

„Faszination Mikrobiom: Wie Bodengesundheit und menschliche Gesundheit zusammenhängen“

1. Einleitung

In den vergangenen Jahren hat die Forschung zunehmend gezeigt, dass Mikroorganismen, sowohl in Böden als auch im menschlichen Körper, zentrale Funktionen in biologischen Prozessen übernehmen und in vielfältige Wechselwirkungen eingebunden sind.

Vor diesem Hintergrund veranstaltete die Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (KBU) am 4. Dezember 2025 anlässlich des Weltbodentags eine Fachtagung zum Thema „Faszination Mikrobiom: Wie Bodengesundheit und menschliche Gesundheit zusammenhängen“. Ziel der Veranstaltung war es, den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand zum Bodenmikrobiom, zu seinen Funktionen in Ökosystemen sowie zu möglichen Zusammenhängen mit der menschlichen Gesundheit zusammenzuführen und zu diskutieren. Das UBA hat alle Vorträge auf der folgenden Webseite veröffentlicht: <https://www.umweltbundesamt.de/tagung-kommission-bodenschutz-beim-uba-weltbodentag>

2. Fünf zentrale Erkenntnisse der Tagung

I. Netzwerk des Lebens - Mikrobiome verbinden Menschen, Tiere, Böden und Pflanzen

Mikroorganismen sind ein integraler Bestandteil aller Ökosysteme. Böden, Tiere und Pflanzen beherbergen komplexe mikrobielle Gemeinschaften, die als Mikrobiome bezeichnet werden und in vielfältiger Weise miteinander interagieren. Das gilt auch für den menschlichen Körper.

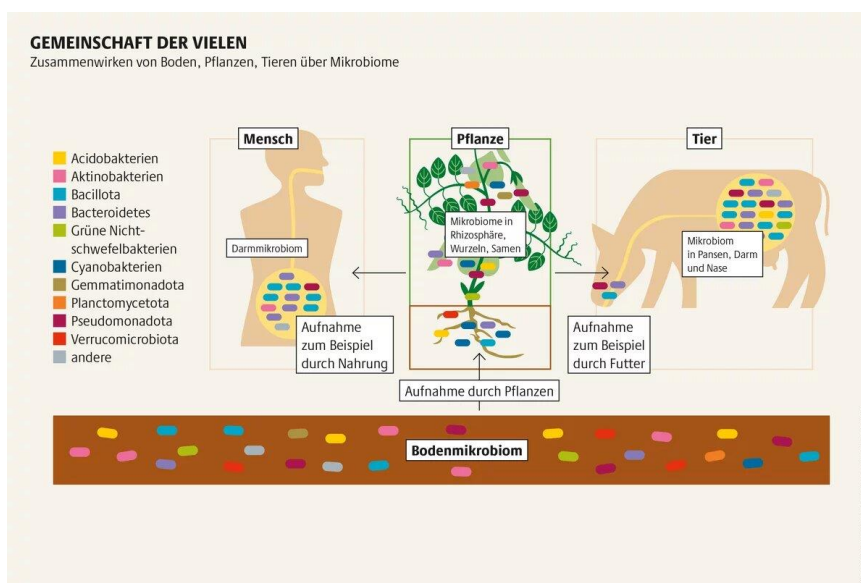
Dieser ist, innen wie außen, von einer großen Zahl an Mikroorganismen besiedelt, insbesondere im Darm. Auch Böden weisen eine außerordentlich hohe mikrobielle Diversität auf. Die dort lebenden Mikroorganismen übernehmen zentrale Funktionen bei der Zersetzung organischer Substanz, der Mobilisierung von Nährstoffen und der Steuerung biogeochemischer Kreisläufe.

Die Mikrobiome von Böden, Pflanzen, Tieren und Menschen sind verbunden. Zwischen Umwelt und Menschen findet ein Austausch von Mikroorganismen statt, etwa über Nahrung, Wasser oder direkten Kontakt mit Böden. In welchem Umfang diese Transfers die Zusammensetzung und Funktion des menschlichen Mikrobioms langfristig beeinflussen, ist Gegenstand aktueller wissenschaftlicher Untersuchungen.

II. Böden sind ein Eckpfeiler unserer Gesundheit – keine gesunden Menschen ohne gesunde Böden

Böden und Menschen brauchen eine mikrobielle Vielfalt, um Nährstoffe umzusetzen und das Wachstum zu unterstützen. Die Eigenschaften von Böden beeinflussen maßgeblich die Qualität landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Über pflanzliche und tierische Lebensmittel sowie über Umweltkontakte (wie Einatmen von Staub oder Berühren von Erde durch Gartenarbeit o.ä.) gelangen Mikroorganismen aus dem Boden und der Landwirtschaft in unseren Körper und prägen dort u.a.

das Darmmikrobiom. Die Zusammensetzung des Mikrobioms im menschlichen Darm ähnelt in vielen Teilen dem des Bodenmikrobioms. Studien belegen die Auswirkungen des Mikrobioms im Darm auf Vorgänge im Gehirn und damit auf die Psyche und unser Wohlbefinden.



