

Mit Mischkulturen die inländische Eiweissversorgung verbessern

Maurice Clerc¹, Matthias Klais², Monika Messmer², Christine Arncken², Hansueli Dierauer², Django Hegglin² und Daniel Böhler²

¹Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), 1001 Lausanne, Schweiz

²Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 5070 Frick, Schweiz

Auskünfte: Maurice Clerc, E-Mail: maurice.clerc@fibl.org



Abb. 1 | Streifenversuch in Rueyres VD am 5.6.2012 mit Erbsen-, Ackerbohnen- und Lupinenmischkulturen. (Foto: Claudia Daniel, FiBL)

Einleitung

Nur elf Prozent des Proteinbedarfs für die Herstellung von Kraftfutter deckt der Schweizer Biosektor aktuell durch Anbau im eigenen Land (Früh *et al.* 2015). Der grösste Teil wird in Form von Biosojakuchen importiert, überwiegend aus China. Die Nachfrage nach Eiweissträgern aus heimischer Produktion für Biofutter ist hoch, der Anbau von Biosoja zu Futterzwecken in der Schweiz aber nicht rentabel. Biosoja wird in der Schweiz zurzeit nur zu Speisezwecken produziert. Zur Proteinversorgung der Schweiz könnten einheimische Körnerleguminosen beitragen. Wintereiweisserbsen zum Beispiel, in Reinsaat

angebaut, tendieren jedoch vor der Ernte zur Lagerung und können unter herbizidlosen Bedingungen stark unkruteten. Daher war ihr Anbau bis etwa 2010 wenig verbreitet. Ab 2009 begann das FiBL im Rahmen eines Projektes zur Förderung einheimischer Eiweissproduktion, verschiedene Körnerleguminosen mit unterschiedlichen Mischungspartnern in Praxisversuchen zu testen. Bis 2015 wurden in Zusammenarbeit mit den Kantonen 38 Streifenversuche auf Biobetrieben durchgeführt (Tab. 1 und 2).

In der Schweiz sind im Futterbau Mischkulturen von Körnerleguminosen und Getreide, die als ganze Pflanzen siliert werden, eine bereits erfolgreich praktizierte und erforschte Anbauform (Arrigo *et al.* 2015).

Tab. 1 | Übersicht: Mischkulturversuche von 2009 bis 2015

Anzahl Versuche	38
Anzahl auswertbare Versuche*	32
davon Herbstaussaaten	22
davon Frühjahrsaussaaten	10
Anzahl Versuchsorte	20 (in AG, ZH, BE, JU, NE, FR, VD, GE)

* Nach Abzug der Versuche, die z.B. verhagelt wurden oder auswinteren.

Mischkulturen, insbesondere solche von Körnerleguminosen mit Getreide, haben oft einen höheren Gesamtertrag, eine höhere Ertragsstabilität, eine bessere Landnutzungseffizienz, eine höhere Ressourceneffizienz und leisten einen höheren Beitrag zur Bodenkonservierung sowie zur Regulierung von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern als die Leguminosen in Reinkultur (Chapagain and Riseman 2014; Corre-Hellou *et al.* 2011; Lit-hourgidis *et al.* 2011).

Projektziele

Ziel des Projektes war es, in Zusammenarbeit mit der ganzen Biobranche die heimische Produktion von Eiweissträgern zu fördern. Die Mischkulturen sollten folgende Ansprüche erfüllen:

- Unterdrückung der Unkräuter, Hinterlassen eines sauberen Feldes nach der Ernte
- keine Lagerfrucht
- annehmbare Erträge ohne Düngung
- möglichst geringer Arbeitsaufwand für die Kulturführung
- möglichst hoher Anteil der Körnerleguminosen im Erntegut

Zusammenfassung

Mischkulturen von Körnerleguminosen mit Getreide sind vielversprechend, um wirtschaftlich und ressourceneffizient heimische Proteinpflanzen zu produzieren. Seit 2009 hat das FiBL in Zusammenarbeit mit Biolandwirten Praxisversuche angelegt, um gemeinsam geeignete Anbauverfahren für Schweizer Bedingungen zu entwickeln. Getestet wurde eine Vielzahl von Mischungsverhältnissen sowie von Arten- und Sortenkombinationen.

