Regenwürmer tummeln sich auf Ökoflächen – trotz Bodenbearbeitung. © Thomas Alföldi

Bodenfruchtarbeit im Ackerbau: Markante Unterschiede zwischen ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung vor allem bei Regenwürmern

Regenwürmer sind von zentraler Bedeutung für die Fruchtbarkeit von Ackerböden vor allem im ökologischen Landbau. Hier wird der Boden in der Regel jedoch intensiver im Vergleich zu konventioneller Bewirtschaftung bearbeitet. Treten deshalb in langjährig ökologisch bewirtschafteten Ackerböden Regenwürmer auch in geringerem Umfang auf?

Von Rüdiger Jung und Knut Schmidtke

Lassen sich höhere Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft im Vergleich zu konventioneller Bewirtschaftung wissenschaftlich belegen? Dieser Fragestellung widmete sich ein interdisziplinär zusammengesetztes Wissenschaftlerteam, deren Arbeitsergebnisse in der jüngst erschienenen Studie „Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft" – Thünen-Report 65 veröffentlicht wurden. Ein zentraler Leistungsbereich des Land- und Gartenbaus ist hierbei der Erhalt und die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Ist ein langjährig praktizierter ökologischer Ackerbau im Vergleich zu konventionellem Ackerbau tatsächlich mit einer höheren Bodenfruchtbarkeit verbunden? Zur Charakterisierung der Bodenfruchtbarkeit wurden deshalb in einer umfangreichen Auswertung wissenschaftlicher Arbeiten ausgewählte Kenngrößen der Bodenfruchtbarkeit in langjährig ökologisch im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Ackerböden betrachtet: Es wurde der Eindringwiderstand in den Boden, der Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor sowie der pH-Wert im Oberboden und die Anzahl sowie die Biomasse von Regenwurmpopulationen ausgewertet, sodass in der Studie sowohl bodenphysikalische, bodenchemische als auch bodenbiologische Kenngrößen der Bodenfruchtbarkeit betrachtet wurden. Zu allen diesen Kenngrößen lagen zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie keine systematischen Auswertungen von Ergebnissen verschiedener wissenschaftlicher Arbeiten vor, weshalb diese Kenngrößen ausgewählt wurden, um neue Kenntnisse zur Bewertung der Leistungen im ökologischen gegenüber konventionellen Ackerbau zu erschließen.

Es konnten zu den vier analysierten Kenngrößen der Bodenfruchtbarkeit insgesamt 56 Vergleichsstudien mit 307 Vergleichspaaren (ökologisch/konventionell) gefunden werden, wobei die höchste Anzahl an Vergleichspaaren mit 93 für den Indikator „Regenwurm-Biomasse" und die größte Anzahl an verwertbaren Studien mit 30 für den Indikator pH-Wert im Oberboden vorlagen. Demgegenüber wurden bei der Kenngröße „Eindringwiderstand" (Bodenverdichtung) nur vier Studien gefunden, die den gesetzten wissenschaftlichen Kriterien zur Datenerhebung und Datenauswertung hinreichend entsprachen.

Zwischenfrüchte und weites Fruchtartenspektrum tragen zur Regeneration der Regenwurmpopulationen bei. © Thomas Alföldi

Markante Leistungsunterschiede bei der Bodenfruchtbarkeit nachweisbar

Die Auswertung der wissenschaftlichen Literatur aller vier Kenngrößen zeigte in insgesamt 56 Prozent der Vergleichspaare deutliche Vorteile einer ökologischen Bewirtschaftung auf. So war im Mittel der Eindringwiderstand in den Boden im ökologischen Ackerbau geringer (Median: -22 Prozent), sodass hier durchschnittlich von einer geringeren Schadverdichtung des Bodens im Vergleich zu den konventionell bewirtschafteten Ackerböden auszugehen ist. Offenbar erfolgten bei ökologischer Bewirtschaftung in geringerem Maße bei zu feuchtem Bodenzustand zu hohe Lasteinträge in den Boden über schwere Maschinen, als es im Mittel bei konventioneller Bewirtschaftung der Fall war. Andererseits könnte bei ökologischer Bewirtschaftung durch den regelmäßigen Anbau über- bzw. mehrjähriger Futterleguminosen auch eine stärkere Durchporung und Gefügestabilisierung des Bodens erfolgt sein, die zu den beobachteten geringeren Eindringwiderständen in den Boden geführt haben. Geringere Eindringwiderstände in den Boden erleichtern den Pflanzen über die Wurzeln nicht nur das Erschließen von Wasser- und Nährstoffvorräten im Unterboden. Sie sind in der Regel auch mit einer verbesserten Luft- und Wasserführung im Boden verbunden. Beides sind Leistungen, die sowohl zur Stabilisierung der Ertragsleistung in Trockenphasen als auch Minderung der Wassererosion bei Starkniederschlägen beitragen.

