

Wissen

Der unsichtbare Dschungel unter uns

Alternative für Pestizide Im Boden wimmelt es von winzigen Lebewesen. Diese mikrobielle Welt schützt Nutzpflanzen vor Krankheiten – ähnlich wie unser Immunsystem unseren Körper. Doch wie lässt sich dies gezielt steuern, um Ernteerträge zu erhöhen?

Barbara Reye

Im Geheimen werden im Untergrund ständig Informationen weitergegeben und ausgetauscht. Wie auf einer Datenautobahn kommunizieren unzählige Individuen blitzschnell auch aus der Ferne über ihr Wurzelwerk miteinander. Egal, ob es sich etwa um ein Gemüsebeet mit Karotten oder Tomaten handelt oder um ein Getreidefeld mit Weizen oder Mais. Die Verbindungen dafür liefern sogenannte Mykorrhiza-Pilze, die mit ihren feinen, kilometerlangen Fäden ein gigantisches Netzwerk zwischen den einzelnen Pflanzen aufgebaut haben.

«Es ist eine Art biologisches Internet, sozusagen ein Wood Wide Web», sagt Marcel van der Heijden, der bei Agroscope und der Universität Zürich arbeitet. Gleichzeitig profitiere die Pflanze auch davon, dass sie durch die Anwesenheit dieses besonderen Pilzes wichtige Nährstoffe und Spurenelemente erhalte und dadurch besser wachse. Rund zwei Drittel aller Landpflanzen sind von solchen speziellen Mykorrhiza-Pilzen umgeben, deren bäumchenförmige Strukturen direkt in die Wurzeln der Wirtspflanze eindringen. Im Gegenzug bekommen die Pilze von ihrer lebenswichtigen Zucker zurück. Eine klassische Lebensgemeinschaft, bei der beide profitieren.

Mehr Nahrung für mehr Menschen

Im Boden leben neben diesen weit verbreiteten Mykorrhiza-Pilzen noch viele weitere Mikroben in der Nähe von Wurzeln. So findet man in einem Gramm Erde zum Teil bis zu Hunderte Millionen Bakterien. Dies hängt aber auch davon ab, was für Pflanzen unmittelbar dort wachsen und was für Umweltbedingungen herrschen.

«Unter unseren Füßen hat es einen unsichtbaren Dschungel, den wir aufgrund moderner Analysetechniken erst jetzt mehr und mehr entdecken», sagt der Wissenschaftler. Diese ausgetüfelte Gemeinschaft der Bodenlebewesen sei massgeblich für die Gesundheit der Pflanze verantwortlich, kann den Ertrag deutlich steigern und Schädlinge in Schach halten.

Weil die Weltbevölkerung auch in Zukunft weiter wächst, wird der Bedarf an Nahrung noch stärker ansteigen. Deshalb suchen Forscherteams an den Universitäten sowie auch von Start-ups oder in der Industrie weltweit insbesondere auch nach ökologisch nachhaltigen Ansätzen, die für die nächste grüne Revolution infrage kämen. Eine immer grössere Rolle spielen dabei die vielen, natürlich an den Wurzeln und auf den Blättern vorkommenden Bakterien sowie Pilze, die in ihrer Gesamtheit auch als Pflanzen-Mikrobiom bezeichnet werden.

Um die Fruchtbarkeit des Bodens zu verbessern, werden deshalb längst Impfungen mit ausgesuchten Bakterien und Pilzen vorgenommen. Viele Experimente haben bisher nicht nur im Labor, sondern auch im Freiland erste gute Ergebnisse erzielt.



Unter dem Kartoffelfeld: Die Wurzeln der Pflanzen ziehen Bakterien an, die in schützende Stoffe umgewandelt werden. Foto: Gabriela Brändle (Agroscope)

«Allerdings gibt es noch keine Wunderwaffe, da das Geschehen im Boden und die Interaktionen mit der Pflanze jeweils äusserst komplex sind», sagt Franz Bender von Agroscope. Er hat momentan verschiedene Feld- und Gewächshausversuche von Tomaten über Erbsen, Stangensellerie und Wurzelpetersilie bis hin zum Hanf am Laufen.

Das Geschehen im Boden ist weiterhin wie eine grosse Blackbox, die selbst die Forschergilde immer wieder überrascht. «Wenn wir den Mais zusätzlich mit den von uns gezüchteten Mykorrhizapilzsporen geimpft hatten, liess sich auf einigen der 50 Felder mit insgesamt 1500 Parzellen eine Ertragssteigerung um bis zu 40 Prozent erzielen», sagt

van der Heijden. Allerdings hätten sie bei etwa der Hälfte der mit dem Pilz behandelten Parzellen auch keine Effekte gefunden. Warum dies so ist, kann zum einen mit dem Einsatz von Dünger oder aber auch mit der jeweiligen lokal vorkommenden Bakteriengemeinschaft zusammenhängen, die sehr unterschiedlich sein kann.