Als standardisierte praxisreife Anbauverfahren wurden Mischkulturen mit Proteinerbsen/ Gerste und Ackerbohnen/Hafer entwickelt. Als brauchbares standardisiertes Mischverhältnis haben sich für Leguminosen 80 % der ortsüblichen Reinsaatstärke in einer Mischung mit 40 % der ortsüblichen Reinsaatstärke für Getreide bewährt (sowohl für Winterungen als auch für Sommerungen). Das Getreide dient dabei als Stützfrucht, unterdrückt das Unkraut und bietet eine Risikoabsicherung, wenn sich die Körnerleguminose schwach entwickelt. Mittlere Erträge lagen bei Winteraussaaten von Erbsen/ Gerste bei 42 kg/a und von Ackerbohnen/Hafer bei 46,9 kg/a. Nur in vereinzelt Fällen wurde der Leguminosenanteil von 30 % für den Einzelkulturbeitrag von 1000 Fr./ha nicht erreicht. Seit 2010 haben sich die Anbauflächen für Bioerbsen und Bioackerbohnen vervielfacht, meist wird in Mischkultur angebaut. Dazu haben nicht zuletzt die Mühlen beigetragen, die die Ernte von Mischkulturen aufkaufen und auftrennen.

Tab. 2 | Verwendete Sorten für die Mischkulturversuche von 2009 bis 2015

Pflanze	Aussaatzeit	Verwendete Sorten
Eiweisserbse*	Herbst	Enduro, Isard, Igloo, James, Dove
	Frühling	Santana, Ascona, Alvesta
Futtererbse	Herbst	EFB 33, Arkta
	Frühling	Lisa, Mascara
Ackerbohne	Herbst	Olan, Hiverna, Organdi, Diva, Nordica, Karl
	Frühling	Bioro, Fuego, Taifun, Karl
Blaue Lupine	Frühling	Boregine, Borlu, Boruta
Gerste	Herbst	Caravan, Cassia, Fridericus, Semper, Merlot
	Frühling	Eunova, Ascona
Hafer	Herbst	Wiland, Winnipeg
	Frühling	Triton, President, Zorro, Wiland
Triticale	Herbst	Cosinus, Bedretto, Trialdo

*Alle Eiweisserbsensorten sind halbblatlose Typen.

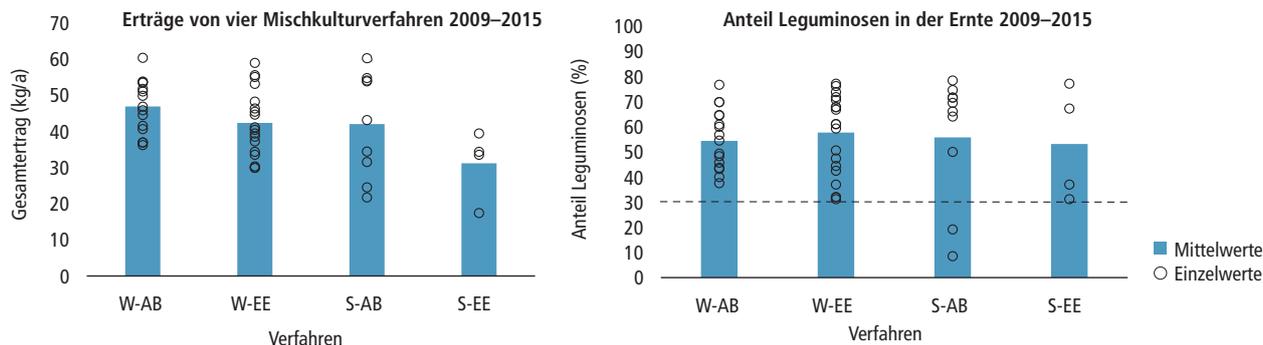


Abb. 2 | Mittlere Gesamterträge verschiedener Mischkulturverfahren (links) und mittlere Leguminosenanteile im Erntegut (rechts) in den Praxisversuchen von 2009 bis 2015, n = 51 (mit Einzelwerten).
 W-AB = Winterackerbohnen 80 % + Winterhafer 40 %, W-EE = Winter-Eiweisserbsen 80 % + Wintergerste 40 %, S-AB= Sommerackerbohnen 80 % + Sommerhafer 40 %, S-EE = Sommereiweisserbsen 80 % + Sommergerste 40 % (Prozentangaben bezogen auf die ortsübliche Aussaatmenge der betreffenden Kultur bei Reinsaat).

