

Die Bodenbiologie bringt Landwirte und Wissenschaftler zusammen

Marie Fesselet¹, Jacques Dugon², Thomas Degen³, Francesca Dennert⁴, Klaus Schläppi⁵, Geoffrey Jaffuel³, Xavier Chiriboga³, Monika Maurhofer⁴, Raquel Campos Herrera³, Nicolas Imperiali⁶, Ted Turlings³, Marcel van der Heijden⁵, Christoph Keel⁶ und Fabio Mascher¹

¹Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 1260 Nyon, Schweiz

²Agridea, Pflanzenbau, 1001 Lausanne, Schweiz

³Universität Neuenburg, Institut für Biologie, 2000 Neuenburg, Schweiz

⁴ETHZ, Institut für Integrative Biologie, IBZ, 8092 Zürich, Schweiz

⁵Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, 8046 Zürich, Schweiz

⁶Universität Lausanne, Département de microbiologie fondamentale, 1000 Lausanne, Schweiz

Auskünfte: Fabio Mascher, E-Mail: fabio.mascher@agroscope.admin.ch



Abb.1 | Die Tagung begann mit wissenschaftlichen Vorträgen über die Beobachtungen und Erfahrungen im Feld und Labor.

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 68 «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» fand am 26. November 2015 unter dem Titel «Mikroorganismen und Bodenfruchtbarkeit» der zweite Workshop zum Thema Bodenbiologie statt. Beim ersten Workshop Anfang 2014 hatten die Wissenschaftler die Gelegenheit, landwirtschaftlichen Beratungsdiensten und Landwirten die Forschungsschwerpunkte des Themenblocks «Bodenbiologie» vorzustellen. Diesmal konnten die Forschenden demselben Publikum Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten präsentieren. Dieser zweite Workshop bot auch die Gelegenheit, die Beziehungen zwischen den verschiedenen Akteuren zu verstärken, um neue und vielfältigere Arbeitsansätze im Bereich Bodenbiologie zu entwickeln.

Der Workshop wurde gemeinsam von der Universität Neuenburg, Agroscope und Agridea organisiert, damit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern verschiedener Einrichtungen die Ergebnisse ihrer Forschungsprojekte vorstellen können. Die Forschungsbereiche umfassen Bodenbakterien (ETH Zürich und Universität Lausanne), entomopathogene Nematoden (Universität Neuenburg), arbuskuläre Mykorrhizapilze (Agroscope, INH) und Versuche mit diesen Mikroorganismen im Feld (Agroscope, IPB) (Fesselet et al. 2015). Drei weitere Vorträge vervollständigten diese Tagung: eine Präsentation des NFP 68 von Emmanuel Frossard, Präsident der Leitungsgruppe des Programms, eine Präsentation über Biobegasung von Claude Alabouvette von AGRENE (AGRICulture-ENVironnement-Etudes, Dijon, Frankreich)

und schliesslich ein Vortrag über die Auswirkungen verschiedener Anbauverfahren auf Bodenmikroorganismen von Jacques Fuchs vom FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Anbau, Frick, Schweiz).

In mehreren Workshops wurde anschliessend die Bodenbiologie an konkreten Beispielen veranschaulicht. Die Teilnehmenden konnten entomopathogene Nematoden und Mykorrhizapilze beobachten. Ausserdem konnten sie die krankheitshemmende Wirkung ihres eigenen Bodens gegen Wurzelbrand (*Pythium ultimum*) testen. Schliesslich hatten sie Gelegenheit, anhand eines Posters über den Nutzen und den Einsatz entomopathogener Nematoden in der Landwirtschaft zu diskutieren (Abb. 1 bis 4). Die Tagung wurde mit einer Diskussion zwischen den verschiedenen anwesenden Akteuren abgeschlossen, in der die Erwartungen und die Bedürfnisse der Anwender im Bereich der Bodenbiologie im Allgemeinen und konkrete Werkzeuge im Besonderen zur Sprache kamen. Dieses Treffen erlaubte es, die im Januar 2014 begonnene Diskussion und Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit den Landwirten weiterzuführen. Die Landwirte zeigen ein zunehmendes Bewusstsein für die Bedeutung von Mikroorganismen für den Boden.

