



Mikro-Check im Heizungswasser: Biofilm und
MIC früh erkennen, Ausfälle vermeiden

Inhalt

Einleitung	3
Heizungssysteme und der Grund des bakteriellen Wachstums.....	3
Heizungssysteme und die Auswirkung von bakteriellm Wachstum.....	4
Welche Bakterien sind in Heizungssystemen typisch?	5
Wie wird das früh erkannt und warum lohnt es sich?	5
Mögliche anerobe Bakterien	5
Pseudomonas-Bakterien.....	5
Sulfatreduzierende Bakterien (SRB)	6
Fermentative Bakterien (z. B. Clostridium).....	6
Acetogene Bakterien.....	7
Methanogene Mikroorganismen	7
Mechanismen und betriebliche Folgen	8
Massnahmen und Monitoring im Betrieb.....	8
Fazit.....	9
Quellenverzeichnis	9

Einleitung

Wenn unser Darm „falsche“ Bakterien erwischt, meldet sich das Immunsystem – ein Heizsystem schweigt, bis Leistung, Energieverbrauch oder Bauteile leiden.

Mikroorganismen im Wasser zeigen ihr Wachstum bevorzugt in Temperaturbereichen zwischen etwa 20 und 45 °C (UBA, WHO). In energieoptimierten Anlagen mit tieferen Betriebstemperaturen können dadurch stabilere Wachstumsbedingungen für mikrobiologische Prozesse entstehen. (ASHRAE)

Der Kernmechanismus ist fast immer Biofilm: mikrobielles Wachstum auf Oberflächen führt zur Schleim- und Belägebildung, reduzieren so die Wärmeübertragung und erhöhen den Strömungswiderstand.

Auf Metalloberflächen kann zudem **mikrobiell induzierte Korrosion (MIC)** auftreten, und so kommt an denen Orten, wo Aerosole entstehen (z.B. Bei Rückkühlwerken), ein Hygienierisiko hinzu.

Betreiber von geschlossenen Systemen profitieren messbar von **Früherkennung:**

Füll-/Umlaufwasser-Checks und trendbasierte Überwachung (z. B. pH, Leitfähigkeit; zusätzlich biologische Schnelltests). Für eine gute Überwachung des Systemverhaltens kann, als Inbetriebnahme-/Monitoring-Schema eine jährliche Kontrolle durchgeführt werden, um das Wachstum zu kontrollieren. (SWKI BT 102-01)

Heizungssysteme und der Grund des bakteriellen Wachstums

Die Bakterien gelangen typischerweise nicht über Füll- und Ergänzungswasser oder über organische Einträge, sondern können durch deren Zustand und Inbetriebnahme nur vermehrt werden. Die Bakterien sind in den meisten Fällen schon, durch Dreck vom Leitungsbau ins System gelangt. Was diese Kontaminationen im System vermehrt ist dann, die schlechte Überwachung und Inbetriebnahme des Systemwassers, damit ist gemeint:

- Das Heizungswasser ohne Zirkulation im System zu lassen
- Das nicht gründliche Spülen des Systems
- Die unregelmässigen Kontrollen der Betriebsflüssigkeit

