

Wie sich reduzierte Bodenbearbeitung auswirkt

Christoph Emmerling und Ulrich Hampf

Im seit 1994 laufenden Projekt **Ökologische Bodenbewirtschaftung** zeigt sich, dass die **Bodenbelebung und -stabilisierung mit intensiver Durchwurzelung im ökologischen Ackerbau relativ schnell verbessert werden kann. Allerdings sind bei konsequent nichtwendender Bearbeitung keine Höchstträge zu erzielen.**

Mit dem Ziel, ökologische Bodenbewirtschaftungsverfahren zu erforschen, zu demonstrieren und das erarbeitete Wissen an die Praxis und Beratung weiter zu geben, wurde 1994 in Rommersheim/Rheinhessen das Projekt **Ökologische Bodenbewirtschaftung (PÖB)** gestartet. Die auf zehn Jahre angelegten Untersuchungen auf dem Eichenhof der Familie Kussel werden hauptsächlich durch das Land Rheinland-Pfalz finanziert und gemeinsam von der Stiftung Ökologie & Landbau und der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz, durchgeführt. Von Anfang an hat die fachkundige, engagierte und kompetente Versuchsbetreuung durch Norbert Kussel das Projekt entscheidend mitgetragen.

Pflug ja oder nein?

Seit Jahren wird diskutiert, inwieweit regelmäßiges Pflügen sinnvoll ist. Während im konventionellen Anbau der Pflügeinsatz primär in seiner Wirtschaftlichkeit angezweifelt wird, werden im Ökolandbau vor allem bodenökologische Gründe gegen das Pflügen angeführt. Da aber in beiden Bewirtschaftungssystemen der Pflug nach wie vor regelmäßig im Einsatz ist, sollte dieser Frage nachgegangen werden. Dabei werden in der Versuchsanstellung die in Abbildung 1 dargestellten Grundbodenbearbeitungssysteme einander gegenübergestellt und ihre unterschiedliche Wirkung auf Boden- und Pflanzenentwicklung in der Fruchtfolge untersucht.

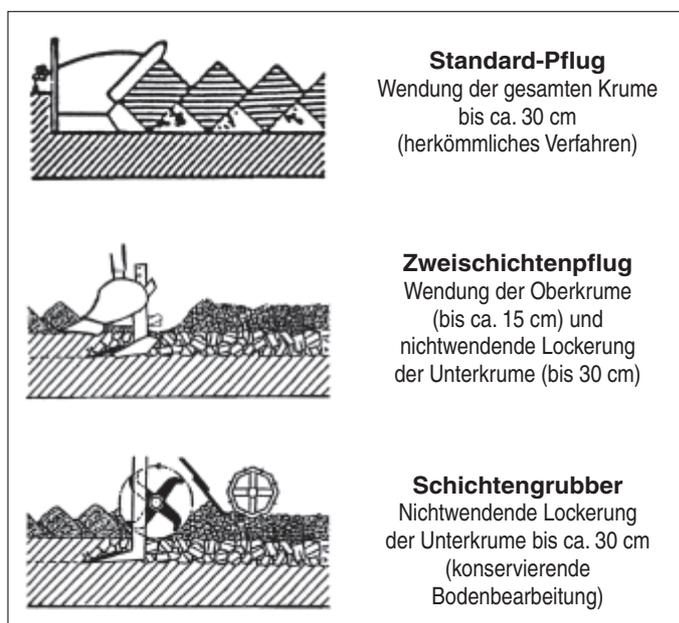


Abb. 1:
Im PÖB verwendete Grundbodenbearbeitungssysteme

Temperaturschwankungen zu verzeichnen. Das bisher feuchteste Jahr war 1995 (648 mm Niederschlag), das trockenste 1997 (436 mm). Im bisher kältesten Jahr, 1996, betrug das Temperaturmittel 7,9 °C, im wärmsten, 1999, wurden 10,7 °C ermittelt.

Die Grundbodenbearbeitung wurde mit gezielten Gründüngungsverfahren kombiniert, um so zur Bodenverbesserung und -stabilisierung beizutragen.

Umfangreiche wissenschaftliche Begleituntersuchungen dokumentieren die Bodenentwicklung. Viele dieser Untersuchungen werden durch Diplom- und Doktorarbeiten sowie die kontinuierliche Zusammenarbeit mit verschiedenen Instituten ermöglicht.

