

Wirkung des Gemengeanbaus mit Winterkörnerleguminosen sowie der Standortzuteilung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen

Effects of intercropping with winter grain legumes and spatial arrangement on grain yield and backing quality of winter wheat

C. Hof-Kautz¹, C. Hochmuth², K. Schmidtke² und R. Rauber¹

Keywords: intercrop, crop farming, food quality, biodiversity

Schlagwörter: Gemengeanbau, Pflanzenbau, Lebensmittelqualität, Biodiversität

Abstract:

*In stockless organic farms it is difficult to produce winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with high baking quality. The aim of this study was to evaluate the effects of intercropping of winter wheat with either winter field bean (*Vicia faba* L.) or winter pea (*Pisum sativum* L.) and the spatial arrangement (mixed intercropping, row intercropping or row strip intercropping) on yield formation and grain quality of winter wheat. Field experiments were executed in two years (2003/04 and 2004/05) on two different sites (Reinshof REI, clay loam and Stöckendrebber STÖ, loamy sand).*

Grain yield of wheat in mixture was significantly lower than in monocrop. In mixture with field bean, on the average in 2005, only 0.84 t DM ha⁻¹ grain yield of wheat was attained. However, the grain quality of wheat from the mixtures was always significantly higher than that of the monocrops. The highest protein content of 14.1 and 15.3% and backing quality of 310 and 297 ml bread volume per 100 g whole meal were achieved in mixture with field bean 2004 and 2005, respectively. If row width was increased from 15 to 75 cm normally grain quality of wheat was enhanced in monocrop as well as in intercrop. Wheat in mixture with field bean showed a significant higher quality than in mixture with pea except for STÖ 2004. A gradient in the spatial and temporal use of mineral soil nitrogen (N_{min}) by the wheat was found. N_{min} was available in particular from deeper soil layers during the grain filling phase in row strip intercrop trials, resulting in a higher grain protein content of the wheat.

Einleitung und Zielsetzung:

In viehlos wirtschaftenden Betrieben des ökologischen Landbaus ist es derzeit immer noch schwierig Winterweizen (*Triticum aestivum* L.) mit sehr guter Backqualität zu erzeugen. Um dem Anspruch an die Qualität des Korngutes bei Winterweizen im ökologischen Landbau (z.B. > 11% Rohproteingehalt, > 25% Feuchtklebergehalt) gerecht zu werden, muss in der Kornfüllungsphase ausreichend Stickstoff zur Verfügung gestellt werden. Ergebnisse aus Feldversuchen lassen erkennen, dass in Gemengen aus Körnerleguminosen und Getreide ein deutlich höherer Kornproteingehalt des Getreides aus den Gemengen gegenüber der Reinsaat zu finden ist (SCHMIDTKE et al. 2004). Ziel war es daher zu prüfen, ob der Gemengeanbau eine wirkungsvolle Strategie zur Erzeugung hochqualitativen Backweizens ist und inwiefern die Konkurrenz mit einer Körnerleguminose zu einer zeitlichen Verzögerung der Stickstoffaufnahme des Weizens in die Kornfüllungsphase führt.

¹Abteilung Pflanzenbau, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen, Deutschland, chof@gwdg.de

²Fachbereich Landbau/Landespflege, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, Deutschland, schmidtke@pillnitz.htw-dresden.de

Methoden:

In zweijährigen Feldversuchen (2004/2005) an zwei Standorten in Niedersachsen (Reinshof REI, tiefgründiger Auenlehm und Stöckendrebbler STÖ, schluffiger Sand) wurde der Einfluss der Standraumzuteilung im Gemenge (mixed intercropping, row intercropping und row strip intercropping) sowie der Körnerleguminosenart (*Vicia faba* L., Sorte Hiverna und *Pisum sativum* L., Sorte Cheyenne) auf den Kornertrag und die Kornqualität des Winterweizens (Sorte Bussard) untersucht. Die Feldversuche (4 Wdh., vollständig randomisierte Blockanlage) beinhalteten Reinsaatens des Weizens mit 100% (300 Körner/m²) und 20% (60 K/m²) Saatstärke und Reinsaatens der Körnerleguminosen mit 100% Saatstärke (Ackerbohne 30 K/m², Erbse 80 K/m²) sowie die substitutiven Gemenge (80% Leguminose : 20% Weizen) mit Reihenweiten für den Weizen von 15, 30 sowie 75 cm Reihenabstand in den Reinsaatens und Gemengen. Die Qualitätsuntersuchungen der Weizenvollkornmehle wurden nach dem Standard der International Association for Cereal Science and Technology (ICC) durchgeführt (Feuchtglutengehalt ICC-Standard No. 106/2, SDS-Sedimentationswert ICC-Standard No. 151). Der Mikro-Rapid-Mix-Test erfolgte nach KIEFFER et al. (1993).

