

Biofilme in Kühlkreisläufen

Nachhaltige Bekämpfung durch Katalysatortechnik

Ohne Gegenmaßnahmen entstehen in wasserführenden Systemen wie Kühlkreisläufen schnell Biofilme. Sie schädigen Werkstoffe, verringern die Energieeffizienz und gefährden Hygiene und Betriebssicherheit. Herkömmliche Verfahren zur Biofilmbekämpfung sind kostenintensiv und aggressiv zu Material und Umwelt. Eine wirtschaftliche und zugleich schonende Alternative ist die nachhaltige Eliminierung von Biofilmen durch katalytisch erzeugte Biotenside.

Die Effektivität der VWS MOL®-Katalysatortechnologie hat sich unter anderem bei Anwendungen in der Getränke- und Lebensmittelindustrie bewährt.

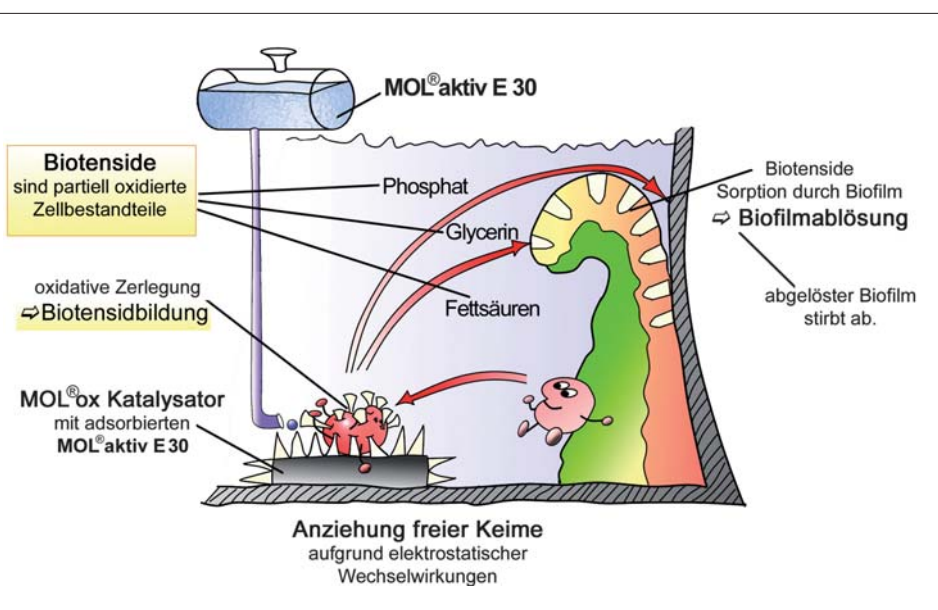
Die Vermeidung und Bekämpfung von Biofilmen (Fouling) in wasserführenden Systemen ist eine grundlegende Aufgabe in der Getränkeproduktion. Eine geeignete Werkstoffauswahl kann unerwünschte mikrobiologische Vorgänge temporär zurückdrängen, nicht jedoch vollständig eliminieren. Durch sogenannte „Eisenoxidierer“ im Wasser wird die Passivschicht der Materialien – auch auf Edelstahloberflächen – so angegriffen, dass sich anschließend ein Biofilm darauf ansiedeln kann. Dieser Nährboden für Bakterien und Legionellen gefährdet die Hygiene und die Gesundheit des Betriebspersonals.

Verminderter Wärmeüberhang & erhöhter Energieverbrauch

Biofilme begünstigen auch die mikrobiell induzierte Korrosion und sie beeinträchtigen Wärmeübergänge viermal stärker als mineralische Ablagerungen gleicher Dicke (Scaling). Zugleich steigt der Energieaufwand für den Transport von Kühl- und Produktwasser erheblich, denn Ablagerungen in Kühlkreisläufen verringern die Leitungsdurchmesser. Damit ist eine höhere Pumpleistung erforderlich, um die gleiche Menge Kühlwasser zu transportieren.