Quelle: BODENATLAS (2024)¹

Ein lebendiger gesunder Boden ist zum einen eine direkte Quelle für nützliche Bakterien und fördert zum anderen Lebensmittel mit hoher mikrobieller Diversität, die ebenfalls das Darmmikrobiom stärken. Die mikrobielle Vielfalt im Darm ist für die Verdauung, die Stoffwechselprozesse, die Immunabwehr und das Wohlbefinden wichtig.

III. Die Ernährung hat einen großen Einfluss auf das menschliche Mikrobiom

Eine abwechslungsreiche Ernährung mit einem hohen Anteil an unbehandelten und unbelasteten pflanzlichen Lebensmitteln und Ballaststoffen kann positiv zur Bakteriendiversität im menschlichen Darm beitragen. Dazu zählen insbesondere solche, die kurzkettige Fettsäuren produzieren, sowie Gemüse und Obst. Die Mikroorganismen pflanzlichen Ursprungs verfügen über probiotische und gesundheitsfördernde Eigenschaften.

Obst und Gemüse enthalten darüber hinaus auch Vitamine, Mineralien und Ballaststoffe. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Ernährung möglicherweise einen größeren Einfluss auf die Zusammensetzung des Darmmikrobioms hat als die Gene eines Menschen.¹

Demgegenüber kann eine stark verarbeitete und ballaststoffarme Ernährung mit einer geringeren mikrobiellen Diversität im Darm einhergehen. Lange Transportwege und die unsachgemäße Lagerung führen zur Abnahme nützlicher Mikroorganismen in und auf den Lebensmitteln und fördern das Wachstum schädlicher Keime. Hochverarbeiteten Lebensmittel lassen darüber hinaus viele Bakterienarten verhungern und versorgen den Menschen nicht mehr mit lebenswichtigen Vitalstoffen – Aminosäuren, sekundären Pflanzenstoffen, Mineralien und Spurenelementen. Verschiedene Studien zeigen, dass ein geschädigtes Mikrobiom im Darm mit kurz- und

¹ Bodenatlas. Daten und Fakten über eine lebenswichtige Ressource: Kooperationsprojekt von Heinrich-Boll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. und TMG - Think Tank for Sustainability, TMG Research GmbH, 2. Auflage, Mai 2024. Link: <http://www.boell.de/bodenatlas>

langfristigen Gesundheitsstörungen verbunden ist. Dazu gehören beispielsweise das Reizdarmsyndrom, Allergien, Immunschwächen und chronische Entzündungen.

Regionale, saisonale, unbehandelte und unbelastete pflanzliche Lebensmittel sind nachhaltig und mit einem hohen Anteil an Ballaststoffen fördern sie das menschliche Mikrobiom und damit die Darmgesundheit und das menschliche Wohlbefinden.

IV. Einträge von Antibiotika und Resistenzentwicklung

Antibiotika gelangen über unterschiedliche Pfade in die Umwelt, beispielsweise über Abwässer, Wirtschaftsdünger oder Klärschlämme. Dort können sie auf mikrobielle Gemeinschaften einwirken und Selektionsprozesse auslösen, welche die Verbreitung resistenter Mikroorganismen begünstigen.

Die Entstehung und Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen stellt eine komplexe Herausforderung dar, da Resistenzgene zwischen Mikroorganismen übertragen werden können und sich potenziell entlang von Umwelt- und Nahrungsketten verbreiten.

Folgen eines ständigen Kontakts mit Antibiotikarückständen im Boden können sein:

- Veränderungen der Biodiversität und funktionellen Leistungsfähigkeit der Mikroorganismenpopulation im Boden. Bodenbakterien können geschädigt und die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigt werden.
- Resistenzen aus der Umwelt können in die Nahrungskette gelangen, beispielsweise durch den Verzehr von Pflanzen, die auf behandelten Böden gewachsen sind, oder durch Kontakt mit kontaminiertem Wasser. Zudem können resistente Keime über Fleischprodukte in den menschlichen Körper einwandern.
- Infektionen mit resistenten Bakterien sind schwer medikamentös zu behandeln und können lebensbedrohlich werden.

Der Zusammenhang zwischen in der Umwelt vorkommenden Resistenzmechanismen und klinisch relevanten Resistenzen beim Menschen ist Gegenstand intensiver Forschung und bislang nicht vollständig aufgeklärt. Unstrittig ist jedoch, dass ein verantwortungsvoller und zurückhaltender Einsatz von Antibiotika in der Human- und Tiermedizin eine zentrale Voraussetzung zur Begrenzung weiterer Resistenzentwicklungen darstellt. Insbesondere, da diese biologisch wirksamen Substanzen über organische Düngemittel weitgehend unverändert in die Umwelt gelangen können.