Die Bewirtschaftung des Bodens beeinflusst das Leben im Boden

Seit 2013 wurden drei Arten von Versuchen durchgeführt, um die Wechselwirkungen zwischen Boden, Anbauverfahren und Bodenmikroorganismen besser zu verstehen. In einem ersten Ansatz wurde im Rahmen mehrerer Langzeitversuche in Changins, Zürich-Reckenholz und Therwil (DOK-Versuch) der Einfluss unterschiedlicher Anbauverfahren (Pflug oder pfluglos, biologisch oder herkömmlich, Art der Kultur usw.) auf Mikroorganismen untersucht. In einem zweiten Ansatz stand der Einfluss des Faktors Boden, bei Weizenanbau und gleichen Anbauverfahren, auf das Leben im Boden im Vordergrund. Schliesslich wurden in verschiedenen Freilandversuchen die Wirkung von einzelnen oder Kombinationen von Mikroorganismen auf den Ertrag und die Resistenz von Weizen untersucht.

In diesen Versuchen konnte festgestellt werden, ob und wie zahlreiche Bakterienarten der Gattung *Pseudomonas*, entomopathogene Nematoden und arbuskuläre Mykorrhizapilze vorhanden sind (Dennert *et al.*, persönliche Mitteilung; Campos Herrera *et al.* 2015; Jaffuel *et al.*, in Vorbereitung; Schläppi *et al.*, in Vorbereitung). Es scheint, dass die Bodenart auf alle Mikroorganismen einen grossen Einfluss hat, während die verschiedenen Anbauverfahren nur Bakterien und Mykorrhizapilze beeinflussen. Die drei untersuchten Mikroorganismen-



Abb. 2 | Die Gruppe der Universität Neuenburg stellt einen Nematodenstamm in Alginatkapseln vor.



Abb. 3 | Das Team von Agroscope demonstriert die Vielfalt von Mykorrhizapilzen und ihre Symbiose mit Pflanzenwurzeln.



Abb. 4 | Diskussion über den Einsatz von Nematoden und anderen biologischen Pflanzenschutzmitteln vor einem Poster der Gruppe der Universität Neuenburg.



Abb. 5 | Das Team der ETH Zürich bereitete ein Experiment vor, bei dem die krankheitsunterdrückende Wirkung eines Bodens gegenüber Wurzelbrand (*Pythium ultimum*) getestet werden konnte. Die Teilnehmenden wurden aufgefordert, die Beobachtungen zu Hause weiterzuführen.

Gruppen haben nur geringe Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit von Weizen. Die so gesammelten Daten werden von den betroffenen Forschungsgruppen veröffentlicht werden. Bereits jetzt eröffnen sie neue Perspektiven im Hinblick auf Anbaumethode, Bewirtschaftung des Bodens und Entwicklung von Werkzeugen für den biologischen Pflanzenschutz.

Alternativen für die Bekämpfung von Bodenkrankheiten

Es steht eine Reihe gut untersuchter, herkömmlicher vorbeugender Massnahmen zur Verbesserung der biologischen Aktivität im Boden und zur Bekämpfung von Bodenkrankheiten zur Verfügung: geeignete Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Sortenwahl sowie die Zufuhr von organischem Material (Alabouvette, persönliche Mitteilung). Als Alternative zu chemischen Behandlungen wird die Biodesinfektion seltener eingesetzt. Sie ist aber durchaus vielversprechend. Bei dieser Methode werden von bestimmten Pflanzen herge-

stellte Stoffe mit einer natürlichen bioziden Wirkung zur Hemmung pathogener Organismen im Boden genutzt. Es ist bekannt, dass die Zufuhr organischer Substanz die Bodenstruktur und -fruchtbarkeit verbessern kann (Maltas *et al.* 2012) und auch zur Bekämpfung bestimmter Bodenkrankheiten beiträgt. Schliesslich hat eine reduzierte Bodenbearbeitung allgemein einen positiven Einfluss auf die Bodenmikroorganismen, sowohl im Hinblick auf deren Häufigkeit als auch auf die Artenzusammensetzung oder deren Aktivität (Fuchs, persönliche Mitteilung).