Um in den zehn geplanten Versuchsjahren eine zweimalige Rotation zu gewährleisten, wurde eine fünfgliedrige Fruchtfolge ausgewählt: Grünbrache – Winterweizen (Zwischenfrucht) – Erbsen – Winterroggen (Zwischenfrucht) – Braugerste.

Standörtliche Variabilität

In der ersten Fruchtfolgeperiode 1995-1999 war eine ausgesprochene Variabilität zu erkennen, was neben klimatischen Einflüssen insbesondere auf die standörtliche Variabilität der Untersuchungsfläche zurückzuführen ist.

Im üblicherweise sommertrockenen Rheinhessen waren in den ersten sechs Jahren sehr große Niederschlags- und

Bei dem Boden des Versuchsfeldes handelt es sich um eine basenreiche, z. T. kolluvial überprägte Schwarzerde. Auf Grund der Jahrhunderte langen Beackerung sind die Böden am Oberhang des schwach geneigten Versuchsfeldes stark erodiert und im unteren Hangbereich entsprechend durch Ablagerungen überformt. Im Mittel ergibt sich ein bis 100 cm mächtiger Lössboden aus schluffigem Lehm bis schluffigem Ton (Fließerde) über tertiärem Mergel, der z. T. bis in 60 cm Tiefe stark humos ausgebildet ist.

Nichtwendend – niedrigere Erträge

Die Erträge waren zu Versuchsbeginn, nach vorheriger intensiver konventioneller Bewirtschaftung, noch sehr hoch (Winterweizen über 60 dt/ha), sanken dann aber ohne Düngung (außer Gründüngung) sehr schnell auf mittlere Werte des ökologischen Anbaus. Die konsequent nichtwendende Grundbodenbearbeitung mit dem Schichtengrubber zeigt insbesondere in den Sommerkulturen eine Tendenz zu niedrigeren Erträgen im Vergleich zu Schichtenpflug und Pflug (Abb. 2).

Die Ursache wird im höheren Samenunkrautdruck dieser konservierenden Bo-

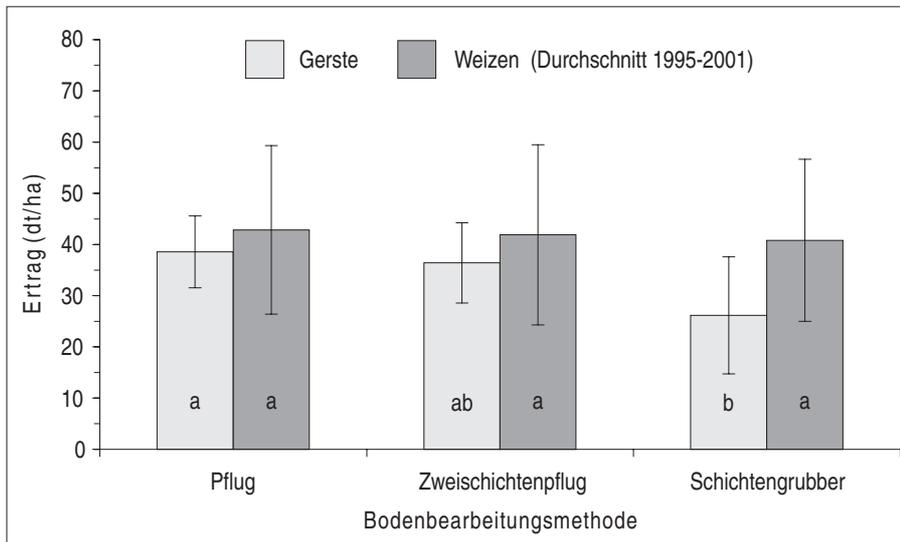


Abb. 2: Hektarerträge von Gerste und Winterweizen, Mittel der Jahre 1995-2001; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikant unterschiedliche Ergebnisse

denbearbeitung vermutet, wie es bei nichtwendender Bodenbearbeitung bekannt ist. Oesau (2002) und Eysel (2001) dokumentieren bis zu 20 Prozent höhere Deckungsgrade durch Beikräuter in den nichtwendenden Bearbeitungsverfahren.