Methoden

An mehreren Orten wurden *On-Farm*-Streifenversuche ohne Wiederholung mit praxisüblichen Maschinen ohne Stickstoffdüngung durchgeführt. Die Verfahren (Mischungsverhältnisse, Sorten, Arten etc.) wurden jährlich angepasst und weiterentwickelt. Der Hauptfokus der Versuche lag bei Eiweisserbsen und Ackerbohnen. Es wurde weiterhin auch mit Lupinen und anderen Leguminosen und Mischungspartnern experimentiert. Sowohl geeignete Mischungsverhältnisse, darauf aufbauend ver-

schiedene Sortenkombinationen, als auch verschiedene Mischungspartner wurden getestet. Folgende Parameter wurden bonitiert und beobachtet: Auflaufen, Überwinterung, Bodenbedeckung durch die Mischkultur und die Unkräuter, Lagerung, Synchronisierung der Abreife.

Zur Ernte wurde ein Kerndrusch in den Versuchsstreifen durchgeführt. Die Erträge pro Flächeneinheit wurden direkt auf dem Acker mit einer Kranwaage (auf 0,5 kg genau) gewogen. Der Leguminosenanteil in der Ernte wurde aufgrund von je 5 kg Proben bestimmt. Der Feuchtigkeitsgehalt wurde in der Mühle ermittelt.

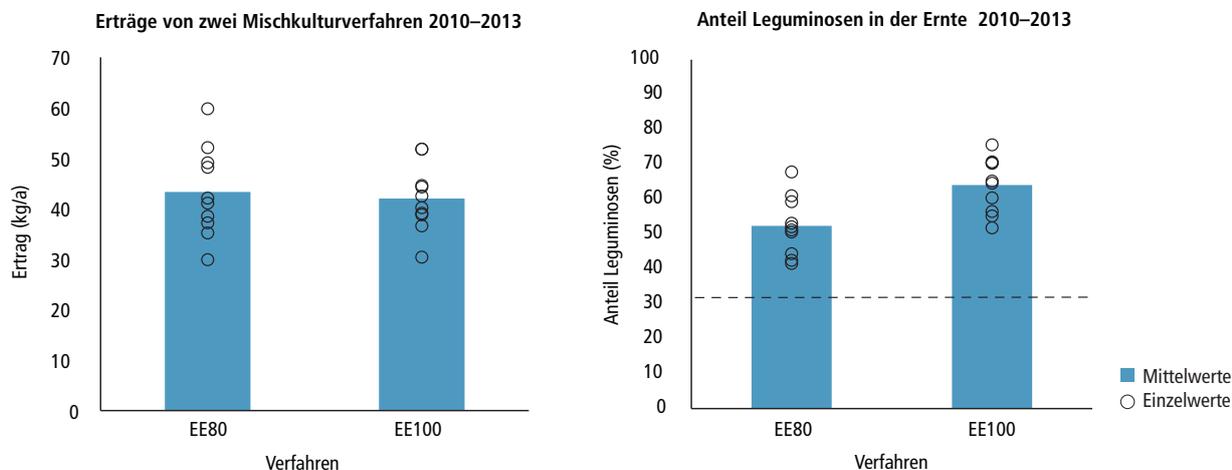


Abb. 3 | Vergleich zweier Wintererbsen-Gersten-Mischungen mit unterschiedlichen Anteilen der Mischungspartner in den Praxisversuchen von 2010–2013: mittlere Gesamterträge (links) und Leguminosenanteile (rechts) im Erntegut (mit Einzelwerten), n = 10.
 EE80 = Mischkultur Eiweisserbse 80 % + Wintergerste 40 %, EE100 = Mischkultur Eiweisserbse 100 % + Wintergerste 20 % (Prozentangaben bezogen auf die ortsübliche Aussaatmenge der betreffenden Kultur bei Reinsaat).



