

Einfluss der Bodenbearbeitung und des Säverfahrens auf die Spross- und Wurzeleleistung unterschiedlicher Zwischenfrucht-Mischungen

Verena Mainer ¹, Harald Schmid ², Werner Vogt-Kaute ³, Helmut Steber ⁴
& Thomas Ebertseder ¹

Fachhochschule Weihenstephan, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft ¹
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, WZW, TU München ²
Öko-Beratungs-Gesellschaft mbH, Naturland – Fachberatung ³
Schlossgut Hohenkammer ⁴

Zusammenfassung

Der Zwischenfruchtbau stellt für den ökologisch wirtschaftenden Betrieb eine wichtige Stellgröße im Management der Bodenfruchtbarkeit dar. Ein hoher Biomasse-Aufwuchs sowie eine intensive Durchwurzelung sind dabei maßgebliche Kenngrößen. Hierbei stellt sich die Frage welches Verfahren zur Bodenbearbeitung und Saat geeignet ist, um einen wirksamen Zwischenfruchtbestand zu etablieren. Im vorliegenden Parzellenversuch wurden sechs verschiedene Zwischenfruchtmischungen mit je zwei unterschiedlichen Bodenbearbeitungs- und Säverfahren kombiniert. Es wurde sowohl der Sprossertrag als auch die Wurzelmasse und -verteilung gemessen. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Bestellverfahren einen ertragswirksamen Einfluss auf die Zwischenfrüchte nehmen. Der Sprossertrag wurde maßgeblich vom Säverfahren beeinflusst. Die Grundbodenbearbeitung zeigte keinen signifikanten Effekt auf den Spross- und Wurzeleertrag. Die Wurzelverteilung in die Tiefe war dagegen stark von der Bodenbearbeitung abhängig. Wechselwirkungen der Zwischenfruchtmischungen mit dem Bestellverfahren waren erkennbar, ließen sich aber nicht statistisch absichern.

Summary

Catch crops are an important factor in the crop rotation of organic farming, contributing to a high yield and healthy main crop. Main precondition are healthy, fast growing catch crops with a well-developed root system. In this context the question arises which cultivation methods are suited best to establish effective catch crop. The field trial presented investigated six different catch crops, each in combination with two types of tillage and sowing. The research investigated shoot and root yields and root spread. The results clearly show that the different cultivation methods strongly influence the yield of catch crops. The shoot yield clearly depends on the sowing method. The tillage method did not significantly affect shoot or root yields but strongly influenced root spread. Even though interactions between catch crop mixtures and the methods of sowing and tillage showed no significant influence there were some notable outcomes.

Einleitung

Im ökologischen Landbau leisten Zwischenfrüchte einen nicht zu unterschätzenden Beitrag, um innerhalb der Fruchtfolge ertragreiche, gesunde Hauptkulturen zu entwickeln. Neben Nährstoffsammlung und -speicherung werden langfristig grundlegende boden-physikalische und -chemische Prozesse, vorrangig durch mikrobielle Aktivität positiv beeinflusst.

In der Literatur wird die Notwendigkeit einer ordentlichen Saatbettbereitung (LÜTKE-ENTRUP & OEHMICHEN 2000, PREUSCHEN & Bernath 1983, LÜDDECKE 1990) und einer mittleren bis tiefen Pflugfurche (ESSER & LÜTKE-ENTRUP 1981, EBERT 1958, RENIUS & LÜTKE-ENTRUP 1992) meist als Voraussetzung für ein sicheres Gelingen des durch eine kurze Vegetationszeit gekennzeichneten Zwischenfruchtbaus herausgestellt. Eine entscheidende Rolle kommt hierbei vor allem den jahresspezifischen klimatischen Bedingungen zu, wobei in Jahren mit besonders wüchsiger Witterung die Unterschiede zwischen den Bestellverfahren wesentlich geringer ausfallen. Da die Bestellung der Zwischenfrüchte in die besonders arbeitsintensive Erntezeit der Hauptkulturen fällt, ist der praktische Landwirt dazu geneigt, den Anbau der Zwischenfrüchte mit einer weniger arbeitsintensiven und letztlich auch kostengünstigeren Bestellvariante durchzuführen. Der im Folgenden beschriebene Versuch sollte deshalb der Frage nachgehen, wie sich verschiedene, derzeit praktizierte, unterschiedlich intensive Anbauverfahren auf das Wachstum ausgewählter Zwischenfruchtmischungen auswirken.

