

Regenwurm & Co. – unverzichtbare Helfer in der Landwirtschaft

Mit angepasster Bodenbearbeitung die biologische Vielfalt in Ackerböden erhalten und nutzen

Christine van Capelle, Stefan Schrader und Joachim Brunotte (Braunschweig)

Bodenorganismen sind wichtige Glieder in den Ökosystemen landwirtschaftlich genutzter Böden. Dabei stellt sich die Frage nach der Rolle der Bodenbearbeitung: Wie wirkt sie sich auf das vielfältige Bodenleben aus? Eine aktuelle Sachstandsanalyse über Ergebnisse aus Felduntersuchungen der letzten 60 Jahre in Deutschland hilft, wesentliche Informationslücken über Struktur und Funktion der biologischen Vielfalt im Boden zu schließen und im Kontext nachhaltiger Landwirtschaft zu bewerten.

Boden als lebensnotwendige Ressource

Ohne Böden kein Pflanzenwachstum – von daher stellen Böden eine der Basisgrundlagen unseres Lebens dar. Doch Böden sind nicht nur das Substrat für Pflanzenwurzeln, sondern auch Lebensraum für zahlreiche Bodenorganismen. Der Ackerboden kann seine natürliche Fruchtbarkeit nur erhalten, wenn Bakterien, Pilze und Bodentiere in ihrer Vielfalt vorhanden bleiben und ihre Funktionen im Boden erfüllen können. Um die nachhaltige Ertragsfähigkeit landwirtschaftlicher Flächen zu sichern, muss ein Hauptaugenmerk auf die Bewirtschaftung der Böden gelegt werden.

Bodenbearbeitung reguliert das Leben in Ackerböden

Eine der wichtigsten Einflussgrößen, die die Vielfalt der Bodenorganismen in Ackerflächen verändert, ist die Intensität der Bodenbearbeitung. So hängt etwa die vertikale Zonierung innerhalb des bearbeiteten Bodens – und damit auch der dort ansässigen Organismen – davon ab, ob ein Boden gepflügt oder nicht-wendend bearbeitet wird.

Auch die Lagerungstiefe der organischen Substanz, die die Basisenergiequelle des gesamten Bodennahrungsnetzes darstellt, variiert in Abhängigkeit vom Bearbeitungssystem. Über den Grad der Lockerung bzw. der Rückverdichtung des Bodens werden darüber hinaus Ausmaß und Geometrie des Porenraumsystems und damit einhergehend der Luft- und Wasserhaushalt reguliert. Diese Veränderungen des Bodens bewirken, dass sich auch die Zusammensetzung der Organismengemeinschaften verschiebt.

Um Verluste der biologischen Vielfalt in Ackerböden zu verhindern oder zu minimieren, ist es sinnvoll, die Intensität der Bodenbearbei-

tung entsprechend anzupassen. Hierfür ist es notwendig zu wissen, wie Organismengruppen, die in landwirtschaftlichen Böden nutzungsrelevante ökologische Funktionen erfüllen, durch die Bodenbearbeitung beeinflusst werden.

Einblicke gewinnen – eine Sachstandsanalyse für Deutschland

Um Einblicke zu erhalten, wie sich die verschiedenen Bodenbearbeitungsintensitäten auf die Vielfalt der Bodenorganismen auswirken, und um bestehende Informationslücken zu schließen, wurde am Institut für Biodiversität des Johann Heinrich von Thünen-Instituts in Braunschweig eine Sachstandsanalyse als Literaturstudie durchgeführt. In die Studie wurden unterschiedliche Bodenbearbeitungsverfahren einbezogen (konventionell, konservierend und Direktsaat; siehe Infokasten Seite 34).

Im Rahmen dieser Analyse wurden Datensätze zu Felduntersuchungen in Deutschland, die im Zeitraum von 1950 bis 2010 publiziert wurden, ausgewertet. Aus insgesamt 150 Quellen wurden Daten solcher Organismengruppen berücksichtigt, die in Ackerböden zentrale Funktionen erfüllen.