Abb. 4 | Gute Standfestigkeit und gemeinsame Abreife bei der Mischung Eiweisserbsen Enduro 80 % und Wintergerste Fridericus 40 %. Vandoeuvres GE, 7.7.2010. (Foto: Maurice Clerc, FiBL)

Resultate und Diskussion

Bei der Mischung Eiweisserbsen/Gerste lagen die mittleren Gesamterträge den Winterungen (Winter-Eiweisserbsen und Wintergerste, W-EE) bei 42 kg/a (Standardfehler = 2,2, n = 18) und hatten einen mittleren Leguminosenanteil in der Ernte von 55 % (Stdf. = 3,4). Für die Sommerungen (Sommer-Eiweisserbsen und Sommererbse, S-EE) lag der mittlere Gesamtertrag bei 32 kg/a (Stdf. = 4,8, n = 9) mit einem Leguminosenanteil von 44 % (Stdf. = 8,7) (Abb. 2).

Die mittleren Gesamterträge der Mischkultur Ackerbohnen/Hafer betragen bei den Winterungen (Winter-Ackerbohnen und Winterhafer, W-AB) 46,9 kg/a (Stdf. = 1,9, n = 15) mit einem mittleren Leguminosenanteil in der Ernte von 54 % (Stdf. = 2,8). Bei den Sommerungen ((Sommer-Ackerbohnen und Sommerhafer, S-AB) lagen sie bei 42 kg/a (n = 9) mit einem Leguminosenanteil von 56 % (Stdf. = 7,52).

Der Mindestanteil von 30 % für den Einzelkulturbeitrag von 1000 Fr./ha wurde in nur zwei Fällen nicht erreicht: bei den Sommer-Ackerbohnen 2015 (Dürre, Hitze) (Abb. 2).

Wurde die Aussaatmenge der Erbsen auf 100 % erhöht und der Gerstenanteil auf 20 % gesenkt, erhöhte sich in insgesamt zehn Versuchen bei gleichbleibenden mittleren Erträgen der Erbsenanteil von 52 % auf 64 % (Abb. 3). Allerdings lagerten die Bestände häufiger und waren weitaus mehr verunkrautet.

Eiweisserbse/Gerste

Die Gerste hat sich sowohl bei Winterungen als auch bei Sommerungen, vor allem aufgrund der zeitgleichen Abreife, als Mischungspartner für Erbsen in der Schweiz bewährt. Günstig war das Mischungsverhältnis von 80 % Erbse und 40 % Gerste der ortsüblichen Reinsaatstärke

Kasten 1 | Mischkulturen und Agrarpolitik

Im Jahr 2013 nahm das BLW die Mischkulturen offiziell in die Agrarpolitik 2014–2017 auf. Demnach wird der «Einzelkulturbeitrag» von 1000 Fr./ha für eine Mischkultur von Eiweisserbsen, Ackerbohnen oder Lupinen (die zu Futterzwecken angebaut werden) mit einer anderen Kulturpflanze ausbezahlt, falls der Gewichtsanteil der Körnerleguminose im Erntegut mindestens 30 % beträgt (Einzelkulturbeitragsverordnung, Stand 1.1.2015, Art. 4, Abs. 2).

Dank ihrem guten Unkrautunterdrückungsvermögen sind Mischkulturen auch für konventionelle Landwirte interessant geworden, die den «Zusatzbeitrag für den Verzicht auf Herbizid» von 400 Fr./ha beziehen möchten (Direktzahlungsverordnung, Stand 1.1.2015, Art 81).

In gewissen Regionen werden Mischkulturen im Zusammenhang mit Landschaftsqualitätsprogrammen (AP 2014–2017) gezielt gefördert. Ausserdem wird in manchen Kantonen der Anbau von Mischkulturen finanziell unterstützt.

(Abb. 4). Auch die Erbsen-Triticale-Mischung war ertragreich, allerdings mit einem geringeren Erbsenanteil und einer ungleichmässigen Abreife.

