

Leistung und langfristige Wirkung auf Humus- und Nährstoffhaushalt verschiedener Anbausysteme des ökologischen Landbau – Ergebnisse der 1. Rotation eines Dauerfeldversuches

Yields and quantification of the nutrient cycling of different production methods – Results from the first rotation of a long-term field experiment

F. Reinicke¹ und O. Christen¹

Keywords: production systems, crop farming, soil fertility, plant nutrition, cultivation

Schlagwörter: Betriebssysteme, Pflanzenbau, Bodenfruchtbarkeit, Pflanzenernährung, Bodenbearbeitung

Abstract:

The increased importance of organic farming in recent years, has led to a diversification of production systems. Since 1998 different farming systems were compared in a long-term field trial at the university of Halle-Wittenberg. The systems simulated either arable or mixed farming with various tillage treatments. In the first rotation the crop yields showed a clear response to the different farming systems. The balances of organic substances were mainly affected by the amount of organic fertilisers applied, whereas the nitrogen balance was influenced by the nitrogen fixation capacity of the clover-lucerne sward.

Einleitung und Zielsetzung:

Mit der verstärkten Ausdehnung des ökologischen Landbaus, nahm auch die Vielfalt in der Gestaltung des Produktionsprozesses zu. War beispielsweise in der Anfangszeit das Zusammenwirken von Ackerbau und Tierhaltung die charakteristische Betriebsform, ist heute auch die viehlose Landbewirtschaftung anerkannt und weit verbreitet. Als vorrangiges Ziel gilt auch für Ökobetriebe, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln möglichst ökonomisch zu wirtschaften. Dabei werden häufig marktorientierte Entscheidungen in der Anbaugestaltung getroffen. Ein optimales Nährstoffmanagement verlieren die Betriebe mehr und mehr aus den Augen, mit dem Risiko, dass Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit zurückgehen können.

Marktgerechte Produkte zu produzieren, ohne gleichzeitig wichtige natürliche Produktionsfaktoren zu vernachlässigen, ist Forschungsschwerpunkt des hier vorgestellten Versuches zu ökologischen Anbaumethoden. Mit der Konzeption als Dauerfeldversuch sollen die langfristige Entwicklung der Leistungspotenziale beschrieben sowie nachhaltige Wirkungen auf Boden- und Umweltparameter analysiert werden. Eine bedeutende Innovation zu bestehenden Versuchen ist dabei die Abbildung realer Stoffflüsse innerhalb der Betriebssysteme. Gerade für den Ökologischen Landbau müssen die Ergebnisse im Gesamtsystem beurteilt werden.

Methoden:

Seit 1998 wird auf der Versuchsstation Bad Lauchstädt (Schwarzerdegebiet Sachsen-Anhalt; AZ 92; NS: 480 mm; ØT: 8,9 °C) ein Dauerfeldversuch durchgeführt. Bei der Gestaltung des Versuches wurde zunächst zwischen viehhaltender (1 GV/ha; Produktionsrichtung Milch) und viehloser Betriebsform unterschieden. Hieraus leitet sich Fruchtfolge, Nutzung der Ernteprodukte und organische Düngung ab. Die Anbaufolge:

¹Institut für Acker- und Pflanzenbau, Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-Wucherer-Str. 2, 06108 Halle/Saale, Deutschland, frank.reinicke@landw.uni-halle.de

Klee-Luzerne-Gras (KLG) – Silomais – Winterweizen (WW) – Wintergerste (WG) – Erbse – Winterroggen (WR) zielt in den viehhaltenden Varianten auf eine ausreichende Erzeugung eigener Futtermittel. Das Getreidestroh wird hier als Einstreu komplett gemerzt. Stallmist wird je zur Hälfte zu Silomais und Gerste ausgebracht. Die ausgebrachten Mengen werden durch die Simulation der Tierhaltung bestimmt und entsprechen somit einem Anfall in Abhängigkeit des tatsächlichen Futter- und Einstreuaufkommens. Es können dadurch praxisnahe, in sich schlüssige Systeme abgebildet werden, in denen keine Zufuhren in die Betriebe erfolgen. In der viehlosen Fruchtfolge wird an Stelle von Silomais Kartoffel als Marktfrucht angebaut. Klee-Luzerne-Gras dient als Rotationsbrache zur Gründung und Koppelprodukte des Getreides verbleiben auf den Flächen. Ein weiterer Prüffaktor ist eine differenzierte Bodenbearbeitung. Der konventionellen Variante mit dem Einsatz des Pfluges steht eine bodenschonende Bearbeitung mit dem Zweischichtenpflug (ZSP) gegenüber.

