



## Dokumentation Biofilm und dessen Beseitigung

Nachfolgend bewerten wir beispielhaft die Sanierungssituation von Legionellen und dem Befall von Biofilmen in einem Produktionsgebäude

### Biofilme

Als Biofilme werden von Mikroorganismen gebildete Systeme bezeichnet, die aus einer hydrogelartigen Matrix aus stark hydratisierten, polymeren Substanzen und Bakterien bestehen. Biofilme findet man häufig an Phasengrenzflächen, vor allem, wenn Wasser eine der Phasen darstellt. Biofilme findet man in Wasserleitungen, an Wärmetauschern und in industriellen Wasserkreisläufen. Die Konsistenz von Biofilmen ist häufig schleimartig, weshalb solche Filme häufig auch als Schleim (Noifouling) oder Bioschleim bezeichnet werden. Biofilme stellen eine für Mikroorganismen sehr günstige Lebensform dar.

Biologische Ablagerungen führen zudem durch sich in oder unter ihnen entwickelnde anaerobe Mikroorganismen wie Sulfatreduzierern zu Geruchsbelästigungen und teilweise zu erheblicher Korrosion (Biofouling). Biofilme entstehen langsam, man kann die Entwicklung in mehrere Adsorption – und Wachstumsphasen einteilen. Die wichtigsten Entwicklungsphasen sind in Abbildung 1 skizziert.

---

**Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim**

www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und vom TÜV geprüft

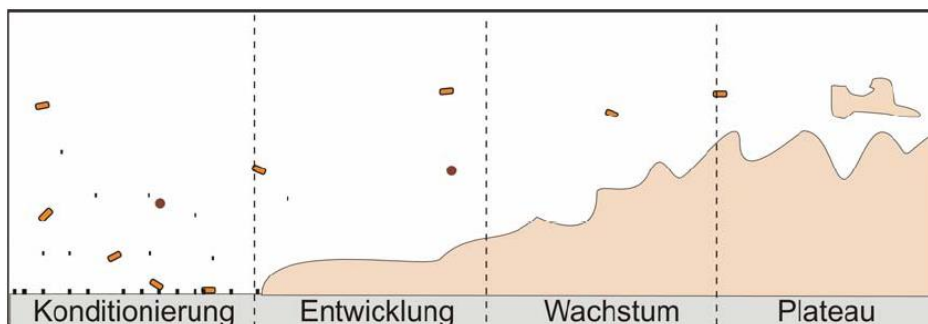


Abbildung 1: Die Entwicklung eines Biofilms

Betrachtet man die Entwicklung der Schleimablagerung in Abbildung 2, so erkennt man, dass sich zuerst einige Mikroorganismen und Nährstoffe auf einer Oberfläche anlagern (Konditionierungsphase). Die Mikroorganismen beginnen mit der Zellteilung und der Bildung von Extrazellulären Polymeren Substanzen (EPS) (Entwicklungsphase), der Biofilm wächst und nimmt an Dicke zu (Wachstumsphase). Hat der Film abhängig vom inneren Zusammenhalt und der auf ihn einwirkenden Scherkräfte eine gewisse Dicke erreicht, lösen sich Teile der Schleimschicht ab und werden von der vorbeiströmenden wässrigen Phase fortgetragen. Stehen Neubildung und Abtrag im Gleichgewicht, ändert sich die Dicke des Films nicht mehr (Plateauphase).

Die Zusammensetzung der Biofilme ist – neben der Keimart – von verschiedenen äußeren Bedingungen abhängig. Eine große Rolle spielt die Verfügbarkeit von Nährstoffen.

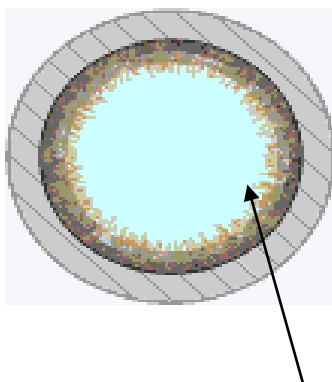


Abbildung 2 : Biofilm in Rohr

## 1. Aufgabe

Aqua-Protect GmbH hatte die Aufgabe, die Grundlagen, Randbedingungen für die Konzepterstellung und die daraus resultierenden Maßnahmen und Sanierungskonzepte in einem Produktionsgebäude auf folgende Probleme darzustellen

- Biofilm
- Ablagerungen (Rost, Kalk, Sandpartikeln...usw.)

Die Wasserproben ergaben eine Grenzwertüberschreitung im Bereich Legionellen, da das Gesamtsystem jedoch ca. 2000 Meter lang war, konnte die Ursache der Kontamination nicht klar eingegrenzt werden.

