

Körnerleguminosen – Stand des Wissens sowie zukünftiger Forschungsbedarf aus Sicht des Ökologischen Landbaus

Grain legumes –
state of knowledge and need for future research from the view of organic farming

Zusammenfassung

Körnerleguminosen sollten aufgrund ihrer positiven Eigenschaften (N-Fixierung, Energieeinsparung, Humusaufbau, Nährstoffmobilisierung) fester Bestandteil in Fruchtfolgen ökologisch wirtschaftender Betriebe sein. In der Ökologischen Tierhaltung sind sie der wichtigste Eiweißträger in Futtermitteln.

Die gesamte Anbaufläche von Körnerleguminosen nimmt in Deutschland seit Jahren stark ab. Der Anteil der ökologisch angebauten Körnerleguminosen an der Gesamtfläche steigt dabei kontinuierlich an und beträgt bei Ackerbohnen und Lupinen inzwischen über 40 %. Doch auch im Ökologischen Landbau ist der Anteil der Körnerleguminosen an der ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche seit Jahren rückläufig. Im Jahr 2008 betrug dieser nur noch 6,2 % der ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche.

Wichtigste Funktion der Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau ist aus pflanzenbaulicher Sicht die Befähigung zur N-Fixierung. Die N-Fixierungsleistung ist jedoch von vielen Faktoren wie Witterung, Standort, Nutzung, Leguminosenanteil in Gemengen etc. abhängig. Die Genauigkeit der Schätzverfahren, die zur Nährstoffbilanzierung eingesetzt werden können, muss weiter verbessert werden.

Die Unkrautregulierung in Körnerleguminosenbeständen ist aufgrund der langsamen Jugendentwicklung und der damit verbundenen geringeren Unkrautunterdrückung schwieriger als im Getreideanbau. Von den zur Verfügung stehenden Striegeln kann der Rollstriegel bereits frühzeitig eingesetzt werden. Die indirekten Maßnahmen wie Sortenwahl bei Erbsen oder Lupinen sollten stärkere Berücksichtigung finden.

Der Mischfruchtanbau ist eine weitere Möglichkeit der indirekten Unkrautregulierung. Gleichzeitig können hierdurch die Erträge und die Ertragssicherheit erhöht werden. Besonders geeignet sind Gemenge aus Futtererbsen und Gerste oder Hafer sowie aus Ackerbohnen und Hafer.

Zukünftiger Forschungsbedarf wird vor allem in den Bereichen Züchtung (Proteinqualität, Resistenzen, Winterformen), Fruchtfolgeforschung zu phytosanitären Aspekten, Optimierung von Anbausystemen und der Nutzung von Körnerleguminosen in der menschlichen Ernährung gesehen.

Stichwörter: Körnerleguminosen, N-Fixierung, Unkrautregulierung, Mischfruchtanbau, Forschungsbedarf, Ökologischer Landbau

Abstract

Grain legumes should be a permanent component of the crop rotations in organic farms due to their positive characteristics (N-fixation, energy savings, humus development, nutrient mobilization). They are the most important source of protein in feedstuffs in organic animal husbandry.

The total German crop area planted grain legumes has for years been dropping significantly. The percentage of organically grown grain legumes on the total area continues to increase, and has now reached, in the case of field beans and lupines, more than 40%. But even in organic farming the portion of grain legumes on the completely

Institut

Institut für Ökologischen Landbau, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Trenthorst

Kontaktanschrift

Dr. Herwart Böhm, Institut für Ökologischen Landbau (OEL), Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Trenthorst 32, 23847 Westerau, E-Mail: herwart.boehm@vti.bund.de

Zur Veröffentlichung angenommen

Juli 2009

organically-farmed arable land area has been dropping for years. In 2008, this was only 6.2 percent of the organically farmed cropland.

From a crop science perspective, in organic farming the most important function of grain legumes is the ability to fix nitrogen. Nitrogen fixation is, however, dependent on a range of factors including weather, location, legume portion in the mixture, etc. The exactness of estimate processes used to calculate the nutrient balancing must be improved.

Weed control in grain legume crops is more difficult than in grain crops due to the slow early development of the plants and the lower level of weed suppression linked to it. Of the curly combs available, the roller-type curly comb can be used at an early point in time. The indirect measures, such as choice of varieties in peas or lupines, should be considered more seriously.

The mixed cropping system is a further possibility for indirect weed regulation. Both the yields and yield security can be increased at the same time with such cropping systems. Particularly suitable are mixtures of fodder peas and barley or oats, or field beans and oats.

Future research needs are above all in the area of breeding (protein quality, resistance, winter forms); crop sequence research on phyto-sanitary aspects, optimization of crop systems and the use of grain legumes in human nutrition.

