

Wirkungen differenzierter Bodenbearbeitungssysteme im Dauerversuch Scheyern

Effects of Different Tillage Systems in the Long-term Field Experiment Scheyern

M. Kainz¹, G. Gerl², B. Lemnitzer¹, J. Bauchenß³, K.-J. Hülsbergen¹

Key words: weed control, soil fertility, tillage

Schlüsselwörter: Beikrautregulierung, Bodenfruchtbarkeit, Bodenbearbeitung

Abstract:

After a 12-year differing tillage in a 7-phase crop rotation with lay, potatoes, wheat, sunflowers, lay, wheat and rye it was found, that mouldboard-ploughing (P) resulted in less weed. Crop yields were as high as in the treatment with ploughing after lay and chiselling after potatoes and sunflowers (B). Lowest yields were obtained without ploughing but using the chisel (G). Weeds, esp. grasses, resulted in a huge competition for crops esp. after lay. Profit margins were highest in B due to lower expenditures for tillage and lowest in G. Soil organic carbon amounts differed by 1,5 t/ha and earthworm biomass by 0,25 t/ha between P and G after 12 years. It can be summed up for this experiment that G was not sustainable due to weeds and declining yields, and that B resulted in best economic profit, increasing SOM content and seems to be a sustainable compromise.

Einleitung und Zielsetzung:

Nach den Vorstellungen der Pioniere des organisch-biologischen Landbaus „darf der Boden entweder gar nicht oder nur so selten wie möglich tief gewendet ..werden“ (WEICHEL 1981, S. 63). Idealbild ist ein Boden mit einem ungestörten Profilaufbau wie im Wald, in dem das Bodenleben und die Wurzeln die Bearbeitung übernehmen. Während Verfahren der reduzierten Bodenbearbeitung im konventionellen Landbau stark an Verbreitung gewannen, da unerwünschte Effekte reduzierter Bodenbearbeitung dort durch gezielte Pflanzenschutzmaßnahmen ausgeglichen werden können, ist der Pflug im Ökologischen Landbau nach wie vor das meistgenutzte Gerät zur Grundbodenbearbeitung (KÖPKE 2003), obwohl unstrittig ist, dass eine Reduzierung der Bodenbearbeitung das Bodenleben schont (TISCHLER 1955, EDWARDS & LOFTY 1982, EMMERLING 2002), die Böden tragfähiger macht (EHLERS 1991) und den Energieaufwand bei der Bearbeitung senkt (SOMMER 1994). Über die Wirkungen auf den Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt liegen nur wenige Arbeiten unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus vor (CHAN 2001, SMITH 2004, V. LÜTZOW et al. 2002). In einem langjährigen Versuch in Scheyern wurde die Datenbasis verbreitert und der Frage nachgegangen, welche Bodenbearbeitungsintensität am Standort Scheyern in einer komplexen Fruchtfolge die günstigsten Wirkungen aufweist. Erste Ergebnisse hatten KAINZ et al. (2003) vorgestellt.

Methoden:

Am Standort Scheyern (450 m NN, MAT 7,9°C, MAP 830 mm, uL, Braunerde aus sandig-kiesigem Molassematerial mit Lößbeimengung, BZ 55, HN 3%), Bayern, wurde 1992 eine langjährig konventionell mit Getreide bestellte Fläche auf Ökologischen Landbau umgestellt.

¹ Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, TUM Weihenstephan, 85354 Freising, kainz@wzw.tum.de

² Versuchsstation Scheyern, 85298 Scheyern

³ Landesanstalt für Landwirtschaft, 85354 Freising

Die Fruchtfolge ist 7-feldrig: Klee gras - Kartoffeln - Winterweizen - Sonnenblumen mit Untersaat – Klee gras - Winterweizen - Winterroggen mit Untersaat.

Gleichzeitig wurden drei Bodenbearbeitungssysteme etabliert:

P: in 5 von 7 Jahren Einsatz des Wendepfluges auf volle Krumentiefe (wie vor 1992), aber in Form eines onland-Pfluges, der außerhalb der Furche fährt.

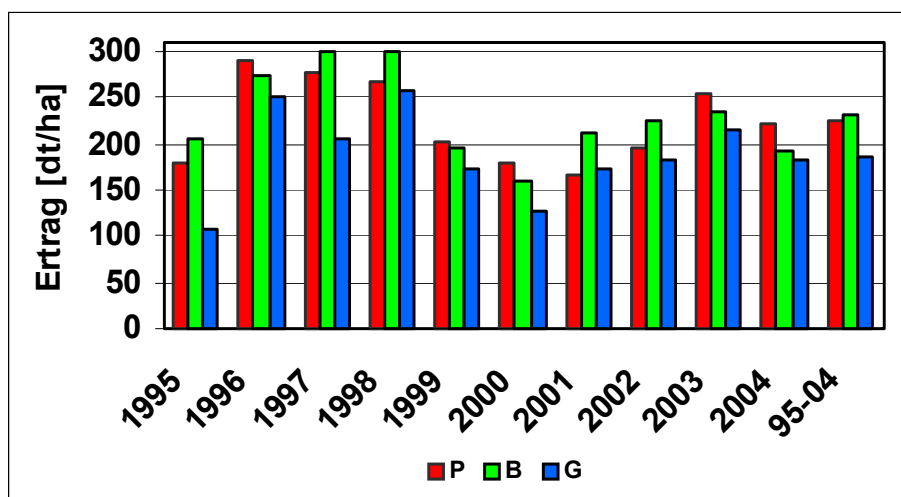
B: zum Umbruch der Futterleguminosen und zwischen den Getreidearten Einsatz des Wendepfluges auf ca. 18 cm Tiefe, in 2 Jahren mischender Grubber auf max. 18 cm.

