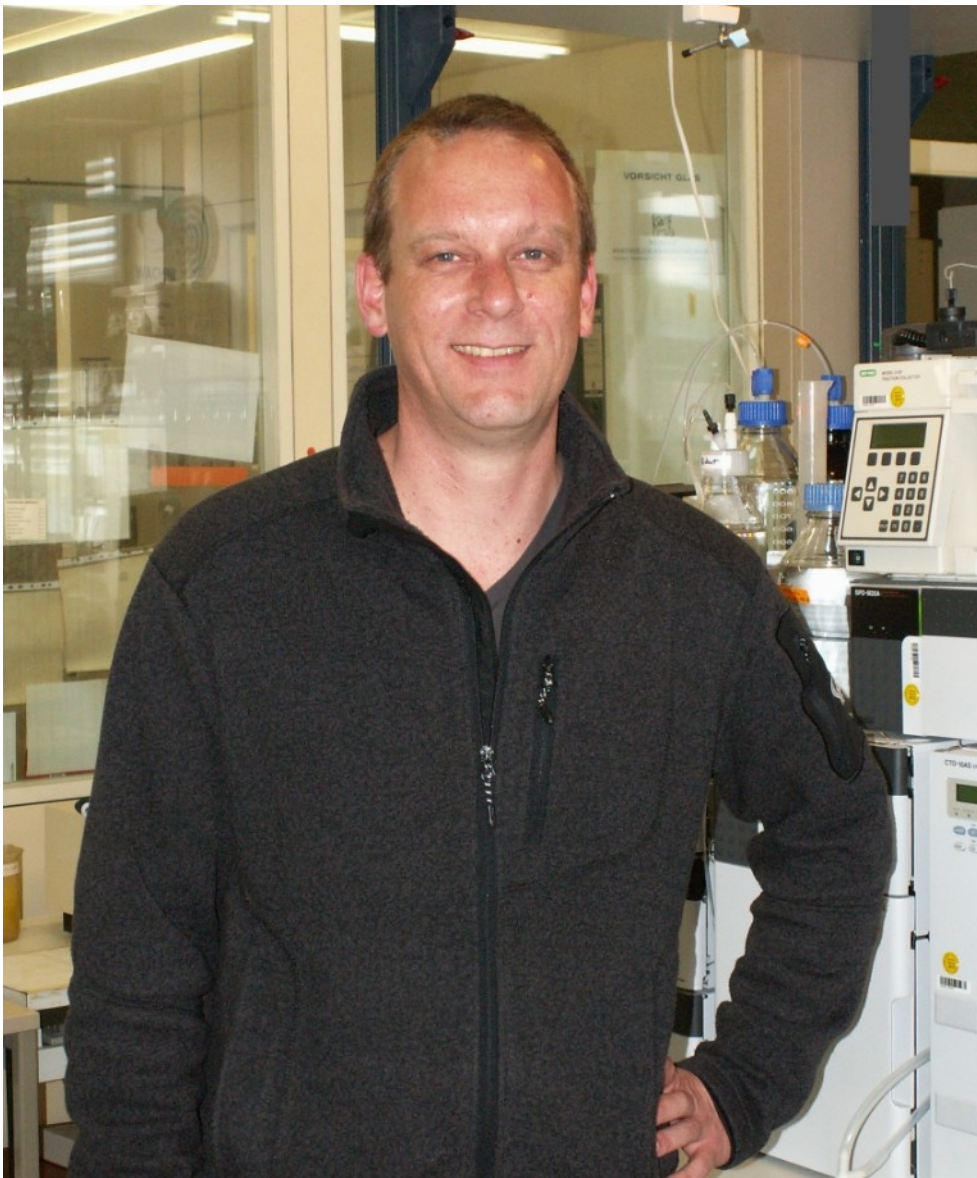


David Schleheck: Dem Waschmittelfresser auf der Spur

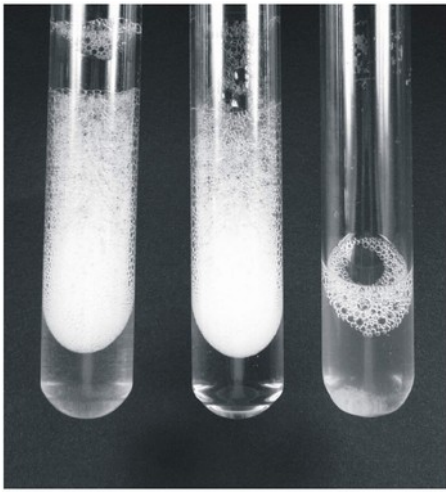
Lineares Alkylbenzolsulfonat (LAS) ist trotz seines komplizierten Namens in unserem Alltag omnipräsent: Etwa drei Millionen Tonnen des Tensids werden jährlich in der Produktion von Textilwaschmitteln verwendet. Seine hohe Waschkraft gewährleistet einerseits ein gutes Endergebnis bei der Reinigung, andererseits kann sie zum Problem werden, indem die Tenside auf Bakterien toxisch wirken und demnach das Waschmittel nicht richtig abgebaut wird. David Schleheck, Biologe an der Universität Konstanz, beschäftigt sich mit dem bakteriellen Abbau von Tensiden aus Waschmitteln. Die Ergebnisse seiner Forschung sind unter anderem im Grauwasser-Recycling, zum Beispiel in hauseigenen Kläranlagen, von Bedeutung.



David Schleheck erforscht an der Universität Konstanz den bakteriellen Abbau von Waschmitteltensiden.
© privat

„Der Abbau von LAS ist weitaus komplexer als bisher angenommen“, berichtet David Schleheck über seine Forschung. Dabei ist ein besseres Verständnis dieser Vorgänge eigentlich essenziell, um Umweltschäden vorzubeugen, denn bei unzureichendem Abbau von LAS in den Kläranlagen kommt es zu schäumenden Seen und Flüssen. Schleheck konnte zwei Abbauschritte identifizieren: Nachdem zunächst durch den Einsatz von Bakterien die Alkan-Kohlenstoffkette des Moleküls abgebaut wird, sorgen im zweiten Schritt weitere Bakterien für die Mineralisierung des Benzolsulfonat-Kohlenstoffrings, der in Form von Sulfophenylcarboxylat (SPC) als Zwischenprodukt ohne Tensid-Wirkung zunächst erhalten bleibt.