Hinsichtlich des Gehaltes an pflanzenverfügbarem Phosphor im Oberboden konnte kein eindeutiger Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsformen im Ackerbau festgestellt werden. Dieses Ergebnis entsprach nicht der zu Beginn der Studie formulierten Hypothese, da die verschiedenen Richtlinien im ökologischen Landbau Einschränkungen hinsichtlich der einsetzbaren P-Düngemittel und Beschränkungen in der Höhe zugeführten betriebsfremden Düngemittel vorgegeben sind. Das Ergebnis darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass in vielen Fällen derzeit noch im ökologischen Ackerbau mehr Phosphor über Ernteprodukte entzogen als über Düngemittel zugeführt wird, sodass daraus häufig negative P-Bilanzsalden in der Fruchtfolge von acht bis zehn Kilogramm je Hektar und Jahr resultieren. Hier gilt es, zukünftig im ökologischen Ackerbau eine geänderte P-Düngung umzusetzen, mit der in der Regel bei ausgeglichenem P-Bilanzsaldo der Vorrat an pflanzenverfügbarem Phosphor im Boden aufrechterhalten werden kann.

Geringere Versauerung und mehr Regenwürmer

Hinsichtlich des pH-Wertes im Boden und den Regenwürmern erbrachte die

Tabelle 1: Anzahl und Biomasse von Regenwürmern in langjährig ökologisch und konventionell bewirtschafteten Ackerböden

	Anzahl Regenwürmer (Individuen/m²)		Regenwurm-Biomasse (g Frischmasse/m²)	
	ökologisch	konventionell	ökologisch	konventionell
Mittel	264,9	130,8	85,7	46,8
Minimal	3,2	2,1	3,2	1,4
Maximal	1243	512	284	305

Studie zwei besonders bemerkenswerte Resultate: Die These „Ökologischer Ackerbau versauert den Boden stärker als ein konventioneller Ackerbau“ konnte nicht bestätigt werden, denn in 62 Prozent der Vergleichspaare war die ökologische Wirtschaftsweise im Oberboden mit einer geringeren Versauerung verbunden, das heißt, der pH-Wert lag hier im Mittel um 0,4 pH-Einheiten höher. Trotz in der Regel deutlich höherem Anteil Leguminosen in der Fruchtfolge, die während ihres Wachstums versauernd wirken, werden offenbar im Rahmen einer ökologischen Bewirtschaftung durch regelmäßige Kalkung und Einarbeitung organischer Düngemittel genügend im Boden basisch wirksame Substanzen eingebracht, die im Vergleich zu einer langjährig konventionellen Bewirtschaftung im Acker zu einem im Mittel höheren pH-Wert im Boden geführt haben. Welche Mechanismen tatsächlich ursächlich für dieses Ergebnis zeichnen, konnte aus den ausgewerteten Studien nicht geschlossen werden. Gründe für diesen Befund müssen deshalb in weiteren, tiefer gehenden Forschungsvorhaben experimentell herausgearbeitet werden.

Große Unterschiede zwischen ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise im Ackerbau ergaben sich auch bei den Regenwürmern. So wurde im Mittel der ausgewerteten Vergleichsstudien nahezu eine doppelte Anzahl und Biomasse von Regenwürmern bei ökologischer Bewirtschaftung ermittelt (Tabelle 1).

Die in Tabelle 1 und 2 vorgestellten Ergebnisse zur Regenwurm-Biomasse sowie Regenwurm-Abundanz (Anzahl Individuen/m²) beziehen sich auf die jeweilige Gesamtmasse beziehungsweise Summe aller Individuen der gefundenen Regenwurmarten. Die drei bekannten Lebensraumtypen der Regenwürmer (anezische, endogäische und epigäische Arten) konnten für diese Studie nicht getrennt ausgewertet werden. Für den Paarvergleich ökologisch versus konventionell wurden insgesamt 23 Studien herangezogen. Die überwiegende Anzahl der Studien beinhaltete Angaben zu den Parametern Regenwurm-Biomasse und Anzahl Regenwürmer. Es gab jedoch einige wenige Studien, die nur einen von beiden Parametern aufführten. Somit wurden für die Regenwurm-Biomasse 17 Studien mit 93 Vergleichspaaren (VGP) und für die Regenwurm-Abundanz 21 Studien mit 64 Vergleichspaaren ausgewertet.