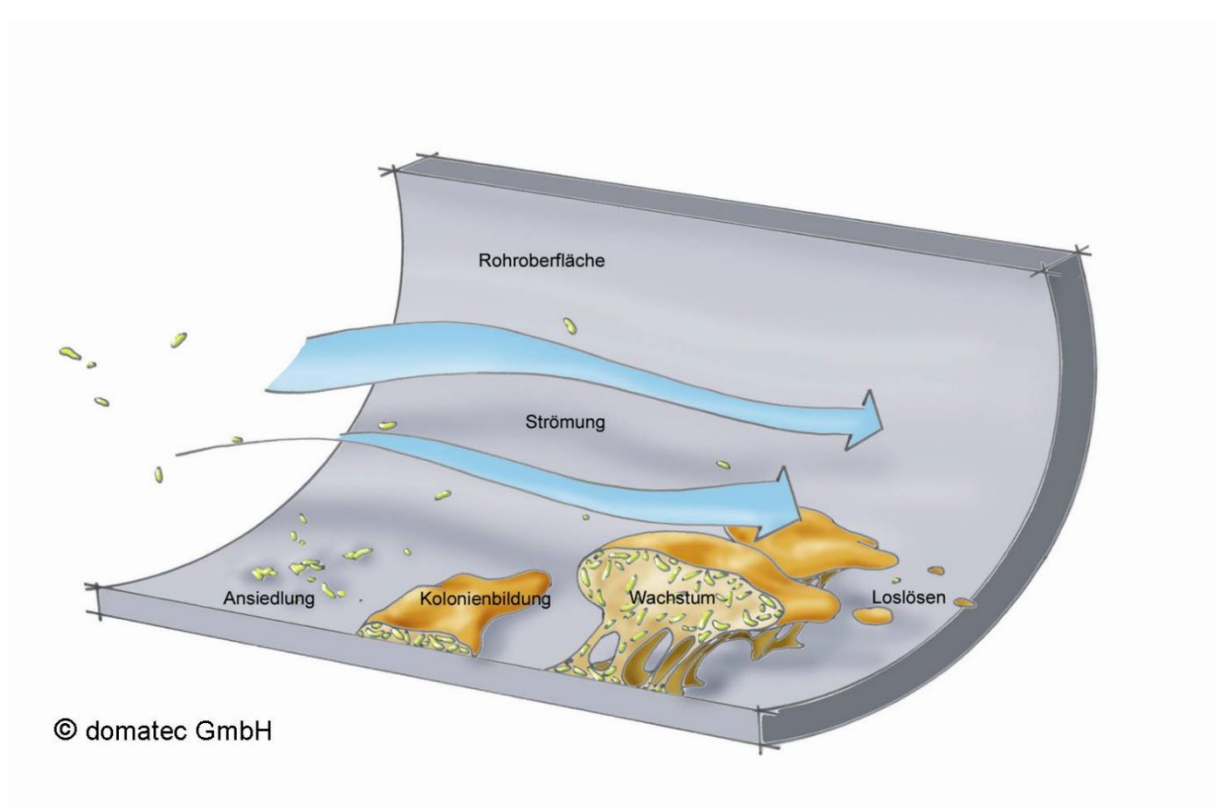
Heizungssysteme und die Auswirkung von bakteriellem Wachstum

Ein Heizsystem hat kein Immunsystem: Es „spürt“ Bakterien erst dann, wenn Biofilm, Ablagerungen oder Korrosion bereits Folgen zeigen.

Dann passiert das Entscheidende an der Oberfläche:

Mikrobielles Wachstum auf Oberflächen (Rohrwand, Wärmetauscher, Toträume, Filtergehäuse)

- ➔ Wachstum von **Schleim/Beläge** was zu **Biofilmbildung** führt
- ➔ **Verringerung der Wärmeübertragung**
- ➔ und **Energieverluste durch erhöhten Reibungswiderstand**
(Druckverlust → mehr Pumpenergie)



MIC (Microbiologically Influenced Corrosion)

Neben Fouling ist **MIC** der zweite Hauptgrund, warum „Bakterien schlimm“ sind. In einer Übersicht zu mikrobiologisch beeinflusster Korrosion wird MIC als Sonderform beschrieben, bei der Mikroorganismen durch ihre Anwesenheit und (u. a.) aggressive Stoffwechselprodukte elektrochemische und chemische Reaktionen an festen Oberflächen verändern und so **Metallabbau** beschleunigen können.

Praktisch heisst das:

- ⇒ Korrosion wird lokal „unter dem Biofilm“ wahrscheinlicher und oft als schwer sichtbare Hotspots, Regelorgane stören oder Leckagen entstehen

Welche Bakterien sind in Heizungssystemen typisch?

In technischen Wasserkreisläufen, die in den meisten Fällen geschlossen sind treten häufig **anerobe Bakterien** (leben ohne Sauerstoff) auf:

- robuste Biofilmbildner wie Pseudomonaden oder sulfatreduzierende Bakterien (SRB)
- Säurebildner wie Fermentative Bakterien (z. B. Clostridium)
- pH-Senkende Bakterien wie Acetogene Bakterien

und bei sehr starken aneroben Bedingungen Methanogene (Archaeen).

Wie wird das früh erkannt und warum lohnt es sich?

Neben der chemischen Wasserbewertung (pH, Leitfähigkeit, Härte etc.) empfehlen die SWKI-BT 102-01 Richtlinien Umlaufwasser nach definierter Zeit erneut zu kontrollieren; ergänzend nennen Leitfäden trendbasierte Überwachung und klar getaktete Prüfpunkte nach Inbetriebnahme und Umlaufzeit (jährlich nach SWKI-BT 102-01). Das macht Biofilm/MIC **vermeidbar**, bevor Effizienzverluste und Reparaturen eintreffen müssen.