Material und Methoden

In einer teilrandomisierten Blockanlage wurden am Standort Hohenkammer (Tertiär-Hügelland, sandiger Lehm, 20 km westlich von Freising) im Sommer 2008 Zwischenfruchtmischungen unter verschiedenen Bodenbearbeitungs- und Säverfahren auf ihre Spross- und Wurzelleistung untersucht. Aus der Kombination der einzelnen Faktoren

(s. Tab. 1) ergaben sich 24 Varianten, die in Großparzellen (450 m²) in zwei Parallelen angesät wurden.

Die Saat erfolgte zu trockener Witterung am 7. August, eine Woche nach der Stoppel- und Stroheinarbeitung der Vorfrucht Braugerste. Aufgrund unmittelbar nach der Saat einsetzender Niederschläge und im Folgenden ausreichender Bodenfeuchte folgte ein zügiger und ungestörter Auflauf. Die im weiteren Vegetationsverlauf häufigen, gleichmäßig verteilten Niederschläge (Summe während der Zwischenfrucht-Vegetationszeit: ca. 100 mm) hatten optimale Wachstumsbedingungen für die Zwischenfrüchte zur Folge.

Die Ernte der Sprossmasse und die Beprobung des Wurzelsystems wurden Ende Oktober durchgeführt. Pro Parzelle wurden jeweils an 3 Teilflächen je 2 m² oberirdische Pflanzenmasse abgeerntet und der Frisch- und Trockenmasseertrag, sowie die Bestandeszusammensetzung ermittelt. Die Wurzelbeprobung erfolgte mittels Bohrkernmethode (BÖHM 1997). Mit einem am Schlepper angebauten Beprobungsgerät wurden pro Parzelle zwei Proben in den Tiefen 0-15 cm und 15-30 cm Tiefe entnommen. Eine Probe umfasste 8 Einstiche. Nach Auswaschen der Proben erfolgte die Bestimmung der Wurzellänge nach der Schnittpunktmethode (NEWMANN 1966) und die Messung des Wurzelradius. Daraus wurde die Wurzellängendichte

bzw. die Wurzelrockenmasse errechnet (Annahmen: spezif. Gewicht von Wurzeln 1 g cm⁻³, TS-Gehalt: 10 %).

Tab. 1: Faktoren und Faktorstufen des Versuchs

Bodenbearbeitung	Pflug (Bearbeitungstiefe: 20 cm)
g	Grubber (Bearbeitungstiefe: 10 cm)
Säverfahren	Säkombination (pneumatische Sämaschine + Kreiselgrubber) Hatzenbichler-Saatstielgel (ohne Rückverfestigung)
Mischung 1	Aussaart: 100 kg ha ⁻¹ (Verhältnis = 50:20:20:10) Futter-Erbse, Sommer-Wicke, Ackerbohne, Lupine
Mischung 2	Aussaart: 50 kg ha ⁻¹ (Verhältnis = 18:10:20:30:2:2:10:8) Platterbse, Sommer Wicke, Winter-Wicke, Buchweizen, Sonnenblume, Phazelia, Alexandrinerklee, Perserklee
Mischung 3	Aussaart: 80 kg ha ⁻¹ (Verhältnis = 50:37:8:2,5:2,5) Sommer-Wicke, Platterbse, Buchweizen, Phazelia, Alexandrinerklee
Mischung 4	Aussaart: 27 kg ha ⁻¹ (Verhältnis = 56:44) Alexandrinerklee, Perserklee
Mischung 5	Aussaart: 46 kg ha ⁻¹ (Verhältnis = 87:6,5:6,5) Sommer-Wicke, Senf, Ölrettich
Mischung 6	Aussaart: 20 kg ha ⁻¹ (Verhältnis = 42:42:16) Alexandrinerklee, Ölrettich, Mungo

Ergebnisse und Diskussion

Die Auswirkung der verschiedenen Bestellverfahren kann vorrangig in zwei Wirkungszusammenhänge eingeteilt werden.

