

Entwicklung eines pfluglosen Getreideanbausystems für den ökologischen Landbau: „Bicropping“ von Winterweizen und Weißklee

Development of a no-till cereal cropping system for organic agriculture: winter wheat-white clover “bicropping”

H. Neumann¹, R. Loges¹, F. Taube¹

Key words: Direct drilling, Grain production, Intercropping, Living mulch

Schlüsselwörter: Direktsaat, Getreideanbau, Intercropping, Lebendmulch

Abstract:

Direct drilling of winter wheat in living mulches of white clover resulted in dry matter yields and forage quality of whole crop silage similar to wheat sown after ploughing. Grain yields, however, were lower in the intercropping system than in the sole wheat system. As wheat/clover “bicropping” caused very high grain yields of succeeding crops (oats, rye), it was concluded that the system allows to grow both cash crop and green manure crop in the same year and, therefore, might be a profitable alternative to otherwise common green manures in organic crop rotations.

Einleitung und Zielsetzung:

Im konventionellen Anbau wurden wiederholt Versuche zur Direktsaat von Getreide in ausdauernde Weißkleebestände durchgeführt (Jones und Clements, 1993, Clements und Donaldson, 1997, Thorsted et al., 2002, Bergkvist, 2003 und andere). Ein Hauptziel der Experimente war die Entwicklung eines neuen Anbauverfahrens, welches einen verringerten Einsatz von Agrochemikalien, insbesondere von mineralischen Stickstoffdüngemitteln erlaubt. „Bicropping“ von Winterweizen und Weißklee erwies sich hierbei im Vergleich zum alleinigen Anbau von Winterweizen als geeignet für die Erzeugung von Ganzpflanzensilage (Clements und Donaldson, 1997). Die Weizenkorntrträge konnten aufgrund der Konkurrenz des Klees hingegen i.d.R. nicht befriedigen (Clements und Donaldson, 1997, Bergkvist, 2003).

Für das N-limitierte System des ökologischen Landbaus könnte das „Bicropping“-System ein interessantes Getreideanbauverfahren darstellen, wenn es gelingt, parallel zum Wachstum des Getreides überjährig Luftstickstoff zu binden, ohne auf die Ernte einer Marktfrucht verzichten zu müssen. Die pfluglose Bodenbearbeitung sowie die ganzjährige Bodenbedeckung durch den Klee lassen des weiteren eine Förderung der Bodenfruchtbarkeit, einen verstärkten Schutz vor Bodenerosion, Vorteile für das Bodenleben, eine Verminderung von Nährstoffauswaschungen sowie eine Einsparung von Energie- und Maschinenkosten erwarten.

Auf dem Versuchsbetrieb Lindhof (Bodenart IS-sL, 40-45 Bodenpunkte, mittlerer Jahresniederschlag 774 mm, Jahresmitteltemperatur 8,7 °C) der Universität Kiel wurden vor diesem Hintergrund verschiedene Experimente zum „Bicropping“ von Getreide mit Weißklee durchgeführt. In den Versuchen sollte ermittelt werden (1) ob und wie das neue Verfahren im ökologischen Anbau durchführbar ist und (2) inwieweit das System eine Alternative zu herkömmlichen Anbauverfahren darstellt.

Methoden:

Es wurden zwei mehrjährige Versuchsserien durchgeführt. Als Versuchsanlagen dienten kombinierte Spalt-Blockanlagen in vierfacher Wiederholung. In der ersten Versuchsserie wurde getestet, ob und wie sich die Konkurrenz zwischen dem Getrei-

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Universität Kiel, Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald Str. 9, D-24118 Kiel, E-Mail hneumann@email.uni-kiel.de

de und Klee so beeinflussen lässt, dass möglichst hohe Getreideerträge bzw. -qualitäten erzielt werden und gleichzeitig ein vollwertiger Weißkleebestand für die Folgekultur erhalten bleibt. Die in den Versuchen jeweils zweijährig getesteten Faktoren und Faktorstufen werden in der Tabelle 1 erläutert.