Als geeignete Indikatororganismen wurden Regenwürmer, Collembolen (Springschwänze) und Nematoden (Fadenwürmer) ausgewählt. Diese Organismengruppen sind gleichzeitig repräsentativ für die drei Größenklassen Makro- (> 2 mm), Meso- (100 µm–2 mm) und Mikrofauna (< 100 µm). Zusammen mit den Mikroorganismen stellen diese Tiergruppen wichtige Bindeglieder innerhalb des Nahrungsnetzes und der Zersetzergemeinschaften in landwirtschaftlich genutzten

Böden dar. Zahlreiche Prozessabläufe (z.B. Nährstoffkreisläufe) und somit letztlich auch die Bodenfruchtbarkeit hängen direkt oder indirekt von ihrem Vorkommen und ihren spezifischen Funktionen ab.

Wirkung der Bodenbearbeitung auf Bodenorganismen

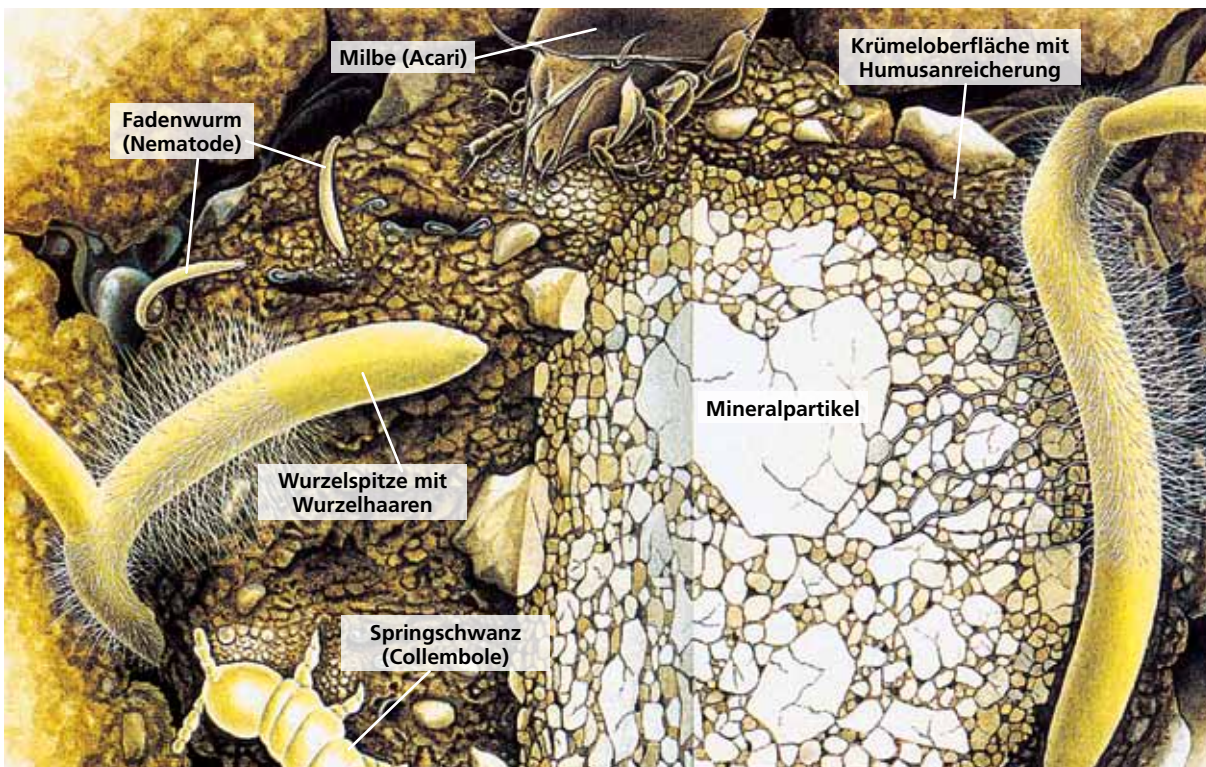
Regenwürmer (Makrofauna)

Die Aktivität von Regenwürmern trägt dazu bei, das Wurzelwachstum der Pflanzen zu verbessern, das Nährstoffangebot zu steuern, den Boden zu belüften, den pH-Wert des Bodens zu neutralisieren, die Wasserhaltekapazität des Bodens zu erhöhen und die Bodenstruktur zu verbessern. Vor dem Hintergrund dieser Leistungen ist die Erhaltung ihrer Häufigkeit und Vielfalt für die Fruchtbarkeit von Ackerböden von großem Nutzen.