Key words: Grain legumes, N fixation, weed control, mixed cultivation, research needs, organic farming

Einleitung

Die Funktionen von Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau sind vielfältig, so dass sie fester Bestandteil in Fruchtfolgen von ökologisch wirtschaftenden Betrieben sein sollten. Körnerleguminosen binden Luftstickstoff, der in das System Boden-Pflanze eingebracht wird. Sie tragen über die N-Fixierungsleistung zur Einsparung von Energie bei und leisten damit in den Fruchtfolgen einen wesentlichen Beitrag zur N-Versorgung der Nicht-Leguminosen. Körnerleguminosen dienen dem Aufbau und dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und können zudem Mineralstoffe, insbesondere Phosphat, mobilisieren bzw. durch ihre tief gehende Durchwurzelung deren Transport aus dem Unterboden in die Krume unterstützen. Hinsichtlich der Verwertung steht im Ökologischen Landbau die Erzeugung proteinhaltiger Futtermittel im Vordergrund. Aufgrund der expandierenden ökologischen Tierhaltung gewinnen sie zunehmend an Bedeutung und stellen die wichtigste eiweißhaltige Futtermittelkomponente in den Kraftfuttermitteln dar. Dies wird verstärkt durch die Beschränkung, im Ökologischen Landbau keine GMO-haltigen Futtermittel einzusetzen. Insbesondere Lupinen können auch in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden. Der Markt für diese Produkte ist in Zukunft sicherlich weiter ausbaufähig.

Im folgenden Beitrag werden der Anbauumfang von Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau und der

Stand der Forschung anhand einiger Beispiele (N-Fixierungsleistung, Unkrautregulierung und Mischfruchtanbau) dargestellt. Im letzten Kapitel wird der aus Sicht des Ökologischen Landbaus notwendige, zukünftige Forschungsbedarf abgeleitet.

Anbauumfang der Körnerleguminosen

Tab. 1 stellt die Gesamt-Anbaufläche der Körnerleguminosen in Deutschland für Ackerbohnen, Futtererbsen und Lupinen dar. Besonders auffällig ist der dramatische Rückgang der Futtererbsen-Anbaufläche um 41 % von fast 141 320 ha im Jahr 2000 auf 48 000 ha im Jahr 2008. Die auf einem geringeren Niveau befindliche Anbaufläche der Ackerbohnen ist im gleichen Zeitraum sogar um fast 52 % rückläufig und wies in 2008 lediglich noch einen Anbauumfang von 11 100 ha auf. Der Anbau der Lupinen legte zwischen 2000 und 2003 auf insgesamt über 45 000 ha deutlich zu, fällt aber seitdem kontinuierlich ab und lag in 2008 mit 20 000 ha auf dem niedrigsten Niveau.

Die Flächenentwicklung der Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau ist wie auch deren Anteil an der gesamten Körnerleguminosen-Anbaufläche in Deutschland in Tab. 1 dargestellt. Auch im Ökologischen Landbau ist ein Flächenrückgang bei den Futtererbsen von 12 000 ha auf 9100 ha zu verzeichnen. Der Anbau von Ackerbohnen und Lupinen nahm dagegen von 3500 ha auf 5600 ha bzw. von 6000 ha auf 8600 ha zu, wobei der Lupinenanbau in den Jahren 2003-2005 mit ca. 13 000 ha ein wesentlich höheres Niveau erreicht hatte.

Der Anteil der ökologisch angebauten Körnerleguminosen an der Gesamtanbaufläche der Körnerleguminosen nahm dabei über die Jahre gesehen kontinuierlich zu. Während Ackerbohnen und Lupinen inzwischen einen Öko-Anteil von über 40 % aufweisen, liegt der Anteil an Öko-Futtererbsen mit fast 20 % deutlich niedriger (Tab. 1).

Die bisherigen Aussagen lassen jedoch noch keine Aussage über die Anbaubedeutung der Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau zu, da sich im Laufe der letzten 10 Jahre die ökologisch bewirtschaftete Anbaufläche (LN) nahezu verdoppelt hat und die ökologisch bewirtschaftete Ackerfläche (AF) von 237 000 ha auf 385 000 ha gestiegen ist. Die Anbaubedeutung der Körnerleguminosen lässt sich somit über den Anteil der Körnerleguminosen an der ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche charakterisieren. Abb. 1 gibt den prozentualen Anteil der drei Körnerleguminosenarten und deren Summe an der ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche an. Dabei ist festzuhalten, dass der Anteil an Futtererbsen von über 5 % auf unter 2,5 % gesunken ist, während der Anteil an Ackerbohnen auf einem sehr niedrigem Niveau relativ konstant blieb und der Lupinenanteil von einem niedrigen Niveau kommend zwischen 2003 und 2005 einen Anteil von immerhin über 3,5 % ausmachte, bis zum Jahr 2008 jedoch auf 2,2 % zurückfiel. In der Summe hat der Anteil an Körnerleguminosen an der ökologisch bewirt-

Tab. 1. Anbaufläche der Körnerleguminosen Futtererbsen, Ackerbohnen und Lupinen sowie deren Summe in Deutschland und der ökologisch angebauten Körnerleguminosen sowie der prozentuale Anteil dieser ökologisch angebauten Arten an der Gesamtfläche

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Futtererbsen [FE] (ha)	141320	163610	148428	135916	121508	110300	92100	67700	48000
Öko-Futtererbsen (ha)	12000	12600	13200	12500	12000	10500	9500	9700	9100
Öko-FE an Gesamt-FE (%)	8,5	7,7	8,9	9,2	9,9	9,5	10,3	14,3	19,0
Ackerbohnen [AB] (ha)	17677	20624	18518	20042	15511	15700	15000	12000	11100
Öko-Ackerbohnen (ha)	3500	3700	4600	6500	6100	5900	5800	5600	k.A.
Öko-AB an Gesamt-AB (%)	19,8	17,9	24,8	32,4	39,3	37,6	38,7	46,7	k.A.
Lupinen [LU] (ha)	27000	34000	40000	45627	35818	38600	32800	25200	20000
Öko-Lupinen (ha)	6000	6500	8000	13000	13000	13500	12300	8700	8600
Öko-LU an Gesamt-LU (%)	22,2	19,1	20,0	28,5	36,3	35,0	37,5	34,5	43,0
Summe Körnerleguminosen [KL] (ha)	185997	218234	206946	201585	172837	164600	139900	104900	84400
Summe Öko-Körnerleguminosen (ha)	21500	22800	25800	32000	31100	29900	27600	24000	23800
Öko-KL an Gesamt-KL (%)	11,6	10,4	12,5	15,9	18,0	18,2	19,7	22,9	28,2

