

Mikroorganismen im Fokus

Mit blossen Auge sind sie meist nicht sichtbar, dennoch sind Mikroorganismen allgegenwärtig. Wie die komplexen Gemeinschaften, in denen sie leben, funktionieren, untersuchen die Forschenden des Projekts MicroScapesX. Ihre Ergebnisse könnten beispielsweise dazu beitragen, dass Patientinnen und Patienten mit Brandwunden künftig ohne Antibiotika behandelt werden können.



Jan van der Meer überprüft, ob sich die Bakterien im Schüttelkolben vermehrt haben.

Mikroorganismen findet man im Erdreich, in Gewässern, in der Luft, in anderen Lebewesen und auf allen Oberflächen. Ob sie nützen oder schaden, hängt vor allem davon ab, welche Arten zusammenleben. «Meist bilden sich nützliche Gemeinschaften», sagt Jan van der Meer, Professor für Mikrobiologie an der Universität Lausanne und Projektleiter des RTD-Projekts MicroScapesX. Trotzdem wäre es in vielen Fällen interessant, den Mix von Mikroben gezielt beeinflussen zu können, beispielsweise im Darm des Menschen. «Bis jetzt wurde einfach ausprobiert», erklärt van der Meer. Als Beispiel nennt er die überall erhältlichen Probiotika, mit denen die Darmflora angereichert werden soll.

Für gezielte Interventionen fehlt heute noch grundsätzliches Wissen. Es ist weitgehend unbekannt, welche Mikroorganismen überhaupt zusammen vorkommen, wie sie neue Lebensräume besiedeln und wie sich ihre Gemeinschaften räumlich und zeitlich verändern. «Mit MicroScapesX möchten wir insbesondere herausfinden, was genau passiert, wenn zusätzliche Arten in bestehende Ökosysteme eingebracht werden», erklärt der Projektleiter.

Gemeinschaften von Mikroben als Ganzes betrachten

Verbunde von Mikroorganismen sind oft hochkomplex. «In Böden beispielsweise leben Tausende Arten zusammen», verdeutlicht van der Meer. Um das Zusammenspiel der Winzlinge genauer zu untersuchen, wählten die Forschenden einen systembiologischen Ansatz. Das interdisziplinäre Team betrachtet die Gemeinschaften von Mikroben als Ganzes und untersucht dieses System aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Die Mikrobiologen, Modellierer und Mediziner arbeiten sowohl experimentell als auch mithilfe von Compu-

termodellen. Diese werden von den Gruppen von Dani Or an der ETH Zürich und von Vassily Hatzimanikatis an der ETH Lausanne entwickelt und sollen künftig konkrete Vorhersagen über das Verhalten und die Entwicklung mikrobieller Gemeinschaften ermöglichen.

Mikroorganismen sollen Böden reinigen

Doch Modelle müssen mit Daten gefüttert und getestet werden. Van der Meer und seine Gruppe untersuchen deshalb exemplarisch das System Boden mit den darin beheimateten Bakterien. Die Kleinstlebewesen werden bereits heute versuchsweise ins Erdreich eingebracht, um Verschmutzungen durch Chemikalien wie beispielsweise ausgelaufenes Öl zu beseitigen. «Was sie dort genau tun, ist nicht im Detail bekannt», sagt van der Meer. Die Wissenschaftler untersuchen deshalb mit ihren Experimenten, was passiert, wenn sie neue Arten ins System einschleusen. Sie wollen beispielsweise herausfinden, wie die bereits vorhandenen Mikroben reagieren, wenn sich die Zusammensetzung der Gemeinschaft ändert. Ausserdem interessiert die Forschenden, welche Arten einen positiven Effekt haben. Längerfristig ist angedacht, in kontaminierten Böden komplette Gemeinschaften von Kleinstlebewesen als eine Art Putztruppe einzusetzen und gezielt zu steuern.

Besiedlung und Zusammenleben beeinflussen

Bevor die Forschenden solch ehrgeizige Ziele umsetzen können, müssen sie herausfinden, was genau das Gedeihen geeigneter Gemeinschaften begünstigt. Dies können Faktoren sein wie das Vorhandensein von Nährstoffen, die Verfügbarkeit von Sauerstoff oder wie die einzelnen Arten miteinander auskommen.