## 2. Gebäudedefinition

Das Rohrleitungssystem: Die Leitungen waren bedingt durch die Produktionssituation und durch das Alter des Produktionsgebäudes offen und einer Mischinstallation von Stahl verzinkt, PE und PP im Durchmesser von DN 15 bis DN 200 verlegt



**Abbildung 3:** Kunststoffrohre



**Abbildung 4:** Waschraum

---

**Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim**

www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und vom TÜV geprüft



**Abbildung 5:** Verlauf der Kunststoffrohre



**Abbildung 6:** verzinkte und  
Edelstahlrohre mit Durchlauferhitzer

Im Gebäude besteht die Installation aus Waschbecken, Waschräumen und Maschinentzuleitungen für die Produktion. Das Rohrleitungssystem in den Waschräumen wurde teilweise mit Edelstahlrohren zur Stahl verzinkten ergänzt. Das Warmwasser wird über einen Warmwasserbereiter versorgt. Es handelt sich hier um eine Mischinstallation von verzinkten Stahlrohre und Edelstahlrohre.

Armaturen: Absperrarmaturen sind vorhanden. Es ist jedoch aufgrund der Gesamtsituation des Gebäudes, der Blindleitungen, der Mischinstallation und der nicht vollständigen Sanierung zu erwarten, dass in den Wasser führenden Kammern der Armaturen ebenfalls Biofilme vorhanden sind.

Risiken durch Blindleitungen: Die Blindleitungen sind eine zusätzliche Ursache für die Bakterienbildung und gem. DVGW-Arbeitsblatt W 551 vom Trinkwassersystem abzutrennen.



### 3. Rohrprobeuntersuchungen

Nummer	DN (Nennweite)	entnommener Platz	Rohrart
<b>1</b>	<b>20</b>	<b>Waschbecken</b>	<b>verzinkter Stahl</b>
<b>2</b>	<b>20</b>	<b>Waschraum Frauen</b>	<b>verzinkter Stahl</b>
<b>3</b>	<b>50</b>	<b>Waschraum Herren</b>	<b>verzinkter Stahl</b>
<b>4</b>	<b>100</b>	<b>Hauptleitung</b>	<b>PVC</b>
<b>5</b>	<b>125</b>	<b>Neben der Lüftung</b>	<b>PVC</b>