Quellen: ZMP, Statistisches Jahrbuch (verschiedene Jahrgänge), k.A. = keine Angaben, Öko-Lupinen-Anbaufläche 2000-2003 ist die Summe von Lupinen, Luzerne und Wicken

schafteten Ackerfläche von 2000 bis 2008 um nahezu ein Drittel (31,9 %) abgenommen und weist in 2008 nur noch einen Anteil von 6,2 % auf. Zur Einordnung dieser Größenordnung hilft der Vergleich mit einer 6-feldrigen Fruchtfolge, in der die Körnerleguminosen ein Fruchtfolgeglied darstellen. In diesem Fall würde der Körnerleguminosenanteil 16,7 % betragen.

Diese Daten verdeutlichen, dass Anbaustrategien entwickelt werden müssen, die eine stärkere Integration von Körnerleguminosen in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus zum Ziel haben. Andererseits zeigen neuere Untersuchungen, dass in langjährig ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit Körnerleguminosenanbau, insbesondere bei Erbsen, Ertragsdepressionen auftreten (SCHMIDT, 2007). Die hierfür verantwortlichen Ursachen müssen identifiziert und neue Anbaustrategien entwickelt werden.

Stickstoff-Fixierungsleistung von Körnerleguminosen

Zur N-Fixierungsleistung von Körnerleguminosen gibt es seit den 1980er Jahren umfangreiche Untersuchungen (z.B. KÖPKE, 1987; HAUSER, 1987; SCHMIDTKE, 1997; WICHMANN et al., 2006; JOST, 2003). Die N-Fixierungsleistung kann dabei über die einfache Differenzmethode (HAYSTEAD, 1981), die erweiterte Differenzmethode (STÜLPNAGEL, 1982), die ¹⁵N-Verdünnungsmethode (PEOPLES et al., 1989) oder die Natural-¹⁵N-Abundance-Methode (SHEARER und KOHL, 1986) erfolgen. Jede der Methoden hat bestimmte Vor- und Nachteile. Die zahlreichen Einflussfaktoren sowie die komplexen Wechselwirkungen beeinflussen jedoch die Genauigkeit, so dass die Berechnung der N-Fixierungsleistung noch immer mit Unsicherheiten versehen ist. So wird die N₂-Fixierungsleistung der Leguminosen von vielen Faktoren beeinflusst, u. a. von dem

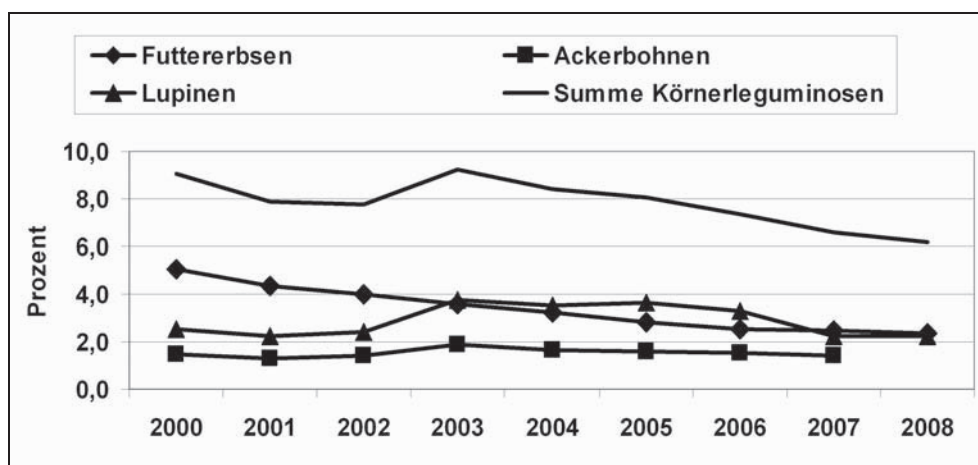


Abb. 1. Prozentuale Anteile an ökologisch angebauten Futtererbsen, Ackerbohnen, Lupinen sowie die Summe dieser 3 Arten an der ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche (AF). Quellen: ZMP, Statistisches Jahrbuch (verschiedene Jahrgänge), Öko-Lupinen-Anbaufläche 2000-2003 ist die Summe von Lupinen, Luzerne und Wicken.

Wachstum der Körnerleguminosen, d.h. von dem Ertrag bzw. der Nutzungsrichtung (Korn oder GPS), dem Leguminosenanteil in Gemengen, den Standort- und Witterungsbedingungen, den bodenbürtigen, pflanzenverfügbaren N-Gehalten im Boden usw. (HEUWINKEL, 2007; STEIN-BACHINGER et al., 2004). In Tab. 2 sind die von FREYER et al. (2005) aus verschiedenen Literaturquellen zusammengetragenen Angaben zur Variationsbreite und die durchschnittliche N₂-Fixierungsleistung der Körnerleguminosen wiedergegeben.

