 60 oder Command 360) und einem oder mehreren Rohren (Tube 60 oder Tube 360), die mit 2 integrierten Kupferspulen die elektromagnetischen Eigenschaften des Wasser modifiziert.

Die elektromagnetische Strukturierung des Wassers bewirkt grundsätzlich eine Verkleinerung der Clusterstrukturen (Cluster = Molekülgruppen). Damit werden sogenannte Kristallkeimbildungszentren freigesetzt. Das ist Grundvoraussetzung für die Bildung von homogenen kleinen Kristallstrukturen und Ursache für die mineralische Umwandlung von Calcitkristallen (große Kristalle, verkrustend, korrosionsfördernd, Kesselsteinbildend) in pulverförmiges Aragonit (kleine Kristalle, nicht verkrustend).

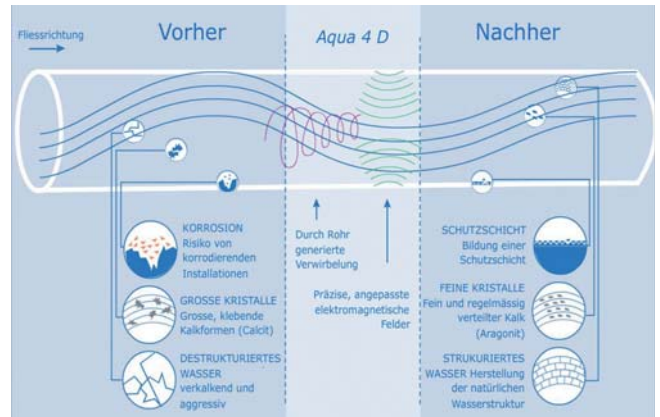


Abbildung 7: Wirkungsweise der Wasserconditionierung



Abbildung 8: Installation in einem Viehzuchtbetrieb in Cloppenburg (03/2007)

ZUM THEMA

Bereits auf dem AVA-Wasserseminar in diesem Jahr wurde die „Toxizität“ gelöster Biofilme in Wasserleitungssystemen angesprochen. Biofilme sollten sich erst gar nicht bilden können, bzw. die Wasserleitungsrohre im Betrieb sollten entsprechend behandelt werden, damit sich der Biofilm lösen kann. Im Seminar wurde auch erarbeitet, dass bei entsprechender Reinigung auf keinen Fall Teile des Biofilms von den Tieren oral über die Tränke aufgenommen werden darf. Also scheidet eine Wasserbehandlung im belegten Stall aus. Es muss sichergestellt werden, dass die „Ablagerungen“ bei einer Behandlung in die Gülle abfließen können. Ansonsten kann es zu massiven Tiergesundheitsproblemen kommen, denn die toxischen Produkte belasten den Organismus erheblich. Eventuell muss sogar über den Austausch des Rohrsystems nachgedacht werden, um danach durch geeignete Methoden den Biofilm erst gar nicht entstehen zu lassen.

Auch für den Humanbereich ist das Thema Biofilm präsent. Bei Hauswasserleitungen (besonders bei Kunststoffrohren) spricht man heute mehr und mehr von den Biofilmen, die im Extremfall sogar vermehrt Legionellen beherbergen können. Steht Wasser längere Zeit in den Leitungen, können sich diese Legionellen massiv vermehren und z.B. beim Duschen über die Atemwege aufgenommen werden.

Es existieren eine ganze Reihe von Möglichkeiten auf dem Markt, um den Biofilm letztendlich zu eliminieren. Im diesem Beitrag wird eine physikalische Methode beschrieben, die in der Schweiz entwickelt wurde.

Der Einfluss auf die Verkrustung verhindert Ablagerungen in den Leitungen. Für die Biofilmbildung reduzieren sich die notwendigen Fixierungspunkte (die Oberflächen werden glatter). Für die Vermehrung des Biofilms fehlt somit das notwendige Fundament.

Gewünschter Zusatzeffekt ist die wesentlich erleichterte Auflösung von chemischen Zusätzen (Medikamente, Reinigungsmittel), die sich in den kleineren Clusterstrukturen homogener verteilen. Die Dosierungen vermindern sich deutlich.

ANORDNUNG IN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN VIEHZUCHT

Um zu einer effektiven und kostengünstigen Lösung zu kommen, hat es sich bei den Betrieben bewährt, die standardisierte Aqua-4D Anlage direkt nach dem Speicherbehälter und dessen Pumpe einzubauen. Auf diese Weise wird der Biofilm in dem Leitungssystem direkt nach der Pumpe eliminiert. Für den Anschluss an Stadtwasser gilt, die Aqua-4D Anlage nach dem Wasserzähler einzubauen. Auf diese Weise werden alle Versorger der Stalleinrichtungen erreicht.