Antibiotika gelangen über unterschiedliche Pfade in die Umwelt. Sie können die Entwicklung und Verbreitung resistenter Mikroorganismen begünstigen. Aus diesem Grund ist ein verantwortungsvoller und zurückhaltender Einsatz von Antibiotika in der Human- und Tiermedizin eine zentrale Voraussetzung zur Begrenzung weiterer Resistenzentwicklungen.

V. Bedeutung des Bodenlebens für Pflanzen und Ökosysteme

Zwischen Pflanzen und Mikroorganismen bestehen enge Wechselwirkungen, die sich im Verlauf des Pflanzenwachstums dynamisch verändern. Pflanzen geben über ihre Wurzeln organische Verbindungen in den Boden ab, die als Substrat für Mikroorganismen dienen und deren Zusammensetzung beeinflussen.

Umgekehrt erhöht eine Vielfalt an jeweils spezialisierten Mikroorganismen, zum Beispiel im Wurzelbereich der Pflanze, die Effizienz der Nährstoffnutzung und damit den Ertrag. Zudem machen sie die Pflanze auch widerstandsfähiger gegen Insekten, schädliche Bakterien und Pilze und

können sogar gegen Fadenwürmer oder Virusinfektionen schützen.¹ Allerdings gibt es auch Mikroorganismen im Boden und im oberirdischen Umfeld der Pflanzen, die Pflanzenkrankheiten auslösen können. Ihre Wirksamkeit wiederum kann durch weitere antagonistische Mikroorganismen abgeschwächt werden

Der Einsatz von Düngemitteln, Erosion, Temperaturveränderungen und Dürren können diese Wechselwirkungen beeinflussen und zu Verschiebungen in mikrobiellen Gemeinschaften führen. Es besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der mikrobiellen Diversität und dem Trockenstress für Pflanzen. Weiterhin können Pflanzenschutzmittel gegen Beikräuter, Insekten oder Pilze Organismen in und auf Böden beeinträchtigen und somit eine natürliche Regulation durch das Bodenmikrobiom stören.

Die im Boden lebenden Organismen leisten einen entscheidenden Beitrag zur Aufrechterhaltung zentraler Ökosystemfunktionen. Sie beeinflussen unter anderem die Bodenstruktur, den Wasserhaushalt und die Verfügbarkeit von Nährstoffen und tragen damit wesentlich zur Bodenfruchtbarkeit bei. Gleichzeitig wirken nützliche Mikroorganismen positiv auf die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegenüber biotischen und abiotischen Stressfaktoren.

3. Empfehlungen

Aus den Beiträgen und Diskussionen der Tagung leitet die KBU folgende Handlungsempfehlungen ab:

Es besteht Forschungsbedarf

- über die Zusammensetzung und Funktion mikrobieller Gemeinschaften in Böden, um deren Wechselwirkungen mit Pflanzen und dem Menschen besser zu verstehen.
- Weiterhin sollten Fragen zum Transfer von Mikroorganismen und Resistenzgenen entlang von Umwelt- und Nahrungspfaden (etwa Einträge über Gülle) sowie zu den Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf mikrobielle Diversität und Ökosystemfunktionen vertieft untersucht werden.

Auf politischer Ebene sieht die KBU folgenden Handlungsbedarf:

- Förderung einer nachhaltigen und wissenschaftsbasierten Bodennutzung, die wissenschaftliche Erkenntnisse zum Mikrobiom berücksichtigt.
- Reduktion von Stoffeinträgen, die für das Mikrobiom problematisch sein können, in Böden und Gewässern.
- Weiterentwicklung von Strategien zur Begrenzung von Antibiotikaresistenzen im Sinne eines integrierten One-Health-Ansatzes.
- Stärkung der systematischen Erfassung und Bewertung der mikrobiologischen Bodengesundheit.
- Stärkere Integration der Zusammenhänge zwischen Bodengesundheit und menschlicher Gesundheit in relevante Politikfelder.
- Eine stärkere Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Bedeutung von Böden und deren Rolle für die menschliche Gesundheit, um langfristig sowohl Umwelt- als auch Gesundheitsziele zu fördern.

Auch gesellschaftlichen Akteuren kommt eine wichtige Rolle zu:

- Eine Bevorzugung frischer und regionaler Lebensmittel mit einem vielfältigen Mikrobiom.
- Die Unterstützung nachhaltiger landwirtschaftlicher Produktionsweisen, die das Bodenmikrobiom schützen und fördern.

4. Fazit

Gesunde Böden sind ohne ein funktionierendes Mikrobiom nicht möglich. Vor diesem Hintergrund hält die KBU es für geboten, den Schutz und die nachhaltige Nutzung gesunder Böden als Bestandteil eines integrierten One-Health-Ansatzes zu betrachten, der Umwelt- und Gesundheitsaspekte gemeinsam berücksichtigt.