In einem weiteren Schritt wurde der Versuch unternommen, die N-Fixierungsleistung mit Hilfe einfacher Schätzverfahren zu quantifizieren, um damit der landwirtschaftlichen Praxis ein Instrument zur Verfügung zu stellen, das zur Nährstoffbilanzierung geeignet ist. KOLBE (2009) hat die derzeit verfügbaren Verfahren zur Berechnung der biologischen N₂-Fixierung miteinander verglichen und kommt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Für die Berechnung der N-Bindung als auch für die N-Salden ergeben sich unterschiedlich genaue Übereinstimmungen mit den experimentell ermittelten Werten.
- Die Methodengenauigkeit ist für die meisten Verfahren noch relativ gering.
- Die Anpassung ist bei den beschreibenden mathematisch-statistischen Verfahren (LeNiBa, ÖKO-BEFU) besser gelungen als bei den auf erklärenden mathematischen Gleichungen aufbauenden Methoden.
- Die Genauigkeitseigenschaften können durch einen intensiven Validierungsprozess verbessert werden.

Unkrautregulierung

Die Unkrautregulierung von Körnerleguminosen gestaltet sich aufgrund der langsamen Jugendentwicklung und der damit einhergehenden geringen Unkraut unterdrückenden Wirkung schwieriger als im Getreideanbau (FREYER et al., 2005).

Eine erste vorbeugende Unkrautregulierung kann bereits vor der Saat durch Schleppen und Eggen erfolgen bzw. vor dem Auflaufen durch Striegeln im Voraufverfahren. Nach dem Auflaufen können die Körnerlegu-

minosen sehr schonend im 2-Blatt-Stadium und dann etwas kräftiger ab dem 4-5-Blatt-Stadium gestriegelt werden. Die Bestände müssen dabei sehr sorgfältig beobachtet werden, um die Pflanzenverluste möglichst gering zu halten, aber einen ausreichenden Bekämpfungserfolg der Unkräuter durch Herausreißen und Verschütten zu erzielen. Der Erfolg der Maßnahmen ist am größten, wenn die Unkräuter bereits im Fädchenstadium bekämpft werden. Als Striegel können Hackstriegel oder auch der Rollstriegel genutzt werden. Letzterer eignet sich besonders für schwerere Standorte und kann bereits im 2-Blatt-Stadium der Kulturpflanzen eingesetzt werden. Werden Körnerleguminosen wie Ackerbohnen oder Lupinen in weiteren Reihenabständen angebaut, so kann auch die Maschinenhacke zum Einsatz kommen.

Wichtig sind hinsichtlich der Unkrautregulierung weitere indirekte Verfahren, die eine wirksame Unkrautunterdrückung gewährleisten. Hierzu zählt z. B. die Sortenwahl bei Lupinen und Erbsen. Bei Lupinen kann durch Sorten des Verzweigungstyps eine bessere Unkrautunterdrückung erreicht werden als bei den Sorten des endständigen Typs, vor allem bei Saat in weiteren Reihenabständen.

Bei Erbsen sind die Bestandeshöhe und die Standfestigkeit der Sorten wesentliche Merkmale zur Reduzierung der Spätverunkrautung und für die Beerntbarkeit (SAUERMAN, 2007). Hierzu wurden in den Jahren 2005 und 2006 in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (Dr. W. SAUERMAN) Sortenversuche zu Futtererbsen durchgeführt. Neben den Erträgen, die in beiden Versuchsjahren mit 32-34 dt ha⁻¹ TM auf mittlerem Niveau lagen (Tab. 3), wurde zusätzlich die Wuchshöhe zum Zeitpunkt der Ernte sowie der HEB-Index betrachtet. Hierbei fällt auf, dass die Sorte Lexus in beiden Jahren die niedrigste Wuchshöhe und den niedrigsten HEB-Index zeigte (Tab. 3). Extrem niedrig waren diese Werte im Jahr 2005, das gekennzeichnet war durch starkes Lager bedingt durch hohe Niederschläge im Juli. Daher sind sowohl die Wuchshöhe als auch der HEB-Index im Versuchsmittel in 2005 deutlich niedriger als 2006. Positiv fallen mit hohem Wuchs und hohem HEB-Wert die Sorten Macrinas, Jutta sowie die beiden geprüften Stämme auf. Die Bonitur der Verunkrautung zeigt auch ein deutlich differenziertes Bild, wobei insbesondere die Sorte Macrinas und der

Tab. 2. Stickstoff-Fixierungsleistung verschiedener Körnerleguminosen (nach FREYER et al., 2005)

Körnerleguminosenart	Stickstofffixierungsleistung [kg/ha und Jahr]	
	Variationsbreite	Durchschnittswerte
Ackerbohne	100 – 450	170
Erbsen	50 – 300	100
Lupinen	50 – 400	100
Wicken	30 – 180	100
Sojabohnen	60 – 300	100
Linsen	30 – 100	60

Tab. 3. Erträge, Wuchshöhe zur Ernte, HEB-Index¹⁾ sowie die Bonitur der Verunkrautung von Futtererbsen in den Jahren 2005 und 2006 (Standort Trenthorst)

