

# Bodenorganismen mögen es ruhig

**Im Ackerbau sitzt man in Sachen Bodenbearbeitung zwischen zwei Stühlen. Zum einen bringt eine intensive Bodenbearbeitung zumindest kurzfristig oft agronomische Vorteile, zum anderen birgt sie ein hohes Erosionsrisiko und beeinträchtigt das Bodenleben stark. Es gilt, einen Mittelweg zu finden, der eine nachhaltige und bodenschonende Bewirtschaftung ermöglicht, ohne die momentane landwirtschaftliche Produktivität zu reduzieren.** *Maike Krauss, Alfred Berner, Andreas Fliessbach, Lukas Pfiffner und Paul Mäder*

Im Ackerbau spielt die Bodenbearbeitung zur Vorbereitung eines Saatbetts und zur Beikrautregulierung eine grosse Rolle. Mit der Industrialisierung schritt die Entwicklung von Traktoren und Maschinen rasch voran, so dass die Bearbeitung heutzutage sehr intensiv ist und die Pflugtiefe bei etwa 20 bis 30 Zentimetern liegt. Der Oberboden wird dabei regelmässig vollständig gewendet. Die Folgen bei unsachgemässer Ausführung wirken sich vor allem in Form einer Unterbodenverdichtung aus, während das Erosionsrisiko durch die ungeschützte Oberfläche hoch ist. Weltweit geht man davon aus, dass innerhalb von nur drei Jahrzehnten etwa ein Drittel der Ackerfläche durch Erosion verloren gegangen ist. Als Antwort darauf wurden sogenannte Direktsaatssysteme (Englisch: no-till) mit chemischer Beikrautkontrolle und speziellen Maschinen entwickelt, wo Samen direkt in einen Saatschlitz abgelegt werden. Da der Boden nicht mehr gewendet wird, reichert sich Humus an der Oberfläche an, verbessert dort die Bodenstruktur und ermöglicht eine bessere Wasseraufnahme. Direktsaatssysteme sind daher vor allem in Südamerika, den USA, Kanada, Australien und Spanien verbreitet, wo die Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft ein limitierender Faktor ist.

## Zahlreiche Feldversuche

In der Schweiz kommen Direktsaatverfahren auf circa fünf Prozent der Ackerflächen zum Einsatz. Nach wie vor ist der Pflug vorherrschend. Ein Umdenken findet aber auf verschiedenen Ebenen statt. Da in Direktsaatssystemen die ersten herbizidresistenten Problemkräuter («Superweeds») entstehen und der langfristige Einsatz von Herbiziden zudem gefährlich sein könnte für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, arbeiten Forscher an der Reduktion des Herbizideinsatzes in Direktsaatssystemen. In der Schweiz gibt es dazu unter anderem den Dauerversuch Oberacker am Inforama Rütli (Kt. BE), bei dem die Direktsaat mit dem Pflugeinsatz verglichen wird.

Einen anderen Ansatz verfolgt die sogenannte «reduzierte Bodenbearbeitung». Dies können sowohl die Reduktion der Pflugtiefe sein als auch nicht-wendende und flach arbeitende Maschinen. Ziel ist es, den Boden schonend zu bearbeiten und die positiven Auswirkungen der mechanischen Beikrautkontrolle und des Einarbeitens von Hofdüngern zu nutzen, die negativen Auswirkungen jedoch zu minimieren. Diesen Ansatz verfolgen das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL in den

Versuchen in Frick (Kt. AG, seit 2003, Bio) und Aesch (Kt. BL, seit 2010, Bio) und Agroscope an den Standorten Changins (Kt. VD, seit 1997, konventionell) und Reckenholz (Kt. ZH, FAST-Versuch, seit 2009, Bio und konventionell). Am FiBL werden zudem herbizidfreie Anbausysteme mit reduzierter Bodenbearbeitung auf Praxisbetrieben weiterentwickelt sowie im Rahmen eines Ressourceneffizienzprogramms des Kantons Bern auf Bodenveränderungen hin untersucht. Es werden auch erste Versuche mit Direktsaatssystemen mit Hilfe von dicht wachsenden Gründüngungen, die mit einer Messerwalze umgeknickt werden, durchgeführt. Der Bund fördert solche umweltfreundlichen Produktionsformen wie Mulchsaaten und Direktsaatverfahren im Rahmen des Ressourceneffizienzprogramms der Agrarpolitik AP 2014–2017.