Die Auswertung der Datensätze zeigt, dass die Häufigkeit und Vielfalt der Regenwürmer ansteigt, wenn die Bodenbearbeitungsintensität vermindert wird. So nehmen die Individuendichte dieser Tiere (Abb. 1) sowie die Artenzahl von der konventionellen über die konservierende Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat zu. Das liegt daran, dass das Verletzungsrisiko durch den Pflugeinsatz bei Regenwürmern, als vergleichsweise großen Vertretern der Bodenfauna, höher ist als bei kleineren Bodentieren. Darüber hinaus wirkt die Mulchauflage, die bei konservierender Bodenbearbeitung und Direktsaat auf der Bodenoberfläche verbleibt, als Dämmschicht ge-



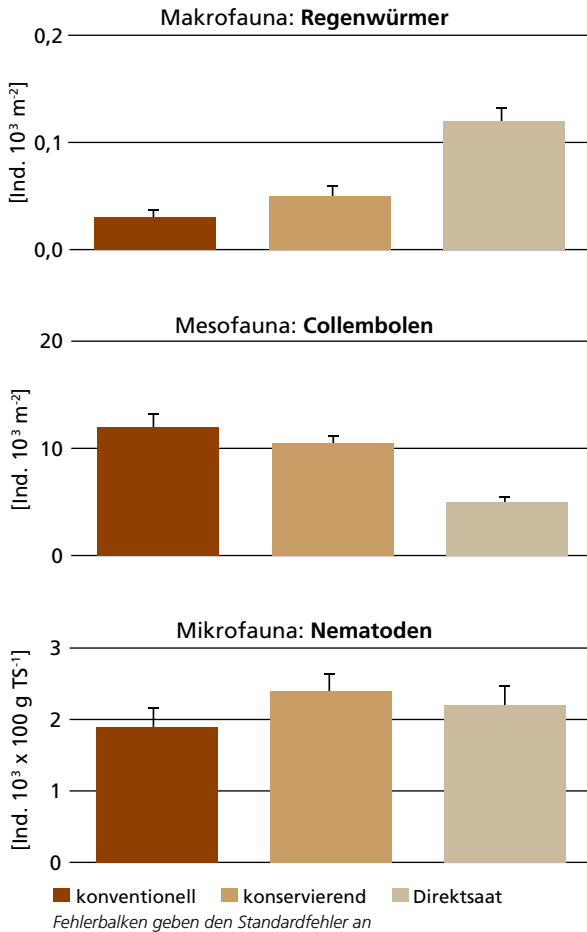
istockphoto



VÖKT et al. 1991, zit. in KELLER et al. 1997

Bodenkrümel mit Pflanzenwurzeln und Bodentieren

Abb. 1: Gesamtindividuumdichte von Regenwürmern, Collembolen und Nematoden unter konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung sowie Direktsaat



gen große Wassergehalts- und Temperaturschwankungen im Boden sowie als zusätzlicher Schutz gegen Feinde und ergiebige Nahrungsquelle. Folglich können die Leistungen der Regenwürmer in Flächen mit Direktsaat am effektivsten ausgeschöpft werden.

Collembolen (Mesofauna)

Collembolen kommen in Ackerböden in hohen Individuumdichten vor. Als wichtige Sekundärzersetzer sind sie aktiv an der Mobilisierung von Nährstoffen und damit an der Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen beteiligt. Durch selektiven Fraß von Pilzen und Bakterien regulieren sie die Aktivität und Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaften im Boden.



