



Prof. Dr. rer. nat. Christoph Tebbe

Wissenschaftlicher Direktor am Thünen-Institut für Biodiversität, apl. Professor an der Technischen Universität Braunschweig, Lehrbefugnis „Mikrobiologie“, Mitglied des Gremiums für genetisch veränderte Organismen (GMO) der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), Herausgeber (Editor-in-Chief) der Zeitschrift *European Journal of Soil Biology*, Vertrauensperson des Thünen-Instituts für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis.

Dem Blick entzogen – Forschung an Bodenmikroorganismen

FoRep: In einem Gramm Boden tummeln sich weit mehr als 100.000 Mikroorganismen. Wie wichtig ist diese hohe biologische Vielfalt für den Boden und für die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Tatsächlich sind es viel mehr als 100.000 Mikroorganismen. In einem ganz normalen Ackerboden gibt es in einem Gramm Boden etwa 10 Milliarden Bakterienzellen, dazu eine Milliarde Archaeen (eine den Bakterien ähnliche Gruppe von Lebewesen) und Pilze, die in ihrer Biomasse im allgemeinen mindestens ebenso stark vertreten sind wie die Bakterien und Archaeen zusammen. Die Bakterien und auch die anderen Mikroorganismen sind dabei nicht einheitlich, sondern bestehen aus vielen tausend Arten, die, je nach Umweltbedingung und Bodeneigenschaft, in unterschiedlicher Anzahl auftreten können.

Jede Art, ob Bakterien, Archaeen oder Pilze, kann eine ganz eigene Aufgabe übernehmen. Die wichtigen biologischen Bodenfunktionen, die zum Beispiel im Abbau von Pflanzenresten und der Bildung der organischen Bodensub-

stanz bestehen, oder auch in der Förderung des Pflanzenwachstums werden als Gemeinschaftsleistungen erbracht. Je vielfältiger diese Gemeinschaften zusammengesetzt sind, umso stabiler gegenüber Umweltveränderungen sind sie. Das Geheimnis eines fruchtbaren Bodens liegt damit auch in einer hohen mikrobiologischen Vielfalt.

FoRep: Sicher hat die Bodennutzung durch die Landwirtschaft auch Wechselwirkungen auf die Mikroorganismen. Wie reagieren Mikroorganismen auf Landnutzungsänderungen? Und welche Auswirkungen haben z. B. geänderte Fruchtfolgen auf die Welt der Bodenmikroorganismen?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Durch das weltweite Bevölkerungswachstum und den gleichzeitigen dramatischen Verlust von fruchtbaren Böden durch Erosion und Versalzung muss in Zukunft auf immer weniger Ackerflächen immer mehr Produktivität erzielt werden. Um die Böden schonend und nachhaltig zu bewirtschaften, ist ein tieferes Verständnis der mikrobiologischen Prozesse notwendig.

Wenn natürliche Flächen, wie z. B. Wälder, für den Ackerbau gerodet werden, hat das enorme Konsequenzen für die bodenmikrobiologische Vielfalt. In aktuellen Forschungsarbeiten ermitteln wir, welche Mikroorganismen bei solchen Veränderungen verloren gehen und welche neu hinzukommen. Dabei wollen wir den Zusammenhang zwischen mikrobieller Vielfalt und Ökosystem-Funktionen verstehen. Denn nur das, was wir kennen, können wir auch schützen.

Bei Monokulturen können sich schädliche Mikroorganismen eher durchsetzen als nützliche und so das Risiko von Pflanzenerkrankungen erhöhen. Wechselt man dagegen regelmäßig die Frucht, reichern sich über die Rhizosphäre immer wieder unterschiedliche Mikroorganismen an. Das ist schlecht für die spezialisierten Schädlinge und gut für die mikrobielle Vielfalt und Pflanzengesundheit.

FoRep: Mit welchen Methoden können Sie überhaupt die mikrobielle Vielfalt von Böden ermitteln? Welche neuen Entwicklungen haben in den letzten Jahren die Forschung in Ihrem Bereich vorangebracht?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Seit dem Ende der 80er Jahre wissen wir bereits, dass die klassischen mikrobiologischen Verfahren, die auf Kultivierung von Mikroorganismen im Labor basieren, für bodenmikrobiologische Untersuchungen ungeeignet sind, da sie etwa nur 0,1 Prozent der tatsächlichen Vielfalt widerspiegeln können. Man setzt stattdessen zunehmend auf die Analysen der DNA, die direkt aus Bodenproben gewonnen wird.