Im Versuch kommen jedes Jahr alle Fruchtarten in vier Wiederholungen zum Anbau. Es werden Bestandesparameter, Ertragsleistungen und Qualitäten der Fruchtarten sowie Bodendaten erfasst. Die Systemanalysen erfolgen mit dem Bilanzierungsprogramm REPRO und werden unter anderem nach ihrer Wirkung auf den Humus- und Nährstoffhaushalt hin beschrieben.

Ergebnisse und Diskussion:

Tab. 1: Trockenmasseerträge (dt/ha) der einzelnen Fruchtarten in Abhängigkeit der Bewirtschaftung (1999-2004).

Variante	KLG	Mais	Kart.*	WW**	WG**	Erbse**	WR**		
viehhaltend	1999	115,7	170,3		56,9	54,6	40,3	47,2	
	2000	124,3	130,6		46,1	70,1	30,6	63,7	
	2001	128,1	133,6		68,2	62,1	42,4	61,8	
	2002	129,5	138,6		24,2	54,3	21,3	34,6	
	2003	119,2	153,9		65,4	52,5	23,0	72,9	
	2004	108,1	136,7		72,5	81,6	48,3	80,4	
	Mittel	120,8 a	143,9 a	-	55,6 b	62,5 a	34,3 a	60,1 ab	
	viehlos	1999	115,3	167,9		51,9	57,0	38,0	45,2
		2000	127,1	126,9		43,1	67,4	30,7	65,5
		2001	130,1	136,2		62,6	59,3	40,0	59,0
2002		127,8	136,7		21,8	53,0	23,3	54,2	
2003		112,2	149,1		64,6	50,2	17,8	68,7	
2004		108,1	144,9		73,4	83,6	42,8	83,2	
Mittel		120,1 a	143,6 a	-	52,9 c	61,7 a	32,1 b	62,6 a	
Pflug		1999	102,9		235,0	53,4	49,8	36,4	45,7
		2000	121,0		260,8	80,5	54,4	30,1	62,1
		2001	134,0		331,1	81,3	43,5	38,9	55,5
	2002	123,5		353,0	29,3	54,8	21,7	46,5	
	2003	105,3		337,8	69,1	46,8	19,3	69,0	
	2004	96,7		293,2	80,8	81,6	46,8	85,5	
	Mittel	113,9 b	-	301,8 a	65,7 a	55,2 b	32,2 b	60,7 ab	
	ZSP	1999	108,3		254,2	49,4	51,0	38,0	45,5
		2000	122,4		264,6	79,6	49,9	29,0	64,6
		2001	141,5		305,1	84,0	40,6	39,8	55,0
2002		120,8		332,3	33,1	43,5	21,6	45,5	
2003		99,1		340,2	69,8	44,1	18,0	65,8	
2004		94,0		272,7	78,8	72,3	46,3	78,5	
Mittel		114,4 b	-	294,8 a	65,8 a	50,3 c	32,1 b	59,1 b	
GD_{0,05} mehrjährig		4,3	6,1	13,4	2,8	2,2	1,8	3,4	