Ergebnisse und Diskussion:

Die Kornerträge des Winterweizens lagen in den Gemengen an beiden Standorten und Jahren signifikant unter denen der Reinsaatens. So wurden am Standort Reinshof im Mittel aller Reinsaatens 39,4 und 32,0 dt TM ha⁻¹ (2004/2005) Weizenkornertrag erzielt, während die Gemenge im Mittel nur 18,8 und 19,5 dt TM ha⁻¹ (2004/2005) erbrachten. Insbesondere im Gemenge mit der Ackerbohne konnten zum Teil nur geringe Kornerträge des Weizens realisiert werden (Mittel 2005: 8,4 dt TM ha⁻¹). Die Erbse war am Standort Reinshof im Vergleich der schwächere Konkurrent bzw. sie fiel aufgrund von Blattlausbefall in 2005 fast vollständig aus, so dass der Weizen ausreichend hohe Kornerträge von im Mittel 24,0 (2004) und 30,7 dt TM ha⁻¹ (2005) im Gemenge mit der Erbse erreichte. Im Jahr 2004 wurden in Stöckendrebbler nur 10,9 und 5,2 dt TM ha⁻¹ Kornertrag des Weizens im Mittel der Rein- und Gemengesaaten geerntet. Hingegen konnte der Weizenkornertrag im Jahr 2005 auf 25,2 und 15,1 dt TM ha⁻¹ im Mittel der Rein- und Gemengesaaten gesteigert werden (Tab. 1).

Tab. 1: Kornerträge des Weizens [dt TM ha⁻¹] im Mittel der Rein- und Gemengesaaten an den Standorten Reinshof (REI) und Stöckendrebbler (STÖ) im Jahr 2004 und 2005.

	Reinsaatens 100%	Reinsaatens 20%	Gemenge mit Ackerbohne	Gemenge mit Erbse
REI 04	36,7 b*	42,1 a*	13,6 d*	24,0 c*
REI 05	30,4 a***	33,7 a***	8,4 b***	30,7 a***
STÖ 04	9,8 b**	12,1 a**	5,1 c**	5,3 c**
STÖ 05	26,7 a***	23,7 a***	15,7 b***	14,6 b***

signifikant verschieden Reinsaat/Gemenge innerhalb des Standortes und Jahres für * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, Tukey-Test.

Tab. 2: Rohproteingehalte [%] des Weizenkorns im Mittel der Rein- und Gemengesaaten an den Standorten Reinshof (REI) und Stöckendrebbler (STÖ) im Jahr 2004 und 2005.

	Reinsaatens 100%	Reinsaatens 20%	Gemenge mit AB¹⁾	Gemenge mit E
REI 04	9,6 c**	10,1 c**	14,1 a**	11,5 b**
REI 05	8,1 b**	8,4 b***	15,3 a***	8,4 b***
STÖ 04	9,4 b***	9,5 b***	10,0 b***	12,8 a***
STÖ 05	9,0 c*	9,7 bc*	11,3 a*	10,0 b*

signifikant verschieden Reinsaat/Gemenge innerhalb des Standortes und Jahres für * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, Tukey-Test; ¹⁾AB = Ackerbohne, E = Erbse.