Positive Resultate erzielt auch der Agroscope-Forscher Matthias Lutz, der bereits vor Jahren eine biologische Bekämpfungsmassnahme entwickelte und schlechte Mikroben erfolgreich durch gute verdrängen liess. Dazu kommen die Setzlinge von Salat oder etwa Broccoli kurz unter eine Dusche mit auserwählten Bakterien und einem Trichoderma-Pilz.

Aber auch eine spezielle Düngung mit Chitin hilft dabei, dass sich die Schaderreger nicht ausbreiten können. Zudem lässt der Agrarwissenschaftler das Gemüse auf Dämmen wachsen, damit der Boden weniger feucht ist und ein Wurzelbefall besser verhindert werden kann.

In eine ähnliche Richtung forscht auch Laure Weisskopf von der Universität Freiburg, die bei der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel anstatt chemischer Fungizide natürlich vorkommende Bakterien einsetzen will. «Dieser Krankheitserreger ist nicht nur der Hauptfeind der Kartoffelkulturen, sondern befällt auch Tomaten», sagt die Forscherin. Das Pathogen breite sich bei günstigen Wetterbedingungen rasend schnell aus und sei nur sehr schwierig einzudämmen.

Die Pflanze weiss am besten, was sie will

«Wir suchen derzeit noch sehr intensiv nach den richtigen Schutzbakterien», sagt Weisskopf. Die Pflanze wisse es selbst im Prinzip am besten. Denn über die Wurzeln ziehe sie genau die richtigen an und könne sich dadurch bis zu einem gewissen

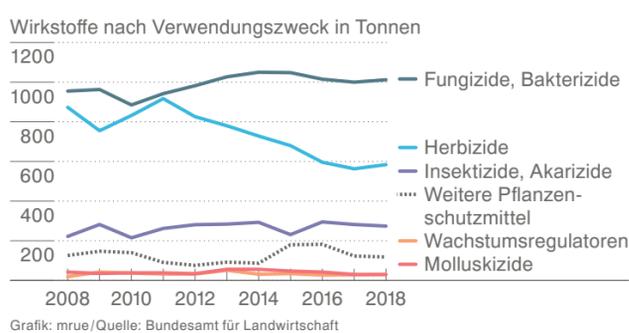
«Es ist wie beim Arzt», sagt der Biologe. Ein Medikament schlage nicht immer gleich an.

Grad aus eigener Kraft wehren. Die Bakterien würden dann Stoffe produzieren, die das Immunsystem der Pflanzen stärken könnten oder für den Krankheitserreger giftig seien.

Dass die Wirkungsweise solcher Bekämpfungsmassnahmen oft so schwierig vorhersehbar ist, hängt auch damit zusammen, dass die Mikroben in einem dichten Verbund zusammenleben. «Ihr Wohlergehen ist oft von vielen anderen Arten abhängig», sagt Weisskopf. Deshalb müsse man stets die ganze Gemeinschaft und auch deren Umfeld mit betrachten. Nehme man eine krankheitsbekämpfende Mikrobe aus einem Ökosystem heraus und werfe sie in ein anderes, könne es dazu kommen, dass sie unter Fremden ums Überleben kämpfen müsse. Die Bodenimmunität sei ebenfalls nicht das Werk einer einzigen Spezies, meist habe es mehrere Akteure.

«Auch bei einer Ertragssteigerung der Ernte sind die vielen verschiedenen Faktoren aufgrund ihrer enormen Komplexität bisher noch nicht im Detail verstanden», fasst Franz Bender seine Forschungsergebnisse zusammen. Es gebe leider noch kein Patentrezept. Einfach wie verrückt ziellos Mykorrhiza-Pilze in den Boden zu spritzen, ist nach Ansicht der Forscher somit nicht angebracht. Dennoch: «Es ist wie beim Arzt», sagt Marcel van der Heijden. Bei dem einen Patient funktioniert ein Medikament besser als bei dem anderen.

Verkaufte Pflanzenschutzmittel



Pestizide in der Schweiz

Gemäss zweier Studien von 2019 sind die Gewässer in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten stark mit Pflanzenschutzmitteln belastet. Die Konzentrationen einzelner Stoffe können zu chronischen Schäden führen und liegen über längere Zeit über Werten, ab denen für Pflanzen und Tiere im Wasser ein akut toxisches Risiko besteht. Zwei hängige Volksinitiativen wollen den Einsatz von künstli-

chen Pestiziden reduzieren oder sogar verbieten. 2018 wurden nach Angaben des Bundesamts für Landwirtschaft in der Schweiz rund 2050 Tonnen Pflanzenschutzmittel verkauft. Die fünf absatzstärksten Wirkstoffe waren Schwefel (Fungizid), Paraffinöl (Insektizid), Folpet (konventionelles Fungizid im Weinbau), Glyphosat (Herbizid) und Metamitron (Herbizid für Zuckerrüben). (bry)