Bei einem Druckanstieg auf 0,5 bar ist für einen Kühlkreislauf mit 1000 m³ Wasser stündlich eine foulingbedingte Zusatzleistung von 13,9 kW Pumpenergie nötig. Aufgrund des verminderten Wärmedurchgangs steigt gleichzeitig auch der Kühlwasserbedarf, wodurch sich der Mehrbedarf an Pumpleistung auf 20 bis 30 kW pro Stunde erhöht. Im Jahr beträgt der Energiemehrbedarf damit circa 200 000 kWh.

Konventionelle Biozide lösen biologische Strukturen zwar auf, allerdings greifen sie durch oxidative Reaktionen auch die Passivschicht der Werkstoffe an. Damit verbessern sich die Bedingungen für eine erneute mikrobiologische Besiedlung mit jedem Reinigungsvorgang. Zudem ist der Einsatz herkömmlicher Dosierchemikalien kostenintensiv und erfordert ein hohes Maß an Fachwissen und Erfahrung.



Funktionsweise von VWS MOL CLEAN: Freie Keime aus dem Wasser werden durch katalytische Prozesse in Biotenside umgewandelt. Diese lösen Biofilme in Kühlkreisläufen ab und verhindern die Neubildung. Die katalytische Reaktion wird durch eine geringe Menge eines nicht-toxischen Biozids in Gang gesetzt.

Bernd Hackmann

Geschäftsbereichsleiter Getränke
Berkefeld – VWS
Deutschland GmbH
(www.berkefeld.de)



Dr. Jürgen Koppe

Geschäftsführer MOL
Katalysatortechnik
GmbH
(www.molkat.de)

Biotenside gegen Biofilme

Eine Alternative sind die chemiearmen beziehungsweise chemiefreien VWS MOL-Verfahren des Wasser-technikunternehmens Berkefeld. Bei diesen Technologien ziehen Vollmetallkatalysatoren die freien Keime im Wasser – etwa Bakterien, Hefen oder Schimmelpilze – durch elektrostatische Aufladung an. An der Katalysatoroberfläche werden diese Keime anschließend nicht nur wirksam abgetötet, sondern chemisch umgewandelt.

Aus den giftigen Phospholipid-Verbindungen (Endotoxine) der Keimhüllen entstehen ungefährliche Stoffe wie Phosphat, Glycerin und gesättigte Fettsäuren, die als sogenannte „Biotenside“ wirken: Sie werden vom Biofilm als arteigene Spezies erkannt, können ihn dadurch problemlos durchdringen und brechen seine Wasserstoffbrückenbindungen zur Werkstoffoberfläche auf. Damit fällt der Biofilm im gesamten System restlos ab. Er wird selektiv direkt an der Phasengrenze zum Werkstoff abgelöst – ohne Schädigung der Materialien.

Zusätzlich werden die gelösten Biofilmfragmente durch die Biotenside soweit bekämpft, dass sie kein mikrobiologisches Risiko für Mensch oder Umwelt darstellen. Das behandelte Wasser erfüllt die Einleitbedingungen des GL2-Leuchtbakterientests, ist also nicht toxisch. Die Verunreinigungen werden anschließend durch Berkefeld Filtersysteme abfiltriert oder „ausgekreist“.