Mikroorganismen fördern die Bodenfruchtbarkeit

Die organische Substanz und die Mikroorganismen spielen eine entscheidende Rolle für die Bodenfruchtbarkeit. Zur Verbesserung der Aktivität der Bodenmikroorganismen lassen sich zwei Ansätze verfolgen: nützliche Arten können in den Boden eingebracht oder natürlicherweise vorhandene Nützlinge können gefördert werden. Die am Workshop teilnehmenden Landwirte bevorzugten die zweite Möglichkeit. Sie sind sich bewusst, dass der Boden ein komplexes Ökosystem mit zahlreichen Wechselwirkungen darstellt und dass eine Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und des Widerstands gegen Krankheiten nur durch vielfältige und sorgsam abgestimmte Massnahmen möglich ist (Zwischenkulturen, Fruchtfolge, Direktsaat, Ausbringen von Kompost und biologischer Pflanzenschutz).

Die Praktiker halten es für sehr wünschenswert, dass sich die landwirtschaftliche Beratung bei ihrer Tätigkeit stärker an der praktischen Umsetzung von nützlingsfördernden Massnahmen orientiert. Die Landwirte sammeln empirische Beobachtungen im Feld, welche die mit Protokollen genau festgelegten wissenschaftlichen Messungen sehr gut ergänzen können. Es wäre im Interesse aller Beteiligten, diese Informationen gegenseitig auszutauschen. Da jeder Boden sehr spezifische Eigenschaften aufweist, können solche praktischen Beobachtungen den Wissenschaftlern wichtige Anhaltspunkte für neue Stossrichtungen in der Forschung geben.

Für Claude Alabouvette müssen die vielfältigen Ansätze zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit zusammenspielen. Es ist wichtig zu lernen, wie alternative und konventionelle Ansätze kombiniert und auf die Situation abgestimmt werden können. Es müssen Leitlinien für die Landwirte und eine geeignete Aus- und Weiterbildung sichergestellt werden. Schliesslich spielen auch die Verteiler, Konsumenten und Gesetzgeber eine entscheidende Rolle bei der Unterstützung einer Landwirtschaft, damit die Ressource Boden in verantwortungsvoller Weise genutzt wird.

Wissenstransfer und Zukunftsperspektiven

Dieser zweite Workshop hat das Interesse der Akteure aus Landwirtschaftsbetrieben, landwirtschaftlicher Beratung und Wissenschaft gezeigt. Sie sind sich der Bedeutung bewusst, welche dem Schutz des Ökosystems Boden beigemessen werden muss. Gemäss den Praktikern besteht jedoch eine grosse Kluft zwischen Theorie und Praxis. Gerade deshalb wurde der direkte Austausch mit der wissenschaftlichen Welt besonders geschätzt. Sie waren der Meinung, dass es zu selten Gelegenheit zu einem solchen Austausch gibt, bei dem das Interesse für wissenschaftliche Aspekte der Bodenproblematik geweckt wird. Es wurde vorgeschlagen, eine Interessengruppe, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Landwirtschaft, Wissenschaft und landwirtschaftlicher Beratung, zu schaffen. Die Praktiker würden ausserdem die Durchführung von *On-farm*-Versuchen zur Bodenbiologie begrüssen, was einen präzisen Rahmen mit Zielen und Schritten erfordern würde, die von allen Akteuren festgelegt werden. Einig war man sich darin, dass Finanzierungsquellen

gefunden werden müssen. Das Vorgehen könnte von der Plattform Ackerbau Grandes cultures Schweiz (PAG-CH) koordiniert werden. Startimpuls könnte ein Umfrage beim FRAG sein (siehe Kasten).

