

Wie Pilze die Vielfalt von Bakterien fördern

9. Januar 2023 | Maja Schaffner

Themen: Biodiversität | Ökosysteme

Theoretisch sollte die genetische Vielfalt von Populationen mit ihrer räumlichen Ausbreitung abnehmen. Doch auf Bakterien trifft dies nicht zu. Forschende der Eawag zeigen nun, dass Pilze dabei eine wichtige Rolle spielen. Sie machen es Bakterien leichter, sich auszubreiten und fördern dadurch auch den genetischen Austausch zwischen verschiedenen Bakterien.

«Eigentlich», sagt David R. Johnson, Gruppenleiter in der Abteilung Umweltmikrobiologie des Wasserforschungsinstituts Eawag, «sollte die genetische Vielfalt abnehmen, wenn sich Organismen räumlich ausbreiten.» Er veranschaulicht diese Theorie an der Ausbreitungsgeschichte des Menschen: Auf dem Weg von Afrika, wo die genetische Vielfalt am grössten war, über Europa, Asien, Amerika bis hinunter zur Spitze von Südamerika ging immer mehr genetische Vielfalt verloren. Einerseits, weil die kleinen Gruppen, die auf die Suche nach neuen Lebensräumen machten, nur einen Teil der ursprünglichen genetischen Vielfalt mit auf die Reise nahmen. Andererseits, weil auf der Wanderung immer wieder Gruppen, Teile von Gruppen oder Individuen durch zufällige Ereignisse zu Tode kamen – wodurch die genetische Vielfalt weiter abnahm. Doch bei Bakterien passiert das nicht: «Von ihnen leben tausende Arten nebeneinander», sagt Johnson. «Und sie werden nicht weniger oder weniger divers, wenn sie sich ausbreiten.»

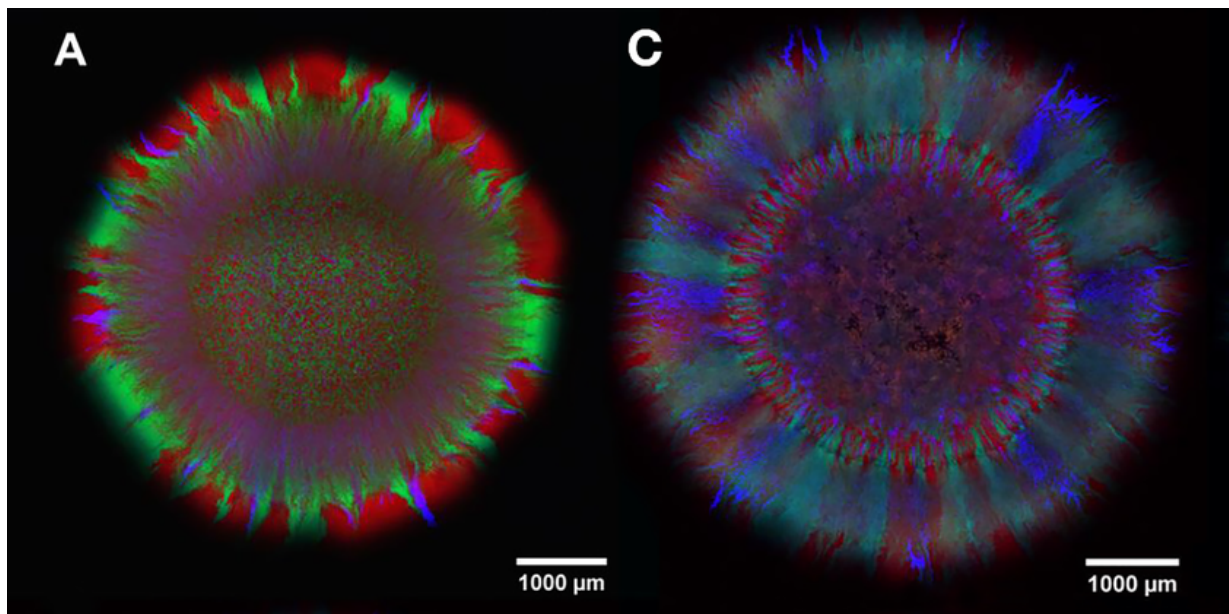
Johnsons Gruppe beschäftigt sich schwerpunktmässig mit Bakterien und ihren Kolonien auf Oberflächen, sogenannten Biofilmen. In ihrer neusten Forschungsarbeit konnten sie nun einen Faktor identifizieren, der dazu beiträgt, die Vielfalt von sich ausbreitenden Bakterien zu erhalten und sogar zu fördern: Pilze – genauer gesagt deren Hyphen, lange fädige Gebilde, die ganze Netzwerke bilden. Johnson und Mitarbeitende konnten zeigen, dass die Hyphen die Ausbreitung von Bakterien erleichtern und dazu beitragen, die Bakterien-Vielfalt zu erhalten. Sie fördern die räumliche Durchmischung und schaffen dadurch auch Bedingungen, unter denen sogar zusätzliche Vielfalt entsteht.

Wasserstrassen unter Pilzhyphen

Wer nun an eine Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien denkt, wird enttäuscht sein. «Die Erklärung ist Physik und nicht Biologie», erklärt Johnson. «Wachsen die feinen Pilz-Hyphen auf Oberflächen, bildet sich entlang ihrer Unterseite ein Wasserfilm.» Diese Wasserwege können Bakterien nutzen, um sich fortzubewegen. So können sie sich leichter, rascher und weiter ausbreiten als ohne solche Tunnelsysteme. Allerdings profitieren davon nur Bakterien, die sich mit Geisseln aktiv fortbewegen können.

