

Press release**Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation****Dr. Manuel Maidorn**

09/24/2021

<http://idw-online.de/en/news776336>Research results
Biology, Medicine, Physics / astronomy
transregional, national**Wie Mikroben ihren Weg finden**

Die Bewegungsrichtung einer Mikrobe hängt direkt von der Wölbung ihrer Umgebung ab - das ist das zentrale Ergebnis einer aktuellen Veröffentlichung in der Zeitschrift PNAS unter Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation (MPIDS) in Göttingen. Die Forscher untersuchten die Navigation einer Modell-Mikrobe, einer kleinen, sich selbst fortbewegenden Mikroalge, in begrenzten Räumen mit unterschiedlichen Formen. Sie entwickelten auch theoretische Modelle zur Vorhersage der wahrscheinlichsten Bewegung dieses Mikroschwimmers, die durch Experimente bestätigt wurden. Mit diesem Modell ist es nun möglich, die wahrscheinliche Bewegung von Mikroben im Voraus zu definieren.

Das interdisziplinäre Gebiet der Physik aktiver Materie erforscht die Prinzipien, die dem Verhalten und der Selbstorganisation lebender Organismen zugrunde liegen. Ziel ist es, allgemeine Prinzipien aufzudecken, die es ermöglichen, die Organisation und das Verhalten lebender Materie zu beschreiben und vorherzusagen und damit die Entwicklung neuer Technologien zu unterstützen. Kürzlich veröffentlichten die Gruppen von Oliver Bäumchen und Marco Mazza vom MPIDS, der Universität Bayreuth und der Universität Loughborough in Großbritannien ihre Ergebnisse zu dem Modell, welches die mikrobielle Navigation beschreibt. "Da Mikroben oft der Herausforderung gegenüberstehen, sich durch enge Räume zu bewegen, haben wir uns gefragt, ob es ein Muster hinter der mikrobiellen Navigation in einem definierten Kompartiment gibt", erklären sie den Ansatz. Um diese Frage zu beantworten, verfolgten die Forscher eine einzelne bewegliche Mikrobe und bestimmten experimentell den Wahrscheinlichkeitsfluss ihrer Bewegungen. Mit anderen Worten, sie unterteilten eine vordefinierte Umgebung in kleinere Sektoren und bestimmten für jeden Sektor die Wahrscheinlichkeit der Bewegungsrichtung bestimmt. Auf diese Weise wurde eine Karte erstellt, anhand derer sich das Navigationsverhalten der Mikrobe vorhersagen lässt.

Die Krümmung bestimmt die Strömung

Überraschenderweise wurde festgestellt, dass sich die Mikrobe nicht zufällig durch den offenen Raum bewegt. Stattdessen war das durchschnittliche Bewegungsmuster sowohl hochgradig organisiert als auch symmetrisch: Die Karte der Bewegungsmuster zeigte eine definierte Verteilung der Wahrscheinlichkeitsflüsse. "Insbesondere wurde festgestellt, dass die Stärke des Flusses von der Krümmung der angrenzenden festen Grenzfläche abhängt: Ein höherer Grad der Krümmung führte zu einem stärkeren Fluss", erklären Jan Cammann und Fabian Schwarzendahl, die Hauptautoren der Studie. Aus praktischen Gründen wurden alle Messungen in einer quasi zweidimensionalen Umgebung durchgeführt, d. h. die Bewegung der Mikrobe wurde von oben und unten eingegrenzt, um sie besser beobachten und fokussieren zu können. Die Gruppe von Marco Mazza (Universität Loughborough und MPIDS) erstellte dann anhand des erhaltenen Bewegungsmusters ein Modell erstellt, mit dem die Bewegungswahrscheinlichkeit in eine bestimmte Richtung vorhergesagt werden kann. Dieses Modell wurde anschließend auf Kompartimente mit komplexeren Wölbungen und Grenzflächenkrümmungen angewandt und vom Labor von Oliver Bäumchen (MPIDS und Universität Bayreuth) experimentell verifiziert. "Es stellt sich heraus, dass die Krümmung der Grenzfläche der dominierende Faktor ist, der den Fluss der sich selbst antreibenden Mikrobe direkt bestimmt", fasst Bäumchen zusammen.

Eine mögliche Inspiration für neue Technologien

Da es sich bei dieser Entdeckung um eine grundlegende Beobachtung handelt, könnte das Modell auch auf andere Bereiche der Physik der aktiven Materie angewendet werden. "Mit unserem Modell können wir im Grunde statistisch vorhersagen, wo sich das interessierende Objekt im nächsten Moment befinden wird", berichtet Mazza. "Das könnte nicht nur unser Verständnis für die Organisation des Lebens erheblich verbessern, sondern auch bei der Entwicklung von technischen Geräten helfen."