Getreide als Stützfrucht verringerte die Lagerung der Wintereiweisserbsen erheblich. Bei Totalausfall der Erbsen (z.B. bei sehr kaltem Winter oder zu nassem Frühjahr) konnte sich das Getreide voll entfalten, das Unkraut unterdrücken und doch noch einen gewissen Ertrag abwerfen (Risikoabsicherung). In der Regel war ein einmaliger Striegeldurchgang im Frühjahr zur Unkrautkontrolle ausreichend. Mit Erbsen in Reinkultur wurde nur zu Beginn verglichen (2009–2010), da diese wegen Lagerung meist einen Totalausfall hatten.

Die von uns getesteten weiss blühenden Sorten produzieren weniger Grünmasse als die bunt blühenden und wachsen niedriger. Es wurden verschiedene Sortenkombinationen getestet. Für einen hohen Anteil Erbsen im Erntegut hat sich bei starkwüchsigeren Sorten (z.B. Dove) die Mischung mit einer sechszeiligen Gerste (z.B. Fridericus, Semper) bewährt, bei schwachwüchsigeren Sorten (z.B. Isard, Enduro) eher eine zwei-zeilige Gerste (z.B. Caravan, Cassia). Die aktuell erhältlichen Eiweisserbsensorten sind nicht ausreichend winterhart und tolerieren vernässte Böden im Frühjahr zu wenig.



Abb. 5 | Ein sauberes Feld nach der Ernte einer Mischkultur ist vielen extensiven Bioackerbauern viel wichtiger als ein hoher Ertrag. Mischkulturenversuch in Pailly VD am Tag der Ernte (23.8.2013). Links war eine Ackerbohnen-Hafer-Mischung, rechts war ein Ackerbohnen-Reinbestand. (Foto: Maurice Clerc, FiBL)



Abb. 6 | Mischkultur Ackerbohnen 80 % und Wintertriticale 40 %. Vandoeuvres GE, 6.7.2015. (Foto: Maurice Clerc, FiBL)

Ackerbohne/Hafer

Auch hier ist ein Mischungsverhältnis von 80 % und 40 % der Reinsaatmengen am praxistauglichsten. Der Hafer unterstützt die gute Unkrautunterdrückung der Ackerbohne, dient aber vor allem der Risikoabsicherung, falls die Bohnen wegen Trockenheit, Blattläusen, Auswinterung oder schlechtem Auflaufen lückig sind oder ausfallen (Abb.5). Auch waren im Mischbau meist die Wuchshöhe und die Lagerungsgefahr reduziert. Sowohl bei Winterungen wie bei Sommerungen reiften die gesäten Hafersorten vor den Ackerbohnen ab, sodass

ab 2014 bei den Sommerungen spätreifere Hafersorten oder sogar Winterhafer (Wiland) getestet wurden. Bei Aussaat im März bildete der Winterhafer aufgrund der Fröste im März und April noch Rispen. Im niederschlagsreichen Sommer 2014 war die Abreife der Ackerbohnen (Sorten Bioro, Taifun) näher am Winterhafer (Wiland) als am Sommerhafer (President). Die Erträge waren tendenziell tiefer, der Leguminosenanteil im Erntegut dafür höher (vorläufige Erfahrungen aus drei Versuchen). Durch geeignete Sortenwahl kann hier noch wesentlich optimiert werden.



Abb. 7 | Blaue Lupinen Boruta 80 % und Sommerhafer President 40 %. Schwand, Münsingen BE, 10.6.2014. (Foto: Maurice Clerc, FiBL)