Dank neuer Hochdurchsatz-DNA Sequenzierungstechniken hat sich die Geschwindigkeit und Effizienz der Analysen seit dem Jahr 2000 um das 10- bis 100.000-fache erhöht. Das ist eine Revolution für uns. Konnten wir noch vor wenigen Jahren nur einige hundert Bakterien aus einer Bodenprobe innerhalb eines gesamten Forschungsprojektes ermitteln, können wir heute in einer einzelnen Analyse in wenigen Tagen bereits mehrere Millionen Gene aus Böden aufspüren. Um diese allerdings erkennen und untersuchen zu können, braucht es neue Methoden und Know-how, insbesondere aus dem Bereich der Bioinformatik. Die Integration von

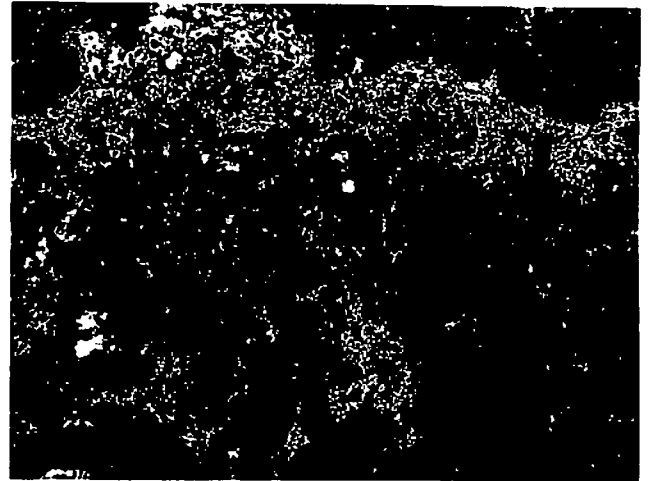


Abbildung 1: Bodenanalyse unter dem Mikroskop

Ökologie, Mikrobiologie und Bioinformatik, wie wir sie am Thünen Institut für Biodiversität vollzogen haben, ist der Schlüssel diese neuen methodischen Potenziale zu nutzen.

„Dank neuer DNA Sequenzierungstechniken hat sich die Geschwindigkeit und Effizienz der Analysen seit dem Jahr 2000 um das 10- bis 100.000-fache erhöht. Das ist eine Revolution für uns.“

FoRep: In Ihrem Forschungsbereich fällt auch die Betrachtung von möglichen ökologischen Auswirkungen beim Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen. Wie gehen Sie bei der Untersuchung vor? Zeichnet sich eine Veränderung der Bodenbiologie durch den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen im Vergleich zu nicht veränderten Pflanzen ab?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Um die Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen auf Böden zu ermitteln, untersuchen wir die Bakterienvielfalt in den Rhizosphären. Während wir noch bis vor wenigen Jahren kaum Unterschiede zwischen gentechnisch veränderten Pflanzen und deren konventionell gezüchteten Ausgangspflanzen ermitteln konnten, sehen wir heute, mit unseren neuen, hochempfindlichen Nachweisverfahren, tatsäch-



lich Unterschiede. Im Vergleich zu den Unterschieden zwischen normalen, also konventionell gezüchteten Sorten, sind diese Unterschiede jedoch kleiner. D. h. jede Pflanzensorte, egal ob gentechnisch hergestellt oder konventionell gezüchtet, hat eine charakteristische Bakteriengemeinschaft in ihrem Wurzelbereich. Auch wenn also Abweichungen natürlich sind, möchten wir jedoch für jede neue gentechnisch veränderte Pflanze besser verstehen, welche Bakterien genau durch eine

„Durch eine zu intensive landwirtschaftliche Nutzung können Böden an organischer Substanz verlieren.“

gentechnische Veränderung gefördert und welche ggf. auch gehemmt werden. Um diese Frage zu beantworten, benötigt man allerdings Freilandversuche, da die Bedingungen des Anbaus im Labor oder Gewächshaus abweichen und die Bodenbakterien vermutlich anders reagieren.