An beiden Standorten wurden in der Regel im Mittel signifikant höhere Proteingehalte des Weizens in den Gemengen im Vergleich zu den Reinsaatens festgestellt. Gerade

bei hoher Konkurrenz mit der Ackerbohne am Standort Reinshof erreichte der Weizen im Mittel sehr hohe Rohproteingehalte mit 14,1% (2004) bzw. 15,3% (2005) im Korn (Tab. 2). Auch JENSEN et al. (2001) fanden höhere Proteingehalte bei Gerste aus Gemengeanbau mit der Erbse im Vergleich zur Reinsaat. Im Mittel über alle Reinsaaten im Vergleich zum Mittel über alle Gemenge zeigt sich bei den Qualitätsparametern Rohproteingehalt, Feuchtglutengehalt, SDS-Sedimentationswert und Mikro-Rapid-Mix-Test die deutliche Überlegenheit der Gemenge gegenüber den Reinsaaten (Tab. 3).

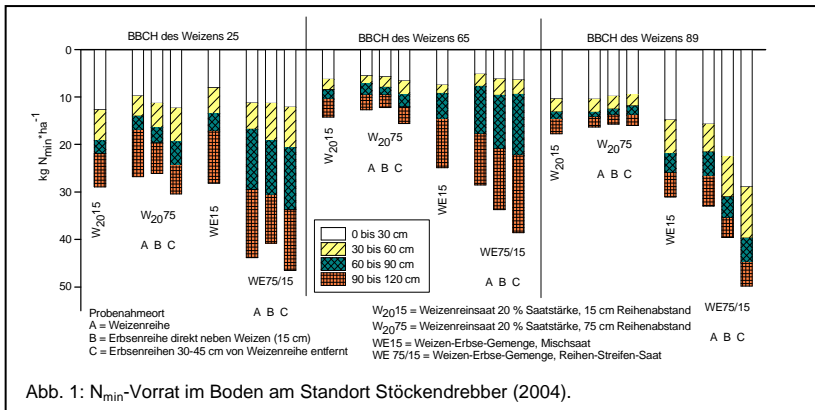
Tab. 3: Qualitätsparameter des Weizens im Mittel der Rein- und Gemengesaaen an den Standorten Reinshof (REI) und Stöckendrebber (STÖ) im Jahr 2004 und 2005.

	Rohprotein%		Feuchtglutein%		SDS-Sedimentationswert ml		Backvolumen im MRMT ml/100g Mehl	
	RS ¹⁾	G	RS	G	RS	G	RS	G
REI 04	9,9	12,8 ***	24,8	33,8 ***	67,9	78,5 ***	280	303 ***
REI 05	8,2	11,9 ***	16,4	26,5 ***	58,1	75,5 ***	256	275 ***
STÖ 04	9,4	11,3 ***	21,6	29,1 ***	55,3	59,7 ***	263	279 **
STÖ 05	9,3	10,7 ***	17,9	23,2 ***	69,4	79,0 ***	268	286 **

signifikant verschiedenen Reinsaat/Gemenge innerhalb des Standortes und Jahres für ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, MRMT = Mikro Rapid Mixed Test; ¹⁾RS = Reinsaat, G = Gemenge.

Im Mittel über die Reihenweiten ergab sich mit Ausnahme des Standortes STÖ 2004 in der Regel eine Tendenz zu höheren Qualitäten bei größer werdendem Reihenabstand, wie dies von den Untersuchungen zum Anbau in weiter Reihe bekannt ist (BECKER & LEITHOLD 2003). So konnten vor allem bei einer Reihenweite von 75 cm eine signifikant höhere Qualität im Vergleich zu den Reihenweiten 15 und 30 cm erzielt werden. Nur am Standort Reinshof in 2004 war dies mit einer deutlichen Reduzierung des Kornertrages von im Mittel 33,4 dt TM ha⁻¹ bei 15 cm über 30,0 dt TM ha⁻¹ bei 30 cm und 23,9 dt TM ha⁻¹ bei 75 cm Reihenabstand verbunden. Die Reihenweite hatte in drei von vier Fällen keinen Einfluss auf den Kornertrag (REI05, STÖ04 und STÖ05). Mit Ausnahme am Standort Stöckendrebber in 2004 wies der Weizen im Gemenge mit Ackerbohne stets eine signifikant höhere Qualität auf als im Gemenge mit der Erbse. Hier sind die ungünstigen Bodenbedingungen (Wasserhaltevermögen des Bodens) für die Ackerbohne möglicherweise die Ursache für eine geringere Konkurrenz gegenüber dem Weizen.