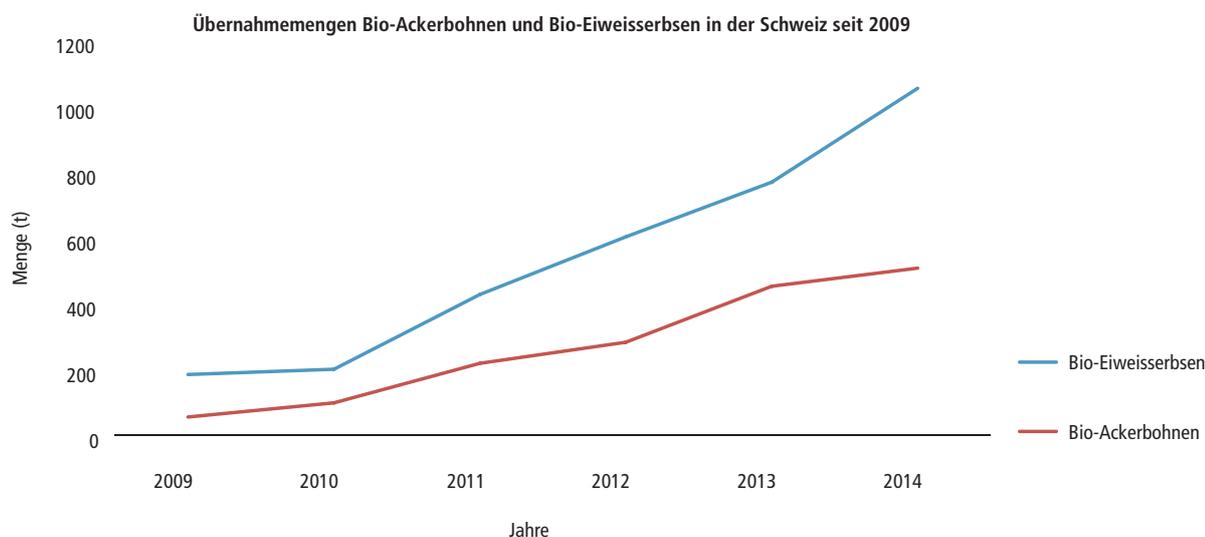


Abb. 8 | Knospe-Körnerleguminosen Übernahmemengen (t) 2009–2014 (Quelle: Bio Suisse, 2014).

Ab 2015 wurde in zwei Versuchen mit Herbstsaat Triticale statt Hafer als Partner für die Ackerbohne getestet, da der Markt für Biofutterhafer gesättigt ist (Abb. 6). Im Frühjahr 2015 waren die Mischungen mit Triticale ähnlich unkrautarm wie diejenigen mit Winterhafer und der absolute Ackerbohnenenertrag war vergleichbar. Triticale reifte fast gleichzeitig mit der Ackerbohne ab. Diese Mischung sollte weiter getestet werden.

Die Mischkultur Ackerbohne/Hafer ist aber weiterhin geeignet für Betriebe, die den Hafer verfüttern oder als Gründüngung säen können. Auch die Reinkultur von Ackerbohnen ist möglich, aber etwas riskanter als eine Mischkultur.

Lupine/Hafer

Die Lupine ist ein vielversprechender, jedoch in der Schweiz bisher seltener Eiweisslieferant. Das FiBL arbeitet an Mischkultursystemen für Lupinen und testet geeignete Sorten und Mischungspartner (Abb. 7). Hierfür wurde ein Kleinparzellenversuch mit Weisser und Blauer Lupine (2014–2015, mit Anthraknose-Screening) angelegt. Praxisversuche mit Blauer Lupine und Hafer liefen 2013–2015. Die Erträge der Mischkulturen Lupine/Hafer und die Lupinenanteile im Erntegut waren vergleichbar

mit den Mischkulturen Ackerbohne/Hafer. Auch für diese Mischung sollten spätreife Hafersorten eingesetzt werden. Der Nährwert der Lupine ist fast vergleichbar mit demjenigen von Soja und auch die Lupine kann zu wertvollen, im Trend liegenden Speisewaren verarbeitet werden.

Weiterentwicklung und Bedeutung für die Praxis

Dank der seit 2009 erzielten Ergebnisse konnten viele Empfehlungen für die Praxis formuliert werden (www.bio-aktuell.ch → Pflanzenbau → Ackerbau → Mischkulturen).

Seit 2010 übernehmen die am Projekt beteiligten Biofuttermühen die Ernte von Mischkulturen, wodurch deren Anbau kontinuierlich zugenommen hat (Abb. 8). Im Jahr 2014 wurden etwa 430 ha Eiweisserbsen und 180 ha Ackerbohnen unter Biobedingungen in der Schweiz angebaut (Bio Suisse, 2015). Vermutlich wird ein Grossteil dieser Flächen mit Mischkulturen angebaut, aber es sind keine genauen Erhebungen vorhanden. Zurzeit werden viele neue Umsteller unter den Ackerbäuerinnen und Ackerbauern gesucht – die Bio-nachfrage ist gross. Aktuell wird der Preis der Biokörnerleguminosen gemäss Vereinbarungen zwischen Bio Suisse und den Marktakteuren durch einen Förderbei-

