

VERBORGENE VERBÜNDETE IM UNTERGRUND

Mikrobielle Vielfalt im Boden ist die Voraussetzung für höheres Leben auf der Erde und ökologische Stabilität.

*„Der Boden ist ein
Mikrokosmos, der
globale
Prozesse beeinflusst.“*



NADINE PRÄG, PhD, aufgewachsen im Montafon, studierte Biologie und Mikrobiologie an der Universität Innsbruck, wo sie 2020 *sub auspiciis Praesidentis rei publicae* promovierte. Für ihre Dissertation wurde sie mehrfach ausgezeichnet. Präg ist seit 2020 Senior Scientist in der Arbeitsgruppe Bodenmikrobiologie und Klimawandel am Institut für Mikrobiologie und erforscht Mikrobiome in Böden, mit Fokus auf die Interaktionen zwischen Pflanzen, Boden und Mikroorganismen, und die mikrobielle Diversität in Gebirgsökosystemen im Kontext des Klimawandels.

Egal wie viele Naturdokumentationen wir von unserem Sofa aus gesehen haben – nichts bereitet uns wirklich darauf vor, Teil einer Veränderung zu sein oder zu spüren, wie Gefüge in der Natur gestört werden. Besonders deutlich wird diese Verletzlichkeit im Boden – jener dünnen Schicht auf der Erdoberfläche, die selbstverständlich erscheint und doch alles Leben trägt und die Menschheit ernährt.

Der Boden ist ein komplexes, dynamisches Ökosystem. In einem einzigen Gramm leben mehr Lebewesen als Menschen auf der Erde, vor allem Mikroorganismen. Sie zersetzen organisches Material, mobilisieren Nährstoffe, stabilisieren das Bodengefüge, kommunizieren mit Pflanzen, sind zentral für reines Wasser und regulieren globale Stoffflüsse. Im Klimageschehen nehmen Bodenmikroorganismen mehrere Rollen ein. Sie produzieren CO₂, ein Treibhausgas aber auch ein natürlicher Teil des Kohlenstoffkreislaufs und Voraussetzung für Photosynthese und alles höhere Leben. Andere setzen Methan frei, ein starkes Treibhausgas, wieder andere leben methanotroph, also von CH₄, und sind somit die bislang einzige bekannte biologische Senke für Methan – unverzichtbar für unser Klima.

Mikroorganismen sind äußerst divers, haben sie doch einen evolutionären Vorsprung von ca. zwei Milliarden Jahren und dominieren immer noch den Stammbaum des Lebens in Anzahl und Vielfalt. Als erste Lebensformen der Erde haben sie den Planeten entscheidend geprägt. Noch kennen wir längst nicht alle Mikroorganismen, aber so wie das Teleskop unseren Blick ins Universum verändert hat, ermöglichen uns seit rund 30 Jahren DNA-Sequenzierung und moderne Hochdurchsatztechnologien, mikrobielle Gemeinschaften aus Umweltproben zu charakterisieren ohne sie kultivieren zu müssen. Erst dadurch wurde das Ausmaß mikrobieller Vielfalt deutlich.

Das bedeutende Reservoir mikrobieller Diversität aber ist der Boden, das komplexeste Habitat der Erde. Rund 90 Prozent aller bekannten Pilzarten, etwa jedes zweite beschrie-

bene Bakterium und jedes fünfte Archaeon hat Boden als Habitat. Keine andere Umgebung beherbergt eine größere Vielfalt an Mikroorganismen. Die Diversität sichert Bodenfunktionen, Resilienz gegenüber Stressfaktoren und Anpassungsfähigkeit an Umweltveränderungen. Der Boden ist damit ein Mikrokosmos, der globale Prozesse beeinflusst und zugleich unter unseren Füßen verborgen liegt.

Doch die Zeit ist knapp: Auch Mikroorganismen sind nicht unsterblich. Viele Arten verschwinden, bevor wir sie überhaupt entdecken. Anders als bei Tieren oder Pflanzen verläuft ihr Aussterben meist schleichend – einzelne Spezies werden verdrängt. Während sich über eine Milliarde Jahre die bakterielle Vielfalt weitgehend kontinuierlich erhöhte, ist es unklar, wie sich die Diversität in Zukunft entwickeln wird.

Wir können die Dynamiken des Universums nicht beeinflussen, wohl aber die unseres Planeten. Um mikrobielle Vielfalt zu erhalten, müssen wir sie verstehen. Im Boden zeigt sie sich in ihrer ganzen Komplexität: genetische, evolutionäre und funktionelle Vielfalt. Genetische Vielfalt macht Mikroorganismen widerstandsfähiger, funktionelle Vielfalt sorgt für ökologische Stabilität. Diversität ist der Schlüssel zu einem zukunftsfähigen Boden und damit zu unserer eigenen Zukunftsfähigkeit. Bodenmikroorganismen sind nicht auf den Boden beschränkt, sie zirkulieren in der Luft, in Tieren, Pflanzen, und im Menschen. Diese enge, oft unsichtbare Verbundenheit zeigt, dass Leben nicht isoliert funktioniert. Mikroorganismen sind die zentralen Akteure in allen Stoffkreisläufen. Ohne sie gäbe es kein höheres Leben auf der Erde.

Die Bodenmikrobiologie steht an der Schnittstelle von Forschung und gesellschaftlicher Transformation. Sie erinnert uns, dass nachhaltige Zukunftsvisionen nicht nur technologisch, sondern auch ökologisch und kulturell gedacht werden müssen. Und sie fordert uns auf, das Unsichtbare nicht zu übersehen – denn obwohl Mikroorganismen im Verborgenen wirken, halten sie das Leben im Gleichgewicht. 