

Lockert den Boden  
behutsam auf: Flach-  
grubber mit nach-  
laufender Sternwalze.



VON PAUL MÄDER, ANDREAS FLIESSBACH, HELGA WILLER UND MAIKE KRAUSS

*Gewendeter, ungeschützter Boden ist erosionsanfällig. Weltweit ging so schon ein Drittel aller Ackerflächen verloren. Eine reduzierte Bodenbearbeitung wirkt dem entgegen. Es entsteht ein reicheres Bodenleben und bei zusätzlicher Gründüngung gibt es sogar ebenso viel Ertrag wie auf konventionellen Äckern. Das System muss noch verbessert und mehr Biolandwirten nahegebracht werden.*

# Reduzierte Bearbeitu

Reduzierte Bodenbearbeitung führt im Vergleich zur Bodenbearbeitung mit dem Pflug lediglich zu sieben Prozent weniger Ertrag. Das ist das Ergebnis der Auswertung von 58 Studien, die in dem dreijährigen CORE-Organic-Projekt<sup>1</sup> „TILMAN-ORG“<sup>2</sup> durch eine Gruppe von europäischen Forschern erarbeitet wurde. Die Wissenschaftler entwickelten reduzierte Bodenbearbeitungssysteme im ökologischen Landbau weiter und stellten fest, dass der genannte Minderertrag aufgrund des zusätzlich verfügbaren Stickstoffs durch den Anbau von Leguminosen als Gründüngung sogar ausgeglichen wurde. Reduzierte Bodenbearbeitung bewirkte auf leichten Böden (> 50 % Sand) oft die stärksten Ertragseinbußen durch dichte Lagerung. Im mediterranen Raum dagegen führte sie im Vergleich zu feuchten Klimazonen sogar zu Mehrerträgen. Obwohl der Beikrautbesatz bei reduzierter Bodenbearbeitung im Durchschnitt 30 Prozent höher war, bestand kein Zusammenhang zwischen Beikrautbesatz und Ertrag. Deutliche Vorteile hatte die reduzierte Bodenbearbeitung in Bezug auf Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit wie Humusgehalt, Regenwürmer und Mykorrhiza. Höhepunkt des Projektes war eine Sonderveranstaltung auf der Konferenz der Internationalen Gesellschaft für Forschung im Ökologischen Landbau (ISOFAR) in Istanbul im Oktober 2014. Dort wurden die Versuchsergebnisse in 13 Beiträgen vorgestellt.

## Mehr Humus durch Direktsaat

Die Bodenbearbeitung spielt zur Vorbereitung eines Saatbetts und zur Beikrautregulierung im Ackerbau eine große Rolle. Mit der Industrialisierung schritt die Entwicklung von Traktoren und Maschinen rasch voran, sodass die Bearbeitung heutzutage oft sehr intensiv ist und die Pflugtiefe bei etwa 20 bis 40 Zentimetern liegt. Der Oberboden wird dabei regelmäßig vollständig gewendet und die Bodenoberfläche ungeschützt der Witterung ausgesetzt. 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 Direktsaatsysteme (Englisch: No-till) mit chemischer Beikrautkontrolle und speziellen Maschinen entwickelt, wobei 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. Direktsaatsysteme sind vor allem in Gebieten verbreitet, in denen die Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft ein li-