Die Direktsaat ist im Biolandbau eine gute Option für einzelne Kulturen. Die Bodenbearbeitung wird bei diesem Anbausystem aber weiter wichtig bleiben, um Kunstwiesen innerhalb einer Fruchtfolge umbrechen zu können, Beikräuter zu kontrollieren und die Stickstoffmineralisierung im Frühjahr anzukurbeln. Warum also dieser Aufwand, wenn der Pflug doch ganze Arbeit leistet und einfach einzusetzen ist?

## Reduzierte Bodenbearbeitung erhöht das Bodenleben

Es wurde schon angedeutet, dass sich bei einer Bearbeitungsreduktion Humus in den oberen Bodenschichten anreichert und eine Stratifizierung ähnlich eines Grünlandes entsteht. Die darauf folgende Verbesserung der Bodenstruktur und des Wasserhaushaltes wurde praktisch in allen Versuchen gefunden (Gadermaier et al. 2012, Maltas et al. 2013, Chervet et al. 2006, Krauss et al. 2010, Fontana et al. 2015). Regenwürmer profitieren stark von einer Bearbeitungsreduktion, da sie selbst und ihre Gänge weniger Schaden nehmen und mehr Nahrung im Oberboden angereichert wird (> S. 28) (van Capelle et al. 2012). Im Versuch bei Frick wurden bei reduzierter Bearbeitung vermehrt junge Regenwürmer und viermal mehr Regenwurmkokons gefunden (Kuntz et al. 2013). Im Versuch Oberacker wurde zudem von einer Zunahme von anözischen Regenwürmern (Vertikalgraber) und einer erhöhten Regenwurmbiomasse im Direktsaatssystem berichtet (Maurer-Troxler et al. 2005).



Der Bodenbearbeitungsversuch in Frick kurz vor der Maissaat im Jahr 2015 (FiBL). Linke Bildhälfte: Reduziert bearbeitet mit Resten der vorigen Gründüngung an der Bodenoberfläche. Rechts: Gepflügt. Foto FiBL

Auf der Ebene der Mikroorganismen wiesen reduziert bearbeitete Böden in den ersten zehn Zentimetern nach rund zehn Jahren eine um bis zu 46 Prozent höhere mikrobielle Biomasse (Bakterien, Pilze, Protozoen) im Vergleich zum Pflugverfahren auf (Gadermaier et al. 2012, Kuntz et al. 2013). Dabei verschob sich die mikrobielle Zusammensetzung in Richtung der Pilze (Kuntz et al. 2013). Untersuchungen im Rahmen des Projektes TILMAN-ORG an mehreren Standorten in Europa lassen ebenfalls den Schluss zu, dass die Bodenbearbeitung einen deutlichen Einfluss auf die genetische und strukturelle Zusammensetzung der Mikroorganismenpopulationen in der obersten Bodenschicht ausübt (Fliessbach et al. 2014).

Wurzelpilze spielen bei der Nährstoffaufnahme und der Bildung von stabilen Bodenaggregaten eine zentrale Rolle (> S. 14f). Die Sporendichte und der Artenreichtum der Mykorrhiznahmen bei reduzierter Bodenbearbeitung im Frick-Versuch deutlich zu, wie morphologische Untersuchungen an Mykorrhiza-Sporen gezeigt haben (Säle et al. 2015). Molekularbiologische Untersuchungen haben überdies zu Tage gefördert, dass nicht nur die Vielfalt der Arten erhöht ist, sondern auch die intraspezifische Biodiversität einer im Acker oft vorkommenden Art (Börstler et al. 2010).

