

Eignung verschiedener Körnerleguminosen als Vorfrucht für Winterweizen in ökologischen Fruchtfolgen

Schulz H¹, Zimmer S², Stoll E², Bohn T³, Hupe A¹ & Heß J¹

Keywords: grain-legumes, winter wheat, subsequent crop, nitrogen uptake.

Abstract

*The Aim of this study has been to evaluate in two two-year field trials the pre-crop effect of different grain legumes (e.g. soy bean, peas or lupines) in the same environment and to detect possible effects of grain legumes on the N-supply, the yield potential and the yield structure of the subsequent crop winter wheat. According to different pre-crop yields, a higher but different nitrogen supply for subsequent winter wheat was observed in all N₂-fixing pre-crop treatments. In contrast to non-fixings control higher NO₃-N contents in soil and higher yields in subsequent winter wheat (up to 24 dt*ha⁻¹ surplus) were observed.*

Einleitung und Zielsetzung

Ökosystemleistungen von Leguminosen im Allgemeinen (Reckling et al. 2016, Jensen et al. 2012) und von Körnerleguminosen im Speziellen (Preisler et al. 2015) sind in der Literatur häufig beschrieben. Positive Effekte lassen sich im Hauptanbaujahr (z.B. N₂-Fixierung, Erweiterung der Agrarbioidiversität etc.) und in den Folgejahren (z.B. Ertragssteigerung der Nachfrucht, phytosanitäre Effekte etc.) erzielen. Trotz dieser Vorteile werden Leguminosen besonders in konventionellen Fruchtfolgen nur in geringem Umfang angebaut (Magrini et al. 2016, Zimmer et al. 2016).

In ökologischen Fruchtfolgen sind Leguminosen von zentraler Bedeutung. Im Fokus stehen die Nährstoff- und Humusversorgung sowie die Unkrautunterdrückung durch den Anbau von mehrjährigem Feldfutter. Körnerleguminosen dienen vornehmlich der Erzeugung von Viehfutter (z.B. Ackerbohnen, Erbsen) und werden in letzter Zeit vermehrt in der Humanernährung verwendet (Lupine, Sojabohnen), wodurch sich Erlössteigerungen ergeben können (Kolbe et al. 2002). Zudem ist durch ihre Integration in die Fruchtfolge eine Aufwertung des abtragenden Fruchtfolgegliedes (z.B. Weizen) denkbar. Jedoch ist der Anbau auch mit Herausforderungen verbunden (Böhm 2009), die artspezifische Ausprägungen annehmen (z.B. langsame Jugendentwicklung, starke Verunkrautung im Vegetationsverlauf, Trockenanfälligkeit in der Blüte- bzw. Kornfüllungsphase usw.) und zugleich die positive Nachfruchtwirkung schmälern können. Diese sollten sich in ökologischen Fruchtfolgen bereits in der ersten Nachfrucht zeigen, da meist ein mehrjähriger Feldfutterbau mit häufig deckungsgleichen oder stärker ausgeprägten Ökosystemleistungen anschließt.

Vor diesem Hintergrund wurde in einem dreijährigen Projekt die Anbauwürdigkeit von Körnerleguminosen und deren Nachfruchtwirkung auf Winterweizen untersucht, um die relative Vorzüglichkeit von Körnerleguminosen untereinander und im Fruchtfolgensystem des ökologischen Landbaus zu bewerten.

¹ Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1A, 37214, Witzennhausen, na.schnitz@uni-kassel.de

² IBLA Luxembourg, Rue Gabriel Lippmann 13, 5365, Munsbach, Luxembourg

³ LIST Luxembourg, 41 Rue du Brill, 4422, Belvaux, Luxembourg

Methoden

Von 2013 bis 2016 wurden auf der Domäne Frankenhausen (200 ü.NN; 8,5°C, 650 mm [1970-2000]) zwei zweijährige Versuche angelegt, um das standortspezifische Ertragspotenzial von Körnerleguminosen und deren Effekte auf Winterweizen untersucht. Die Versuchsflächen sind als Lößböden (2% s, 81% u, 17% t) bei C_t- bzw. N_t- Gehalten der Boden-TM von 1,02% bzw. 0,11% charakterisiert. Die Verfügbarkeit der Grundnährstoffe wurde zu Versuchsbeginn ermittelt (P: 45-95 mg*kg⁻¹; K:83-98 mg*kg⁻¹; Mg: 78-100 mg*kg⁻¹). Im ersten Versuchsjahr wurden Körnerleguminosen (Winter- und Sommerformen) und eine nicht-legume Kontrolle als randomisierte Blockanlage (4 Wiederholungen, 3x13 m je Parzelle) angelegt (siehe Tab.1). Im Folgejahr wurde Winterweizen parzellengetreu auf den Versuchen ausgesät.

