

Der erfolgreichste Lebensstil der Welt

Biofilme besiedeln fast alles: Als flexible Opportunisten gründen sie Megacitys oder fallen in einen Winterschlaf

Von unserem Redaktionsmitglied
Konrad Stammschröer

Sie pflegen den erfolgreichsten Lebensstil auf unserem Globus, sind flexible Opportunisten, bauen Megacitys mit Kanälen für Wasser, Nahrung und Müllabfuhr. Ist es ihnen zu kalt oder haben sie zu wenig zum Futtern, dann fallen Biofilme in eine Art Winterschlaf. Und vor allem: Sie existieren fast überall. Im Darm. Als Plaque auf Zähnen. Auf Computerchips. In Wasserrohren und Klärwerken. Auf Steinen und Lebensmitteln. Denn eigentlich brauchen sie nur drei Dinge: Oberflächen, Feuchtigkeit und Nährstoffe wie Zucker oder Eiweiß. Spezialisten nehmen etwa auch Ammonium oder Schwefelwasserstoff zu sich.

„Buchstäblich jede Oberfläche in einer nicht sterilen Umgebung ist recht schnell mit einem Biofilm besiedelt“, weiß Ursula Obst vom KIT-Institut für Funktionelle Grenzflächen (IFG). Die Wissenschaftlerin befasst sich mit dem Entstehen, dem Nachweis und der Bekämpfung von Biofilmen. Diese bestehen aus einer dünnen, selbstproduzierten Schleimschicht, in der Mikroorganismen wie Algen, Pilze, Protozoen, aber vorwiegend Bakterien eingebettet sind (siehe Hintergrund). Biofilme bilden sich schon seit Milliarden von Jahren. Die ältesten bisher gefundenen Fossilien stammen von Mikroorganismen in Biofilmen, die vor 3,2 Milliarden Jahren gelebt haben. Die Nachfahren dieser Fossilien sind noch heute in Westaustralien als sogenannte Stromatolithen zu bewundern. Im Alltag werden Biofilme oft als „Belag“ oder „Schleimschicht“ wahrgenommen.



Ihr Nachweis ist aber nicht mit gängigen Methoden möglich. Spezielle Probenahme-Techniken und Nachweisverfahren wie die Populationsanalyse oder die Einfärbung von DNA sowie atmungsaktiver Zellen (Fluoreszenzmikroskopie) müssen eingesetzt werden.

Die Lebensgemeinschaft in einem Film, genannt Matrix, macht gleich mehrfach Sinn.

„Die Matrix schützt die Mikroorganismen vor negativen Umwelteinflüssen wie Austrocknung, Desinfektionsmitteln, Antibiotika und Nahrungsmangel. Zudem erleichtert sie den Gentransfer. Daraus ergibt sich ein starker Überlebensvorteil“, so Ursula Obst. Biofilme sind außerdem nur schwer komplett zu beseitigen – etwa in Rohren: „Selbst bei großflächigem Entfernen der Bakterien überleben häufig vereinzelte sogenannte Persister, die sich dann schnell wieder vermehren.“

In der menschlichen Betrachtungsweise sind Biofilme Nützlinge und Schädlinge zugleich. „Sie mobilisieren zum Beispiel Nährstoffe an den Bodenwurzeln vieler Pflanzen“, berichtet Thomas Schwartz, Mitarbeiter von Ursula Obst am IFG. Und sie spielen eine wesentliche Rolle in Selbstreinigungsprozessen natürlicher Habitate. So sind sie wesentlich an der Selbstreinigung der Gewässer beteiligt – die das Wasser verunreinigenden Stoffe sind für sie Energiequelle und Nahrung. Im Darm unterstützen sie die Verdauungsprozesse und „eine gesunde Mikroflora schützt unsere Haut“, ergänzt Schwartz. In



WERK VON WINZLINGEN: Die ältesten bisher gefundenen Fossilien – die Stromatolithen in Australien – stammen von Mikroorganismen in Biofilmen, die vor 3,2 Milliarden Jahren lebten. Foto: Ruth Ellison

der Biotechnologie macht sich der Mensch ihre Fähigkeiten zunutze, etwa bei der Abwasserreinigung mit Biofilm-Reaktoren oder der biologischen Abfallbehandlung.

