

Evolution der Längsteilung und Multizellularität bei Mundbakterien

Bakterien aus der Familie der *Neisseriaceae* haben eine neue Art der Vermehrung entwickelt.

© Lab Photo/Shutterstock.com



Um in der Mundhöhle überleben zu können, haben sich Bakterien so entwickelt, dass sie sich entlang ihrer Längsachse teilen, ohne sich voneinander zu trennen. Das fand ein Forschungsteam unter der Leitung der Zellbiologin Silvia Bulgheresi von der Universität Wien und des Mikrobengeneters Frédéric Veyrier vom Institut national de la recherche scientifique (INRS) kürzlich heraus. Die Wissenschaftler haben ihre neuen Erkenntnisse in *Nature Communications* veröffentlicht. In ihrer Arbeit beschreiben sie die Teilungsweise dieser raupenartigen Bakterien und ihre Evolution von einem stäbchenförmigen Vorfahren. Sie schlagen vor, die oralen Bakterien der *Neisseriaceae* als neue Modellorganismen zu etablieren, um neue antimikrobielle Ziele zu finden.

Wie wachsen und teilen sich Mundbakterien?

Obwohl unser Mund über 700 Bakterienarten beherbergt und seine Mikrobiota damit genauso vielfältig ist wie die unseres Darms, ist nicht viel darüber bekannt, wie Mundbakterien wachsen und sich teilen. Fest steht: Der Mund ist kein einfacher Lebensraum für Bakterien. Die sogenannten Epithelzellen, die die innere Oberfläche der Mundhöhle auskleiden, werden ständig abgestoßen, und zusammen mit dem Speichelfluss kämpfen die Organismen, die diese Oberfläche bewohnen, daher um eine Anhaftung. Diese schwierigen Lebensumstände könnten eine mögliche Erklärung für die neuen, aktuell in *Nature* veröffentlichten Erkenntnisse des Forschungsteams sein: Die Bakterien aus der Familie der *Neisseriaceae* haben eine neue Art der Vermehrung entwickelt – vielleicht, um besser im Mund zu haften. Während sich typische Stäbchen quer teilen und dann voneinander ablösen, heften sich einige kommensale *Neisseriaceae*, die in unserem Mund leben, mit ihren Spitzen an das Innere der Mundhöhle und teilen sich in Längsrichtung – entlang ihrer langen Achse. Darüber


hinaus bleiben sie nach der Zellteilung aneinander haften und bilden raupenartige Fäden. Einige Zellen in der entstehenden Zellkette nehmen unterschiedliche Formen an, möglicherweise, um bestimmte Funktionen zum Nutzen der Zellkette zu erfüllen. In ihrer Studie erklären die Forscher: „Die Multizellularität ermöglicht die Zusammenarbeit zwischen den Zellen, zum Beispiel in Form von Arbeitsteilung, und könnte daher den Bakterien helfen, Ernährungsstress zu überleben.“

Bakterielle Zellform in der gesamten *Neisseriaceae*-Familie untersucht

Das Forschungsteam setzte zunächst Elektronenmikroskopie ein, um die bakterielle Zellform in der gesamten Familie der *Neisseriaceae* zu untersuchen, zu der neben den raupenartigen Fäden auch die beiden Standardzellformen (Stäbchen und Kokken) gehören. Durch den Vergleich ihrer Zellformen und Genome in der gesamten Familie der *Neisseriaceae* konnte es ableiten, dass sich die mehrzelligen, sich längs teilenden Bakterien aus stäbchenförmigen, sich quer teilenden Bakterien entwickelt haben. Außerdem konnte es feststellen, welche Gene wahrscheinlich für die ungewöhnliche Vermehrungsstrategie verantwortlich sind.

Anschließend nutzte das Team Fluoreszenzmarkierungstechniken, um den Verlauf des Zellwachstums in den mehrzelligen Bakterien sichtbar zu machen, und verglich schließlich deren genetische Ausstattung mit den „klassischen“, stäbchenförmigen Arten. Schließlich versuchten die Forscher, diese Evolution nachzuvollziehen, indem sie die genetischen Veränderungen in stäbchenförmige *Neisseriaceae* einführten. Obwohl sie die stäbchenförmigen Bakterien nicht dazu zwingen konnten, mehrzellig zu werden, führte die genetische Manipulation zu längeren und dünneren Zellen. „Wir vermuten, dass

sich die Zellform im Laufe der Evolution durch eine Überarbeitung der Verlängerungs- und Teilungsprozesse verändert hat, vielleicht, um in der Mundhöhle besser gedeihen zu können“, sagt Frédéric Veyrier (INRS).

„Abgesehen davon, dass sie uns helfen, zu verstehen, wie sich die Zellform entwickelt hat, könnten mehrzellige *Neisseriaceae* nützlich sein, um zu untersuchen, wie Bakterien gelernt haben, an der Oberfläche von Tieren zu leben, dem einzigen Ort, an dem sie bisher gefunden wurden. Die Hälfte von uns Menschen trägt diese Bakterien übrigens im Mund“, erklärt Silvia Bulgheresi vom Department für Funktionelle und Evolutionäre Ökologie an der Universität Wien. Philipp Weber von der Universität Wien, PhD im Team von Bulgheresi, der ebenfalls an der Studie mitgearbeitet hat, ergänzt: „Die Ausweitung des zellbiologischen Feldes auf weitere Morphologien und symbiotische Arten ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung, um den Pool an Protein-Targets (z. B. Antibiotika-Targets) für biopharmazeutische Anwendungen zu vergrößern.“ Sammy Nyongesa, PhD-Student im Team von Veyrier am INRS, fügt hinzu: „Ein evolutionärer Ansatz, wie er hier für die *Neisseriaceae* verfolgt wurde, kann neue, unvorhergesehene Proteinziele aufdecken.“ 