DIE PRAXIS ZEIGT: BIOFILME LÖSEN SICH AUF

Seit März 2007 sind Aqua-4D Anlagen in mehreren Viehzucht- und Milchwirtschaftsbetrieben im Einsatz.

Übereinstimmende Erfahrung ist, dass sich innerhalb von 4 - 6 Wochen der vorhandene Biofilm auflöst und kein neuer Ansatz gebildet wird. Voraussetzung für eine rückstandsfreie und schnelle Auflösung ist ein mehrmaliges Durchspülen der wassertechnischen Installationen. Auf diese Weise wird verhindert, dass Leitungen, Armaturen und Trinkvorrichtungen durch gelösten Biofilm verstopfen und gelöster Biofilm in die Tränken gelangt.

VERBESSERTE FUTTERVERWERTUNG

Anhand von computerisierten Auswertungen wurde festgestellt, dass sich der Trinkwasserverbrauch innerhalb des erwähnten Zeitraumes durch die Tiere (Schweine und Milchvieh) um durchschnittlich 20 % erhöht hat. Ein deutlicher Hinweis auf einen angeregten und gesteigerten Stoffwechsel. Wasser ist nicht nur Versorger mit Nährstoffen, sondern in gleichem Maße Entsorger von Verdauungsrückständen. Der Tierkörper war folglich nicht mehr mit der Abwehr von toxischen Substanzen aus dem Biofilm und der Auflösung von Ablagerungen im Verdauungstrakt beschäftigt. Das konditionierte Wasser hat den Wasserhaushalt des Tierkörpers wieder reguliert: Nährstoffe konnten wieder aufgenommen, verwertet und in gesundem Rhythmus wieder ausgeschieden werden.

Ein Beispiel aus der Hähnchenzucht im Emsland verdeutlicht nachhaltig den beschriebenen Effekt.

In parallelen Testverfahren von 3 Durchgängen mit je 37.000 Hähnchen pro Stall konnte der Futtermittlungsindex in Stall 2 mit Aqua-4D konditioniertem Stadtwasser auf 1,62 herabgeführt werden. Stall 1, versorgt mit „normalem“ Stadtwasser, blieb mit bis zu 1,76 auf einem kostenträchtigen, höheren Niveau.

VEREINFACHTE REINIGUNG

Die elektromagnetische Konditionierung eliminiert Kalkablagerungen und damit verbundene Schmutzrückstände. Aggressives Calcit (Kesselstein) wird in pulverartiges Aragonit umgewandelt und mit dem Wasser herausgespült. Durch das so veränderte Lösungsverhalten des Wassers werden Schmutzpartikel von H₂O-Molekülen feiner geclustert (umschlossen) und durch den Wasserlauf werden Ablagerungen verhindert. Sie haften nicht mehr an den wasserberührenden Oberflächen.

Wassertechnische Installationen haben erheblich weniger Reinigungs- und Pflegebedarf. Kristallisierte Rückstände an Armaturen und Trinkvorrichtungen lösen sich auf. In mit Aqua-4D® konditionierten Stallanlagen genügt in aller Regel ein Ausspülen und Abspritzen von Behältnissen und Stalleinrichtungen. Auf aggressive chemische Hilfsmittel und zeitaufwändiges Schrubben kann verzichtet werden.

In dem oben erwähnten Hähnchenstall 2 wurde der abge-

streute Stallboden mit dem Fortgang der Testdurchgänge laufend trockener, der Boden in Stall1 blieb durchgängig feucht. Die hygienische Situation für Stall 2 wurde nachhaltig verbessert.

Literatur kann beim Verfasser erfragt werden

Quellen:

1. *Bildung, Funktion und intraspezifische Kommunikation von Biofilmen*, TU Graz, 8.5.07
2. *Biofilm – Die etwas andere Lebensweise*, Ulrich Szewzyk, TU Berlin, und Regina Szewzyk, Umweltbundesamt, 28.04.03
3. *Definition von Biofilmen*, in: *Formen des Biofilms*, Deutsche Biofilmforschung, 18.05.06
4. *Der Biofilm – Bildung, Eigenschaften, Wirkungen*, Teil 1 und 2, Prof. Dr. Dieter Kreysig, in: *Sonderdruck Bioforum*, 9.3.04
5. *Der MMA-Komplex*, in: *Tiergesundheit im Internet*, AHO, animal-health-online, 2000
6. *Der Effekt von elektromagnetisch konditioniertem Wasser in der Landwirtschaft*, Dr. Eric Valette, Leiter Forschung & Entwicklung PHT, 18.10. 2007

Gregor Heiermann / Walter Thut
Planet Horizons Technologies SA, Schweiz