Tab. 3 | Bewertung der in der Schweiz diskutierten Mischkulturen

Eiweisserbsen/Gerste	praxisreif, aber die Wintereiweisserbsensorten müssten züchterisch verbessert werden (Winterhärte!); nicht für schwere, zur Vernässung neigende Böden geeignet
Ackerbohnen/Hafer	praxisreif, spätreife Hafersorten verwenden; für den Engros-Verkauf versuchen, den Hafer durch z.B. Triticale zu ersetzen
Eiweisserbsen/Triticale	nicht optimal, der Triticale reift nach der Eiweisserbse ab
Futtererbsen/Triticale	nicht praxisreif, die Futtererbse lagert und reift nach dem Triticale ab
Blaue Lupinen/Hafer	funktioniert mit spätreifen Hafersorten; für den Engros-Verkauf bisher keine Ersatzlösung zu Hafer und noch kein grosser Markt für die Lupine

trag gestützt, der beim Import von Biofuttergetreide erhoben wird. Der Förderbeitrag beträgt aktuell 10 Fr./100 kg für Eiweisserbsen und Ackerbohnen und 15 Fr./100 kg für Soja und Lupinen. Eine aktuelle Bewertung der zurzeit für die Schweiz diskutierten Mischkulturen bringt Tabelle 3.

Natürlich gibt es bezüglich Anbau und Markteinbettung der Mischkulturen noch Optimierungspotenzial:

- Optimierung der Sätechnik (separate und jeweils optimale Ablagetiefe)
- Züchtung und Sortenprüfung besserer Leguminosensorten (Kälte- und Nässetoleranz, Mischkultureignung)
- Die Bedeutung der Mischungen für die Fruchtfolge und ihre Stellung darin sollten besser untersucht werden, vor allem im Hinblick auf bodenbürtige Krankheiten und Leguminosensmüdigkeit.
- vermehrte Integration von Kompost im Leguminosenanbau zur Verringerung des Risikos von Leguminosensmüdigkeit
- Umfragen zum Anbau von Mischkulturen bei Produzenten (Schwierigkeiten aufzeigen, innovative Ansätze identifizieren); kontinuierliche Weiterentwicklung von Kombinationsmöglichkeiten und Mischungsverhältnissen (aktuelle Nachfrage berücksichtigen)
- Berücksichtigung der Sortenqualität (erwünschte Gehalte an nutritiven und antinutritiven Stoffen).

Schlussfolgerungen

Zu einer konservierenden Landwirtschaft, die verbesserte Ackerböden anstrebt, gehören Mischkulturen genauso wie eine reduzierte Bodenbearbeitung und organische Düngung. Da eine reduzierte Bodenbearbeitung Unkräuter fördert, sind unkrautunterdrückende Mischkulturen wichtig. Mischkulturen sind ein gutes Beispiel für eine ökologische Intensivierung, denn ihre Erträge sind oft hoch und stabiler als diejenigen der Leguminosen in Reinkultur. Da sie erlauben, mittels Pflanzen proteinhaltige Rohwaren mit Luftstickstoff und allenfalls sehr wenig Dünger zu produzieren, stellen Mischkulturen einen wichtigen Beitrag zur Ökologisierung und gleichzeitigen Erhöhung der Flächennutzungseffizienz dar. ■

Dank

Den folgenden unterstützenden Institutionen sei herzlich gedankt: den Kantonen AG, ZH und GE; der Stiftung Corymbo; Bio Suisse und Migros; den Mühlen Lehmann und Rytz; den Saatgutfirmen; der Firma Bio Partner; dem EU-Projekt DIVERSIFOOD.

Riassunto

Migliorare l'approvvigionamento proteico indigeno con colture miste

Le colture miste di leguminose da granella e cereali sono promettenti per la produzione economica ed efficiente dal punto di vista delle risorse di piante proteiche indigene. A partire dal 2009 il FiBL, in collaborazione con bioagricoltori, ha condotto esperimenti pratici volti a sviluppare in comune tecniche colturali adatte alle condizioni svizzere. Sono stati sperimentati numerosi rapporti di miscele e combinazioni di specie e varietà.