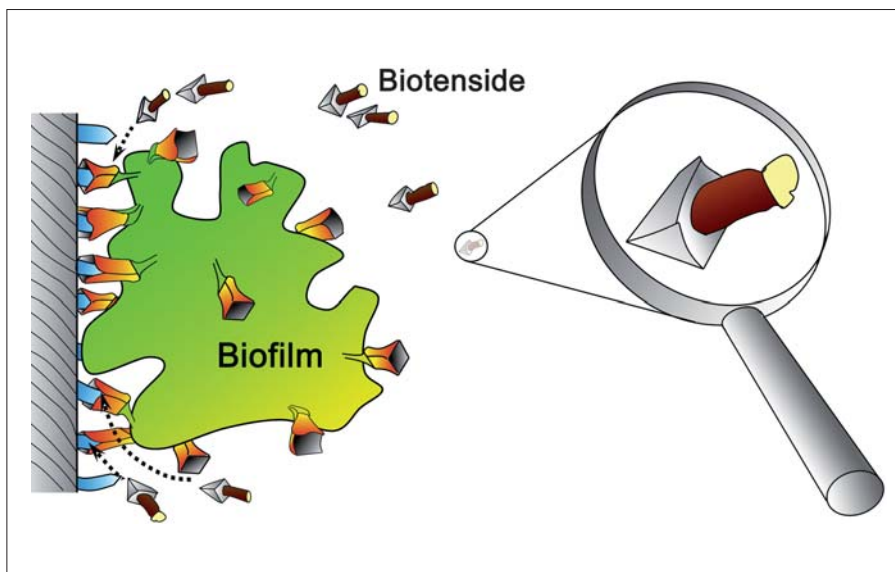
Das VWS MOL-Verfahren wirkt effektiv, denn die katalytische Reaktion mit Biotensidbildung setzt ein, sobald sich freie Keime im Wasser befinden. Die Konzentration der Biotenside liegt in üblichen technischen Systemen unter 1 Nanogramm pro Liter – also unterhalb der Nachweisgrenzen.

Nicht-toxisch oder völlig Biozid-frei

Für die verschiedenen Anwendungen im Getränkebereich stehen zwei erprobte Technologien zur Verfügung. Beim VWS MOL CLEAN-Verfahren wird die Reaktion an der Oberfläche des Vollmetallkatalysators durch die Zugabe von geringen Mengen Mol® aktiv E 30 in Gang gesetzt, einer nicht-toxischen und nicht-korrosiven 30-prozentigen H_2O_2 -Lösung. Im Vergleich zu herkömmlichen Desinfektionsprozessen minimiert VWS MOL CLEAN den Einsatz von Bioziden. Das Verfahren bietet sich besonders zur Beseitigung von bestehenden Biofilmen, etwa Algenablagerungen oder Schleimbelägen, an.

VWS MOL LIK hingegen hat sich bei der nachhaltigen Reinigung und permanent vorbeugenden Bekämpfung von Biofilmen bewährt. Die Technologie kommt vollständig ohne die Zugabe von Chemikalien aus, denn hier wird die Biotensidbildung durch Licht einer bestimmten Wellenlänge ausgelöst.

Bei Kühlkreisläufen in der Getränkeindustrie muss unterschieden werden zwischen der Behandlung der



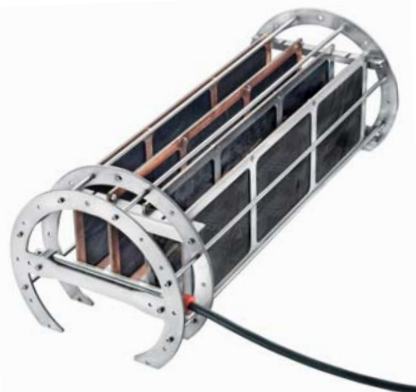
Die Biotenside lösen den Biofilm an der Phasengrenze zum Werkstoff ab, ohne dabei die Materialoberfläche anzugreifen. Herkömmliche Biozide begünstigen durch oxidative Reaktionen Korrosion.



Ein Edelstahlrohr aus dem Eiswasserkühler der Bitburger Brauerei vor und nach der Reinigung mit der VWS MOL CLEAN-Katalysator-Technologie. Die Brauerei nutzt das Verfahren seit 2006 regelmäßig zur Biofilmbeseitigung.



VWS MOL CLEAN-Katalysatorbox in der Kühlturmtasse eines Verdunstungskühlkreislaufer (Durchsatz circa 2000 m³/h)



VWS MOL LIK-Katalysator zur Biozid-freien Biofilmbekämpfung. Der katalytische Prozess wird durch Licht in Gang gesetzt.