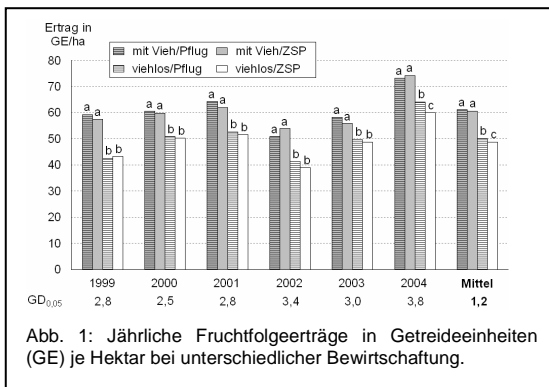
* Knollenfrischmasse

** 86 % TS-Gehalt

Die erste Rotation lieferte hauptsächlich Aussagen über die Umstellungsphase lang-jährig konventionell bewirtschafteter Flächen auf ökologischen Landbau. Fruchtfolge-wirkungen kamen erst mit zunehmender Laufzeit allmählich zum tragen. Die Systeme müssen sich entsprechend der Bewirtschaftung „einschwingen“. Die Jahre 2002 mit langer Niederschlagsphase zur Erntezeit der Druschfrüchte und 2003 mit einer ausgeprägten Trockenzeit während der Hauptwachstumsphase zählten witterungsbedingt zu Extremjahren.

Im Mittel der Versuchsjahre zeigten die meisten Fruchtarten deutliche Unterschiede in den Ertragsleistungen zwischen viehhaltender und viehloser Bewirtschaftung (Tab. 1). So lagen die Trockenmasseerträge bei Klee-Luzerne-Gras unter Schnittnutzung 5,5 % über der Mulchvariante. Dagegen erbrachte Winterweizen auf Grund der Fruchtfolge-gestaltung in den viehlosen Systemen überaus hohe Erntemengen. Gründüngung aus der Vorfrucht und anbautechnische Vorteile der Vorfrucht Kartoffel verursachten eine günstige Nährstoffversorgung, wohingegen Silomais als Vorfrucht bereits Nähr-stoffe aus organischer Substanz gut ausnutzt. Zusätzlich kann auch von einem höhe-ren Wasserverbrauch durch Silomais ausgegangen werden. Wintergerste profitierte stark von der direkten Stallmistgabe bei viehhaltender Bewirtschaftung. Je nach Vari-ante konnten damit über 10 dt/ha mehr geerntet werden als ohne Vieh. Als Besonder-heit kommt allerdings im viehlosen System ein Stickstoffinput durch Klee-Luzerne-Gras erst zum vierten Anbaujahr zur Wirkung. Hierauf deuten die sich verringerten Ertragsdifferenzen zwischen beiden Betriebsformen in der zweiten Hälfte der Rotation hin.

Signifikante Ertragsunterschiede bei differenzierter Bodenbearbeitung konnten für Weizen und Erbsen in den viehhaltenden und für Gerste in den viehlosen Varianten festgestellt werden.



Um einen Überblick über die Ertragsentwicklung der gesamten Fruchtfolge in den einzelnen

Bewirtschaftungssystemen zu erhalten, sind in Abb. 1 die gesamten Erntemengen der einzelnen Versuchsjahre gegenübergestellt. Es zeigte sich für alle Varianten im Gesamtzeitraum der 1. Rotation eine Zunahme der Ertragsleistung. Ertragsverluste waren in den Jahren 2002 und 2003 auf

extreme Witterungsbedingungen zurück zu führen. Dabei war auf Grund der Standort-eigenschaften ein geringerer Ertragsrückgang bei einer ausgeprägten Trockenheit fest zu stellen. Unterschiedliche Fruchtfolgeleistungen zwischen viehhaltender und viehloser Bewirtschaftung beruhen auf die differenzierte Verwendung von Klee-Luzerne-Gras und Stroh. Ein Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitung konnte erstmals im Anbaujahr 2004 in den viehlosen Systemen aufgezeigt werden und war auch im Mittel der Versuchsperiode signifikant.

Auf Basis aller Messwerte im Versuch fand eine Humus- und Nährstoffbilanzierung der Systeme mit dem Programm REPRO statt. Hier konnten bereits im Vorfeld die langfristigen Wirkungen auf entsprechende Bodenparameter prognostiziert werden.