	Ertrag (dt ha ⁻¹ TM)		Wuchshöhe (cm)		HEB-Index ¹⁾		Bonitur Unkraut ²⁾	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Apollo	28,6	31,3	50	73	0,54	0,90	3,8	3,8
Harnas	25,4	34,5	37	83	0,41	0,90	4,3	4,5
Jutta	34,6	34,1	70	81	0,70	0,87	6,8	4,8
Lexus	31,0	42,3	17	48	0,23	0,72	7,3	4,0
Macrinas	31,1	31,1	75	92	0,67	0,94	2,8	3,5
Madonna	24,5	33,8	40	73	0,48	0,90	3,5	3,3
Phönix	29,5	27,8	41	74	0,45	0,93	4,0	3,0
Rocket	40,1	37,3	52	78	0,51	0,83	7,8	4,0
Santana	33,7	38,5	42	73	0,50	0,86	4,8	3,5
Stamm1	33,7	30,3	69	78	0,69	0,89	2,8	2,5
Stamm2	36,0	36,9	58	68	0,69	0,90	4,0	4,3
Versuchsmittel	31,7	34,3	50,1	74,6	0,53	0,87	4,7	3,7

¹⁾ HEB-Index (nach SAUERMAN, 2007): Quotient aus der Bestandeshöhe zur Ernte und Bestandeshöhe nach Blüte; Werte zwischen 0 und 1; hohe Werte zeigen eine gute Standfestigkeit an

²⁾ Bonitur Unkraut: Verunkrautung vor der Ernte, Bonitur 1–9, 1 = geringe Verunkrautung, 9 = starke Verunkrautung

Stamm1 durch die geringste Verunkrautung hervorzuheben sind (Tab. 3).

Somit ist die Anbauwürdigkeit einer Erbsensorte nicht nur über die Ertragshöhe zu definieren, sondern Kriterien, die zur Charakterisierung der Unkraut unterdrückenden Wirkung oder der Beerntbarkeit geeignet sind, wie z. B. die Standfestigkeit und der HEB-Index, sind in die Entscheidungsfindung einzubeziehen.

Eine weitere Möglichkeit der indirekten Unkrautregulierung stellt der Mischfruchtanbau dar (JENSEN et al., 2006; HAUGGAARD-NIELSEN et al., 2008). Gerade durch die langsame Jugendentwicklung der Körnerleguminosen können die Gemengepartner zu einer deutlich zügigeren Beschattung des Bodens beitragen (früherer Reihenschluss) und somit den Unkräutern das für ihre Entwicklung notwendige Licht entziehen. Geeignet hinsichtlich einer guten Unkraut unterdrückenden Wirkung sind Gemenge aus Körnerleguminosen und Getreide, wie z. B. Erbsen mit Gerste (HAUGGAARD-NIELSEN et al., 2008) oder Hafer (KIMPEL-FREUND et al., 1998; RAUBER et al., 2001) bzw. Ackerbohnen mit Hafer oder auch Gemenge aus Blauer Lupine und Getreide (BILAU et al., 2007). Als Gemengepartner kommt insbesondere bei Erbsen auch Leindotter (*Camelina sativa*) als Ölfrucht in Frage, der durch sein ausgeprägtes Rosettenstadium in der Anfangsentwicklung Unkraut effektiv unterdrücken kann (SAUCKE und ACKERMANN, 2006; PAULSEN et al., 2007).

Mischfruchtanbau

Nicht nur hinsichtlich des Unkrautunterdrückungsvermögens weist der Mischfruchtanbau Vorteile auf. Zahl-

reiche Untersuchungen haben gezeigt, dass der Mischfruchtanbau gerade in extensiven Landnutzungssystemen eine höhere Ertragsstabilität und in der Regel auch höhere Erträge ermöglicht und damit ein Instrument zur Effizienzsteigerung darstellt (AUFHAMMER, 1999; HAUGGAARD-NIELSEN et al., 2008). Die Ursachen liegen vor allem in der effektiveren Nutzung der Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe, in der Abwehr von Krankheiten und Schädlingen und in einer besseren Beerntbarkeit z. B. von Erbsen durch die Minderung der Lagergefahr aufgrund der Stützfruchtwirkung des Gemengepartners. Auch hinsichtlich der Erzeugung von betriebseigenen, proteinreichen Futtermitteln im Ökologischen Landbau bietet sich das Konzept des Mischfruchtanbaus an (BÖHM und BERK, 2006).

Eigene Untersuchungen am Standort Trenthorst (Parabraunerde, sL, 50-55 BP, pH 6,5) in den Jahren 2003 bis 2005 verdeutlichen insbesondere für den Gemengeanbau von Erbsen mit Getreide bzw. Ackerbohnen mit Getreide die Vorzüglichkeit des Mischfruchtanbaus durch höhere RYT-Werte (Abb. 2). Der „Relative Yield Total“-Wert (RYT) nach DE WITT und VAN DEN BERGH (1965) errechnet sich aus dem relativen Ertrag (RY), der als Y_{MF}/Y_{RS} (Y_{MF} = Ertrag einer Kultur in der Mischfruchtvariante, Y_{RS} = Ertrag der gleichen Kultur in Reinsaat) definiert ist. Der RYT für einen Mischfruchtanbau mit zwei Kulturen A und B ist die Summe der RY-Werte für die Kulturen A und B. RYT-Werte > 1 zeigen einen höheren Ertrag für den Mischfruchtanbau verglichen zu den Erträgen in Reinsaat an. Die Gemenge aus Futtererbsen und So-Gerste bzw. Ackerbohnen und Hafer zeigen für alle 3 Jahre Werte > 1 und sind somit produktiver als die entsprechenden Reinsaat. Die Gemenge aus Blauer Süß-