Das Säverfahren wirkte sich signifikant auf den Sprossertrag aus; die Bodenbearbeitung zeigte diesbezüglich keinen Einfluss. Varianten, die mit der Sämaschinenkombination bestellt wurden, erbrachten im Mittel über alle Mischungen und Bodenbearbeitungsverfahren 26 dt TM ha⁻¹ Ertrag. Varianten mit Bestellung über das Saatstielgelverfahren erreichten dagegen im Mittel nur 21 dt TM ha⁻¹ (Tab. 2). Der Unterschied von knapp 5 dt ha⁻¹ konnte statistisch abgesichert werden. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren konnte dagegen nicht festgestellt werden.

Auffallend, wenngleich statistisch nicht signifikant, ist die sich in einigen Varianten andeutende Wechselwirkung zwischen den Zwischenfruchtmischungen, den Sä- und den Bodenbearbeitungsverfahren (Abb. 1). Mischung 4 (Alexandriner- und Perserklee) reagierte in beiden Sävarianten negativ auf die vorangegangene Pflugfurche, wobei der Effekt insbesondere nach der Saat mit dem Saatstielgel ausgeprägt war. Die Mischungen 1 und 2, die jeweils großkörnige Leguminosen als dominanten Mischungspartner enthielten, bildeten nach Saat mit der Sämaschine und vorangegangener Pflugfurche die höchsten Biomasse- Aufwüchse aller Varianten. Relativ unbeeinflusst vom Bestellverfahren zeigte sich im Gegensatz dazu die ertragsschwächste Mischung 6 mit Alexandrinerklee, Ölrettich und Mungo.

Tab. 2: Sprossertrag der Zwischenfruchtmischungen in Abhängigkeit des Säverfahrens

Säverfahren		Mi 1	Mi 2	Mi 3	Mi 4	Mi 5	Mi 6	Ø
Saatstriegel	dt TM ha ⁻¹	21,5	22,4	22,9	17,8	21,7	20,2	21,1
Sämaschine	dt TM ha ⁻¹	27,2	28,6	25,3	24,7	26,5	22,1	25,7
Ø	dt TM ha ⁻¹	24,3	25,5	24,1	21,3	24,1	21,2	23,4

