

## **Einfluss unterschiedlicher Konkurrenzverhältnisse beim Mischanbau von Sommergerste und Erbse auf den Kornertrag, die Kornqualitäten und der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierung**

### **Influence of different competitions in spring barley-field pea intercropping on grain yield, quality and the proportion of nitrogen derived from the atmosphere**

C. Dahlmann<sup>1</sup>, P. von Fragstein und Niemsdorff<sup>1</sup>

**Keywords:** crop farming, intercropping, food quality

**Schlagwörter:** Pflanzenbau, Gemengeanbau, Lebensmittelqualität

#### **Abstract:**

*Field experiments with spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and field pea (*Pisum sativum* L.) were carried out in three subsequent growing seasons 2004 to 2006 at the Hessian State Estate Frankenhausen located near Kassel in Central Germany. Spring barley and field pea were sown out as sole crops and intercropped with different seed rates in replacement and additive design, using two sowing modes: row by row (IC) and mixed intercropping (MC). Intercropping (IC and MC) was able to increase grain yield in most of the treatments. The Land Equivalent Ratio (LER) was always higher than 1, indicating that plant growth factors were used more efficiently by the intercrop than by the sole crop. Besides, the N content in spring barley grain was increased by intercropping. The influence of the sowing mode was much less profound than that of the seed rate. The proportion of nitrogen derived from the atmosphere (% Ndfa) of peas was higher when cultivated together with spring barley.*

#### **Einleitung und Zielsetzung:**

Das Defizit an rohproteinreichen Produkten aus pflanzlicher Erzeugung in Europa bewegt sich momentan in einer Größenordnung von 75 %. Dies hat mehrere nachteilige Konsequenzen. So bedeutet dies zum Beispiel einen massiven Import von Sojaprodukten, einhergehend mit langen Transportwegen. Des Weiteren führt der Anstieg des Sojabohnenanbaus, speziell in Südamerika, zu einem Verlust an Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit. Der zunehmende Anbau von gentechnisch veränderten Sojabohnen steht den Prinzipien des Ökologischen Landbaus diametral entgegen und stößt auf wenig Akzeptanz bei den Konsumenten (FRAGSTEIN 2004, NEMECEK & SCHNEIDER 2004). Im Ökologischen Landbau spielen Leguminosen eine wichtige Rolle für die Stickstoffversorgung der angebauten Nichtleguminosen. Aufgrund der schwachen Beikrautunterdrückung und geringen Standfestigkeit der Erbse (*Pisum sativum* L.) (VOELKEL & SCHINDLER 2005, REITER 2002) bieten sich Mischanbausysteme mit Erbse an. Mögliche Vorteile von Mischanbausystemen sind höhere Gesamtkornerträge, eine verbesserte Produktqualität und die Erhöhung der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Leguminose, d.h. eine effizientere Nutzung der Ressourcen am Standort (RAUBER 2002). Einfluss auf diese Parameter haben möglicherweise pflanzenbauliche Maßnahmen wie zum Beispiel das Aussaatverhältnis und die Standraumzuteilung.

Zielsetzung dieser Arbeit ist es, Strategien zu entwickeln, welche den Kornertrag, die Produktqualität und den Anteil der N<sub>2</sub>-Fixierung steigern; jeweils im Vergleich Mischanbau zu Reinsaat.

---

<sup>1</sup>Fachgebiet Ökologischer Landbau- und Pflanzenbau, FB Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, dahlmann@wiz.uni-kassel.de

### Methoden:

In einem dreijährigen Feldversuch wurden zwischen 2004 und 2006 auf dem Versuchsbetrieb der Universität Kassel, Hessische Staatsdomäne Frankenhäuser (Parabraunerde, Ut 3, 75 BP), unterschiedliche Mischbauvarianten von Erbse ‚*Baccara*‘ und Sommergerste ‚*Scarlett*‘ getestet. Verglichen wurden verschiedene Aussaatverhältnisse in substitutiven und additiven Gemengen sowie in zwei unterschiedlichen Verfahren der Standraumzuteilung. Als Kontrolle dienten die jeweiligen Reinsaaten (Tab. 1). Der Parzellenversuch wurde in einer vollrandomisierten Blockanlage (n=4) ausgesät. Die Standraumzuteilung variierte über zwei unterschiedliche Verfahren: (1) das Row Intercropping (IC), bei dem Leguminose und Getreide in alternierenden Reihen ausgedrillt werden und (2) das Mixed Intercropping (MC), der gemeinsamen Aussaat in der gleichen Drillreihe. Als Messparameter wurden herangezogen: Kornerträge, Rohproteingehalte im Korn und der Anteil der N<sub>2</sub>-Fixierung der Leguminose (<sup>15</sup>N-Verdünnungsmethode nach HEICHEL & HENJUM 1991).

Tab. 1: Anzahl gesäter, keimfähiger Körner m<sup>-2</sup> in den jeweiligen Versuchsvarianten  
 \*2 = 2004 - 2005; \*3 = 2004 - 2006.