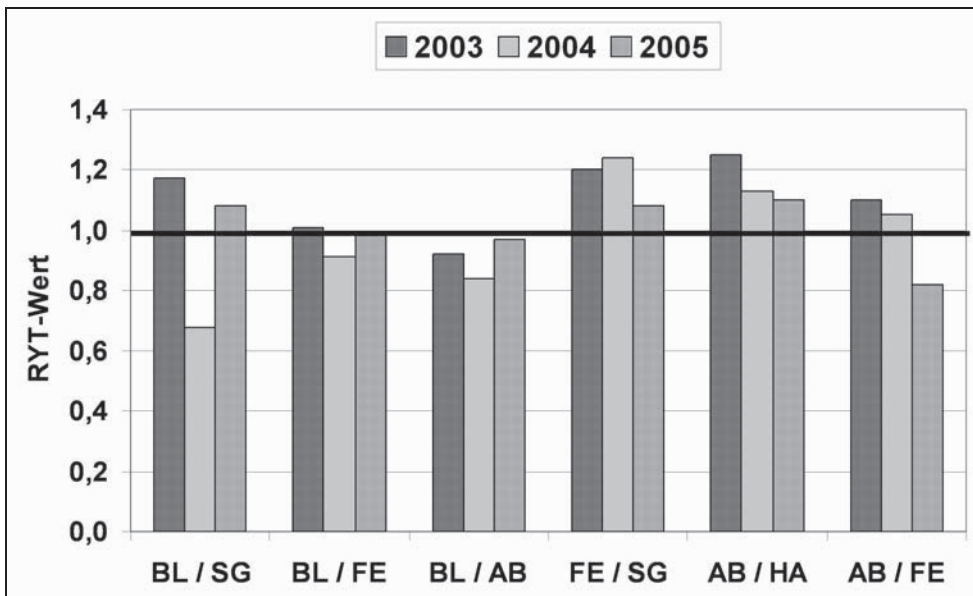


Abb. 2. Bewertung des Ertrages nach der RYT-Methode für den Gemengeanbau im Vergleich der Jahre 2003 bis 2005 (BL-Blauwe Süßlupine, AB – Ackerbohne, FE – Futtererbse, SG – Sommergerste, HA – Hafer).

lupine und Getreide verhalten sich über die Jahre uneinheitlich und führen im Mittel nur zu vergleichbaren Erträgen wie die Reinsaaten. Von den beiden Körnerleguminosengemengen zeigt das Ackerbohnen-Futtererbse-Gemenge in zwei Jahren einen positiven Ertragseffekt, während das Gemenge aus Blauer Lupine und Ackerbohnen in allen 3 Jahren eine geringere Flächenproduktivität aufwies.

Forschungsbedarf aus Sicht des Ökologischen Landbaus

Der Forschungsbedarf aus Sicht des Ökologischen Landbaus gliedert sich in die folgenden vier Bereiche:

- Pflanzenzüchtung
- Langfristig angelegte Fruchtfolgenforschung zu phytosanitären Aspekten
- Optimierung der Anbausysteme in Abhängigkeit von standortspezifischen Bedingungen
- Nutzung der Körnerleguminosen zur menschlichen Ernährung

Pflanzenzüchtung

Körnerleguminosen werden im Ökologischen Landbau in erster Linie als Futtermittelkomponente eingesetzt. Somit sind neben dem Ertrag vor allem der Proteingehalt und die Proteinqualität von herausragender Bedeutung. Die Proteinqualität wird maßgeblich durch den Gehalt an limitierenden Aminosäuren, vor allem Methionin, bestimmt. Da ökologisch angebaute Sojabohnen nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen, ist eine züchterische Verbesserung der Proteinqualität dringend erforderlich. Zudem ist die Sicherstellung der GVO-Freiheit bei Sojaprodukten ein zunehmendes Problem.

Bei der Standfestigkeit der Futtererbsen wurden in der Vergangenheit sehr gute Züchtungsfortschritte erzielt.

Dennoch könnte durch eine weitere Verbesserung der Standfestigkeit in Kombination mit größer ausgebildeten Blättern eine optimierte Unkrautunterdrückung erreicht werden.

Der Verbesserung der Krankheitsresistenzen muss bei allen Körnerleguminosenarten zukünftig eine noch höhere Aufmerksamkeit in der Züchtungsarbeit geschenkt werden. Gerade der Ökologische Landbau ist auf resistente Sorten angewiesen, da derzeit keine zuverlässigen Maßnahmen zur Bekämpfung der Krankheiten zur Verfügung stehen.

Im Fokus der Pflanzenzüchtung sollten darüber hinaus die Winterformen von Ackerbohnen und Erbsen stehen, da gerade auf schwereren Standorten die termingerechte Bestellung der Sommerformen oftmals an nicht ausreichend abgetrockneten Böden scheitert. Der Anbau von Winterformen ermöglicht eine Vorverlegung der Bestellung in den Herbst. Durch die zügigere Entwicklung der Erbsen können zudem die Ertrag reduzierenden Auswirkungen des Blattlausbefalls voraussichtlich verringert werden. Derzeit steht nur die Sorte E.F.B. 33 (Blatttyp) zur Verfügung. Untersuchungen an der Universität Kassel-Witzenhausen zeigten für diese Sorte eine ausreichende Winterhärte und eine gute Anbaueignung im Mischfruchtanbau mit Roggen (URBATZKA et al., 2009).