Tabelle 1 : Die übergebenen Rohrstücke



## Bilder vor der Reinigung:



Abbildung 7: Waschraum 1

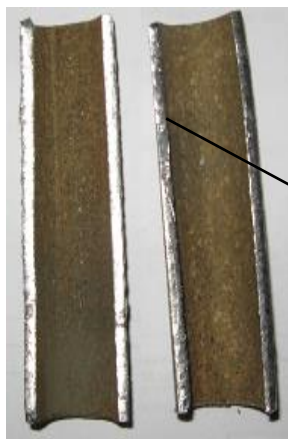


Abbildung 8: Waschbecken

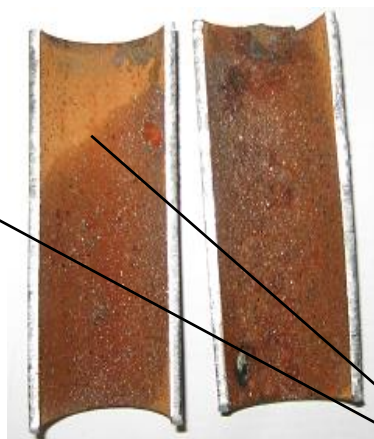


Abbildung 9: Waschraum 2

glänzende kleine  
Sandpartikeln



Abbildung 10: Neben der Lüftung

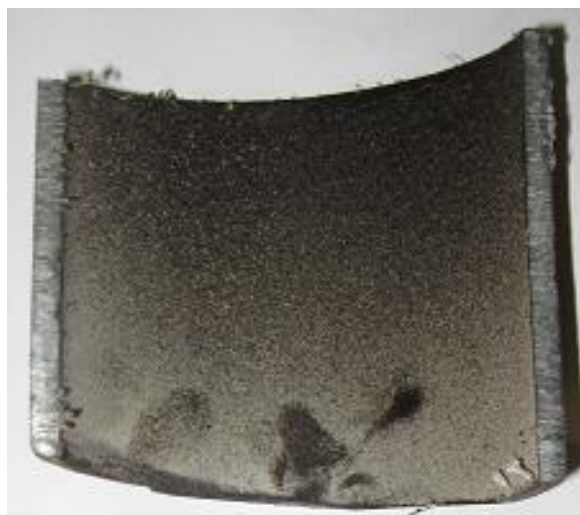


Abbildung 11: Hauptleitung

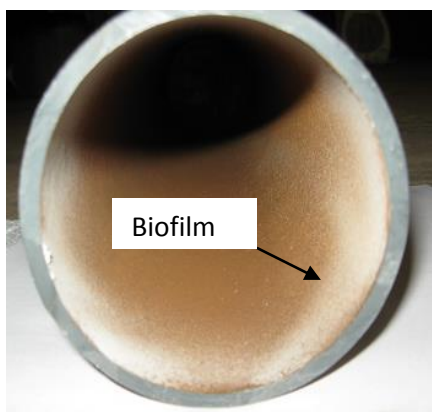
---

**Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim**

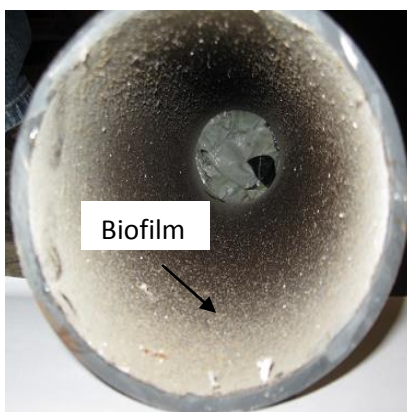
www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und vom TÜV geprüft



**Abbildung 12:** Neben Lüftung



**Abbildung 13:** Hauptleitung



**Abbildung 13:** in Rohre befundenen schleimartigen Biofilm



**Abbildung 14:** erkennbarer schleimartiger Biofilm in der Hauptleitung



**Abbildung 15:** PVC Rohrreinigung mit Aqua Protect System

**Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim**

[www.aqua-protect.org](http://www.aqua-protect.org) • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: [info@aqua-protect.org](mailto:info@aqua-protect.org)



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und vom TÜV geprüft

## Bilder nach der Reinigung:



**Abbildung 16:** Hauptleitung



**Abbildung 17:** Neben Lüftung





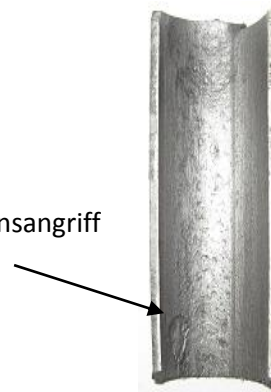


**Abbildung 18:** Waschraum 1

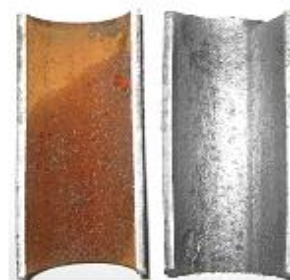


**Abbildung 19:** Waschbecken

Korrosionsangriff



**Abbildung 20:** Waschraum 2



**Abbildung 21 :** Gesamtbild zum Vergleich vor und nach der Reinigung mit dem Aqua Protect System

Wir schnitten die 5 Rohrstücke auseinander und reinigten sie von Biofilme und anderen Ablagerungen sowie Rost. Dabei kamen wir zu folgendem Ergebnis:

- Die entnommenen verzinkten Stahlrohrproben zeigen einheitlich auf der gereinigten Rohroberfläche eine geringe Korrosion. Die PVC Rohrproben zeigen dagegen einen dickschichtigen schwarz- braun farbigen Biofilm. Die entstandenen Biofilme und Ablagerungen können gelöst werden.

**Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim**

www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und vom TÜV geprüft

Hier folgt eine genaue Beschreibung Rohrbewertung, der Korrosionsschädigungen in den Stahl verzinkten Leitungen, Berechnungen nach der Druckbehälterverordnung und zur Sanierungsmöglichkeit durch unsere verschiedenen **zerstörungsfreien** Systeme für alle Rohrleitungsbereiche – auch diejenigen mit den unterschiedlichen Werkstoffen. Ergänzend erhält der Kunde noch Hinweise zur Mischinstallation (Auswirkungen des sog. Galvanischen Elements und dessen Korrosionsrisikos) der Lokalisierung der Legionellenrisiken, zur Dekontamination der Legionellen, zur Veränderung der Installationsbereiche in Bezug auf Armaturen, Rohrbelüftern, Duschköpfen, Isolierungen, Blindleitungen und Stagnationswasser und eine möglicherweise erforderliche Wasserbehandlung zur Korrosionssminderung. Insbesondere die Verbindung von Chlordosierung zu Stahlleitungen und PVC (Polyvinylchlorid) und deren Folgerisiken muss dem Kunden ausführlich beschrieben werden

## **Ein teurer Austausch der Leitungen wird von uns nicht empfohlen!**

---

**Aqua-Protect GmbH • Bad Kreuznacher Str. 27 – 29 • D 68309 Mannheim**

www.aqua-protect.org • Tel.: 0621-77777-0 • E-Mail: info@aqua-protect.org



Wir sind nach den DVGW-Arbeitsrichtlinien und vom TÜV geprüft