Tabelle 1: Versuchsfaktoren und Faktorstufen Versuchsserie I (Ernte 2002 und 2003)

Experiment	Ansaattechnik Weizen			Reihen- weite (cm)		Sortentyp Weißklee			Mulchintensität Weißklee		
	B I	B II	P	12	36	kl	mi	gr	0	2	3
Exp. I	x	x	x	x	x		/			/	
Exp. II	x	x		x	x	x	x	x		/	
Exp. III		/			/		/		x		x

B I: „Bicropping“ I (extensiv): Reihendirektfrässaat von Winterweizen in Weißklee (Howard Roto-matic); **B II:** „Bicropping“ II (intensiv): Drillsaat von Winterweizen nach flächigem Fräsen bis an die Überlebensgrenze des Weißkleees; **P:** Pflugsaat, Drillsaat von Winterweizen nach Umbruch des Weißkleees

kl: kleinblättrig (Rivendel), **mi:** mittelgroßblättrig (Milkanova), **gr:** großblättrig (Landy)

0: kein Mulchen, **2:** 2x Mulchen, **3:** 3x Mulchen in den Getreidereihenzwischenräumen

/: keine Faktorstufe, Standardpflege

Als Untersuchungsparameter wurden die Kornerträge und -qualitäten ermittelt. In Experiment I erfolgte zum EC-Stadium 85 des Weizens eine zusätzliche Beprobung, um die Eignung als Ganzpflanzensilage (GPS) zu ermitteln (Untersuchungsparameter siehe Ergebnisteil).

In der zweiten Versuchsserie wurden verschiedene Experimente zum mehrjährigen „Bicropping“ durchgeführt. In diesem Beitrag werden Ergebnisse eines zweijährigen Versuches vorgestellt, in dem nach Frühjahrs- bzw. Herbstumbruch die Kornerträge der alternativen Folgefrüchte Hafer und Winterroggen ermittelt wurden, um den Vorfruchtwert des „Bicropping“-Systems im Vergleich zur Pflugsaat zu ermitteln.

Ergebnisse und Diskussion:

Versuchsserie I

Der Winterweizenanbau im „Bicropping“-System führte in Übereinstimmung mit Ergebnissen aus dem konventionellen Anbau (Bergkvist, 2003) zu geringeren Kornerträgen als die Pflugsaat (Tabelle 2). Die Ertragsdifferenz betrug -34 % (Direktsaat nach ganzflächigem Fräsen des Kleees, „Bicropping“ II) bzw. -60 % (Reihenfrässaat, „Bicropping“ I). Die Bestandesdichte sowie die Anzahl an Körnern je Ähre waren bei „Bicropping“ signifikant reduziert. Der Rohproteingehalt im Korn war bei „Bicropping“ II signifikant höher als bei den anderen beiden Ansaattechniken. Die Erhöhung der Reihenweite auf 36 cm bewirkte im Vergleich zum Normalabstand im Mittel der getesteten Ansaattechniken eine Steigerung des Kornrohproteingehaltes um 0,9 Prozentpunkte. Der Kornertrag war hingegen bei „weitere Reihe“ um 3,4 dt/ha (-12,2 %) reduziert, da die Bestandesdichte im Vergleich zur Kontrolle vermindert war. Beide Effekte sind aus Versuchen zum „Weite Reihe“-Anbau nach Pflugsaat bekannt (Neumann et al., 2003). Die Variation des Weißkleeesortentyps in Experiment II hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Weizenanbau und den Rohproteingehalt im Weizenkorn (ohne Ergebnisdarstellung). Durch Mulchen des Kleees in den weiten Reihenzwischenräumen (Experiment III) wurde bei insgesamt niedrigem Ertragsniveau eine signifikante Steigerung des Winterweizenanbaues um 4,8 dt/ha (29,3 %) erreicht. Der Kornrohproteingehalt wurde nicht durch die Mulchintensität beeinflusst (ohne Ergebnisdarstellung).

Die Ergebnisse der Beprobung zum Zeitpunkt der GPS-Ernte sind in der Tabelle 3 dargestellt. Der NEL-Gehalt in der erntbaren Sprossmasse wurde nicht signifikant durch die Faktoren Ansaattechnik und Reihenweite beeinflusst.

Durch „Bicropping“ II mit einer Reihenweite von 12 cm wurden NEL-Erträge erzielt, die auf einem Niveau mit der Kontrolle (Pflugsaat Winterweizen) lagen. Für Körnerleguminosen-Sommergetreide-Gemenge wurden am Standort Lindhof vergleichbare Werte ermittelt (Wichmann, 2004). Mit futterbaulich genutzten Klee grasbeständen können die durch „Bicropping“ erzielten GPS-Erträge und GPS-Qualitäten hingegen nicht konkurrieren (vergleiche Loges, 1998). Durch „Bicropping“ wurden im Vergleich zur Pflugsaat signifikant höhere Rohproteingehalte in der Sprossmasse erzielt. Im Vergleich zu den genannten alternativen Futterbausystemen (Loges, 1998, Wichmann, 2004) sind die Gehalte jedoch gering.