Langfristig angelegte Fruchtfolgenforschung zu phytosanitären Aspekten

BRETAG et al. (2001) konnten nachweisen, dass an Erbsen die Erreger des Ascochyta-Komplexes – dazu zählen aufgrund ähnlicher Symptomausprägung neben *Ascochyta pisi* auch *Mycosphaerella pinodes* und *Phoma medicaginis* – Ertragsverluste von bis zu 75% verursachen können. Die Sporen können zudem bis zu 10 Jahre im Boden überdauern und einige Krankheitserreger befallen neben Erbsen auch andere Leguminosen wie Wicken, Lupinen, Rotklee oder Ackerbohnen. Diese Wechselwirkungen be-

dürfen einer detaillierten Klärung, um nachhaltige Anbaukonzepte für Leguminosen unter Berücksichtigung notwendiger Anbaupausen in Abhängigkeit der in der Fruchtfolge angebaute(n) Körnerleguminosen(arten) zu entwickeln. Dabei müssen ebenfalls der Anbau legumer Zwischenfrüchte und der Feldfutterbau (Klee- bzw. Luzernegras) berücksichtigt werden.

Optimierung der Anbausysteme in Abhängigkeit von standortspezifischen Bedingungen

In den vergangenen Jahren wurde der Mischfruchtanbau mit Körnerleguminosen bereits intensiv erforscht. Im Vordergrund standen dabei die Optimierung der Artenkombinationen (WICHMANN et al., 2006; BÖHM und BERK 2006; HAUGGARD-NIELSEN et al., 2008) die Sortenwahl (HAUGGARD-NIELSEN et al., 2008), die Aussaatstärkenverhältnisse (DAHLMANN et al., 2007; BÖHM et al., 2008) und Aussaatverfahren (mixed cropping, row intercropping etc.) (DAHLMANN et al., 2007). Dennoch müssen standortspezifische Anbaubedingungen noch stärker Berücksichtigung finden und bedürfen der weiteren Optimierung. Hinzu kommen neue Ausrichtungen des Mischfruchtanbaus durch die Winterformen von Erbsen und Ackerbohnen. Weiterhin ergeben sich neue Ansätze, die detailliert verfolgt werden müssen. Hierzu gehören Möglichkeiten zur Erhöhung der N₂-Fixierungsleistung oder der Einsatz von suppressiven Komposten zur Reduzierung des Krankheitsbefalls.

Nutzung der Körnerleguminosen zur menschlichen Ernährung

Im Ökologischen Landbau werden Körnerleguminosen auch zukünftig überwiegend als eiweißreiche Futtermittelkomponente eingesetzt. Dennoch sollte – auch im Hinblick auf einen geringeren Verbrauch an tierischen Nahrungsmitteln in der menschlichen Ernährung – das Ziel verfolgt werden, die heimischen Körnerleguminosen für die menschliche Ernährung zu nutzen. Hierbei sollten die positiven bioaktiven Wirkungen und die Verwendungsmöglichkeit als diätetisches Lebensmittel, die die Blauen Lupinen nach ersten Untersuchungen aufweisen, weiter erforscht werden.