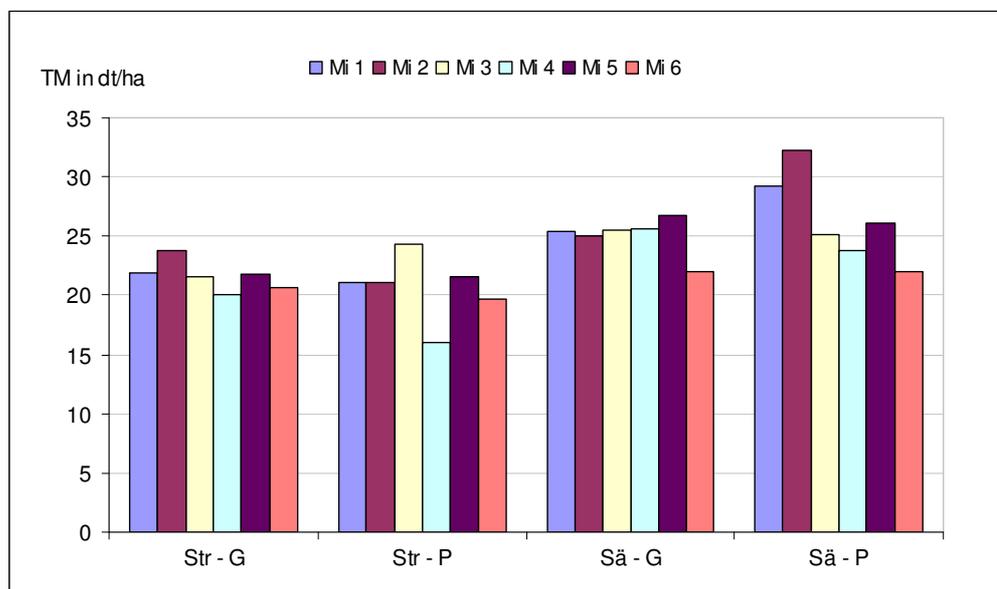


Abb. 1: Wirkung der Bestellvarianten Saatstriegel-Grubber (Str-G), Saatstriegel-Pflug (Str-P), Sämaschinenkombination-Grubber (Sä-G) und Sämaschinen-Kombination-Pflug (Sä-P) in Abhängigkeit der Zwischenfruchtmischungen

Die gesamte Wurzelrockenmasse, wie auch die Wurzellängendichte in der beprobten Tiefe bis 30 cm wurde weder vom Säverfahren noch von der Bodenbearbeitung signifikant beeinflusst. Die getrennte Erfassung der Tiefen 0-15 cm und 15-30 cm zeigt die Wurzelverteilung in der Krume. Hierbei konnten signifikante Unterschiede zwischen Pflug und Grubber festgestellt werden. Während der Pflug eine Durchwurzelung der gesamten Krume sicherstellte, breiteten sich die Wurzeln in den Grubbervarianten vorrangig in den oberen 15 cm aus (Tab. 3). Diese Verteilung kann über alle Mischungen beobachtet werden.

Tab. 3: Wurzeltrockenmasse und Wurzellängendichte in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung und der Tiefe

Bodentiefe	Wurzeltrockenmasse		Wurzellängendichte (WLD)	
	Pflug	Grubber	Pflug	Grubber
	dt TM ha ⁻¹		cm WLD cm ⁻³	
0 - 15 cm	9,0 a	11,7 b	16,2 a	21,9 b
15 - 30 cm	7,1 a	4,7 b	11,2 a	6,3 b
Σ	16,1 c	16,4 c	13,7 c	14,1 c

Werte mit gleichen Buchstaben innerhalb der Wurzeltrockenmasse bzw. Wurzellängendichte unterscheiden sich nicht signifikant (t-Test, $\alpha = 0,05$)

Ein signifikanter Unterschied in der Wurzelentwicklung kann, wenn auch nur in geringem Maße, durch die Wahl der Mischungen erreicht werden. So erzielte die artenreiche Leguminosen-Nichtleguminosen-Mischung 3 eine signifikant höhere Wurzeltrockenmasse als Mischung 5 (Senf, Ölrettich und Sommerwicke). Die Wurzeltrockenmasse der übrigen Mischungen lag ertraglich zwischen diesen beiden Extremen, wobei weder zur ertragsstärksten noch zur ertragsschwächsten Mischung eine statistische Abgrenzung erfolgen konnte (Tab 4). Auf die Bodenbearbeitung reagierten die verschiedenen Mischungen unauffällig.

Tab. 4: Wurzeltrockenmasse der Zwischenfruchtmischung (Mittelwert Bestellverfahren)

		Mi 1	Mi 2	Mi 3	Mi 4	Mi 5	Mi 6	Ø
Wurzeltrockenmasse	dt TM ha ⁻¹	18,0	17,5	20,3	15,5	11,6	14,4	19,5
		ab	ab	a	ab	b	ab	

Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (t-Test, $\alpha = 0,05$)