Christine van Capelle

Anders als bei Regenwürmern sind die Individuumzahlen (Abb. 1) und die Artendiversität der Collembolen bei konventioneller Bodenbearbeitung höher als bei konservierender Bearbeitung oder Direktsaat. Dieser Effekt ist darauf zurückzuführen, dass die meisten Collembolenarten nicht eigenständig graben können, aber gleichzeitig auf ein ausgedehntes Porenraumsystem im Boden als Lebensraum angewiesen sind. Diesen Ansprüchen wird die konventionelle Bodenbearbeitung mit einer vergleichsweise tiefgründigen Bodenlockerung (siehe Infokasten) am ehesten gerecht. Darüber hinaus führt das Einarbeiten der organischen Substanz in den Boden dazu, dass auch die Mikroorganismen, als Hauptnahrungsquelle der Collembolen, gleichmäßig über den Bearbeitungshorizont verteilt sind. Diese Lebensraum- und Nahrungsansprüche führen dazu, dass Collembolen in konventionell bearbeiteten Böden günstigere Lebensbedingungen als in konservierend bearbeiteten Böden vorfinden.

Nematoden (Mikrofauna)

Nematoden sind ausgesprochene Nahrungsspezialisten. Daher spiegeln die Zusammensetzung der Nematodengemeinschaften, ebenso wie die Reaktionen einzelner Schlüsselarten, Veränderungen des Bodennahrungsnetzes wider, die durch äußere Einflüsse oder Störfaktoren hervorgerufen werden. In landwirtschaftlichen Böden sind – neben den Arten, die als Schadorganismen eine Rolle für die Pflanzengesundheit spielen – besonders Pilz- und Bakterienfresser für die Bodenfunktionen von Bedeutung. Ihre Fraßaktivität regt ein vermehrtes Wachstum der Bodenmikroorganismen an, und fördert so indirekt den mikrobiellen Abbau organischer Substanz.



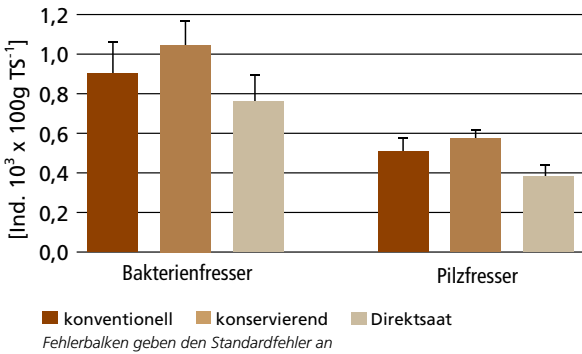
Stefan Schrader

» Info: Unterscheidungsmerkmale der drei häufigsten Bodenbearbeitungssysteme

Bodenbearbeitungssystem	konventionell	konservierend	Direktsaat
Bearbeitungsgerät			
Art der Bearbeitung	Pflug	z.B. Scheibenegge	–
Art der Bearbeitung	wendend	nicht wendend	–
Bearbeitungstiefe	≈ 30 cm	≈ 15 cm	–
Eingriffsintensität	hoch	mittel	gering

Berthold Ortmeier (2); Friederike Wollarth

Abb. 2: Individuendichte bakterien- und pilzfressender Nematoden unter konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung sowie Direktsaat



Bezogen auf die gesamte Nematodengemeinschaft mit all ihren Ernährungstypen zeigt die Datenanalyse, dass die Häufigkeit der Nematoden bei verminderter Bodenbearbeitungsintensität leicht ansteigt (Abb. 1). So waren die Individuenzahlen unter konservierender Bodenbearbeitung um 25 % und bei Direktsaat um 16 % höher als bei konventioneller Bodenbearbeitung. Abweichend von diesem Gesamtergebnis weisen die ausschließlich bakterien- und pilzfressenden Arten allerdings bei Direktsaat eine geringere Häufigkeit auf (Abb. 2). Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass diese Tiere zwar von dem Pflugverzicht und der Reduktion der Bearbeitungstiefe profitieren, gleichzeitig aber auf ein Mindestmaß an Bodenlockerung angewiesen sind. Entsprechend dieser Beeinflussung ist auch ihre Beteiligung an der Zersetzung der organischen Substanz in konservierend bearbeiteten Böden am größten.