Per poter proporre una tecnica colturale standardizzata applicabile nella pratica sono state sviluppate colture miste di piselli proteici/orzo e fave/avena, entrambe con rapporti di miscela pari all'80 % rispettivamente 40 % delle colture pure locali (sia invernali che estive). Il cereale funge da sostegno, sopprime le infestanti e serve a coprire i rischi in caso di debole sviluppo delle leguminose da granella. Nel caso delle semine invernali di piselli/orzo sono state ottenute rese medie pari a 42 kg/a e 46,9 kg/a nel caso di fave/avena. In casi isolati la parte di leguminose del 30 % per il contributo per singole colture di 1000 fr./ha non è stato raggiunto.

Dal 2010 le superfici coltivate a piselli bio e fave bio si sono moltiplicate, nella maggior parte dei casi si tratta di colture miste. Al raggiungimento di questo risultato hanno contribuito non da ultimo i mulini che acquistano e separano i raccolti delle colture miste.

Literatur

- Arrigo Y., Henneberger S. & Wyss U., 2015. Verdaulichkeit und Abbaubarkeit von Ganzpflanzensilagen aus Getreide und Erbsen, *Agrarforschung Schweiz* 6 (4), 144–151.
- Chapagain T. & Riseman A., 2014. Barley-pea intercropping, effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Research* 166, 18–25.
- Corre-Hellou G., Dibet A., Hauggaard-Nielsen H., Crozat Y., Gooding M., Ambus P., Dahlmann C., von Fragstein P., Priesteri A., Monti M. & Jensen E.S., 2011. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Field Crops Research* 122, 264–272.
- Früh B., Schlatter B., Isensee A., Maurer V. & Willer H., 2015. Report on organic protein availability and demand in Europe. Research Institute of Organic Agriculture, Frick, Switzerland.
- Lithourgidis A.S., Vlachostergios D.N., Dordas C.A. & Damalas C.A., 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy* 34, 287–294.

Summary

Improving the domestic protein supply with mixed cropping

Mixed cropping of grain legumes with cereals is a promising approach to economic and resource-efficient domestic production of protein plants. Since 2009, FiBL has established field trials in cooperation with organic farmers with a view to jointly developing suitable production methods under Swiss conditions. A range of seeding ratios as well as different combinations of species and cultivars have been tested.

Standardised production methods developed to maturity are intercrops of protein peas with barley and field beans with oats, with both mixtures sown at 80 % and 40 % of the customary local monocrop seeding rates for the legumes and cereals respectively (and for both winter and spring crops). The cereal crop prevents the legumes from lodging, suppresses weeds, and offers risk protection should the grain legume not develop well. Average yields were 42 kg/100 m² for winter-sown pea-barley and 46.9 kg/100 m² for winter-sown field bean/oat intercrops. Only in isolated cases was the 30 % legume content required to qualify for the 1000 CHF/ha 'subsidy for individual crops' not reached. The area under organic peas and organic field beans has multiplied since 2010, and these crops are mostly grown as part of a mixed crop. This is due not least of all to the mills that buy up and separate intercrop harvests.

Key words: mixed cropping, peas, fava beans, lupines, organic farming, Switzerland.

- Messerli A., Bio Suisse, 2015. Persönliche Mitteilung.
- Jahresberichte des FiBL über Mischkulturen mit Körnerleguminosen zu Futterzwecken (2009–2014):
- www.bioaktuell.ch > Pflanzenbau > Ackerbau > Mischkulturen A Praxisversuche mit Mischkulturen. Zugang: <http://www.bioaktuell.ch/de/pflanzenbau/ackerbau/mischkulturen/praxisversuche-mischkulturen.html>.
- Jahresberichte des FiBL zu Mischkulturen mit Soja oder Untersaaten in Soja (2011–2014):
- www.bioactualites.ch > Cultures > Grandes cultures > Légumineuses à graines > Soja bio: rapports des essais et des activités pratiques du FiBL et de Prokana. Zugang: <http://www.bioactualites.ch/fr/cultures/grandes-cultures-bio/legumineuses-a-graines/sojarapports-fr.html>.