Tab. 2: Humusbilanz unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme (1999-2004).

Parameter	viehhaltend		viehlos	
	Pflug	ZSP	Pflug	ZSP
Humus-Bruttobedarf	-0,93	-0,93	-0,93	-0,90
Humusersatzleistung	1,14	1,14	0,94	0,94
Mehrerleistung	0,42	0,41	0,30	0,30
Strohdüngung	0,09	0,08	0,41	0,39
Gründüngung	0,00	0,00	0,23	0,24
Stallmistdüngung	0,64	0,64	0,00	0,00
Humussaldo	0,21^a	0,20^a	0,01^c	0,04^b

zeigten Ertragsunterschiede bei differenzierter Nutzung von Klee-Luzerne-Gras gestalteten sich auch die Humusmehrerleistungen. Des Weiteren wurde deutlich, dass in den Systemen mit Vieh eine höhere Reproduktion durch die eingesetzten Dünger realisiert wurde. Mit reduzierter Bodenbearbeitung war für die viehlose Bewirtschaftung ein höherer Saldo nachweisbar, was auf den geringeren Bedarf zurück zu führen war.

Tab. 3: Stickstoffbilanz unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme (1999-2004).

Parameter	viehhaltend		viehlos	
	Pflug	ZSP	Pflug	ZSP
N-Entzug	148,8	148,6	148,8	146,8
N-Zufuhr*	177,4	178,7	161,3	163,1
Symb. N-Fixierung	65,4	67,0	53,0	53,9
Strohdüngung	11,8	11,0	19,2	18,3
Gründüngung	0,4	0,6	55,6	57,4
Stallmistdüngung	67,5	67,5	0,0	0,0
Boden-N	11,8	11,0	0,4	2,1
N-Saldo	17,1^a	19,1^a	12,1^b	14,2^b

* einschl. 30 kg N/ha jährlicher Immission

Bei der Humusbilanz (GD=0.03) hatte erwartungsgemäß die Organisation der organischen Düngung die größte Bedeutung (Tab. 2). Bei einem etwa gleichen Niveau im Humusbedarf der Systeme, wurden die Salden durch die Humusersatzleistungen geprägt. Entsprechend der oben aufge-

Die Stickstoffbilanz für die 1. Rotation zeigt Tab. 3. Wie bei der Humusbilanz waren auch hier fast identische Entzüge für die Varianten zu verzeichnen. Die signifikant unterschiedlichen Salden (GD=2,5) in Abhängigkeit der Tierhaltung wurden ebenfalls durch die N-Zufuhr hervorgerufen. So konnten im Mittel in den Futterbausystemen etwa 15 kg N/ha*a mehr fixiert werden. Dagegen war der Stickstoff-

einsatz bei unterschiedlicher organischer Düngung annähernd gleich. Zu Berücksichtigen ist, dass nach der Simulation der Tierhaltung mit realen Ertragsergebnissen zu Futter und Einstreu, der Stickstoffeinsatz über Stallmist ab 2003 von 70 auf 60 kg N/ha*a reduziert wurde.

Schlussfolgerungen:

Bei Umstellung auf ökologischen Landbau ist unter den gegebenen Standortbedingungen erwartungsgemäß im 1. Jahr ein deutlicher Ertragsrückgang zu verzeichnen. Doch schon im 2. Versuchsjahr verbesserte sich die Ertragsleistung für alle Systeme. Es bestanden hauptsächlich signifikante Unterschiede zwischen viehhaltenden und viehlosen Betriebssystemen. Bestimmend war dafür der differenzierte Stickstofftransfer innerhalb der Fruchtfolgen. In Einzelfällen war ein Einfluss reduzierter Bodenbearbeitung nachweisbar. Unabhängig von der Gestaltung des Produktionsverfahrens konnte eine positive Wirkung auf den Humus- und Nährstoffhaushalt prognostiziert werden.

9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.
Beitrag archiviert unter <http://orgprints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007.html>

Archived at <http://orgprints.org/9768/>