Tabelle 3: Körnerleguminosen mit Aussaatdichte und Aussaattermin

	Art (Sorten n)	Aussaatzeitpunkt		Aussaatdichte (keimfähige Körner/m ²)
		13/14	14/15	
Sommerformen	Sojabohne (2)	05.05.14	08.05.15	65
	Ackerbohne (2)	12.03.14	16.04.15	35
	Lupine (2)	21.03.14	16.04.15	100
	Erbse (2)	20.03.14	16.04.15	80
	Erbse/Gerste (2)	20.03.14	16.04.15	80+100
	Gerste (1)	20.03.14	16.04.15	350
Winterformen	Ackerbohne (1)	02.10.13	01.10.14	35
	Erbse (1)	02.10.13	01.10.14	80
	Erbse/Triticale (1)	02.10.13	01.10.14	40 + 100
	Triticale (1)	02.10.13	01.10.14	300

Bei den Körnerleguminosen wurden die Kornerträge, die wesentlichen Ertragsstrukturparameter, der Stickstoffentzug der Ernte und die verbleibenden N-Mengen der Erntereste bestimmt. Im folgenden Winterweizen wurden neben den Erträgen und Ertragsstrukturparametern auch Zeiternten durchgeführt (0,5 x 1,5 m), die die Stickstoffaufnahme des Winterweizens dokumentieren (vergl. Tab.2). Der NO₃-N-Gehalt wurde in regelmäßigen Abständen über den Versuchszeitraum erfasst. Der Schwerpunkt lag hier in der Vegetationsperiode des Nachfruchtweizens.

Tabelle 4: Nachfruchtweizen: durchgeführten Zeiternteerhebungen und Untersuchungen

	2015	2016	Untersuchungsumfang der Zeiternten
Zeiternte I	07.05.	03.05.	TM-Ertrag-Ganzpflanze N; C _t Boden-NO ₃ -N(0-30;30-60;60-90)
Zeiternte II	21.05.	19.05.	FM-Ertrag Ganzpflanze, TS Ganzpflanze N; C _t Boden-NO ₃ -N(0-30;30-60;60-90)
Zeiternte III	10.06.	07.06.	

Ergebnisse

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse der Versuche vorgestellt. Bei den Erträgen der Körnerleguminosen (Tab.3), die sich häufig auf einem niedrigen Niveau befanden, wurden große Schwankungen festgestellt. Diese traten sowohl jahres- als auch artübergreifend auf. In 2014 lagen die Erträge der Sojabohne (4,3 dt/ha) und der Wintererbse (4,8 bzw. 8,5 dt/ha) im einstelligen Bereich. Auch die Sommererbse im Gemenge erreichte im Gegensatz zur Reinsaat (28,3 dt/ha) nur ein geringes Ertragsniveau (5,4 dt/ha), wobei der Gemengeertrag des Gemenges im Mittel (2014 + 2015) bei 43,8 dt/ha lag. Die Entwicklung der Sommerleguminosen 2015 war zudem durch eine niederschlagsarme Zeit im Frühsommer geprägt, während die Winterleguminosen von der Winterfeuchtigkeit profitierten.

Tabelle 5: Kornerrträge der legumen Vorfrüchte (2-jährig) und der Nachfrucht (einjährig; erstes Versuchsjahr)

Art	Kornerrträge (dt/ha)		Kornerrträge der Nachfrucht (dt/ha)		
	13/14	14/15	14/15	15/16	
Sommerformen	Sojabohne	4,3	24,3	62,6	46,4
	Ackerbohne	30,1	11,1	60,8	47,2
	Lupine	12,4	16,7	59,2	46,8
	Erbse	25,3	31,3	55,6	47,9
	Erbse/ Gerste	6,4/ 36,0	4,4/ 38,8	55,2	41,2
	Gerste	38,7	52,4	47,0	36,4
	Winterformen	Ackerbohne	21,6	47,5	64,2
Erbse		4,8	8,5	69,0	52,4
Erbse/ Triticale		20,0/ 2,1	23,4/ 12,2	61,5	38,2
Triticale		8,0	57,4	45,0	30,7