Als Ursache für eine höhere Kornqualität wird in der Literatur die negative Korrelation von Kornertrag und Proteingehalt beim Weizen genannt (SPANAKAKIS 2000). Dies findet sich im vorliegenden Datensatz wieder. Allerdings gibt es Varianten, die bei gleich hohem Ertrag höhere Kornqualitäten erzielen, wie es z.B. bei weiterem Reihenabstand oder im Gemenge mit der Ackerbohne am Standort STÖ der Fall war. Zur weiteren Erklärung der Qualitätsunterschiede des Weizens wurden die Änderungen des N_{min}-Vorrates im Boden zu drei Terminen und in vier Tiefenstufen auf und zwischen den Saatreihen erfasst. Es zeigte sich, dass der Weizen in allen Reinsaatvarianten den Vorrat an mineralischem Stickstoff im Boden bis zur Blüte ausgeschöpft hatte (Abb. 1, Variante W₂₀₁₅). Im Gemenge kam es offenbar durch die Konkurrenz der Körnerleguminose zu einer Verzögerung der N_{min}-Aufnahme, insbesondere aus dem Unterboden. So war vor allem bei Reihen-Streifenanbau noch Stickstoff im Reihenzwischenraum in tieferen Bodenschichten (60 bis 120 cm) in der Kornfüllungsphase des Weizens vorhanden (Abb.1, Variante WE75/15).



Schlussfolgerungen:

Der Anbau von Winterweizen im Gemenge mit Winterkörnerleguminosen kann die Kornqualität des Weizens deutlich verbessern, allerdings unter Rückgang des Kornertrags im Vergleich zu den Reinsaaten. Die alleinige Reduzierung der Saatstärke in Reinsaaten um 80% führte zu keiner signifikanten Qualitätsverbesserung des Weizens, da der Kornertrag vermutlich aufgrund der Kompensationsfähigkeit des Weizens gleich hoch oder sogar höher war als bei normaler Aussaatstärke. Im Gemenge scheint daher die Konkurrenz mit den Körnerleguminosen Ursache für einen geringeren Kornertrag des Weizens einhergehend mit der Verbesserung der Qualität zu sein. Die Konkurrenz mit der Körnerleguminose verzögert die N_{\min} -Nutzung durch den Weizen, so dass in der Kornfüllungsphase mehr N zur Verfügung steht als in Reinsaaten bei gleicher Saatstärke und gleichem Reihenabstand. In einigen Fällen können über die Wahl des Gemengepartners und die Erhöhung des Reihenabstandes bei gleich hohem Ertrag höhere Proteingehalte im Korn erzielt werden.

Danksagung:

Wir danken dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) für die finanzielle Unterstützung und den Amazonen Werken, Hude für die Bereitstellung der Sätechnik.

Literatur:

- Becker K., Leithold G. (2003): Weitreihenbau bei Weizen: Strategie zur Optimierung von Backqualitäten und Fruchtfolge im Ökologischen Landbau. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, S. 77-80.
- Jensen E. S., Mørkeberg A., Sørensen H., Sørensen S. (2001): Effects from intercropping of pea and barley on the content of proteins and bioactive molecules in the seeds. 4th European Conference on Grain Legumes, Cracow, Part I, Plenary sessions, S. 90-91.
- Kieffer R., Belitz H.-D., Zweier M., Ipfelkopf R., Fischbeck G. (1993): Der Rapid-Mix-Test als 10-g-Mikrobackversuch. Z Lebensm Unters Forsch 197:134-136.
- Schmidtk K., Neumann A., Hof C., Rauber R. (2004): Soil and atmospheric nitrogen uptake of lentil (*Lens culinaris* Medik.) and barley (*Hordeum vulgare* ssp. *nudum* L.) as monocrops and in mixed stands. Field crops research 87:245-256.
- Spanakakis A. (2000): Züchtung von Winterweizen mit verbesserter N-Effizienz. In: Möllers C. (Hrsg.): Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Initiative zum Umweltschutz Band 21, Erich Schmidt Verlag, Berlin, S. 97-142.