Schleheck verwendete zu diesem Zweck zwei verschiedene Bakterienstämme, die aus Klärschlamm gewonnen wurden. Die Ergebnisse zeigten allerdings, dass weitaus mehr Bakterienstämme notwendig sind, um LAS vollständig abzubauen: LAS liegt in 38 verschiedenen Formen vor, aus denen wiederum verschiedene Formen von SPC entstehen. „Somit sind in der Umwelt und speziell in Kläranlagen sehr, sehr komplexe bakterielle Gemeinschaften und Biochemie an der Arbeit, um uns tagtäglich eine vollständige LAS- und SPC-Abbauleistung zu gewährleisten“, betont Schleheck.



Die Abbildung verdeutlicht die Rolle von Glasfasern für die Entwicklung von *Parvibaculum lavamentivorans*. Gezeigt wird ein Gemisch aus LAS und Wasser ohne Zusatz von Bakterien und Glasfasern (links), mit Zusatz von Bakterien, aber ohne Glasfasern (Mitte) und mit Zusatz von Bakterien und Glasfasern (rechts). Nur im letzten Fall können die Bakterien wachsen und LAS abbauen.
© International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology

Eines der wichtigsten Bakterien für den Abbau von LAS heißt *Parvibaculum lavamentivorans*, übersetzt „kleiner Waschmittelfresser“. Es ist maßgeblich an der ersten Phase des Abbaus, also der Umwandlung von LAS in SPC, beteiligt und kann diesen ersten Abbauschritt auch bei 15 weiteren kommerziell wichtigen Tensiden katalysieren. Bezüglich der Wachstumsvoraussetzungen kam Schleheck zu interessanten neuen Ergebnissen: Wie sich herausstellte, sind Glas- oder Polyesterpartikel in der Umgebung des Bakteriums zwingend für sein Wachstum erforderlich. Nur auf dieser Grundlage kann *Parvibaculum lavamentivorans* einen Biofilm bilden, innerhalb dessen es sich weiterentwickelt. „Wir müssen die Biofilm-Bildung in der Anfangsphase unterstützen, um den Waschmittelabbau zu ermöglichen“, erklärt Schleheck. In funktionierenden Kläranlagen sind solche Oberflächen zur Biofilmbildung ausreichend vorhanden, für ihre Inbetriebnahme aber, speziell beim Anfahren der Abbauleistung, oder für Anlagen mit stark schwankender Tensidbelastung, spielen Schlehecks Erkenntnisse eine bedeutende Rolle.