Letzteres sollen die Experimente der Gruppen von Dani Or und David Johnson an der ETH Zürich klären und damit auch Daten für die Modellierung liefern. Die Forschenden untersuchen in künstlichen Gemeinschaften, wie sich ausgewählte Bakterien zueinander verhalten (siehe Abbildung). Sie beobachten, ob die Winzlinge kooperieren oder sich gegenseitig konkurrenzieren und wie sich ihr Verhältnis zueinander in ihrer räumlichen Verteilung niederschlägt.

Infektionen von Brandwunden bekämpfen

Doch nicht nur Interaktionen zwischen verschiedenen Mikroorganismen, sondern auch die Besiedlung neuer Lebensräume durch die Kleinstlebewesen ist für die Forschenden interessant. Statt sich auf reine Laborexperimente zu beschränken, wird die Gruppe von Yok-Ai Que am Universitätsspital Lausanne diesen Vorgang am Beispiel von Brandwunden bei Patienten untersuchen.

«Die zerstörten Hautpartien sind nach der Verbrennung zunächst annähernd keimfrei, werden jedoch rasch von aggressiven, krank machenden Mikroorganismen befallen», erklärt van der Meer. Diese Infektionen sind gefährlich und führen in schweren Fällen zu septischem Schock und Tod. Die Invasion der schädlichen Mikroben lässt sich zudem schlecht mit Antibiotika bekämpfen, da die Krankheitserreger während der Behandlung rasend schnell dagegen resistent werden.

Die Mediziner am Universitätsspital Lausanne werden deshalb untersuchen, wie die Wunden besiedelt werden. Insbesondere interessiert sie, welche Bakterien wann auftreten und ob diese vor der Verbrennung bereits vorhanden waren. Ausserdem möchten sie herausfinden, ob und wie sich die Invasion der pathogenen Keime ohne den Einsatz von Antibiotika stoppen lässt. Heutzutage werden verbrannte Hautpartien wenn immer möglich mit eigener Haut bedeckt, regelmässig gewaschen und mit Antibiotika behandelt, um Infektionen entgegenzuwirken. «Möglicherweise lässt sich die Behandlung verbessern, indem man ungefährliche, «gute» Keime auf der verletzten Haut ansiedelt. Diese würden das Territorium besetzen und dadurch verhindern, dass sich Krankheitserreger ausbreiten», erklärt van der Meer.



Fruchtbare interdisziplinäre Zusammenarbeit

Van der Meer ist sichtlich begeistert davon, «das Leben auf der Mikroebene» in einem interdisziplinären Team von unterschiedlichen Seiten her zu erforschen. Die Partner treffen sich regelmässig, um sich über die Fortschritte ihrer Arbeit auszutauschen. Dabei ist es laut dem Projektleiter sehr hilfreich, dass die Beteiligten, obwohl sie aus verschiedenen Disziplinen stammen, alle über Kenntnisse in Mikrobiologie verfügen.

Das Projekt befindet sich zwar noch in der Aufbauphase und die Forschenden können ihre vielen Fragen noch nicht umfassend beantworten. Die bisherige Zusammenarbeit der fünf Partner erlebt van der Meer jedoch als ausgesprochen inspirierend. «Wir lernen viel Neues voneinander», erzählt der Projektleiter strahlend. «So kommen wir auch immer wieder auf neue Ideen und Ansatzpunkte, die uns unserem Ziel näher bringen, mikrobielle Gemeinschaften umfassend zu verstehen.»

MicroScapesX im Überblick

Projektleiter: Prof. Jan Roelof van der Meer

Forschungsgruppen:

- Prof. Jan Roelof van der Meer, Department of Fundamental Microbiology, Universität Lausanne – Soil microbes and diversity analysis
- Dr. David Johnson, Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik, Departement Umweltsystemwissenschaften, ETH Zürich – Synthetic communities
- Prof. Dani Or, Institut für Terrestrische Ökosysteme, Departement Umweltsystemwissenschaften, ETH Zürich – Agent-based spatial modeling of microbial communities
- Dr. med. Yok-Ai Que, Service of Intensive Care Medicine, Department of Adult Critical Care Medicine, Universitätsspital Lausanne – Burn wound treatments
- Prof. Vassily Hatzimanikatis, Laboratory of Computational Systems Biotechnology, Department of Chemistry and Chemical Engineering, ETH Lausanne und SIB Schweizerisches Institut für Bioinformatik – Modeling of metabolic interactions

Gesamtbudget (2014–2018): CHF 5,215 Mio., davon 2,531 Mio. von SystemsX.ch

Projekttyp: Research, Technology and Development Project (RTD-Projekt)



MicroScapesX
Design and Systems Biology
of Functional Microbial
Landscapes