Die Klassifizierung der Vergleichspaare ergab folgendes Bild (Tab. 2). Bei beiden Kenngrößen der Bodenfruchtbarkeit waren jeweils mehr als 60 Prozent der Vergleichspaare der Gruppe „Öko+“ zuzuordnen. Bei etwas weniger als einem Drittel der Vergleichspaare wurden ökologische und konventionelle Bewirtschaftung als „gleich“ eingestuft. Bei weniger als 10 Prozent der Vergleichspaare lag bei konventioneller Bewirtschaftung eine höhere Anzahl beziehungsweise Biomasse der Regenwürmer vor. In den Studien wurden statistisch signifikant ausgewiesene Unterschiede zwischen den Daten für eine ökologische und konventionelle Bewirtschaftung bei etwa 43 Prozent der Vergleichspaare des Parameters Regenwurm-Biomasse sowie bei etwa 23 Prozent der Vergleichspaare des Parameters Anzahl Regenwürmer nachgewiesen. Der hohe Anteil dieser signifikanten Unterschiede bestätigt somit höhere absolute Werte zugunsten der ökologischen Bewirtschaftung für beide Kenngrößen (Tabelle 2).

Die Artenzahl und Anzahl Individuen der Regenwürmer, das Vorkommen von Tief- und Flachgräbern sowie die Gesamt-Biomasse aller an einem Standort vorkommenden Regenwurmarten ist von mehreren Faktoren abhängig. Häufige und intensive Bodenbearbeitung schädigt in der Regel die Regenwurm-Populationen. Die Frage ist dann, wie schnell sich die Populationen regenerieren. Ist eine hohe Menge leicht abbaubarer organischer Substanz im Boden und auf der Bodenoberfläche vorhanden, fördert dieses in der Regel die Re-

Tabelle 2: Klassifikation der ökologischen Landwirtschaft hinsichtlich der Anzahl und Biomasse von Regenwürmern im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft (VGP = Vergleichspaare)

		Anzahl Studien	Anzahl der VGP			Anteil (%) der VGP				
			Öko +	Öko =	Öko -	0	25	50	75	100
Regenwurm	Anzahl	21	41 (13)	17 (0)	6 (2)	64 %			27 %	9 %
	Biomasse	17	59 (39)	30 (0)	4 (1)	63 %			32 %	5