Produkt- und der Kühlwasserseite. Eine produktseitige Biofilmbeseitigung ist nur temporär bei Abwesenheit des Produkts und unter Nutzung eines separaten Spülkreislaufes möglich. Auf der Kühlwasserseite sind abgelöste Biofilmfragmente nicht zwingend störend. Daher ist die Biofilmbeseitigung hier permanent möglich, sofern keine Giftstoffe eingesetzt oder gebildet werden. Dies ist beim Einsatz katalytisch erzeugter Biotenside gegeben.

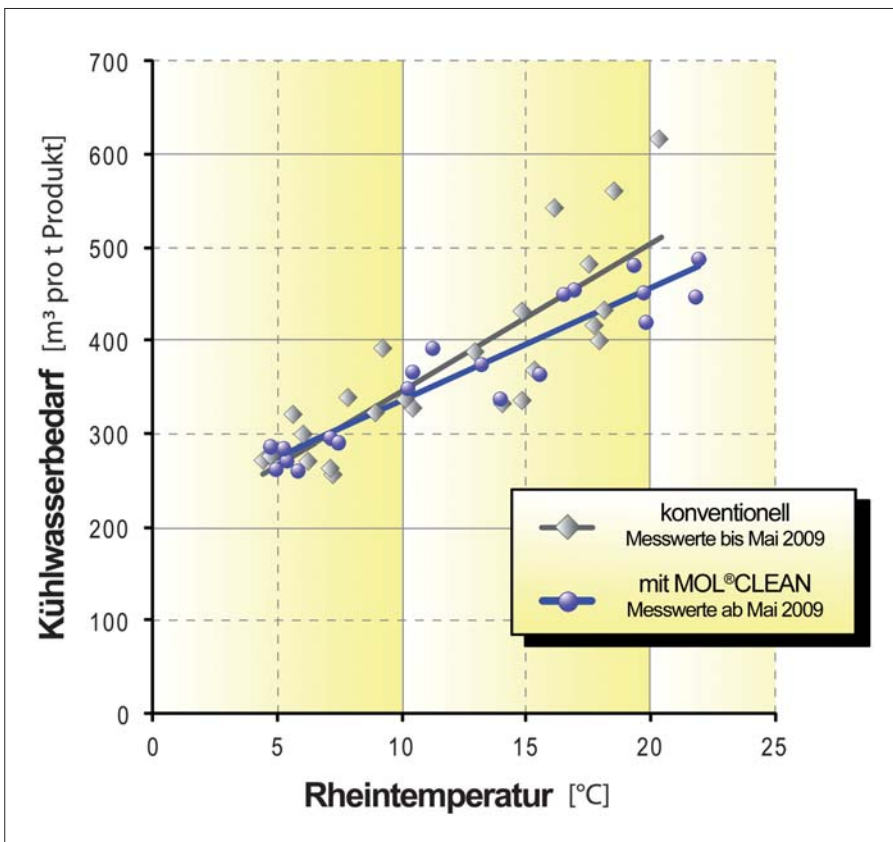
Schonende und schnelle Reinigung

Bei DSM in Sisseln wurde die VWS MOL CLEAN-Technologie 2009 erstmals in einem komplexen, das gesamte Werk umfassenden Kühlsystem eingesetzt. DSM ist weltweit führend in der Herstellung von Vitaminen, Carotinoiden und Feinchemikalien und beliefert unter anderem die Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie.

Am Standort Sisseln beträgt der tägliche Kühlwasservolumenstrom aus dem Rhein im Sommer bis zu 150 000 m³ pro Tag. Nach der Vorbehandlung strömt das Wasser in einen Wasserturm, der ein Volumen von circa 1000 m³ aufnimmt. Das Volumen des folgenden Rohrleitungs- und Wärmetauschernetzes beträgt 1300 m³. Die Aufgabenstellung bestand darin, Wärmetauscherflächen frei von Fouling und Scaling zu halten. Zuvor wurden einige Kondensatoren inspiziert. Hierbei wurde Fouling festgestellt. Ein Kondensator wurde gereinigt; die übrigen blieben ungereinigt.