Der eigentliche Untersuchungsgegenstand des Projektes ist jedoch nicht die Ertragsoptimierung, sondern der Einfluss ökologischer Anbauverfahren auf die Bodengesundheit.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Nährstoffversorgung, der bodenmikrobiellen Eigenschaften und der Besiedlung der Böden durch Regenwürmer in den Jahren 1995 bis 1999 dargestellt werden. Jeweils im Frühjahr wurden Mischproben aus der Oberkrume (0-15cm) und der Unterkrume (15-30cm) entnommen, in vierfacher Wiederholung aus jeder Bodenbearbeitungs-Variante der beiden Kulturen Grünbrache und Winterroggen. Neben dem pH-Wert und dem Gehalt an organischer Bodensubstanz wurden die pflanzenverfügbaren Gehalte von Phosphor und

Kalium im Boden bestimmt. An bodenbiologischen Kennwerten wurden der Gehalt an mikrobieller Biomasse (C_{mik}) sowie die mikrobielle Aktivität gemessen (alkalische Phosphataseaktivität; aPA) und die Besiedlung der Versuchsfläche durch Regenwürmer ausgewertet.

Der Faktor Bodenbearbeitung drückte sich v. a. in der Interaktion mit der Krumentiefe aus; d. h., die differenzierte Bodenbearbeitung hat im Beobachtungszeitraum eine deutliche Differenzierung in Ober- und Unterkrume bewirkt. Dieser Effekt war nahezu bei allen untersuchten Parametern nachzuweisen.

Bodenchemie – keine großen Veränderungen

Die pflanzenverfügbaren P- und K-Gehalte lagen auf einem mittleren (Phosphor) bis hohen (Kalium) Niveau. Hierin spiegelt sich die vormals intensive Düngungspraxis unter integrierter Bewirtschaftung wider. In dem Untersuchungszeitraum von fünf Jahren waren die P- und K-Gehalte nicht nennenswert abgesunken. Innerhalb der Krume zeigte sich insbesondere in den Schichtengrubber-Parzellen eine deutliche Differenzierung mit erhöhten Phosphorgehalten in der Oberkrume und geringen Gehalten in der Unterkrume (Tab. 1).

Nach einer vorsichtigen Berechnung der Nährstoffbilanz der ersten Fruchtfolgeperiode für N, P und K, basierend auf den jeweiligen mit den Erträgen zu- und abgeführten Mengen, ergibt sich eine ausgeglichene Stickstoffbilanz sowie eine P-Abfuhr unter 15 kg/ha/a und eine K-Abfuhr von ca. 20 kg/ha/a, da die mit der Ernte exportierten Nährstoffe nicht kompensiert wurden (Emmerling und Schröder, 2000).

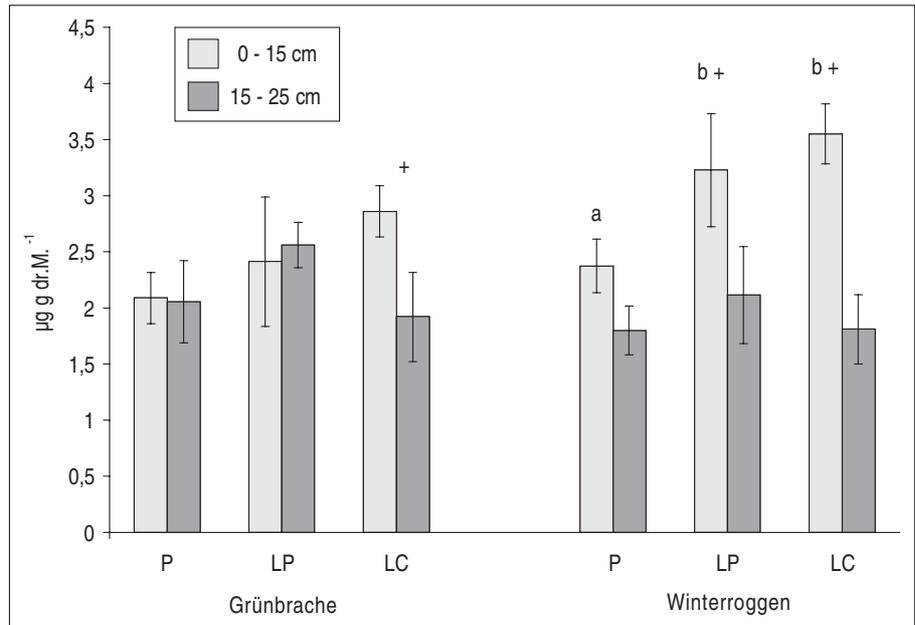
Die pH-Werte der untersuchten Parzellen sind im gesamten Untersuchungszeitraum relativ unverändert geblieben, und ein Einfluss der differenzierten Bodenbearbeitung war nicht nachzuweisen.