In ihren Experimenten gaben die Forschenden jeweils Mischungen aus einem Pilz und verschiedenfarbig markierten Bakterienstämmen in die Mitte von Agarplatten, festen Nährmedien, auf denen sich Mikroorganismen züchten lassen. Sie liessen Pilz und Bakterien eine Zeitlang gedeihen und stoppten dann das Wachstum des Pilzes. Danach beobachteten sie, was an den Rändern des Pilzgeflechtes passierte, von wo aus sich die Bakterien auf der unberührten Agarplatte ausbreiteten – dort, wo die genetische Vielfalt theoretisch kleiner werden sollte.

Es zeigte sich, dass Bakterien auf Platten mit Pilzgeflecht andere Muster formten als auf solchen, auf denen die Forschenden ausschliesslich Bakterien aufgebracht hatten: Während sich rund um Bakteriengemische ohne Pilzgeflecht die Bakterien in breiten farbigen Streifen ausbreiteten, formten sie auf den Platten mit Pilzgeflecht zahlreiche dünne Linien. Die Wissenschaftler erklären dies damit, dass dort anstatt von ein paar wenigen, zufällig aussen wachsenden Bakterien, viele einzelne Bakterien über die Pilz-Wasserstrassen zum Rand des noch unbesiedelten Nährmediums gelangen und sich von dort aus auf diesem auszubreiten beginnen. Dass sich auf diese Weise mehr verschiedene Bakterien und auch weniger konkurrenzstarke Arten oder genetische Varianten ausbreiten können, hilft dabei, die Vielfalt zu erhalten.



In Anwesenheit von Pilzhypen (Bild rechts) kommt es zwischen verschiedenen Bakterienstämmen häufiger zum Austausch von genetischem Material in Form von Plasmiden als ohne Pilzhypen (Bild links), weil die Bakterien stärker durchmischt sind. In diesem Experiment ist der Plasmid-Austausch deshalb sichtbar, weil rote Bakterien, die von grünen Bakterien ein Plasmid erhalten, danach blau werden. (Bilder aus Originalpublikation, mit Genehmigung von Elsevier)

Mehr genetischer Austausch zwischen verschiedenen Arten

Dass die Bakterien-Kolonien kleinräumiger verteilt sind – in den Experimenten sichtbar an den schmalen Bakterien-Streifen – bringt eine stärkere räumliche Durchmischung der verschiedenen Bakterien mit sich. «Dadurch kommen verschiedene Bakterien eher miteinander in Kontakt», erklärt Johnson. Das wiederum kann dazu führen, dass die Diversität sogar grösser wird. Denn Bakterien sind in der Lage, mit anderen Bakterien genetisches Material auszutauschen. Sie tun dies mittels Plasmiden, ringförmigen DNA-Molekülen, die sie sogar an fremde oder konkurrierende Arten weitergeben können. Durch diesen Austausch können Bakterien neue funktionale Eigenschaften wie etwa Antibiotikaresistenzen erwerben.

Allerdings müssen sich dazu jeweils zwei einzelne Bakterien unmittelbar nahekomen. Dass ein solcher Austausch zwischen verschiedenen Arten stattfindet, ist umso wahrscheinlicher und damit häufiger, wenn die Bakterienarten stärker räumlich gemischt vorkommen, anstatt unter sich zu bleiben. Tatsächlich konnten die Forschenden zeigen, dass es auf Platten mit Pilzhypen – und stärker gemischten Bakterien-Gemeinschaften – häufiger zum Plasmid-Austausch kam. Somit helfen Pilzhypen nicht nur, die Bakterien-Vielfalt aufrecht zu erhalten, sondern sind sogar daran beteiligt, zusätzliche Diversität zu erzeugen.

Experimente mit Studierenden und ein Pfoten-Abdruck

Entstanden ist die Forschungsarbeit ursprünglich durch einen Zufall: David R. Johnson liess im Rahmen seiner Lehrtätigkeit an der ETH Zürich Bachelor-Studierende mit Agarplatten Proben von Mikroorganismen sammeln. Auch der Dozent selbst machte mit und bat seine Hündin Laika zum Pfoten-Abdruck. Den Pilz, der daraufhin wuchs, zeigte er seinem

Doktoranden Ruan Chujin – der beschloss, den Pilz für Ausbreitungs-Experimente mit Bakterien zu verwenden. Der Pilz heisst übrigens unterdessen offiziell *Penicillium sp. laika*.

Titelbild: In Anwesenheit von Pilzhypen (Bilder untere Reihe) formen die verschiedenfarbig markierten Bakterienstämme andere Muster, wenn sie sich räumlich ausbreiten, als ohne Pilzhypen (Bilder obere Reihe). (Bilder aus Originalpublikation, mit Genehmigung von Elsevier)

Originalpublikation

Ruan, C.; Ramoneda, J.; Gogia, G.; Wang, G.; Johnson, D. R. (2022) Fungal hyphae regulate bacterial diversity and plasmid-mediated functional novelty during range expansion, *Current Biology*, 32(24), 5285-5294, [doi:10.1016/j.cub.2022.11.009](https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.11.009), [Institutional Repository](#)

Finanzierung / Kooperationen

Eawag Swiss National Science Foundation National Natural Science Foundation of China Talent Development Program of the China Agricultural University China Scholarship Council, State Scholarship fund

Links

Forschungsschwerpunkt «Mikrobielle Gemeinschaften»

Themenschwerpunkt «Biodiversität»

Kontakt



David Johnson

Gruppenleiter

Tel. +41 58 765 5520

david.johnson@eawag.ch



Claudia Carle

Wissenschaftsredaktorin

Tel. +41 58 765 5946

claudia.carle@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/de/info/portal/aktuelles/newsarchiv/archiv-detail/wie-pilze-die-vielfalt-von->

bakterien-foerden