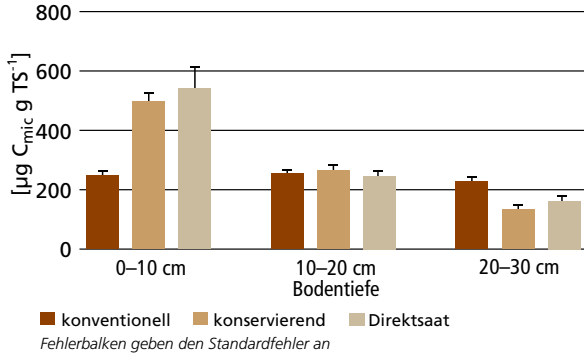
Mikroorganismen

Bodenmikroorganismen (Pilze und Bakterien) sind an der Mineralisierung und Humifizierung ebenso beteiligt wie an Bodenbildungsprozessen, der Kohlenstoffspeicherung in Böden und dem Abbau zahlreicher Schadstoffe. Darüber hinaus können sie als Symbionten oder Krankheitserreger in zahlreiche positive oder negative Wechselwirkungen mit der Kulturpflanze treten.



Die Auswertung der Literaturdaten zeigt, dass sich die Art der Bodenbearbeitung deutlich auf die Verteilung der Mikroorganismen auswirkt. So führt die konventionelle Bodenbearbeitung zu einer gleichmäßigen Verteilung von Pilzen und Bakterien über den gesamten Bearbeitungshorizont (Abb. 3). Bei konservierender Bodenbearbeitung oder Direktsaat hingegen kommt es zu einem Anstieg der mikrobiellen Biomasse in den oberen 10 cm des Bodens und zu einer deutlichen Abnahme mit zunehmender Bodentiefe (Abb. 3). Offenbar steuert die Lagerungstiefe der organischen Substanz die Verteilung der Mikroorganismen im Boden. Verringert der Landwirt die Bearbeitungsintensität, so wirkt sich das positiv auf die Lebensraumbedingungen von Pilzen und Bakterien aus. In Folge steigt deren Aktivität bei konservierender im Vergleich zu konventioneller Bodenbearbeitung an. Entsprechend dieser Veränderungen ist davon auszugehen,

Abb. 3: Mikrobielle Biomasse in verschiedenen Bodentiefen unter konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung sowie Direktsaat



dass die vielgestaltigen Leistungen der Mikroorganismen in reduziert bearbeiteten Böden effektiver genutzt werden können als in gepflügten Böden. Hinsichtlich des Befallsdrucks durch phytopathogene Pilze und Bakterien deuten die Ergebnisse der Studie darauf hin, dass eine Förderung entsprechender Antagonisten (z. B. Fraßfeinde) die Entwicklung wirtschaftlich wichtiger Krankheitserreger hemmt, so dass ein erhöhter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei geringerer Bodenbearbeitungsintensität nicht zwingend erforderlich ist.

Erkenntnisse für die Praxis

Die Datenanalyse zeigt, dass eine Umstellung von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung oder Direktsaat im Sinne des Bodenschutzes maßgeblich zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität und ihrer Leistungen in landwirtschaftlichen Böden beitragen kann. So werden Regenwürmer, Nematoden und Mikroorganismen durch die geringere Bodenbearbeitungsintensität deutlich gefördert, während einige mikrobielle Schaderreger in ihrer Häufigkeit nicht verändert oder sogar reduziert werden. Lediglich die Collembolen profitieren von der konventionellen Bearbeitung durch die tiefgründige Bodenlockerung.

Die Ergebnisse zeigen somit, dass kein Bearbeitungssystem eine Förderung sämtlicher nützlicher Bodenorganismen bewirken kann. Nichtsdestotrotz stellt es eine wichtige Steuergröße dar, welche die gezielte Förderung bestimmter Organismen und ihrer Funktionen ermöglicht. Hinsichtlich der Gesamtheit der betrachteten Bodenorganismen ist eine geringere Eingriffsintensität gegenüber der tiefgründigen Bodenbearbeitung zu bevorzugen, da sie sich positiv auf ein breiteres Spektrum des Bodenlebens auswirkt.



Dr. Christine van Capelle, Prof. Dr. Stefan Schrader, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für

Biodiversität, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.

E-Mail: christine.vancapele@vti.bund.de

PD Dr. Joachim Brunotte, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.