Reduzierte Bearbeitung – höhere Humusgehalte

Während der ersten Fruchtfolgeperiode haben sich infolge der reduzierten Grundbodenbearbeitung deutliche Veränderungen einiger wichtiger Bodeneigenschaften in der Krume sowohl in den Grünbrache als auch in den Winterroggenparzellen gezeigt. Im Vergleich zum Pflug sind die Humusgehalte in der Oberkrume bei beiden Kulturen im Mittel um 7-10 Prozent, absolut um 0,1-0,2 Prozent, angestiegen. Bei Grünbrache sind sie in der Unterkrume ebenfalls angestiegen, unter Winterroggen blieben sie relativ unverändert (Tab. 2). Dies hat bei beiden Kulturen zu einer starken Differenzierung innerhalb der Krume geführt.

Die gestiegenen Humusgehalte bei reduzierter Bodenbearbeitung können auf das reduzierte Wenden und eine verringerte Belüftung der Krume zurückgeführt werden. Dies hat z. B. in den Schichtengrubber-Parzellen im Laufe der fünfjährigen Versuchsdauer zu einer Erweiterung des C/N-Verhältnisses in der Krume von 8,7 (1995) auf 10,3 (2000) geführt. Insgesamt sind die Humusgehalte nach Ablauf der ersten Fruchtfolgeperiode in allen Varianten angestiegen. Dies ist verständlich, da die Aufwüchse der Grünbrache und die Stoppelreste nicht vom Feld abgeführt werden, sondern dort verbleiben. Hinzu kommt, dass der Abbau der organischen

Abb. 3: Ergosterolgehalte (\pm S.D.) in Ober- und Unterkrume in Abhängigkeit von der Grundbodenbearbeitung (P=Pflug; LP=Schichtenpflug; LC=Schichtengrubber). Ungleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Bearbeitungsverfahren (nur Oberkrume) (ANOVA und Tukey-B-Test, $p < 0,05$; $n=4$). Signifikante Unterschiede zwischen Ober- und Unterkrume sind durch + gekennzeichnet (Mann-Whitney-U-Test, $p < 0,05$; $n=4$).



Substanz im rheinhessischen Trockengebiet mit durchschnittlich 550 mm Jahresniederschlag gehemmt ist.

Mehr und aktivere Bodenmikroben

Fast alle bodenmikrobiologischen Parameter zeigten bereits ab dem ersten Hauptfruchtjahr eine Differenzierung in Ober- und Unterkrume infolge der nichtwendenden Bodenbearbeitung. Analog der Entwicklung der organischen Bodensubstanz in der Oberkrume wurden alle ermittelten bodenbiologischen Eigenschaften durch die reduzierte Grundbodenbearbeitung gefördert, während die mikrobielle Biomasse und ihre Aktivität in der Unterkrume suk-

zessive abnahm. Somit wurden die Differenzen zwischen Ober- und Unterkrume bei reduzierter Grundbodenbearbeitung größer, was für die mikrobielle Biomasse und das $C_{\text{mik/org}}$ -Verhältnis zumeist signifikant war (Tab. 1). Zumeist bestanden signifikante Unterschiede zwischen den reduzierten Verfahren und dem Pflug, seltener zwischen den beiden reduzierten Verfahren Zweischichtenpflug und Schichtengrubber. Bezogen auf die gesamte Krume

waren die Gehalte z. B. an mikrobieller Biomasse im Vergleich zur Pflugvariante um 7-12 Prozent erhöht (Tab. 1). Ebenso war die Aktivität der Bodenmikroorganismen in der Krume der Schichtenpflug- und Schichtengrubber-Parzellen im Vergleich zum Pflug um 6-8 Prozent höher. Beim $C_{\text{mik/org}}$ -Verhältnis war erst ab dem fünften Jahr der Untersuchung eine Erhöhung in der Schichtenpflug- und Schichtengrubber-Variante statistisch absicherbar.