Variante Anteile (%)	Reinsaat 100	IC / MC 25 / 75	IC / MC 50 / 50	IC / MC 75 / 25	IC / MC 50 / 100
<b>Sommergerste (SG)</b>	300	75	150	225	150
<b>Erbse (ER)</b>	90	68	45	23	90
<b>Anbaujahre</b>	*3	*2	*3	*2	*3

### Ergebnisse und Diskussion:

Die Kornerträge aus den Jahren 2004 - 2006 verdeutlichen, dass bis auf wenige Ausnahmen, die jeweiligen Mischbauvarianten der besten Reinsaat bezüglich der Absoluterträge überlegen waren. Ausnahmen, mit größeren Ertragsunterschieden, waren in 2004 die Variante SG25ER75 in MC und 2005 SG75ER25 in beiden Aussaatdesigns. In 2006 gab es keine nennenswerten Ertragsunterschiede zwischen der stärksten Reinsaat, der Sommergerste, und den unterschiedlichen Mischbauvarianten. Dies liegt unter anderem auch daran, dass 2006 keine Varianten mit einem Mischanteil von 25 % des jeweiligen Partners angebaut wurden. Offensichtlich hat das Aussaatverhältnis einen großen Einfluss auf die Ertragssicherheit des Gemenges. Konnten 2004 die Mischbauvarianten mit einem 25%igen Anteil Gerste die blattlausbedingten Verluste der Erbse im Gemenge nicht ausgleichen, so waren es 2005 die Mischbauvarianten mit einem 25%igen Erbsenanteil, die das schlechte Abschneiden des Gerstenertrages nicht kompensieren konnten (Abb. 1). Die Ertragsvorteile des Gemengeanbaus kommen auch im Land Equivalent Ratio zum Ausdruck, der für alle Mischbauvarianten über 1 lag. Der LER ist ein Parameter für die Ressourcenkomplementarität. Werte über 1 geben einen relativen Mehrertrag des Gemenges an und lassen auf eine komplementäre Nutzung der Wachstumsfaktoren, vor allem Nährstoffe, Wasser und Licht, schließen (RAUBER 2002). Keine konsistenten Unterschiede im Kornertrag ergaben sich für den Faktor Standraumzuteilung über alle Erntejahre hinweg. Zwischen MC und IC ließ sich kein Unterschied feststellen, schon inter- bzw. intraspezifische Konkurrenz durchaus bei unterschiedlicher Anordnung der Mischungspartner auftreten kann. Schon beim Keimprozess von Samen differierender Größe ist eine Konkurrenz um das Keimwasser nicht ausgeschlossen. Im späteren Wachstumsverlauf, mit ansteigender Wuchshöhe und zunehmender Bodendurchwurzelung, werden aber die Einflüsse der Aussaattechnik sogar noch wahrscheinlicher, wenn es zu zunehmender Konkurrenz um Ressourcen aber auch zu verstärkten Beschattungsverhältnissen kommen kann (AUFHAMMER 1999).

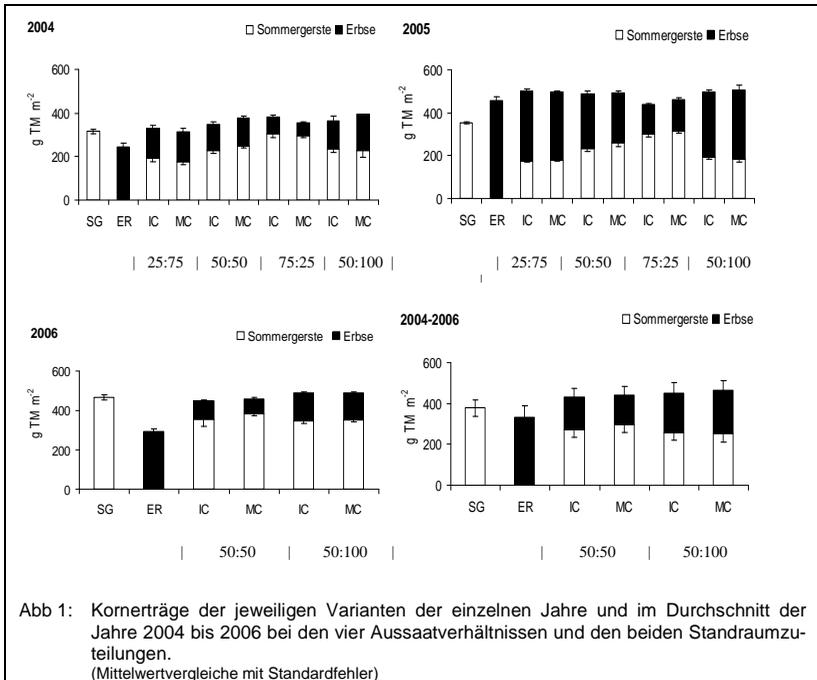


Abb 1: Kornträge der jeweiligen Varianten der einzelnen Jahre und im Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006 bei den vier Aussaatverhältnissen und den beiden Standraumzuteilungen. (Mittelwertvergleiche mit Standardfehler)