Tabelle 2: Einfluss von Ansaattechnik und Reihenabstand auf den Kornertrag (dt/ha) (0 % Feuchte), den Rohproteingehalt (RP) im Korn (%) sowie die Ertragsstruktur von Winterweizen (Sorte Bussard) (Experiment I, Mittel der Jahre 2002 und 2003)

Faktor	Faktorstufe	Ertrag (dt/ha)	Korn-RP (%)	Triebe/m ²	TKM (g)	Körner/Ähre
Ansaat-technik	„Bic“ I (extensiv)	15,2 c	13,8 a	269 b	45,6 a	12,8 c
	„Bic“ II (intensiv)	25,2 b	12,1 b	319 ab	44,5 a	18,7 b
	Pflugsaat	38,0 a	12,2 b	359 a	42,9 b	25,9 a
	SE/Sign.	1,0 ***	0,2 ***	20 *	0,4 ***	1,5 ***
Reihen-abstand	12 cm	27,8 a	12,2 b	360 a	44,5	18,0
	36 cm	24,4 b	13,1 a	271 b	44,2	20,3
	SE/Sign.	0,8 **	0,1 ***	16 ***	n.s.	n.s.

„Bic“: „Bicropping“; SE/Sign.: Standardfehler/Signifikanz (F-Test) bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit (Proc MIXED, SAS 2001); n.s.: nicht signifikant ($p > 5,0\%$), *: signifikant ($5,0\% > p > 1,0\%$), **: hoch signifikant ($1,0\% > p > 0,1\%$), ***: sehr hoch signifikant ($p < 0,1\%$); signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet, multiple Mittelwertvergleiche wurden mit dem Bonferroni-Holm-Verfahren durchgeführt

Tabelle 3: Einfluss der Wechselwirkung Reihenweite (cm) x Ansaattechnik auf Qualitäts- und Ertragsparameter von Winterweizen im Normalanbau (Pflügen) sowie im gemeinsamen Anbau mit Weißklee („Bicropping“) zum Zeitpunkt der Ernte als Ganzpflanzensilage (EC 85) (Experiment I, Mittel der Jahre 2002 und 2003, Schnitthöhe 10 cm)

Faktor- stufe	Trockenmasse (TM) (g/m ²)			Rohprotein i. d. TM (%)			NEL-Gehalt (MJ/kg TM)			NEL-Ertrag (MJ/ha)		
	12 cm	36 cm	Sig ¹	12 cm	36 cm	Sig ¹	12 cm	36 cm	Sig ¹	12 cm	36 cm	Sig ¹
Pflügen	956,6 a	937,8 a	ns	6,5 b	7,2 c	ns	5,5	5,4	ns	52045 a	50697 a	ns
„Bic“ II (intensiv)	878,3 ab	583,1 b	***	8,9 a	8,6 b	ns	5,8	5,6	ns	50295 a	32383 b	***
„Bic“ I (extensiv)	746,2 b	542,4 b	**	9,5 a	10,3 a	ns	5,6	5,7	ns	41593 b	30773 b	**
Sig ²	**	***		***	***		n.s.	n.s.		*	***	
F/Sig ³	5,33 **			1,44 n.s.			1,06 n.s.			5,53 **		

¹ Sig: Signifikanzniveau (siehe Tabelle 2) des Vergleichs zwischen Reihenweiten bei konstanter Ansaattechnik (test of effect slices; slice = Ansaattechnik); ² Sig: Signifikanzniveau des Vergleichs zwischen Ansaattechniken bei konstanter Reihenweite (test of effect slices; slice = Reihenweite); ³ F/Sig: F-Wert und Signifikanzniveau der Wechselwirkung Reihenweite x Ansaattechnik (Proc MIXED, SAS 2001)

Versuchsserie II

Im Gegensatz zur Pflugsaat hinterblieb beim Anbau im „Bicropping“-Verfahren nach der Ernte des Getreides ein vollwertiger Weißkleebestand. Die Kornerträge der durch Pflugsaat angesäten alternativen Folgefrüchte Hafer und Winterroggen waren in beiden Versuchsjahren nach „Bicropping“ signifikant höher als nach der Winterweizenreinsaat. Der Mehrertrag betrug bei Hafer rund 20,3 dt/ha (+ 29,2 %) und bei Winterroggen 12,9 dt/ha (+ 30,7 %) (Abbildung 1). Hafer erzielte erwartungsgemäß signifikant höhere Kornerträge als Roggen.