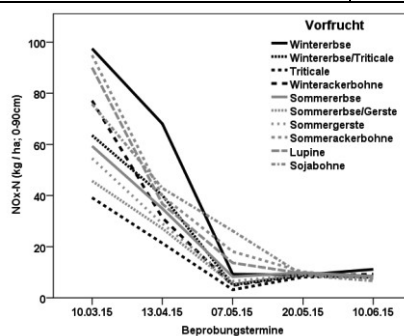


Abbildung 1: NO₃-N-Status (0-90 cm) im Nachfruchtweizen in Abhängigkeit der Vorfrucht (2015)

In der ersten Nachfruchtsaison (2015) lag der NO₃-N-Status (Abb. 1) in allen legumen Vorfruchtvarianten mit Ausnahme des Gemenges über denen der Kontrollvarianten.

Jedoch konnten bereits zur ersten Zeiternte (07.05.15) keine nennenswerten $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte mehr festgestellt werden. Die N-Aufnahme in den Nachfruchtweizen (nicht abgebildet) lag bei allen fixierenden Vorfruchtvarianten über denen der Kontrollen. Lineare Zusammenhänge zwischen kumuliertem $\text{NO}_3\text{-N}$ -Status und N-Aufnahme $r^2=0,68$ [$n=11$] bzw. zwischen N-Aufnahme und Weizenertrag ($r^2=0,73$) konnten abgeleitet werden. Die Erträge des Nachfruchtweizens mit fixierender Vorfrucht lagen zwischen 8,2 und 24,0 dt/ha über denen mit nichtfixierender Vorfrucht (vergl. Tab. 3).

Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die Aussagen der Literatur, dass Körnerleguminosen bei einer nicht-legumen Folgefrucht zu Steigerungen des Ertrages beitragen können (Preissel et al. 2015). Jedoch zeigt sich, dass der verfügbare Stickstoff zu einem frühen Zeitpunkt der Vegetationsphase aufgenommen wurde (Abb. 1), sodass auch hier ein N-Mangel nicht auszuschließen ist. Die Herausforderungen des Körnerleguminosen Anbaus (Böhm 2009) zeigen sich besonders 2015 in der Trockenheitsanfälligkeit der Sommerleguminosen und in agronomischen nachteiligen Eigenschaften der Wintererbse, die zum einen erhebliche Ertragsverluste jedoch auch eine erhöhte N-Verfügbarkeit für die Folgefrucht hinterlässt.

Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass Körnerleguminosen trotz hoher Ertragschwankungen einen Beitrag zur Stickstoffversorgung der Folgefrucht leisten. Enge Zusammenhänge zwischen N-Mineralisierung und N-Aufnahme sowie N-Aufnahme und Weizenertrag bestanden. Die resultierenden Mehrerträge konnten den Weizen-ertrag im Vergleich zur nichtfixierenden Kontrolle um bis zu 50% erhöhen.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden aus Mitteln des EU-COBRA Projektes mitfinanziert.

Literatur

- Böhm H (2009) Körnerleguminosen – Stand des Wissens sowie zukünftiger Forschungsbedarf aus Sicht des Ökologischen Landbaus. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(9): 324-331.
- Kolbe H, Karalus W, Hänsel M, Grünbeck A, Gramm M, Arp B & Krelling B (2002) Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
- Jensen ES, Peoples MB, Boddey RM, Gresshoff PM, Hauggaard-Nielsen H, Alves BJR, Morrison MJ (2012) Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agron Sustain Dev* 32: 329-364.
- Magrini M-B, Anton M, Cholez C, Corre-Hellou G, Duc G, Jeuffroy M-H, Meynard J-M, Pelzer E, Voisin A-S, Walrand S (2016) Why are grain-legumes rarely present in cropping systems despite their environmental and nutritional benefits? Analyzing lock-in in the French agrifood system. *Ecol Econ* 126: 152-162.
- Preissel S, Reckling M, Schläfke N, Zander P (2015) Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe: A review. *Field Crop Res* 175: 64-79.
- Reckling M, Hecker J-M, Bergkvist G, Watson CA, Zander P, Schläfke N, Stoddard FL, Eory V, Topp CFE, Maire J, Bachinger J (2016) A cropping system assessment framework - evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. *Eur J Agron* 76: 186-197.
- Zimmer S, Liebe U, Didier J-P, Heß J (2016) Luxembourgish farmers' lack of information about grain legume cultivation. *Agron Sustain Dev* 36: 2.