Hauseigene Kläranlagen: Probleme nach dem Urlaub

Neben seiner Grundlagenforschung zur Biochemie und Genetik des bakteriellen Tensidabbaus liegt Schlehecks Hauptaugenmerk im Gebiet der praktischen Anwendung auf dem Grauwasser-Recycling durch kleinere, hauseigene Kläranlagen, in denen das Vorkommen von LAS und anderer Tenside großen Schwankungen unterliegt. In ihnen wird „graues“ Abwasser aus Waschbecken, Waschmaschine und Dusche aufbereitet und anschließend wieder verwendet zur Bewässerung, zur Reinigung oder als „schwarzes“ Abwasser, also in der Toilette. Schwierigkeiten ergeben sich nun bei einer unregelmäßigen Nutzung der Anlagen: „In Ruhephasen, zum Beispiel beim Familienurlaub, erhalten die Bakterien keine neue Nahrung und können sich nicht weiterentwickeln“, erklärt David Schleheck. Nach dieser Hungerphase sind die Bakterienstämme bei einer plötzlichen erneuten Inbetriebnahme der Anlage nicht mehr in der Lage, die Tenside vollständig abzubauen, und Schaumbildung ist eine unvermeidliche Folge. „In diesem Bereich wäre eine Kooperation mit spezialisierten Unternehmen sehr interessant, denn es geht dabei um das Verständnis des Wechselspiels zwischen Tensid-Toxizität, Ruhestadium, Wachstum als Voraussetzung für Tensid-Abbau, sowie Biofilm-Bildung in Wachstumsphasen und Biofilm-Auflösung in Hungerphasen“, sagt Schleheck.

Anpassungsfähigkeit von Bakterien – Fluch oder Segen?

Dabei erstaunt es ihn immer wieder, dass LAS überhaupt so gut abgebaut werden kann. Das Molekül ist xenobiotisch, kommt also natürlich nicht vor, sondern wird rein künstlich hergestellt. Schleheck beschäftigt sich nun mit der Frage, wie sich die beteiligten Bakterien evolutionär auf den Abbau von LAS spezialisiert haben. „Wir stellen die Frage, wie es die Bakterien geschafft haben, sich LAS biochemisch als neue Nährstoffquelle zugänglich zu machen, also welche Gene und Enzyme rekrutiert wurden, um die neuen Abbauewege zusammenzustellen. Es geht beim LAS-Abbau somit auch um die schnelle Anpassungsfähigkeit von Bakterien: Die ist im Hinblick auf die Entwicklung antibiotikaresistenter Keime in Krankenhäusern sicherlich ein Fluch, in Bezug auf die Entstehung neuer Abbauewege in der Umwelt aber ist sie ein Segen“, erklärt Schleheck. Wäre es auf der Grundlage seiner Forschung in Zukunft nicht möglich, leichter abbaubare Waschmittel zu produzieren? David Schleheck zeigt sich kritisch: „Eine Verbesserung der Tensid-Abbaubarkeit hat auch ihre Grenzen“, stellt er klar. Ist das Waschmittel zu gut abbaubar, so vermehren sich die Bakterien womöglich schon in der Waschmaschine – das Gegenteil des erwünschten Resultats. Neben LAS, das aus Erdöl hergestellt wird, sind allerdings durchaus Tenside auf pflanzlicher Basis in Verwendung. „Auch hier stellt sich aber die Frage nach Waschkraft, Toxizität sowie effektiver Abbaubarkeit“, sagt Schleheck.

Zur Person

Nach seinem Biologie-Studium in Heidelberg und Konstanz promovierte David Schleheck 2004 im Bereich der Mikrobiellen Ökologie in Konstanz zum Thema Schadstoffabbau durch Bakterien und arbeitete anschließend als Postdoc an der University of New South Wales, Sydney, an der Erforschung der bakteriellen Biofilmbildung sowie am bakteriellen Abbau polychlorierter Kohlenwasserstoffe. Seit 2011 ist er DFG-Projekt-Gruppenleiter an der Universität Konstanz.