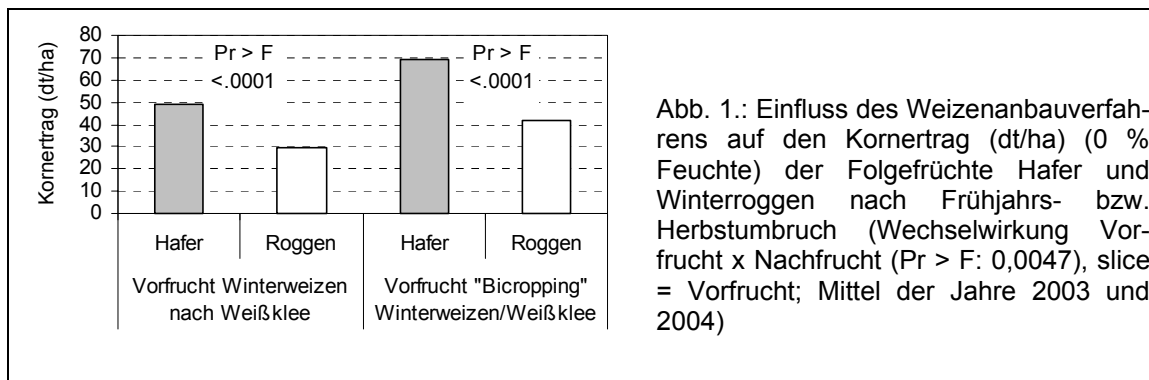


Abb. 1.: Einfluss des Weizenanbauverfahrens auf den Kornertrag (dt/ha) (0 % Feuchte) der Folgefrüchte Hafer und Winterroggen nach Frühjahrs- bzw. Herbstumbruch (Wechselwirkung Vorfrucht x Nachfrucht (Pr > F: 0,0047), slice = Vorfrucht; Mittel der Jahre 2003 und 2004)

Schlussfolgerungen:

Der Winterweizenanbau im „Bicropping“-System führte im Vergleich zur Pflugsaat zu Mindererträgen. Im Hinblick auf die ermittelte Fruchtfolgeleistung könnte das Verfahren jedoch insbesondere für viehlos wirtschaftende Ökobetriebe eine interessante Alternative zur herkömmlichen Flächenstilllegung mit Klee gras darstellen. Bei vergleichbar hohem Vorfruchtwert kann der „Bicropping“-Anbau zusätzlich einen Erlös aus dem Verkauf eines Qualitätsweizens (Korn-RP > 12 %) erzielen. Viehhaltende Betriebe können „Bicropping“-Bestände je nach Futterangebot und -bedarf alternativ als Ganzpflanzensilage ernten. Das in den Versuchen erfolgreichste „Bicropping“-Verfahren (Drillsaat nach flächigem Fräsen des Klees) ist mit betriebsüblicher Technik durchführbar.

Die Untersuchungen werden im Rahmen des Projektes „Hof Ritzerau“ von Herrn G. Fielmann finanziert.

Literatur:

Bergkvist G (2003) Effect of White Clover and Nitrogen Availability on the Grain Yield of Winter Wheat in a Three-Season Intercropping System. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 53: 97-109

Clements RO, Donaldson G (1997) Clover and cereal: low input bi-cropping. Farming and Conservation 3, 12-14

Jones L, Clements RO (1993) Development of a low input system for growing wheat (*Triticum vulgare*) in a permanent understorey of white clover (*Trifolium repens*). Annals of Applied Biology 123: 109-119

Loges R (1998) Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotklee grasbeständen. Kiel : Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 262 p, Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 09

Neumann H, Loges R, Taube F (2003) Optimierungsstrategien des "Weite Reihe"-Verfahrens im ökologischen Winterweizenanbau: Variation von Reihenweite, Weizensorte, Aussaatstärke, Hackintensität und Untersaat. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 15: 52-55

Thorsted MD, Olesen JE, Koefoed N (2002) Effects of white clover cultivars on biomass and yield in oat/clover intercrops. Journal of Agricultural Science 138: 261-267

Wichmann S (2004) Ertragsleistung, Futterqualitätsentwicklung, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwirkung von verschiedenen Körnerleguminosenarten in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. Kiel : Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 153 p, Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 35