mitierender Faktor ist. In Europa werden lediglich 2,3 Prozent der Ackerfläche mit Direktsaatverfahren bestellt, was in derselben Größenordnung liegt wie die Flächenanteile für den Ökolandbau. Dieser fördert durch vielseitige Fruchtfolgen, Gründüngungen und organische Düngung auf anderer Ebene die Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität. Daher ist es nur folgerichtig die Bodenbearbeitungsintensität auch auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben zu reduzieren. Momentan wird auch im Ökolandbau noch überwiegend der Pflug eingesetzt. Da Direktsaatsysteme in der Biolandwirtschaft schwieriger umzusetzen sind, wird auf reduzierte Systeme gesetzt, die flacher oder nichtwendend mit speziell dafür entwickelten Maschinen arbeiten. Ziel des TILMAN-ORG-Projektes war es, zunächst eine Übersicht zum gegenwärtigen Kenntnisstand zur reduzierten Bodenbearbeitung unter Biobedingungen zu schaffen und dann gezielt Bereiche anzugehen, in denen Optimierungs- oder Wissensbedarf besteht. In einer Umfrage mit 159 europäischen Landwirten wurde deutlich, dass die größten Herausforderungen in der Unkrautregulierung und der bedarfsgerechten Stickstoffdüngung liegen. Auch das Risiko von Mindererträgen und die Kosten für neue Maschinen wurden als Hindernisse für die Umstellung auf reduzierte Bodenbearbeitung betrachtet. Dementsprechend wurden in Fallstudien die Effekte der reduzierten Bodenbearbeitung auf Ertrag, Beikräuter, Bodenfruchtbarkeit und Stickstoffversorgung untersucht.

## Leguminosen gleichen Ertragseinbußen aus

Schon veröffentlichte Daten wurden für eine umfassende Literatur- und Metastudie zusammengetragen. Es wurden im Schnitt sieben Prozent niedrigere Erträge in reduzierten nichtwendenden Systemen, aber keine Ertragseinbußen im Vergleich von flachem (< 25 cm) und tiefem Pflügen (> 25 cm) gefunden. Dies wurde in den vielen europäischen Feldversuchen während des Projektes durch neue Daten bestätigt, wobei weitere Aspekte zutage traten: Die Ertragseinbußen im reduzierten System traten hauptsächlich durch eine verschlechterte Stickstoffversorgung auf. Untersuchungen bestätigten den Eindruck der Landwirte, dass die Stickstoffmineralisierung im Frühjahr vor allem in humiden Regionen in den reduzierten Systemen geringer ist. Im Durchschnitt der Versuche wurden zu diesem Zeitpunkt 15 Prozent weniger >

# ng weiterentwickeln

mineralischer Stickstoff im Boden gemessen als in Pflugsystemen. Durch den Einsatz von Leguminosen-Gründüngungen konnte dieses Defizit jedoch ausgeglichen werden. Auch die Bodenart spielte eine Rolle. So erwiesen sich sehr leichte Böden durch Kompaktierung als weniger geeignet für reduzierte Systeme als mittelschwere und schwere. Praxisbeobachtungen im gemäßigten Klima zeigen aber, dass die pfluglose Unkrautregulierung in leichteren Böden besser funktioniert, weil die Erde nach der Bearbeitung von den Wurzeln abfällt und diese schneller vertrocknen.

Es wird oft angenommen, dass sich die Ertragsunterschiede zwischen Pflug- und reduzierten Systemen nach einigen Jahren nivellieren. Dies konnte im TILMAN-ORG-Projekt allerdings nicht bestätigt werden.

## Forschungsbedarf in Sachen Beikräuter

Die Metastudie förderte darüber hinaus zutage, dass der Beikrautbesatz im Durchschnitt aller ausgewerteten Versuche bei reduzierter Bodenbearbeitung um rund 30 Prozent zunimmt, jedoch über die Jahre stabil bleibt. Beikräuter können zudem mit flachem Pflügen genauso gut reguliert werden wie mit dem tiefen Pflügen. An den verschiedenen Standorten innerhalb Europas wurden auch im praktischen Teil des Projektes höhere Beikrautbestände im reduzierten System beobachtet, aber erstaunlicherweise nicht in allen Versuchen. In zwei Versuchen gab es sogar im Pflugsystem eine höhere Verunkrautung. Diese Streuung bedeutet, dass Potenzial besteht, Beikräuter auch in reduzierten Systemen effizient zu regulieren. Erwartungsgemäß verschob sich die Beikrautpopulation in Richtung der mehrjährigen Pflanzen. Es bedarf daher weiterer Anstrengungen in der Anpassung von Maschinen und eine Optimierung des Einsatzzeitpunktes in Abhängigkeit vom Bodenzustand, von der Entwicklung der Beikräuter und der Kultur. Ein ganzflächiges flaches Unterschneiden liegt dabei im Fokus. Neben Grubbern mit breiten, überlappenden Gänsefußscharen erwiesen sich flach schälende Pflüge als besonders geeignet. Nach wie vor schwierig ist ein reduzierter Klee-grasumbruch. Dort besteht weiterhin Entwicklungsbedarf. Da