Tab. 1: Mittelwerte (\pm S.D.) ausgewählter bodenchemischer und -mikrobiologischer Eigenschaften

der Vergleichsvarianten der ersten Fruchtfolgeperiode 1995-1999 differenziert nach Ober- und Unterkrume ($n=20$) sowie das Krumenmittel ($n=40$). Ungleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten ($p < 0,05$; Tukey-HSD-Test). Signifikante Unterschiede zwischen Ober- und Unterkrume sind durch + gekennzeichnet ($p < 0,05$; Mann-Whitney-U-Test)

Parameter	Tiefe	Grünbrache			Winterroggen		
		Pflug	Schichtenpflug	Sch.-Grubber	Pflug	Schichtenpflug	Sch.-Grubber
C_{org} (%)	0-15 cm	1,79 ($\pm 0,22$)	1,91 ($\pm 0,20$) +	1,90 ($\pm 0,26$) +	1,66 ($\pm 0,15$) a	1,79 ($\pm 0,25$) b+	1,83 ($\pm 0,17$) c+
	15-25 cm	1,64 ($\pm 0,23$)	1,74 ($\pm 0,25$)	1,73 ($\pm 0,28$)	1,67 ($\pm 0,16$)	1,62 ($\pm 0,23$)	1,60 ($\pm 0,17$)
	0-25 cm	1,71 ($\pm 0,23$) a	1,82 ($\pm 0,25$) b	1,80 ($\pm 0,27$) b	1,66 ($\pm 0,16$)	1,70 ($\pm 0,25$)	1,72 ($\pm 0,21$)
P_2O_5 (mg 100g ⁻¹)	0-15 cm	16,1 ($\pm 5,5$)	16,8 ($\pm 5,2$)	17,6 ($\pm 5,5$) +	16,7 ($\pm 7,8$)	19,1 ($\pm 7,6$)	16,3 ($\pm 7,3$)
	15-25 cm	14,7 ($\pm 4,1$)	16,6 ($\pm 5,7$)	14,3 ($\pm 4,4$)	15,9 ($\pm 7,2$)	15,7 ($\pm 6,2$)	14,1 ($\pm 7,5$)
	0-25 cm	15,4 ($\pm 4,9$)	16,7 ($\pm 5,4$)	15,9 ($\pm 5,2$)	16,3 ($\pm 7,4$)	17,4 ($\pm 7,0$)	15,2 ($\pm 7,4$)
CFE-Cmic ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0-15 cm	327,4 (± 47) a	410,9 (± 35) b+	420,6 (± 33) b+	371,5 (± 44) a+	425,0 (± 38) b+	431,5 (± 47) b+
	15-25 cm	295,1 (± 41) a	298,0 (± 38) a	264,8 (± 43) a	280,3 (± 28) a	272,3 (± 46) a	275,1 (± 31) a
	0-25 cm	311,3 ($\pm 46,7$) a	354,4 ($\pm 67,8$) b	342,7 ($\pm 87,8$) b	325,9 ($\pm 59,0$)	348,7 ($\pm 87,9$)	353,3 ($\pm 88,6$)
$C_{\text{mik/org}}$ (%)	0-15 cm	1,9 ($\pm 0,2$) a	2,2 ($\pm 0,3$) b+	2,3 ($\pm 0,3$) b+	2,3 ($\pm 0,4$) +	2,4 ($\pm 0,5$) +	2,4 ($\pm 0,3$) +
	15-25 cm	1,9 ($\pm 0,3$) a	1,8 ($\pm 0,4$) a	1,6 ($\pm 0,3$) a	1,7 ($\pm 0,2$)	1,7 ($\pm 0,2$)	1,7 ($\pm 0,2$)
	0-25 cm	1,9 ($\pm 0,3$)	2,0 ($\pm 0,4$)	1,9 ($\pm 0,5$)	2,0 ($\pm 0,4$)	2,1 ($\pm 0,5$)	2,1 ($\pm 0,4$)
aPA ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0-15 cm	559,3 (± 140)	629,7 (± 112)	648,7 (± 118)	595,6 (± 90)	653,4 (± 98)	674,3 (± 89) +
	15-25 cm	554,9 (± 138)	585,8 (± 123)	554,3 (± 115)	566,5 (± 126)	579,0 (± 129)	565,5 (± 117)
	0-25 cm	573,1 (± 138)	607,7 (± 119)	601,5 (± 124)	581,0 (± 109)	616,2 (± 119)	619,9 (± 116)