Aber Biofilme können dem Menschen auch schaden. „Sie bilden Säuren, Schwefel und sorgen für Korrosion, sogar an Beton“, so Ursula Obst. Ihr Anteil an der Gesamtkorrosion wird auf über 20 Prozent geschätzt. Beim Wasseraufbereiten mit Membranen sorgen Biofilme für schwerwiegende Störungen, sie besiedeln sogar Katheter, Implantate, Endoskope und Wärmetauscher (Foto: Flemming/Uni Duisburg-Essen). Und sie bilden eine Quelle für Keime, die zu Infektionen, insbesondere bei Personen mit geschwächtem Immunsystem, führen können. Sie verursachen Wundin-

fektionen, Prostatitis, chronische Mittelohrentzündungen bei Kindern und maßgeblich auch Parodontose, so Ursula Obst.

Gerade auf Lebensmitteln und im Trinkwasser sind Biofilme daher keine gern gesehenen Gäste. „Wir untersuchen deshalb, wie Biofilme auf Desinfektionsmaßnahmen reagieren“, erzählt Schwartz. Mechanische Reinigung, wenn machbar, erwies sich als effizienter als chemische Desinfektion. Der Effekt ist allerdings in beiden Fällen vorübergehend. „Biofilmbildung kann aber durch Entzug von Feuchte und Nährstoff wirksam verringert werden“, so Obst. Biofilme durch Prozesstechnik zu beeinflussen, erweise sich als erfolgversprechend. Leicht zu reinigende oder gar biofilmbabweisende Materialien würden gerade entwickelt.

Hintergrund

Mikroorganismen

Obwohl Mikroorganismen nur wenige Tausendstel Millimeter groß sind, gehören sie zu den erfolgreichsten Lebewesen der Welt und sind für das Leben auf der Erde unersetzlich. Die geringe Größe machen sie durch ihre Anzahl mehr als wett. Ein Gramm Boden kann mehrere Millionen Bakterien, Pilze und andere Mikroorganismen enthalten. Man findet sie sowohl im ewigen Eis der Pole und Hochgebirge als auch in heißen Quellen in der Tiefsee. Sie spielen aber auch unmittelbar für Menschen eine große Rolle, denn sie leben auf unserer Haut und in unserem Verdauungstrakt. Insgesamt besiedeln uns mehr Mikroorganismen als wir eigene Körperzellen besitzen.

Neben ihrer medizinischen Bedeutung sind Bakterien auch für die Stoffkreisläufe auf der Erde extrem wichtig. Sie sind maßgeblich am Abbau allen organischen Materials beteiligt, das durch Pflanzen produziert wird. Sie oxidieren den gebundenen Kohlenstoff wieder zu Kohlendioxid, das dadurch den Pflanzen zur Bildung von Kohlenhydraten zur Verfügung steht. Ähnlich werden Stickstoff, Phosphor und andere Mineralien dem Boden wieder zugeführt. Ohne die Aktivität der Mikroorganismen käme das Leben auf der Erde schnell zum Erliegen.

Die Fähigkeiten der Bakterien und Pilze mit Blick auf Stoffwechselprozesse hat sich der Mensch schon seit Jahrtausenden zunutze gemacht. Produkte der klassischen Biotechnologie umfassen Bier, Wein, Joghurt oder Käse, die ohne Bakterien, Hefen und fadenförmige (filamentöse) Pilze nicht denkbar wären.

Neuerdings werden Bakterien und Pilze vielfältig in der modernen Biotechnologie eingesetzt, beispielsweise zur Produktion von Vitaminen. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft deutlich mehr chemische Produkte mit den Methoden der sogenannten weißen Biotechnologie hergestellt werden und damit letztlich auf Mikroorganismen zurückgehen.

kost