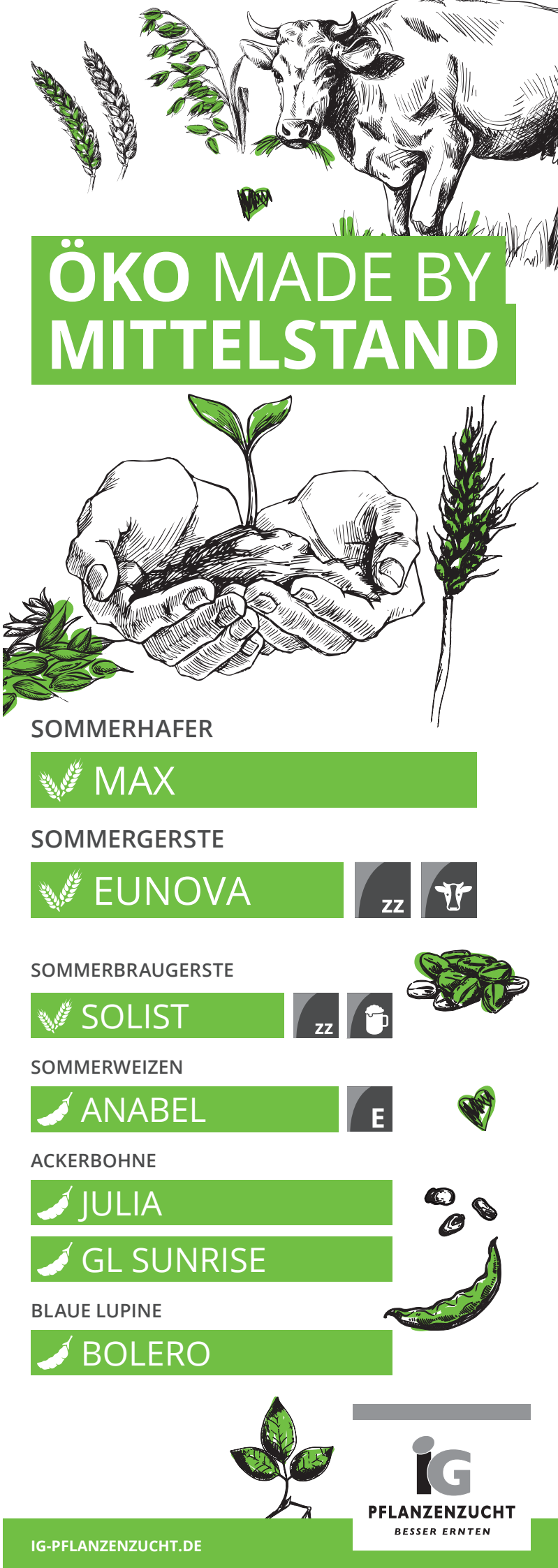
Öko + Höhere Anzahl/Biomasse von Regenwürmern in der ökologischen Landwirtschaft (signifikant bzw. > +20 %)
Öko = Vergleichbare Anzahl/Biomasse von Regenwürmern in der ökologischen Landwirtschaft (nicht signifikant bzw. +/–20 %)
Öko – Niedrigere Anzahl/Biomasse von Regenwürmern in der ökologischen Landwirtschaft (signifikant bzw.< –20 %)

Zahlen in Klammern beziehen sich auf die Anzahl der Vergleichspaare (VGP) mit statistisch signifikanten Ergebnissen. Falls in den Studien keine Angaben zur Signifikanz vorlagen, erfolgte die Klassifizierung mithilfe prozentualer Schwellenwerte.

genwürmer. Phasen der Bodenruhe, die beim Anbau von Klee- oder Luzernegras im ökologischen Ackerbau in der Regel Standard in der Fruchtfolge sind, Zwischenfruchtbau und der Anbau eines breit gefächerten Fruchtartenspektrums fördern offenbar die Regeneration der Regenwurmpopulationen im ökologischen Ackerbau deutlich. Hierdurch werden offenbar auch die negativen Wirkungen auf die Regenwürmer, die durch eine intensive, zumeist wendende Bodenbearbeitung im ökologischen Ackerbau hervorgerufen werden, in der Regel kompensiert. Es ist andererseits bekannt, dass chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel einige Regenwurmarten nachhaltig schädigen können, sodass bei konventioneller Wirtschaftsweise trotz häufig reduzierter Bodenbearbeitung sich eine geringere Anzahl und Biomasse an Regenwürmern im Acker etabliert als bei ökologischer Bewirtschaftung. Auch die geringere Anzahl Feldfrüchte, die Bestandteil konventioneller Fruchtfolgen sind, und das in aller Regel bei konventioneller Ackerbewirtschaftung Ausbleiben längerer Phasen der Bodenruhe durch Gras- oder Futterleguminosenanbau dürften Ursachen für den geringeren Regenwurmbesatz in diesem Ackerbausystem sein.

Messung des Eindringwiderstandes in den Boden mit einen Penetrologger. © Guido Lux

KURZ ZUSAMMENGEFASST

Bei drei von vier untersuchten Kenngrößen der Bodenfruchtbarkeit zeigten sich in einer Auswertung vorliegender Untersuchungsergebnisse deutlich höhere Leistungen des ökologischen Ackerbaus im Vergleich zu einer konventionellen Bewirtschaftung. Ein im Mittel höherer pH-Wert im Boden, ein geringerer Eindringwiderstand in den Boden, vor allem aber die nachgewiesene höhere Anzahl und Biomasse an Regenwürmern in langjährig ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen dürften dazu beitragen, dass diese Mehrleistungen auch für das Gemeinwohl der Gesellschaft und die Umwelt nachhaltig zum Tragen kommen.

Dr. Rüdiger Jung und Prof. Dr. Knut Schmidtke
Zentrum für Angewandte Forschung (ZAFT) an der HTW Dresden