Gekoppelt an die mikrobielle Biomasse ist de-

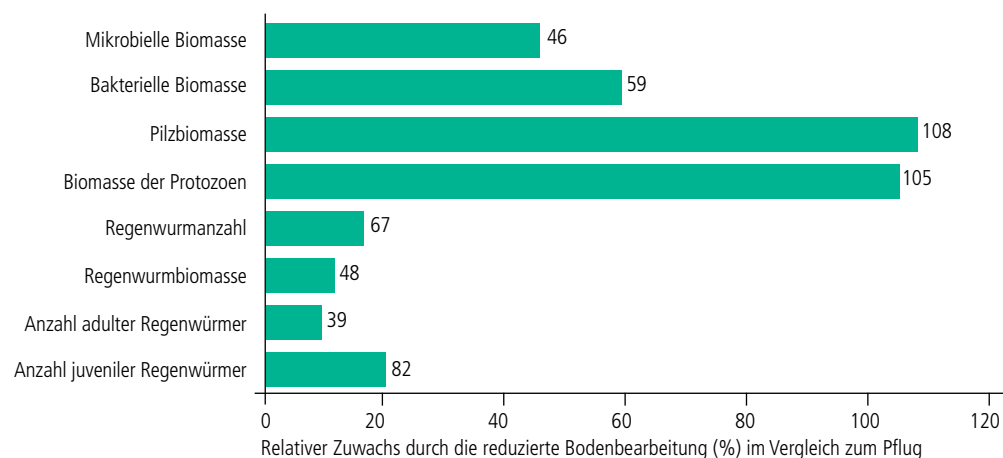
ren Aktivität. So wurde z.B. im Frick-Versuch im Oberboden des reduzierten Systems eine höhere mikrobielle Aktivität beobachtet (Gadermaier et al. 2012, Krauss in Vorbereitung). Hinsichtlich der Organismen an der Bodenoberfläche wurde berichtet, dass Käfer (Kromp, 1999) und Spinnen (Thorbeck und Bilde 2004) durch eine Bodenbearbeitung direkt getötet oder geschädigt werden. Ob der Lebensraum Acker schnell wieder besiedelt wird, hängt von den an der Oberfläche verbleibenden Pflanzenresten und Beikräutern ab, die als Schutz und Nahrung dienen. Käfer sind beispielsweise in reduzierten Bodenbearbeitungssystemen langfristig häufiger vertreten (Kromp 1999). In reduzierten Systemen wurde nicht nur eine höhere Beikrautdeckung, sondern auch eine Verschiebung in Richtung mehrjähriger Kräuter beobachtet (Armengot et al. 2015).

#### Weitere Forschung notwendig

Zusammenfassend wirken sich die Humusakkumulation und die erhöhte Pflanzenbiomasse an der Bodenoberfläche in reduzierten Systemen (inklusive Direktsaat) positiv auf das Leben unter und über der Bodenoberfläche aus. Pflügen erzeugt durch den starken Eingriff dagegen eine regelmässige Störung des gesamten Oberbodens. Aus der Sicht des Ressourcenschutzes und der Nachhaltigkeit ist

eine Bodenbearbeitungsreduktion daher sehr begrüssenswert. Da sie allerdings auch mit höheren agronomischen Risiken behaftet ist, zusätzliches Wissen und Erfahrung benötigt und Investitionen für Spezialmaschinen erfordert, braucht es von Seiten der Forschung, Beratung und Bildung weitere Anstrengungen.

**Literatur:** [www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen > Hotspot



Relativer Zuwachs bei mikrobiellen Gemeinschaften und Regenwürmern im reduzierten Bodenbearbeitungsverfahren des Frick-Versuches im Vergleich zum Pflug (0–10 cm, aus Kuntz et al. 2013).

Die Autorin und die Autoren arbeiten am Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL in Frick.

**Maïke Krauss** ist Geoökologin. Der Schwerpunkt ihrer Dissertation liegt auf der Klimawirkung von reduzierten Bodenbearbeitungssystemen speziell unter Biobedingungen.

**Dipl. Ing. Agr. ETHZ Alfred Berner** ist interessiert an Fragen der organischen Düngung im Kontext reduzierter Bodenbearbeitungsverfahren. Er leitet seit 2002 Feldversuche in Frick und in Aesch.

**Dr. Andreas Fliessbach** ist Bodenbiologe und richtet sein Interesse auf den Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsmassnahmen auf Mikroorganismen. Er leitet zahlreiche internationale Projekte zur Systemoptimierung durch verbessertes Management der organischen Substanz sowie durch verbesserte Fruchtfolgen und reduzierte Bodenbearbeitung.

**Dr. Lukas Pfiffner** ist Entomologe und befasst sich mit dem Habitatmanagement in optimierten landwirtschaftlichen Anbausystemen zur Erhöhung der funktionellen Biodiversität.

**Dr. Paul Mäder** ist Leiter des Departments Boden. Die Forschungsgruppe befasst sich mit landwirtschaftlichen Langzeitversuchen. Paul Mäder leitete das Projekt TILMAN-ORG ([tilman-org.net](http://tilman-org.net)) zur reduzierten Bodenbearbeitung im biologischen Landbau und ist involviert in ein EU Horizon 2020-Projekt zur Frage der Erfassung der Bodenqualität (ISQAPER).

**Kontakt:** [maïke.krauss@fibl.org](mailto:maïke.krauss@fibl.org)