Literatur

- AUFHAMMER, W., 1999: Mischbau von Getreide- und anderen Körnerleguminosen: Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Stuttgart (Hohenheim), Ulmer.
- BILAU, A., H. BÖHM, B. GEROWITT, 2007: Mixed cropping of lupins for weed suppression. 7th Workshop of the EWRS Working Group: Physical and cultural weed control. Salem, 11.-14 März 2007, 70-71.
- BÖHM, H., A. BRAMM, K. AULRICH, G. RÜHL, 2008: Effect of different sowing densities in mixed cultivation of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) with spring crops on yield and quality. In: Palta, J.A., J.D. Berger: Lupins for Health and Wealth. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, Fremantle, Western Australia, 42-46.
- BÖHM, H., A. BERK, 2006: Bewertung ausgewählter Leguminosen- und Leguminosen-Getreide-Gemenge im Ökologischen Landbau hinsichtlich der Ertragsleistung und des Futterwertes. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18, 266-267.
- BRETAG, T.W., L.M. SMITH, D.J. WARD, 2001: Effect of soil-borne *Ascochyta* blight fungi on the grain yield of field peas. In: Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference, Hobart 2001, online: <http://www.regional.org.au/au/asa/2001/2/a/bretag.htm>
- DAHLMANN, C., P. VON FRAGSTEIN und NIEMSDORFF, 2007: Einfluss unterschiedlicher Konkurrenzverhältnisse beim Mischbau von Sommergerste und Erbse auf den Kornertrag, die Kornqualitäten und der symbiotischen N₂-Fixierung. In: Zikeli, S. et al.: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bd. 1, 129-132.
- DE WITT, C.T., J.P. VAN DEN BERGH, 1965: Competition between herbage plants. Netherland J. Agric. Sci. 13, 212-221.
- FREYER, B., G. PIETSCH, R. HRBEK, S. WINTER, 2005: Futter- und Körnerleguminosen im Biologischen Landbau. Leopoldsdorf: Österreicherischer Agrarverlag.
- HAUGGARD-NIELSEN, H., B. JORNSGAARD, J. KINANE, E.S. JENSEN, 2008: Grain legume-cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. Renewable Agriculture and Food Systems 23(1), 3-12.
- HAUSER, S., 1987: Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. Diss. (agr.) Universität Göttingen.
- HAYSTEAD, A., 1981: Nitrogen Fixation and Transfer. In: Hodgson, J., R.D. Baker, A. Davis, S. Laidlaw, J.D. Leaver, Hrsg., 1981.
- HEUWINKEL, H., 2007: Symbiotische N₂-Fixierung im ökologischen Landbau: Ansätze zur Verbesserung der Schätzwerte. KTBL-Schrift 458, 70-83. Darmstadt: KTBL.
- JENSEN, E.S., N. AMBUS, N. BELLOSTAS, S. BJOSEN, N. BRISSON, G. CORRE-HELLOU, Y. CROZAT, C. DAHLMANN, A. DIBET, P. VON FRAGSTEIN, M. GOODING, H. HAUGGAARD-NIELSEN, E. KASYANOVA, M. LAUNAY, M. MONTI, A. PRISTERI, 2006: Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality and prevention of N-losses in European organic farming systems. In: Andreasen, C.B. et al. (Eds.): Proceedings Europ. Joint Organic Congress „Organic Farming and European Rural Development“. DARCOF, Dänemark, 180-181.
- JOST, B., 2003: Untersuchungen und Kalkulationstabellen zur Schätzung der N₂-Fixierleistung und der N-Flächenbilanz beim Anbau von *Lupinus albus* und *Lupinus luteus* in Reinsaat und von *Vicia faba* und *Pisum sativum* in Reinsaat und im Gemenge mit *Avena sativa*. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen.
- KIMPEL-FREUND, H., K. SCHMIDTKE, R. RAUBER, 1998: Effect of field pea (*Pisum sativum* L.) with different morphological features monocropped and intercropped with oat (*Avena sativa* L.) on competition to weeds. Pflanzenbauwissenschaften 2, 25-36.
- KOLBE, H., 2009: Vergleich von Methoden zur Berechnung der biologischen N₂-Fixierung von Leguminosen zum Einsatz in der landwirtschaftlichen Praxis. Pflanzenbauwissenschaften 13(1), 23-26.
- KÖPKE, U., 1987: Symbiotische Stickstoff-Fixierung und Vorfruchtwirkung von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.). Habilitationsschrift, Universität Göttingen.
- PAULSEN, H.M., M. SCHOCHOW, H.J. REENTS, 2007: Unkrautvorkommen und Unkrautunterdrückung in Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau. In: Paulsen, H.M., M. Schochow (Hrsg.): Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau. Landbauforschung SH 309, 81-95.
- PEOPLES, M.B., A.W. FAIZAH, B. RERKASEM, B. HERRIDDE (Eds.), 1989: Methods for Evaluating Nitrogen Fixation by Nodulated Legumes in the Field. Monograph no. 11 ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research), Canberra, 1-69.
- RAUBER, R., K. SCHMIDTKE, H. KIMPEL-FREUND, 2001: The performance of pea (*Pisum sativum* L.) and its role in determining yield advantages in mixed stands of pea and oat (*Avena sativa* L.). J. Agron. Crop Sci. 187(2), 137-144.
- SAUCKE, H., K. ACKERMANN, 2006: Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). Weed Res. 46, 453-461.
- SAUERMAN, W., 2007: Sichere Beurteilung von Standfestigkeit und Erntbarkeit bei Erbsen. Bauernblatt Schleswig-Holstein, 10. Febr. 2007, 35-38.
- SCHMIDT, H., 2007: Problembereiche im Öko-Ackerbau – Analyse von Praxisbeispielen. Humus und Getreideertrag – Schadnester in Getreide – Schäden an Körnererbsen. Berlin: Köster, 222 S.
- SCHMIDTKE, K., 1997: Stickstoff-Fixierleistung und N-Flächenbilanz beim Anbau von Erbsen (*Pisum sativum* L.) unterschiedlichen Wuchstyps in Reinsaat und Gemengesaat mit Hafer (*Avena sativa* L.). Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 10, 63-64.
- SHEARER, G., D. KOHL, 1986: N₂-fixation in field settings: Estimations based on natural ¹⁵N abundance. Austral. J. Plant Physiol. 13, 699-756.

- STEIN-BACHINGER, K., J. BACHINGER, L. SCHMITT, 2004: Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. KTBL-Schrift 423. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- STÜLPNAGEL, R., 1982: Schätzung der von Ackerbohnen symbiontisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* **151**, 446-458.
- URBATZKA, P., R. GRASS, T. HAASE, C. SCHÜLER, J. HESS, 2009: Fate of legume-derived nitrogen in monocultures and mixtures with cereals. *Agriculture Ecosystems & Environment* **132**(1-2), 116-125
- WICHMANN, S., R. LOGES, F. TAUBE, 2006: Korntrträge, N₂-Fixierungsleistung und N-Flächenbilanz von Erbsen, Ackerbohnen und Schmalblättrigen Lupinen in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. *Pflanzenbauwiss.* **10**(1), 2-15.