Im Mai 2009 wurden zwei VWS MOL CLEAN-Katalysatorboxen im Wasserturm installiert. Über eine Dosierleitung wird MOLaktivE30 aus dem Keller des Wasserturmes zeitschaltgesteuert direkt zu den Katalysatoren gepumpt. Mit diesem Wasser werden die Kondensatoren der Wärmetauscher und auch die Dampfkesselanlagen mit Speisewasser versorgt.

Unmittelbar nach der Dosierung beträgt die Konzentration von Mol[®]aktiv E30 in der Falleitung des Wasserturmes 5 ppm. Nach Inbetriebnahme der Kühlwasserbehandlung wurden am Kondensator mit 0 bis 2 ppm deutlich geringere Konzentrationen gemessen. Das heißt, in den Rohrleitungen liefen durch Fouling bedingte Zersetzungsreaktionen mit Biotensidbildung ab.



Einsparung an Kühlwasser und Energie durch den Einsatz von VWS MOL CLEAN in der Durchlaufkühlung bei DSM in Sisseln (Durchsatz circa 3000 m³/h). Die Beseitigung von Ablagerungen im Kühlsystem verbesserte die Wärmeübergänge und reduzierte den Kühlwasserbedarf um fünf Prozent, wodurch der Energieverbrauch für Pumpleistungen jährlich um 500 000 kWh sank.

Nachhaltige Kostensenkung

Mit zunehmender Einsatzdauer – ab September 2009 – entsprach die Mol®aktiv E 30-Konzentration am Kondensator in etwa der in der Falleitung. Dies ist ein Indikator dafür, dass die Rohrleitungen frei sind von Fouling. Beim Öffnen der Kondensatoren Mitte Oktober 2009 wurden auch keine Biofilmsspuren festgestellt; unabhängig davon, ob die Kondensatoren zuvor gereinigt wurden oder nicht. Aufgrund der nachhaltigen Wirkung konnte die Dosierung schrittweise reduziert werden: anfänglich zweimal täglich, dann einmal täglich und nunmehr dreimal wöchentlich 30 kg.

Durch die nachhaltige Eliminierung von Fouling und Scaling entfallen die zeitaufwendigen Reinigungsarbeiten an den Kondensatoren. Da die Rohrleitungen frei von Ablagerungen sind, verminderte sich der Kühlwasserbedarf pro Tonne erzeugtem Produkt um circa fünf Prozent. Bei einem Durchsatz von 3000 m³/h spart DSM dabei jährlich rund 500000 kWh. Dies entspricht dem Energiebedarf von 125 Haushalten.

Abgelöste Biofilmfragmente werden durch die Biotenside so „maskiert“, dass sie keine Gefahr für Mensch oder Umwelt darstellen.



Zusammenfassung

Bilden sich durch Biofouling und Scaling Ablagerungen an den Oberflächen von Kühlsystemen, wachsen nicht nur die Risiken für Hygiene und Betriebssicherheit, sondern auch die Kosten. So vermindern Biofilme die Wärmeübergänge und stören Strömungsprozesse, wodurch der Energiebedarf deutlich steigt. Herkömmliche Verfahren zur Biofilmeliminierung sind zeitaufwendig und ebenfalls kostenintensiv. Die dabei eingesetzten Biozide greifen die Werkstoffoberflächen an und belasten die Umwelt.

Eine nachweislich wirksame, wirtschaftliche und umweltschonende Alternative sind die VWS MOL-Verfahren. Die Technologien befreien Kühlkreisläufe mit Hilfe von katalytisch erzeugten Biotensiden nachhaltig von Biofilmen und sorgen so für hygienisch einwandfreie Verhältnisse, ohne die Produktqualität, Mensch oder Umwelt zu gefährden. Der Einsatz von Bioziden wird dabei minimiert beziehungsweise entfällt vollständig. Zugleich schonen die Verfahren die Werkstoffoberflächen, schützen so vor Korrosion und vermindern den Wartungsaufwand. □