Die Wissenschaftler bestätigten auch ein grosses Interesse ihrerseits an der Entwicklung von *On-farm*-Versuchen in enger Zusammenarbeit mit den Produzenten. Im Gegensatz zu chemischen Behandlungen ist bei biologischen Methoden eine Verallgemeinerung schwierig und es sind Anpassungen an lokale Gegebenheiten erforderlich. Die Zusammenarbeit zwischen Landwirten, landwirtschaftlichen Beratern und Forschenden mit der Berücksichtigung von Erkenntnissen und Kriterien aller Beteiligten würde ein tieferes Verständnis des Ökosystems Boden ermöglichen. Es würde sich eine grossartige Chance bieten, die Bodenfunktionen und die Rolle der Mikroorganismen bei einer Vielzahl pedoklimatischer Bedingungen zu untersuchen. Ein Ziel wäre es auch, die Wirksamkeit biologischer Pflanzenschutzmassnahmen unter diesen verschiedenen pedoklimatischen Bedingungen zu testen, um eine Prognose des Erfolgs oder die Konsequenzen dieser Behandlungen auf den Boden besser zu verstehen.

Während noch vor rund zehn Jahren die landwirtschaftliche Beratung konsequent die Rolle der Vermittlerin zwischen diesen Akteuren übernahm, findet heute ein gleichberechtigter Dialog zwischen den drei Gruppen statt, bei dem jede Gruppe direkt im Gespräch mit den beiden anderen steht. Die landwirtschaftliche Beratung schafft dazu den erforderlichen Rahmen.

Die Bilanz dieser beiden Workshops ist sehr positiv. Alle Teilnehmenden haben erneut ihr Interesse an dieser Art Anlass bekundet. Das ist vermutlich die Gelegenheit, die bei dieser Tagung diskutierten Elemente in Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern und Landwirten in *On-farm*-Versuchen in die Praxis umzusetzen. Die Gruppe Bodenbiologie des NFP 68 wird ihre Forschung bis 2018 fortsetzen und sich auf die Entwicklung konkreter Werkzeuge für den biologischen Pflanzenschutz konzentrieren.

Kasten | Das Forschungsforum FRAG

Das Forum Recherche Ackerbau – Grandes cultures (FRAG) ist eine Plattform für den Austausch von Praktikern, praxisnahen Organisationen und den Forschenden von Agroscope im Bereich Ackerbau. Das Forum hat folgende Zielsetzungen: 1) den Austausch zwischen Praxis und Forschung zu fördern, 2) die praxisnahe Forschung zu begünstigen und 3) die Branche zu unterstützen, um konkrete Lösungen für neue Probleme zu finden.

Die Plattform für den Ackerbau PAG-CH

Plattform Ackerbau - Grandes cultures Schweiz (PAG-CH) ist ein Instrument zur Förderung des Wissensaustausches zwischen den im Bereich Ackerbaukulturen tätigen kantonalen landwirtschaftlichen Beratungsstellen, den Landwirtschaftsbetrieben, den Bildungseinrichtungen, den Forschenden, den Branchenorganisationen, den Behörden und dem Agrarhandel. Die Plattform betreut die Website www.pag-ch.ch, führt jährlich einen Informationstag durch und organisiert eine Reihe von Veranstaltungen und verschiedene Arbeitsgruppen im Zusammenhang mit Erdmandelgras und Zwischenkulturen.

Literatur

- Campos-Herrera, R., Jaffuel G., Chiriboga X., Blanco-Pérez R., Fesselet M., Puza V., Mascher F. & Turlings T., 2015. Traditional and molecular detection methods reveal intense interguild competition and other multitrophic interactions associated with native entomopathogenic nematodes in Swiss tillage soils. *Plant and Soil* **389**, 237-255.
- Fesselet M., Gouinguéné S., Dugon J. & Mascher F., 2015. Die Bodenbiologie trifft auf die Pflanzenproduzenten. *Agrarforschung Schweiz* **6** (10), 470-473.
- Maltas A., Oberholzer H., Charles R., Bovet V. & Sinaj S., 2012. Langfristige Wirkung von organischen Düngern auf die Bodeneigenschaften. *Agrarforschung Schweiz* **3** (3), 148-155.