Obleich ein Ertragseffekt nicht abzusichern ist, deuten die höheren Ndfa-Werte im MC (2005) darauf hin, dass die Standraumzuteilung einen Einfluss auf die Höhe der N<sub>2</sub>-Fixierung (hier: % Ndfa) der Erbse haben kann (Tab. 2). Des Weiteren bestätigen die Daten zur Ndfa des Jahres 2005 die Ergebnisse von JENSEN (1996), der durch den Misanbau von Erbse mit Sommergerste ebenso die N<sub>2</sub>-Fixierung gegenüber der Erbsenreinsaat erhöhte. Die Rohproteingehalte des Kornes zeigen ein differenziertes Bild. Einer signifikanten Erhöhung des Rohproteingehaltes des Getreidekornes stehen tendenziell niedrigere Gehalte im Korn der Erbse gegenüber. Bezüglich der höheren Rohproteingehalte im Getreidekorn aus Misanbau (IC wie MC) liegt die Vermutung nahe, dass die Sommergerste im Gemenge während der Kornfüllungsphase von einem Stickstofftransfer der Erbse profitierte. Analysen der <sup>15</sup>N Isotope im Getreidekorn bestätigten dies nur bedingt. Konnten im additiven Aussaatmodell im Jahre 2005 Transferleistungen von 10 und 24 % N gefunden werden, so war der Einfluss im substitutiven Aussaatmodell unwesentlich. SCHMIDTKE (2004) schreibt dem Stickstofftransfer keine nennenswerte Bedeutung zu. Bei der Betrachtung von den Stickstoffflüssen im Hafer-Erbse-Gemenge fand er eine spätere Stickstoffaufnahme des Hafers im Misanbau aus tieferen Bodenschichten gegenüber dem Hafer in Reinsaat. Möglicherweise kommt es aber auch zu Synergieeffekten dieser beiden Erklärungsmuster.

Tab. 2: % Ndfa ( proportion of nitrogen derived from the atmosphere) und Kornrohprotein-  
 gehalte von Sommergerste und Erbse aus den Jahren 2004 und 2005.  
 Signifikanz bei Mittelwerten einer Doppel-Spalte (= Parameter) mit ungleichen Buchstaben  
 (Tukey:  $P \leq 0.05$ ).

	% Ndfa		% RP (Gerste)		% RP (Erbse)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Sommergerste (SG)			9,32 b	9,04 b		
Erbse (ER)	87,25 a	74,00 b			27,71 a	23,12 b
SG50ER50 (IC)	87,88 a	75,50 b	10,59 ab	10,34 ab	26,09 a	21,57 ab
SG50ER50 (MC)		82,12 ab	10,91 a	11,11 a	26,09 a	21,55 ab
SG50ER100 (IC)	81,23 ab	76,84 b	11,14 a	11,12 a	26,36 a	21,15 ab
SG50ER100 (MC)		81,59 ab	11,25 a	11,52 a	25,40 a	21,04 ab

### Schlussfolgerungen:

Mischanbau ist eine viel versprechende pflanzenbauliche Strategie, um die Absolutkornträge, die Produktqualität des Getreides und die N<sub>2</sub>-Fixierung der Leguminose zu erhöhen. Das Aussaatverhältnis hat innerhalb der Jahre im Vergleich zur Standortzuteilung einen vergleichsweise hohen Einfluss auf die Kornträge. Allgemein lässt sich für die Praxis tendenziell das additive Aussaatverhältnis empfehlen.

### Literatur:

- Aufhammer W. (1999): Mischanbau von Getreide und anderen Körnerfruchtarten. Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 32.
- Fragstein und Niemdsdorf, P. von (2004): Fertilizers and soil conditioners in organic farming in Germany. In: Current Evaluation Procedures for Fertilizers and Soil Conditioners Used in Organic Agriculture. Proceedings of a Workshop held April 29-30, 2004 at Emerson College, Great Britain. <http://www.organicinputs.org/>, (Abruf 12.02.2006).
- Heichel G. H., Henjum K. I. (1991): Dinitrogen Fixation, Nitrogen Transfer and Productivity of Forage Legume-Grass Communities. *Crop Science* 31:202-208.
- Jensen E. S. (1996): Grain yield, symbiotic N<sub>2</sub> fixation and interspecific competition for inorganic N in pea – barley intercrops. *Plant and Soil* 182:25-38.
- Nemecek T., Schneider A. (2004): Grain legumes and the environment: how to assess benefits and impacts, AEP workshop, Zürich, S. 4-5.
- Rauber R. (2002): Pflanzenbauliche Optimierung von Gemengen, Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 14:26-27.
- Reiter K. (2002): Einfluss langjährig differenzierter Bodenbearbeitung auf die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung von Erbse und Rotklee, ermittelt mit Hilfe einer großflächigen <sup>15</sup>N-Spurenanreicherung. Dissertation, Universität Göttingen.
- Schmidtke K. (2004): Körnerfruchtgemenge mit Leguminosen – neue Strategien im Ackerbau des ökologischen Landbaus. *Gäa-Journal* 3/2004:11-13.
- Voelkel G., Schindeler T. (2005): Körnererbsen mit Getreidepartner. *Bioland*, 05/2005:9-10.