*»Mikroorganismen reagieren deutlich auf reduzierte Bodenbearbeitung. Ihre Biomasse im Oberboden nimmt um bis zu 46 Prozent zu.«*

Beikräuter wichtige Funktionen in Sachen Biodiversität übernehmen, haben TILMAN-ORG-Beikrautspezialisten für 150 identifizierte Beikräuter einen Index entwickelt. Damit lassen sich Nutzen und Schaden von Beikrautgemeinschaften zukünftig objektiver bewerten.

Sowohl in der Literaturstudie, als auch in den diversen Feldversuchen des Projektes wurde eine Humusakkumulation in den obersten zehn Zentimetern des Bodens durch die reduzierte Bodenbearbeitung festgestellt. In tieferen Bodenschichten war die Anreicherung geringer und im Unterboden wiesen

reduziert bearbeitete und gepflügte Systeme die gleichen Humusgehalte auf. Durch die geringere Durchmischung entsteht dabei eine Humusverteilung ähnlich der eines Grünlandes. Dies bringt weitreichende Änderungen für das Bodenleben mit sich, welche in ausgewählten Feldversuchen im Detail untersucht wurden. Dort reagierten die Mikroorganismen deutlich auf die Reduktion der Bearbeitungsintensität. Ihre Biomasse nahm in der obersten Bodenschicht reduziert bearbeiteter Systeme um bis zu 46 Prozent zu. Dort differenzierten sich die mikrobiellen Populationen in unterschiedliche Richtungen, während sie im Unterboden gleich blieben. Pilze waren dabei dominanter und etwa die Mykorrhizapilze auch artenreicher. Reduziert bearbeitete Böden wiesen nicht nur mehr Regenwürmer auf, sondern beherbergten auch mehr junge Würmer und Kokons als die gepflügten Böden.

## Weniger ist mehr

Unter Biobedingungen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Intensität der Bodenbearbeitung zu senken: Eine Reduktion der Pflugtiefe bringt weder Mindererträge noch höhere Beikrautbestände mit sich und kann einfach ohne Umstellung des Maschinenparks umgesetzt werden. Flach arbeitende Geräte wie Flachgrubber oder Schälplüge können auch kontinuierlich gut eingesetzt werden, erfordern aber eine Anpassung auf die Bedingungen des jeweiligen Betriebes und Erfahrung im Umgang. Weitere Anstrengungen sind daher vor allem in der Optimierung der Nährstoffversorgung, des Klee-grasumbruches und der Anpassung der Maschinen und Fruchtfolgen nötig, um die reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau erfolgreich in die Fläche zu bringen. □

1 CORE Organic steht für „Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming Systems“. Im Rahmen dieses EU-Projektes wird die europäische Forschungszusammenarbeit für den Biolandbau über gemeinsame Ausschreibungen gefördert: [www.coreorganic.org](http://www.coreorganic.org)

2 Laufzeit: 2011 bis 2014; Projektseite [www.tilman-org.net](http://www.tilman-org.net); Projektpublikationen unter [www.orgprints.org/view/projects/tilman-org.html](http://www.orgprints.org/view/projects/tilman-org.html)

PAUL MÄDER, ANDREAS FLIESSBACH, HELGA WILLER und MAIKE KRAUSS, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-Frick, [paul.maeder@fibl.org](mailto:paul.maeder@fibl.org), [andreas.fliessbach@fibl.org](mailto:andreas.fliessbach@fibl.org), [helga.willer@fibl.org](mailto:helga.willer@fibl.org), [org,maike.krauss@fibl.org](mailto:org,maike.krauss@fibl.org)