G: in 5 von 7 Jahren Einsatz von mischenden Geräten (Rototiller, Grubber) bis zu max. 18 cm Tiefe.

In 2 Jahren findet keine Grundbodenbearbeitung statt, da in den Hauptfrüchten Winterroggen und Sonnenblumen bereits Klee gras als folgende Hauptfrucht eingesät ist. Alle sonstigen Arbeiten wie Aussaat, Striegeln oder Stoppelbearbeitung sind in den Varianten identisch. In jedem Jahr sind alle Fruchtfolgefelder in einfacher Wiederholung vorhanden, die Bodenbearbeitung ist 2fach wiederholt.

Ergebnisse und Diskussion:

Im Schnitt der Jahre 1995-2004 bringt die Variante Pflug (P) mit 55 dt/ha den höchsten, die pfluglose Variante (G) mit 36 dt/ha den niedrigsten Weizenertrag. Im Schnitt liegen die Erträge des Weizens nach Kartoffeln in P niedriger und in G höher als nach Klee gras. Die Roggenerträge variieren zwischen den Jahren weniger stark als die Weizenerträge. Die Variante B, in der teilweise auf den Pflug verzichtet, aber zu



Winterroggen gepflügt wird, ist ertraglich überlegen. Auch bei Kartoffeln sind die Erträge bei B am höchsten und fallen bei G um 40 dt/ha ab (Abb. 1).

Abb. 1: Kartoffelerträge in unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen

Nach 11,5 Jahren differenzierter Bodenbearbeitung ergeben sich deutliche, aber statistisch nicht absicherbare Unterschiede in den Erträgen. Während im Mittel aller Kulturen die Variante Pflug (P) und die Variante, in der der Pflug zum Umbruch des rasenbildenden Ackerfutters und zwischen den Getreidearten und der Grubber zwischen Kartoffeln und Weizen bzw. Weizen und Sonnenblumen (B) gleichauf liegen, fällt die Variante, die ganz auf den Pflug verzichtet (G), ertraglich ab. Dies ist durch ein starkes Aufkommen von Kulturgräsern (SPRENGER 2004) aufgrund eines oft nicht vollständig geglückten Umbruchs des Ackerfutters zu erklären. Besonders der Weizen nach Ackerfutter ist davon betroffen, da hier bei feuchter Herbstwitterung die Grassoden

Tab. 1: Auswirkung von Bodenbearbeitungsverfahren auf Bodenkennwerte (Scheyern ÖA, 2004)

Var	LD [Mg m ⁻³]			C _t [g kg ⁻¹]			N _t [g kg ⁻¹]			C _t [Mg ha ⁻¹]		N _t [Mg ha ⁻¹]	
	0-10	10-20	20-25	0-10	10-20	20-25	0-10	10-20	20-25	MW	SE	MW	SE
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]				
G	1,23	1,46	1,53	13,8	11,0	8,1	1,4	1,1	0,8	38,4	3,1	3,9	0,2
B	1,30	1,41	1,50	13,7	12,1	8,8	1,3	1,2	0,9	40,0	3,5	4,1	0,3
P	1,24	1,36	1,36	12,8	11,8	9,0	1,2	1,2	0,9	37,0	3,8	3,7	0,4

nach einem Umbruch Anfang Oktober nicht vollständig abtrocknen, so dass in der Variante G z.B. im Juli 2004 eine Bedeckung von 95% durch Kulturgräser festzustellen war. Dies führte zu einem Ertragsverlust von 80 % gegenüber der Variante P mit einer Grasbedeckung von lediglich 5 %. Diese Verungrasung kann auch in nachfolgenden Kulturen nicht vollständig ausgeschaltet werden, so dass sich über die Jahre eine positive Rückkoppelung und ein Aufschaukeln des Problems ergibt. Das Maximum von Quecke und Ackerkratzdistel ist inzwischen überschritten (BELDE ET AL. 2002). Roggen reagiert aufgrund seiner stärkeren Wüchsigkeit und längeren Pflanzen weniger stark auf diese Konkurrenz, Kartoffeln und Sonnenblumen werden im Mai mechanisch gepflegt, womit überwiegend gute Bekämpfungserfolge erzielt werden. Wird nach Kartoffeln gepflügt – wie im Verfahren P – so besteht die Gefahr, dass Knollen bis zur Pflugtiefe vergraben, durch Frost nicht erreicht werden und im Frühjahr in der Folgekultur wieder austreiben. In diesem Versuch war dies in Einzeljahren zu beobachten.