Mögliche anerobe Bakterien

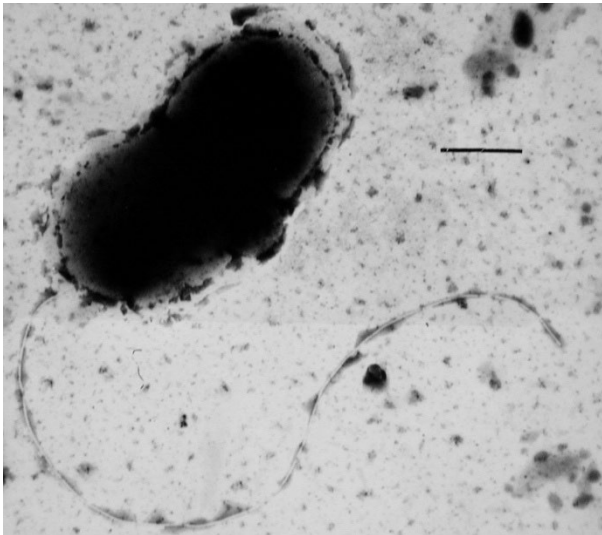
Pseudomonas-Bakterien

Diese Bakterien gelangen über die Umgebung oder während der Inbetriebnahme ins System und können sich besonders gut auf feuchten Oberflächen ansiedeln. Wenn Wasser im System nicht ausreichend bewegt wird oder sich erste Beläge bilden, vermehren sie sich schnell und bilden stabilen Biofilm, der weitere mikrobiologische Prozesse begünstigt.



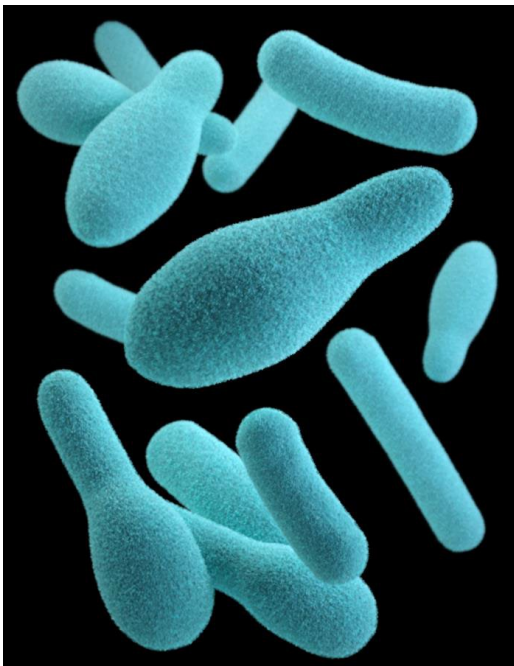
Sulfatreduzierende Bakterien (SRB)

Diese Bakterien entstehen in Bereichen ohne Sauerstoff, z. B. unter Ablagerungen oder in schlecht durchströmten Zonen. Wenn das System nicht richtig entlüftet wird, sich Schlamm bildet oder Wasser lange steht, können sie sich dort ansiedeln und stark vermehren.



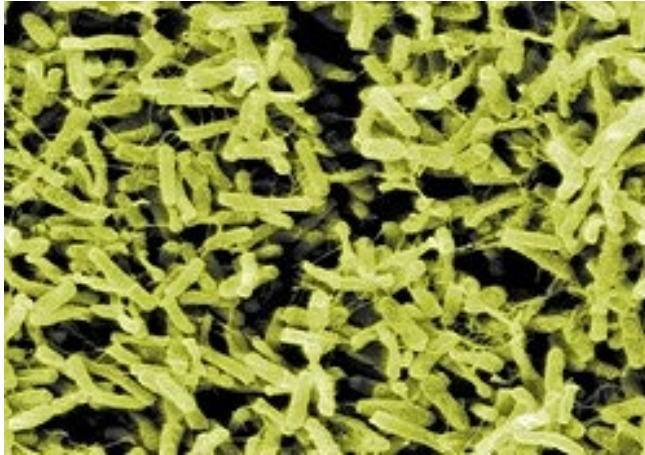
Fermentative Bakterien (z. B. Clostridium)

Diese Bakterien nutzen organische Stoffe im System und treten vor allem in stagnierenden oder verschmutzten Bereichen auf. Wenn das System nicht sauber gespült wird oder sich Ablagerungen bilden, finden sie ideale Bedingungen zur Vermehrung.