Das Verständnis der Prinzipien hinter der Organisation aktiver Materie kann somit direkte Auswirkungen auf unsere zukünftigen Technologien haben. Mögliche Anwendungen des Modells bestehen beispielsweise darin, die Bewegung photosynthetischer Mikroorganismen in einer Vorrichtung so zu steuern, dass ihr Strom einen Generator antreibt, was eine direkte Möglichkeit wäre, Sonnenlicht in mechanische Energie umzuwandeln. Aber auch im Pharma- und Gesundheitssektor könnten die Erkenntnisse der Wissenschaftler Anwendung finden: "Eine mögliche Anwendung im medizinischen Bereich ist die Entwicklung von Mikrorobotern, die Medikamente effizient an ihr Ziel transportieren", so Bäumchen abschließend.

Original publication:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2024752118>

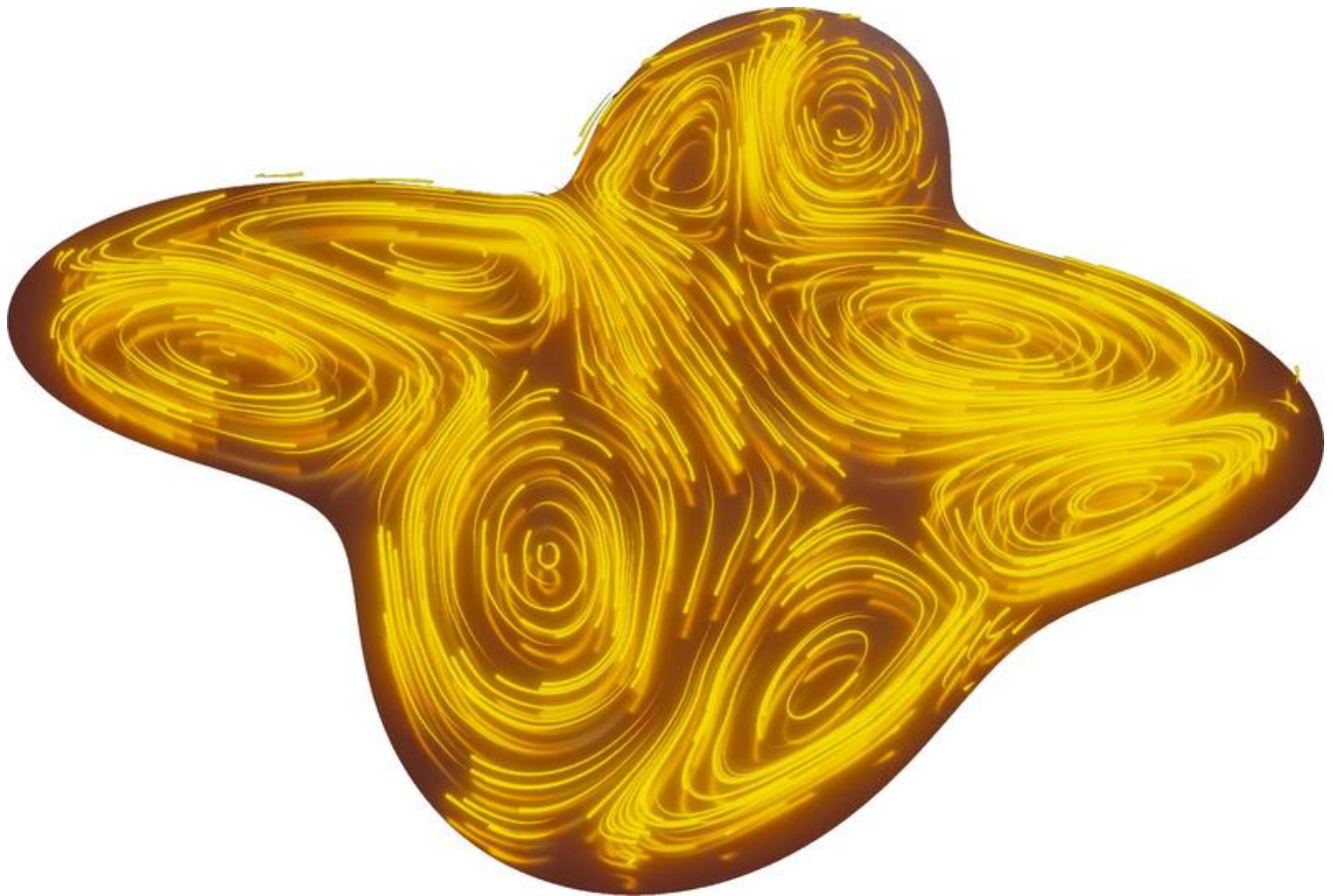


Illustration des Bewegungsflusses der Mikrobe in einer definierten 2-dimensionalen Umgebung. Die Forscher beobachteten, dass der Bewegungsweg der Mikrobe direkt von der Krümmung des Kompartiments abhängt.
Esinam S. A. Dake, Jan Cammann, Marco G. Mazza

D