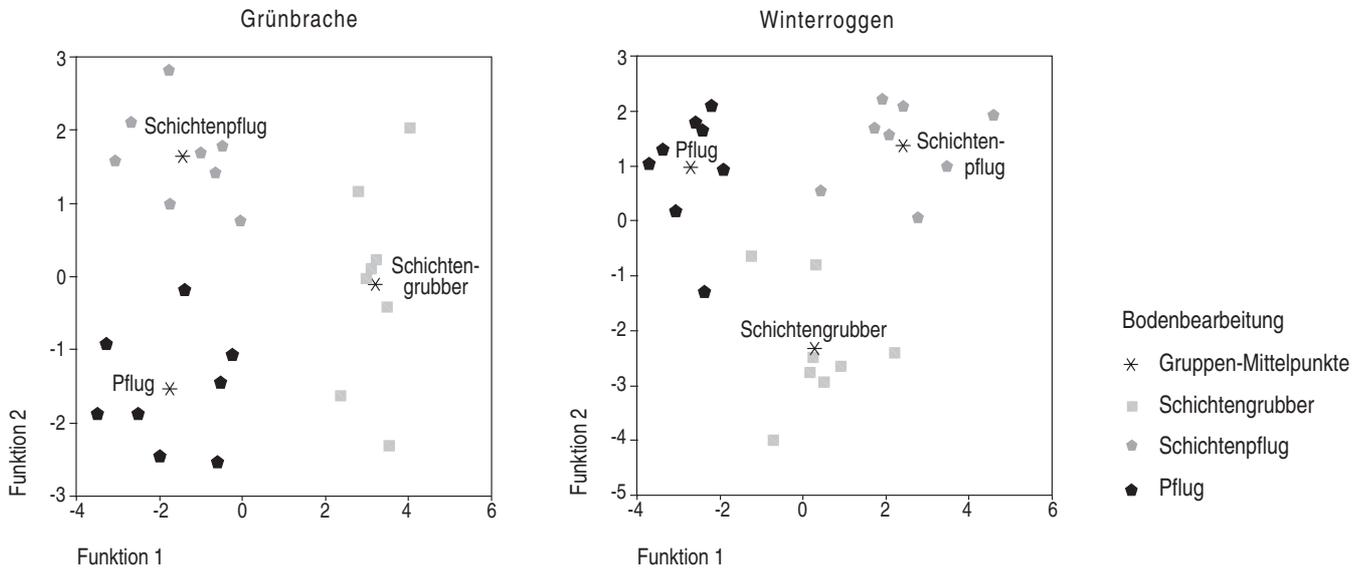


Abb. 4: Unterscheidung der drei Grundbodenbearbeitungsverfahren am Standort Rommersheim anhand bodenchemischer und -mikrobiologischer Eigenschaften (Kanonische Diskriminanzanalyse)

Der Ergosterolgehalt, ein Biomarker für den Pilzanteil der mikrobiellen Gemeinschaft in Böden, nahm in beiden Kulturen in der Oberkrume in der Reihenfolge Pflug – Schichtenpflug – Schichtengrubber zu, während er in der Unterkrume kaum verändert wurde (Abb. 3). In der Schichtengrubber-Variante beider Kulturen und in der Schichtenpflug-Variante bei Winterroggen waren die Unterschiede im Ergosterolgehalt zwischen Ober- und Unterkrume signifikant.

Um Veränderungen in der Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft zu erkennen, muss der Ergosterolgehalt auf den Gehalt an mikrobieller Biomasse bezogen werden, denn beide waren hoch miteinander korreliert. Im fünften Jahr der differenzierten Grundbodenbearbeitung hatte sich der Pilzanteil der mikrobiellen Biomasse bei beiden Kulturen in der Oberkrume der Schichtenpflug- und Schichtengrubberparzellen im Vergleich zum Pflug signifikant erhöht. Unter der Annahme, dass Bodenpilze zu 46 Prozent aus Kohlenstoff bestehen, stieg die pilzliche Biomasse in der Oberkrume der Böden unter Grünbrache im Mittel von 190 (Pflug) auf 216 (Schichtenpflug) bzw. auf 252 (Schichtengrubber) μg pro Gramm Trockensubstanz an. Die entsprechenden Werte unter Winterroggen betragen 216

(P), 279 (SP) bzw. 315 (SG) μg pro Gramm Trockensubstanz. Da Bodenpilze bevorzugt am Cellulose- und Ligninabbau im Boden beteiligt sind (Djakirana et al., 1996), kann dieses Ergebnis auf die besondere Zufuhr an organischer Substanz in die Böden bei verminderter Belüftung der Krume durch reduzierte Bodenbearbeitung zurückgeführt werden, da die Grünbracheparzellen lediglich gemulcht wurden und auch das Stroh des Winterroggens am Standort verblieb. Das Ergebnis steht ebenfalls in engem Zusammenhang mit der bereits erwähnten Erweiterung des C/N-Verhältnisses der Oberböden.