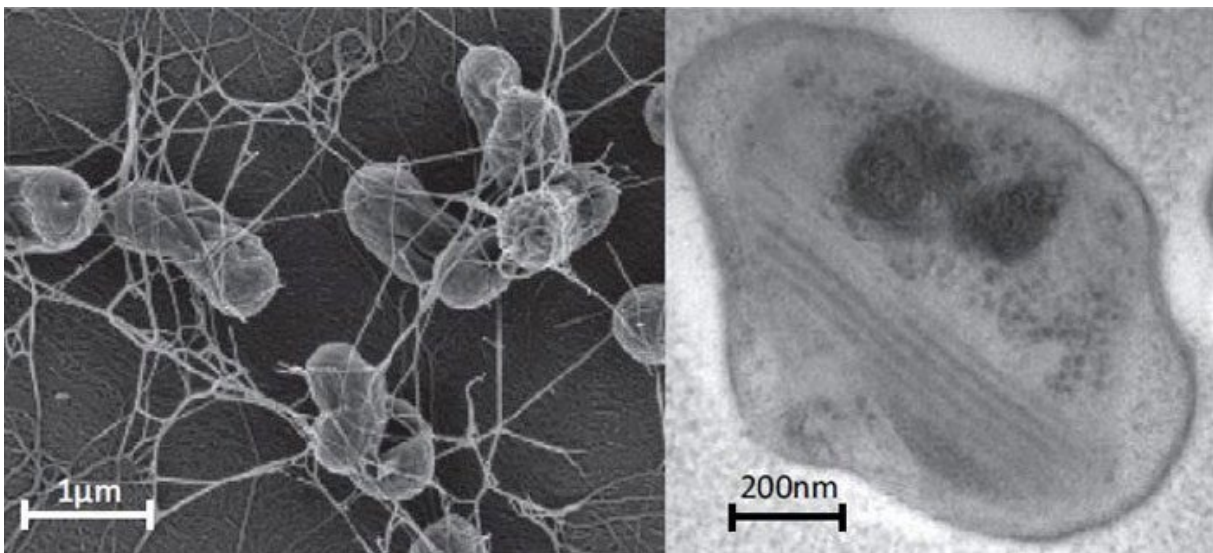
Acetogene Bakterien

Diese Mikroorganismen entwickeln sich in sauerstoffarmen Bereichen und nutzen organische Stoffe im Wasser. Bei unzureichender Zirkulation oder vorhandenen Ablagerungen können sie sich im System halten und weiter ausbreiten.



Methanogene Mikroorganismen

Diese treten nur unter stark anaeroben Bedingungen auf und sind ein Zeichen für bereits bestehende Ablagerungen oder Biofilm. Wenn ein System lange steht oder schlecht gewartet wird, können sie sich in solchen Bereichen entwickeln und stabil bleiben.



Mechanismen und betriebliche Folgen

Biofilm → Wärmeübergang ↓, Druckverlust ↑. (UBA) (ASHRAE) (VDI)

Das Umweltbundesamt beschreibt in seinem BVT-Referenzdokument: mikrobielles Wachstum auf benetzten Oberflächen führt zu unkontrolliertem Wachstum von Biofilm in Form von Schleim; der vorherrschende Effekt ist die Reduktion der Wärmeübertragung von Wärmetauschern und Energieverluste durch erhöhten Reibungswiderstand.

MIC → Materialintegrität ↓. (FKKS) (Little & Lee 2007; Kap. 1-2) (Beech & Sunner 2004; S. 181-186)

Eine Übersicht (FKKS) erläutert MIC als Korrosionssonderform, in der Mikroorganismen durch Anwesenheit und Stoffwechselprodukte elektrochemische/chemische Reaktionen an Oberflächen verändern und die Biofilmumgebung kann die Reaktionsbedingungen stark beeinflussen.

Die konkreten betriebliche Auswirkungen (für Facility Manager/Heizungsmonteure) ergeben sich daraus, dass Biofilm gleichzeitig wie eine Isolationsschicht (Thermisch) und wie eine Belagschicht (Rheologisch) wirkt.