Wirtschaftlich am günstigsten schneidet in diesem Versuch ein Wechsel von Pflug und Grubber (B) ab. Dabei konnte der Einsatz versuchsbedingt nicht situativ vorgenommen werden, sondern war vorher festgelegt. Bei einer frühzeitigen Ernte des Weizens und guten Auflaufbedingungen für Ausfallweizen könnte es günstiger sein, zu Roggen nicht zu pflügen und damit die Aufwendungen zu reduzieren.

Die Humusgehalte weisen bei P keine, bei G eine ausgeprägte Schichtung auf. Die Vorräte, die mit Hilfe der Gehalte und der Lagerungsdichten in den Schichten berechnet wurden, unterscheiden sich um 10 Mg/ha (Tab. 1).

Tab. 2: Regenwurmabundanz und -biomassen (Scheyern, 2004)

	Abundanz [m ⁻²]	Biomasse [g m ⁻²]
G	72	85
B	67	54
P	45	59

Die Humusgehalte in der Oberkrume der reduziert bearbeiteten Flächen sind um 0,1 % höher als bei P, die C-Vorräte liegen um 3 bzw. 1,5 t/ha höher, die N-Vorräte um 0,2 bzw. 0,4 t/ha. Jedes Jahr wurden ca. 50 kg/ha N im Humus akkumuliert. Dies hat sicherlich zu einer höheren Leistungsfähigkeit der Böden geführt. Die höchsten Regenwurmabundanz weist

die Variante G auf. Auffällig ist das höhere Einzelgewicht der Würmer, was auf einen höheren Anteil an tiefgrabenden und großen *Lumbricus terrestris* in dieser Variante zurückzuführen ist.

Schlussfolgerungen:

In Scheyern hat sich in einem 12-jährigen Bodenbearbeitungsversuch ergeben:

1. In der pfluglosen Variante wächst das Klee gras in den Folgekulturen z.T. durch, die Erträge sind niedriger und das System ist wirtschaftlich nicht nachhaltig.
2. Die Variante, die nur den Pflug einsetzt, hat die höchsten Erträge bei hohen Aufwendungen.
3. Ein Wechsel von Pflug und Grubber bringt ähnlich hohe Erträge, die beste Wirtschaftlichkeit, positive Umwelteffekte und ist an diesem Standort zu favorisieren.
4. Die Reduzierung der Bodenbearbeitung bewirkt eine Erhöhung der Humus- und Stickstoffvorräte und des Bodenlebens.
5. Wie sich die Humusqualität und die bodenphysikalischen Verhältnisse verändert haben, ist noch zu klären.
6. Ob die bei reduzierter Bodenbearbeitung geringeren Erträge der Wildpflanzenkonkurrenz oder auch einer aufgrund dichter Böden geringeren N-Mobilisierung geschuldet sind, wird durch den Einsatz von Modellen nachgegangen.
7. Ob durch reduzierte Bodenbearbeitung höhere unerwünschte N-Verluste auftreten, soll durch Messungen der N₂O-Flüsse geklärt werden.

Literatur:

Belde M, Mattheis A, Albrecht H, Sprenger B (2002) Langfristige Entwicklung des Vorkommens von *Cirsium arvense* (L.) Scop. nach der Umstellung von konventionellem zu ökologischem Landbau und integriertem Pflanzenschutz. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVII, 311-318.

Chan KY (2001) Soil particulate organic carbon under different land use and management. Soil use and management 17 (4): 217-221.

Ehlers W (1991) Wirkung von Bodenbearbeitungssystemen auf gefügeabhängige Eigenschaften verschiedener Böden. Ber. Landw., 204. SH, 118-148.

Edwards Eg, Lofty Jr (1975) The influence of cultivations on soil animal populations. In: Vanek (ed): Progress in Soil Zoology, 399-407, Den Haag.

Emmerling C, Hampl U (2002) Wie sich reduzierte Bodenbearbeitung auswirkt. Ökologie & Landbau 124(4/2002):19-23.

Kainz M, Kimmelman S, Reents HJ (2003) Bodenbearbeitung im Ökolandbau – Ergebnisse und Erfahrungen aus einem langjährigen Feldversuch. In Freyer, B., (Ed.) Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, page 33-36.

von Lützw M, Leifeld J, Kainz M et al (2002) Indications for soil organic matter quality in soils under different management. Geoderma 105 (3-4): 243-258.

Smith P (2004) Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. Europ. J. Agronomy 20 (3): 229-236.

Sommer C (1994) Einführung von Verfahren der Konservierenden Bodenbearbeitung in die Praxis. FuE-Vorhaben 87 UM 01. Inst. F. Betriebstechnik, FAL, Braunschweig.

Sprenger B (2004) Populationsdynamik von Ackerwildpflanzen im integrierten und organischen Anbausystem. Diss. TU München.

Weichel E (1981) Neue Verfahren und Geräte zur ökologisch orientierten Bodenbearbeitung. In: Praxis des Ökolandbaus. Verlag C.F. Müller, Karlsruhe.