Quelle: Universität Wien

Originalpublikation:

Nyongesa S.*1, Weber P.M.*1, Bernet É., Pulido F., Nieves C., Nieckarz M., Delaby M., Viehboeck T., Krause N., Rivera-Millot A., Nakamura A., Vischer N.O.E., van Nieuwenhze M., Brun Y.V., Cava F., Bulgheresi S.*2, Veyrier F.J.*2: Evolution of longitudinal division in multicellular bacteria of the *Neisseriaceae* family. *1authors contributed equally *2authors contributed equally In: *Nature Communications*, 2022. DOI: 10.1038/s41467-022-32260-w

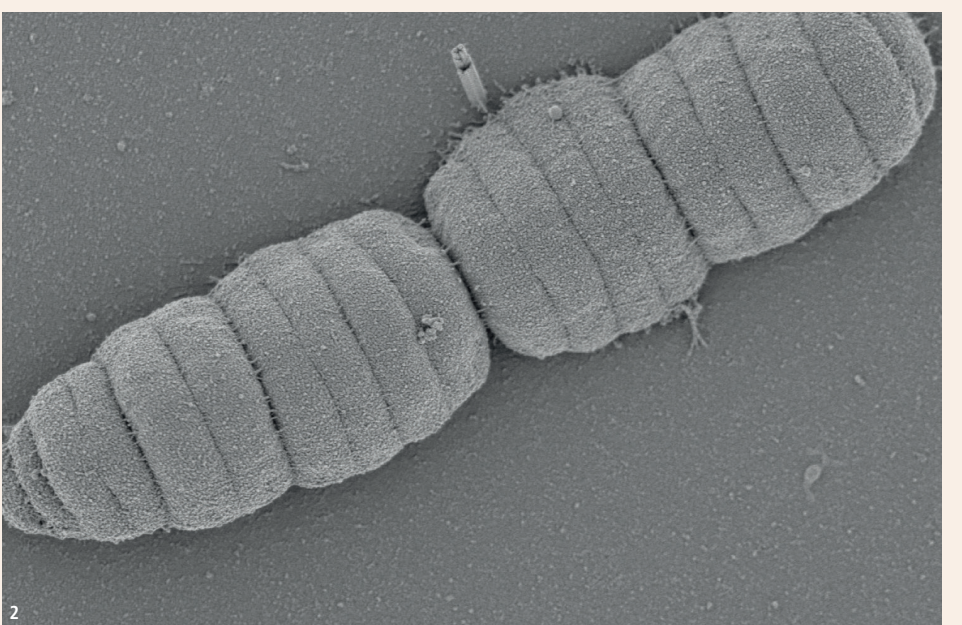
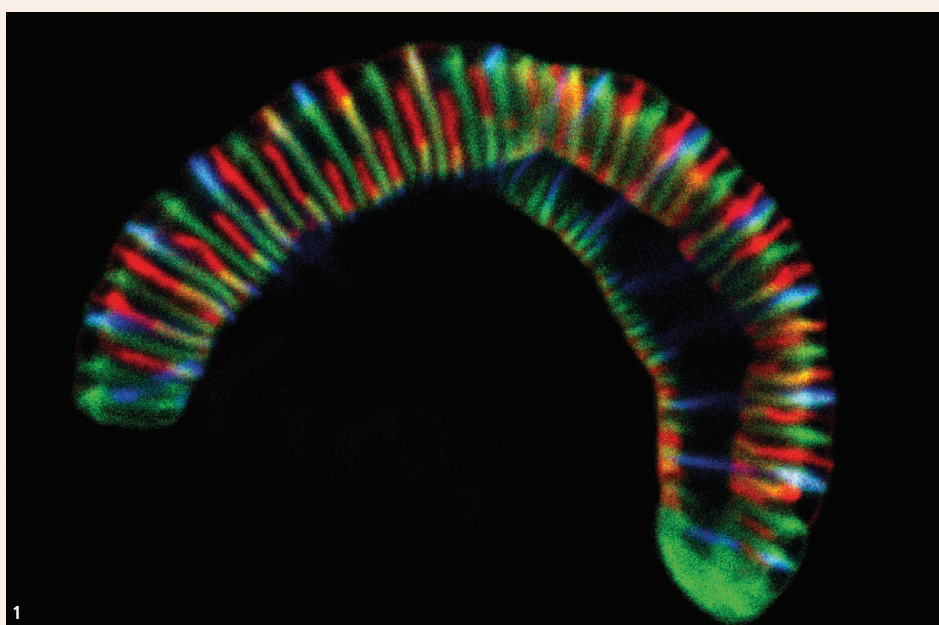


Abb. 1: Konfokales Mikroskopbild des bis zu 7 µm langen raupenartigen Bakteriums *Conchiformibius steedae*, das mit fluoreszenzmarkierten Zellwandvorläufern inkubiert wurde, um sein Zellwachstum zu verfolgen. (CC BY 4.0 Philipp Weber und Silvia Bulgheresi) – **Abb. 2:** Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des bis zu 4 µm langen raupenartigen Bakteriums *Simonsiella muelleri*. (CC BY 4.0 Sammy Nyongesa and Frédéric Veyrier)