Für die Entwicklung des metabolischen Quotienten (spezifisches Leistungspotenzial der Bodenmikroflora) zeichnete sich bislang kein eindeutiger Trend ab. Es ist anzunehmen, dass hierfür der Untersuchungszeitraum noch nicht lang genug war.

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist die Entwicklung der Nährstoffvorräte und der bodenmikrobiologischen Eigenschaften im gesamten Krumenbereich interessant. Es stellte sich daher die Frage, ob durch konservierende Grundbodenbearbeitung mit den hier geprüften Geräten die genannten Eigenschaften im Krumenmittel beeinflusst werden oder ob es nur zu einer Differenzierung innerhalb der Krume kommt.

Wie Tabelle 1 zeigt, wurde deutlich, dass die Humusgehalte und die meisten mikrobiellen Eigenschaften in den Grünbrache-Parzellen durch die konservierende Bodenbearbeitung im Krumenmittel erhöht bzw. gefördert wurden.

Um Unterschiede zwischen den geprüften Bodenbearbeitungs-Varianten nachzuweisen, wurden alle ermittelten bodenchemischen und -mikrobiologischen Parameter einer kanonischen Diskriminanzanalyse unterzogen (Abb. 4). Sowohl für Grünbrache, als auch für Winterroggen ergab sich eine eindeutige Separation der drei Bodenbearbeitungsverfahren.

Bodenschonende Bearbeitung – mehr Regenwürmer

Bei den aus den Grünbrache- und Roggenparzellen ausgetriebenen Regenwürmern handelte es sich um eine typische Ackerzönose, die aus insgesamt sechs endogä-

schen Arten (Mineralbodenformen) und einer anözischen (tiefgrabenden) Art zusammengesetzt war. Das Artenspektrum ist auf Ackerflächen auf Grund der vergleichsweise einseitigen Ernährungsbedingungen, der pflanzenbaulichen Pflege- und gegebenenfalls Pflanzenschutzmaßnahmen grundsätzlich artenarm. Aus Abbildung 5 ist zu entnehmen, dass sowohl die Abundanz der adulten und juvenilen Regenwürmer als auch deren Biomasse in der Schichtengrubbervariante erhöht war. Ebenso nahm die Artenzahl von 3-4 (P) auf 5-6 (SP) und 7 Arten (SG) zu. Im Vergleich zur Pflugvariante nahm die Besiedlung durch adulte Regenwürmer in der Grubbervariante bei beiden Kulturen fast um das Doppelte zu (Abb. 5).

Während im Mittel der ersten Fruchtfolgeperiode für die Entwicklung der Regenwurmfauna insbesondere der Faktor Bodenbearbeitung signifikant war, war der

Einfluss der angebauten Kultur (Grünbrache, Winterroggen) unbedeutend (ANOVA, nicht dargestellt). Im Gegensatz zu den bodenchemischen und mikrobiologischen Eigenschaften der untersuchten Böden war eine Förderung der Individuendichte und Biomasse sowohl adulter als auch juveniler Regenwürmer allein bei pflugloser Grundbodenbearbeitung statistisch nachzuweisen (Abb. 5). Zwischen Pflug- und Schichtenpflugvariante war im Mittel aller Untersuchungsjahre kein signifikanter Unterschied zu erkennen.

Schlussfolgerungen für die Praxis

Die bisherigen Ergebnisse scheinen Erfahrungen zu bestätigen, wonach bei konsequent nichtwendender Bearbeitung vor allem infolge des zunehmenden Beikrautdrucks keine Höchstträge zu erzielen sind. Die Bodengesundheit, gemessen an

die Möglichkeiten der Bodengesundung durch Ökolandbau zu vermitteln.

Die bisherigen Ergebnisse aus dem Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung könnten dazu anregen, die bodenfördernden Eigenschaften nichtwendender Bearbeitungsverfahren so oft wie möglich und die beikrautregulierende Wirkung des Pfluges immer da, wo nötig, zu nutzen. Hinweise zur gezielten Kombination intelligenter Bodenbearbeitungsverfahren können aus den weiteren Untersuchungen des Projektes sicherlich noch erwartet werden. □

PD Dr. Christoph Emmerling, Universität Trier
FB VI/Abt. Bodenkunde,
Universitätsring 15,
D-54286 Trier, E-Mail
emmerling@uni-trier.de