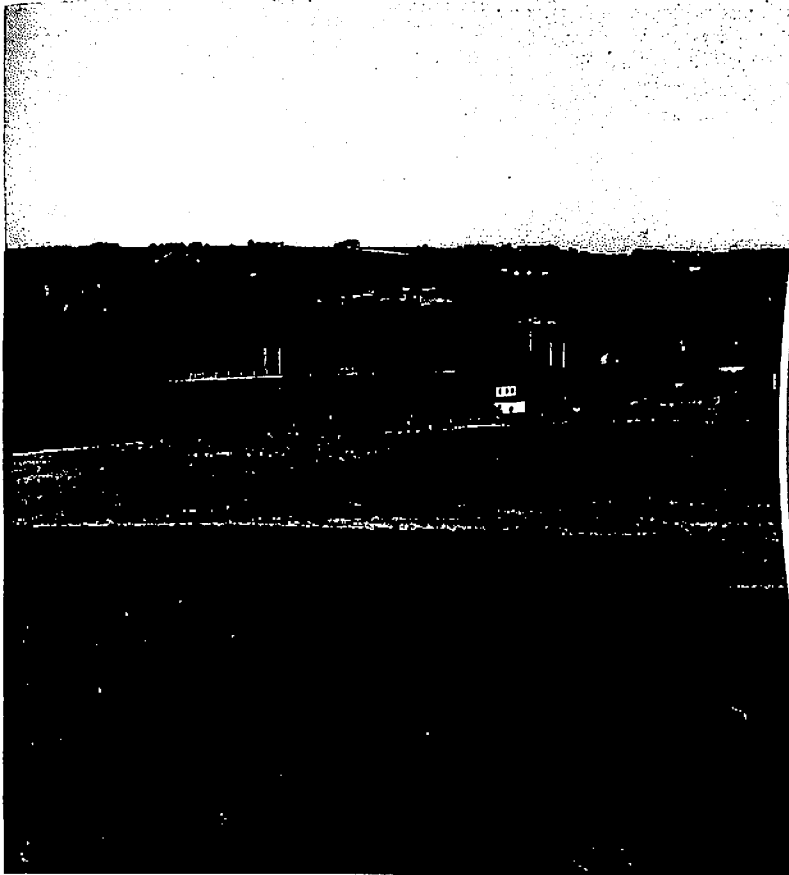
FoRep: In der klassischen Landnutzung ist die organische Düngung gute landwirtschaftliche Praxis. Aber: Was passiert im Boden mit diesem Material?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Durch eine zu intensive landwirtschaftliche Nutzung können Böden an organischer Substanz verlieren. Diese organische Substanz ist wichtig, da sie die Bodenstruktur stabilisiert, Nährstoffe speichert und die mikrobielle Aktivität fördert. Durch

die Zugabe von organischem Dünger soll dieser Verlust ausgeglichen werden. Das funktioniert leider nur sehr schlecht, da ein großer Teil des organischen Düngers als Kohlendioxid verloren geht und letztendlich nur wenig in stabile organische Substanz umgewandelt wird. Es ist

daher wichtig, die Bodenbearbeitung so durchzuführen, dass möglichst wenig des natürlichen stabilen organischen Kohlenstoffs verloren geht.

Mit dem organischen Dünger werden auch gleichzeitig große Mengen an Mikroorganismen eingetragen und diese können je nach Art, insbesondere wenn es sich um Sporenbildner handelt, wie z. B. Clostridien, über



„Das Geheimnis eines fruchtbaren Bodens liegt damit auch in einer hohen mikrobiologischen Vielfalt.“

mehrere Jahre im Boden verbleiben. In wie weit diese Mikroorganismen aktiv am Bodenleben beteiligt sind, ist nicht ganz klar und deshalb auch Gegenstand von Forschungsarbeiten.

FoRep: In den letzten Jahren war es immer wieder ein Thema ob über organische Abfälle oder auch Klärschlamm als Dünger pathogene Bakterien auf Kulturpflanzen übertragen werden können: Wie groß ist diese Gefahr aus Sicht der Bodenmikrobiologie?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Das Vorkommen von pathogenen wie auch Antibiotika-resistenten Bakterien in landwirtschaftlichen organischen Düngern, und wahrscheinlich mehr noch in anderen Düngern, wie z. B. Klärschlamm, ist prinzipiell möglich. Zunächst werden Bakterien, die mit dem Düngematerial eingetragen werden, sicher stark reduziert, da sie sich nicht besonders gut gegen die natürlichen Bodenmikroorganismen durchsetzen können. Auch werden viele Bakterienzellen von den Protozoen im Boden gefressen. Trotzdem ist es vorstellbar, dass abhängig von den Bodeneigenschaften einige Bakterien vorübergehend überdauern können. Es stellt sich die Frage, ob diese Bakterien sich in bestimmten Bodenkompartimenten, wie

z. B. in der Rhizosphäre vermehren könnten. Sollte es sich um die Rhizosphäre von Kulturpflanzen, insbesondere solche, die roh verzehrt werden, handeln, könnte dies ein Problem darstellen. Auch wenn es nach meinem Wissen bisher keine konkreten Hinweise auf diese Möglichkeit gibt, ist sicher aus mikrobiologischer Sicht große Vorsicht bei der Anwendung solcher Dünger geboten.

Vielen Dank für das Gespräch!

Das Interview für den ForschungsReport führte Monique Luckas.