Was zu:

- schlechterer Wärmeübergang
- steigender Druckverlust
- höherer Pumpenenergiebedarf
- mehr Wartung (Filter/Schlammfänger)

und bei MIC ein erhöhtes Leckage-/Schadensrisiko führt.

Massnahmen und Monitoring im Betrieb

Ein praktikables Management kombiniert **Betriebsführung, Wasserchemie und (falls nötig) mikrobiologisches Monitoring:**

Wasserqualität & Verantwortlichkeiten: swissetec fordert für Anlagen nach SWKI BT 102-01, dass Füllwasser vor Befüllung analysiert, protokolliert und auf Tauglichkeit beurteilt wird; zudem soll Umlaufwasser jährlich kontrolliert und dokumentiert werden.

Filtration/Schlammfang & Spülen: Swissetec betont Reinigungs-/Spülpflichten im Kontext Nachfüll- und Anschlussleitungen, um das System von Dreck zu befreien.

Biozide: In rezirkulierenden Systemen werden Biozide als Teil der Biofouling-Kontrolle diskutiert (inkl. Bezug zu Biofilm/Schleim); im geschlossenen Heizkreis ist der Einsatz stets werkstoff- und regelwerksabhängig und sollte nur nach Herstellerfreigabe, rechtlichen Vorgaben und klarer Diagnose erfolgen.

UV-Lampen: Können im Betrieb eingesetzt werden, um die Keimbelastung im Wasser zu reduzieren, indem sie Mikroorganismen durch UV-C-Strahlung inaktivieren und deren Vermehrung verhindern. Wichtig ist jedoch, dass UV-Systeme nur auf das durchströmende Wasser wirken und keinen bestehenden Biofilm im System entfernen, weshalb sie als unterstützende Massnahme im Rahmen eines ganzheitlichen Monitorings und einer sauberen Anlagenführung eingesetzt werden sollten.

Fazit

Zur Absicherung sollte eine regelmässige Kontrolle des Zustands des Systems gemacht werden. Die Kosten für eine jährliche Kontrolle sind signifikant kleiner als bei einem Schadensfall. Zusätzlich kann man bei frühzeitigem Handeln auch Kosten sparen.

Die meisten Probleme können schon vor der Inbetriebnahme verhindert werden mit einer guten Spülung und einer sauberen Befüllung.

Eine optimale Spülung kann auch direkt ab Hydranten gemacht werden – das wichtige ist ein hoher Druck, um den Dreck aus allen Tiefpunkten zu bringen. Nach 2 bis 3 Spülgängen kann man die Anlage mit adäquatem (entionisiertem) Heizungswasser füllen. Dabei ist wichtig, dass nach der Spülung der Heizkreis in Zirkulation gebracht wird.

Quellenverzeichnis

- **suissetec** Merkblätter und Richtlinien zur Wasserqualität in Heizungsanlagen sowie Betrieb und Unterhalt (z. B. Anforderungen an Füllwasser, Monitoring, Sauerstoffeintrag)
- **SWKI – Richtlinie SWKI BT 102-01** Wasserbeschaffenheit für Heizungs-, Dampf-, Kälte- und Klimaanlage
- **SIZ** Leitfäden zur Anlagenwartung, Monitoring und Wasserqualität in technischen Systemen
- **Umweltbundesamt (UBA)** BVT-Referenzdokumente (Best Available Techniques) und Berichte zu Biofilm, Fouling und Energieeffizienz in technischen Systemen
- **FKKS**-Fachinformationen zu mikrobiell beeinflusster Korrosion (MIC) und deren Mechanismen
- **VDI – z. B. VDI 2035** Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen (insbesondere Wasserqualität und Korrosion)
- **ASHRAE** Guidelines zu Wasserqualität, Biofilm und mikrobiologischen Risiken in HVAC-Systemen
- **Flemming, H.-C., Wingender, J. (2010)** *The biofilm matrix*. Nature Reviews Microbiology. → Grundlagen zu Biofilmbildung und mikrobiellen Gemeinschaften

- **Beech, I. B., Sunner, J. (2004)** *Biocorrosion: towards understanding interactions between biofilms and metals.* → Standardwerk zu MIC-Prozessen
- **Little, B., Lee, J. S. (2007)** *Microbiologically Influenced Corrosion.* → Grundlagenliteratur zu mikrobiell beeinflusster Korrosion