Das Bestellverfahren beeinflusst die Spross- und Wurzeleistung der Zwischenfruchtbestände. Der in der Literatur (ESSER & LÜTKE-ENTRUP 1981, EBERT 1958) festgestellte

positive Einfluss einer Pflugfurche auf die Entwicklung der Zwischenfrüchte kann hingegen nicht generell durch die Versuchsergebnisse bestätigt werden. Dies dürfte auf die

optimalen Wachstumsbedingungen im Herbst 2008 zurückzuführen sein. Unter Trockenbedingungen dürfte sich die gleichmäßige Durchwurzelung der Krume in den Pflugvarianten stärker auf die Ertragsbildung auswirken, als im feuchten Herbst 2008. Eine gleichmäßige Durchwurzelung der gesamten Krume könnte eine bessere Nährstoff- und Wasseraufnahme der Pflanzen zur Folge haben. Allerdings gilt es zu bedenken, dass eine Wurzellängendichte von 4 cm cm⁻³ einen mittleren Abstand der Wurzeln von 5,6 mm bedingt (CLAASSEN 1990); Diese Durchwurzelungsintensität dürfte i.d.R. ausreichen, das Wasser und Nitrat der Krume komplett aufzunehmen. Lediglich bei Durchwurzelungsdichten von <0,2 cm cm⁻³ würde die Nitrataufnahme der Pflanzen eingeschränkt werden (KAGE 1997); um die Wasseraufnahme einzuschränken sind ähnlich geringe Durchwurzelungsintensitäten notwendig (KAGE 1994).

Schlussfolgerungen

Eine höhere Sprosstrockenmasse, bedingt durch ein ordentliches Saatbett, führt zu einem höheren Biomasseeintrag in den Boden. Die Nährstoffkonservierung für die Folgekultur kann somit über ein geeignetes Bestellverfahren positiv beeinflusst werden. Dasselbe gilt auch für die auf dem Acker verbleibende Biomasse, die wiederum fördernd auf das

Bodenleben und die Humusdynamik wirkt.

Der Anbau von Zwischenfrüchten ist stark standort- und witterungsbeeinflusst, so dass die dargestellten Ergebnisse bestenfalls eingeschränkt verallgemeinert werden dürfen. Sie können dennoch als Basis für die Ableitung, optimal an die einzelbetrieblichen Gegebenheiten angepasster Saat- und Bodenbearbeitungsverfahren dienen.

Literatur

BÖHM W (1997): *Methods of Studying Root Systems*; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg

CLAASSEN N (1990): *Nährstoffaufnahme höherer Pflanzen aus dem Boden*, Severin Verlag, Göttingen.

ESSER J & LÜTKE-ENTRUP E (1981): *Ackerfutterbau und Gründüngung haben Zukunft*, Landwirtschaftliche Schriftenreihe Boden Pflanze Tier, Heft 19; Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.

EBERT D (1958): *Zur Bodenbearbeitung im Stoppelfruchtanbau*. - *Die Deutsche Landwirtschaft* 8, 376-378.

KAGE H (1994): "Begrenzt die Wurzellängendichte die Wasseraufnahme von Kulturpflanzen?". - *Mitt. Ges. Pflanzenbauwissenschaften* 7, 33-36.

KAGE H (1997): "Is low rooting density of faba beans a cause of high residual nitrate content of soil at harvest?". - *Plant and Soil* 190, 47-60.

LÜDDECKE F (1990): *Ackerfutter*; 2. Auflage, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

LÜTKE-ENTRUP N & J OEHMICHEN (2000): *Lehrbuch des Pflanzenbaues Band 2*; Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen

NEWMANN E (1966): *A method of estimating the total length of root in a sample*. - *Journal of applied Ecology* 3, 133 – 145

PREUSCHEN G & K BERNATH (1983): *Die Kunst der Gründüngung*. Leopold Stocker-Verlag, Graz u. Stuttgart.

RENIUS WE & LÜTKE-ENTRUP N (1992): *Zwischenfruchtbau*. DLG Verlag, Frankfurt am Main

Zitiervorschlag: Mainer V, Schmid H, Vogt-Kaute W, Steber H & Ebertseder T (2009): Einfluss der Bodenbearbeitung und des Säverfahrens auf die Spross- und Wurzeleistung unterschiedlicher Zwischenfrucht-Mischungen. In: Wiesinger K & Cais K (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag 2009, Tagungsband. –Schriftenreihe der LfL 7, 141-146