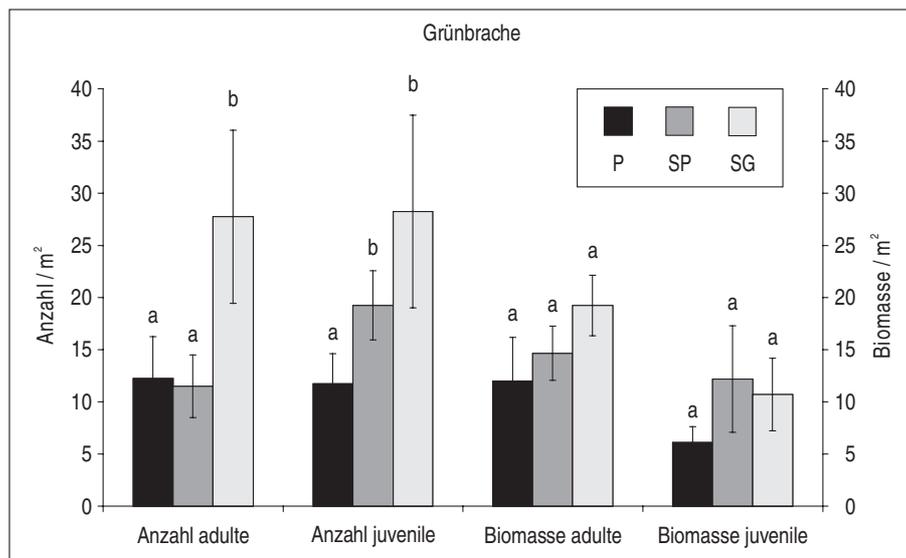


Abb. 5: Mittlere (\pm S.D.) Anzahl und Biomasse von adulten und juvenilen Regenwürmern in Abhängigkeit von der Grundbodenbearbeitung unter Grünbrache am Standort „Eichenhof“ in Rommersheim, Rheinhessen, von 1995 bis 1998. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten ($p < 0,05$, Tukey-B-test); P=Pflug, SP=Zweischichtenpflug, SG=Schichtengrubber

Humusgehalt, Krümelstabilität und biologischen Bodenaktivitäten, steigt jedoch deutlich erkennbar an.

Insbesondere zeigt die angewandte Fruchtfolge durch den konsequenten Einsatz der Gründüngung mit Rotationsbrache und Zwischenfruchtanbau, dass die Bodenbelebung und -stabilisierung mit intensiver Durchwurzelung im ökologischen Ackerbau relativ schnell verbessert werden kann.

Mit vielen Führungen, Fachtagen, Tagungen und Veröffentlichungen konnte das Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung bereits dazu beitragen, einer großen Zahl von Praktikern, Beratern und Wissenschaftlern neue Erkenntnisse über

und

Dr. Ulrich Hampl, Gut Hohenberg, Seminarbauernhof der Stiftung Ökologie & Landbau, D-76855 Queichhambach, E-Mail hampl@soel.de

Literatur:

- Emmerling, C. u. D. Schröder, 2000: Ist viehlose Wirtschaft im ökologischen Landbau nachhaltig? VDLUFA-Schriftenreihe 53, S. 61-67
- Emmerling, C., 2002: Einfluss reduzierter Grundbodenbearbeitung im ökologischen Landbau auf bodenökologische Eigenschaften. In: Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz / Stiftung Ökologie & Landbau (Hrsg.): Bodenbearbeitung und Bodengesundheit. Schriftenreihe der Landesanstalt für Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, Heft 13, S. 25-46
- Eysel, G., 2001: Biodiversität ökologischer und integrierter Landwirtschaft – Natur- und sozialwissenschaftliche Untersuchungen zur Optimierung des Ökolandbaus im Projekt „Ökologische Bodenbewirtschaftung“ (PÖB). BfN-Skripten 41
- Djajakirana, G., R. G. Joergensen u. B. Meyer, 1996: Ergosterol and Microbial Biomass Relationship in Soil. Biol. Fert. Soils, 22, 299-304
- Oesau, A., 2002: Vegetationskundliche Untersuchungen im Projekt „Ökologische Bodenbewirtschaftung“ in Wörrstadt-Rommersheim 1995-2004: Zwischenbericht 2000. In: Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz / Stiftung Ökologie & Landbau (Hrsg.): Bodenbearbeitung und Bodengesundheit. Schriftenreihe der Landesanstalt für Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, Heft 13

Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:

Emmerling, Christoph und Hampl, Ulrich (2002) Wie sich reduzierte Bodenbearbeitung auswirkt [Effects of reduced tillage]. *Ökologie & Landbau* 124(4/2002):19-23.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter <http://orgprints.org/00002073/> abgerufen werden.