



Projekt 05, Arbeitsprogramm III (2002 - 2005) des ITADA

Entwicklung praxistauglicher Strategien für den ökologischen Anbau von Eiweißpflanzen am Oberrhein



Kompaktfassung

J. Poetsch, W. Claupein

Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim

Januar 2006

Projektdurchführung:

Armelle Buisson, Organisation Professionnelle de l'Agriculture Biologique en Alsace, F-Colmar

Claudia Frick, Eidgen. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-Zürich-Reckenholz

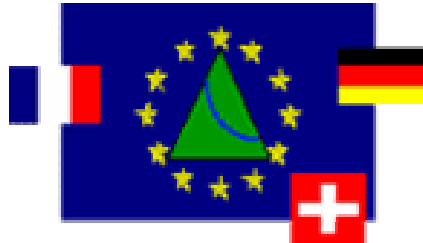
Jens Poetsch, Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, D-Stuttgart-Hohenheim

ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft

ITADA-Sekretariat: 2 Allée de Herrlisheim, F-68000 Colmar

Tel.: 0(033)389 22 95 50 Fax: 0(033)389 22 95 59 eMail: itada@wanadoo.fr <http://www.itada.org>



Kompaktfassung Projekt 05

Entwicklung praxistauglicher Strategien für den ökologischen Anbau von Eiweißpflanzen am Oberrhein

Das Arbeitsprogramm III des ITADA unterstand der Trägerschaft des
Conseil Régional d'Alsace und wurde kofinanziert durch:

Europäischer Regionalentwicklungsfonds (INTERREG Programm III Oberrhein Mitte-Süd)
Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg
Conseil Régional d'Alsace
Agence de l'Eau Rhin Meuse
Landwirtschaftliche Berufsverbände des Elsass
Schweizer Eidgenossenschaft
Kantone Aargau, Basel-Landschaft und Basel-Stadt

Projektverantwortlicher: Dr. Reinhold Vetter (IfuL)
Projektpartner: Prof. Dr. Wilhelm Claupein - Projektleitung,
Dr. Dirk Kauter, Jens Poetsch (Univ. Hohenheim)
Dr. Thomas Hebeisen, Claudia Frick (FAL)
Joseph Weissbart, Armelle Buisson (OPABA)
Assoziiert: Gabi Schwittek, Christa Siebert (LAP)
Dr. Peter Römer (SWS)

Institut für umweltgerechte Landwirtschaft, D-Müllheim (IfuL)
Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, D-Stuttgart-Hohenheim
Eidgen. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-Zürich-Reckenholz (FAL)
Organisation Professionnelle de l'Agriculture Biologique en Alsace, F-Colmar (OPABA)
Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim, D-Rheinstetten (LAP)
Südwestdeutsche Saatzucht Späth, D-Rastatt (SWS)

1 Problemstellung und Zielsetzung

In der ökologischen Tierfütterung nach EU-Öko-Verordnung dürfen nur noch bei nachweislich unzureichender Versorgung mit ökologisch erzeugten Futtermitteln solche aus konventioneller Erzeugung zugesetzt werden. Diese Möglichkeit unterliegt zusätzlichen Einschränkungen (z.B. GVO-Freiheit), ist mengenmäßig je nach Tierart auf maximal 15% der Trockenmasse begrenzt und läuft bis Ende 2011 schrittweise aus. Davon ist besonders die Versorgung mit den für hohe Leistung erforderlichen eiweißreichen Futtermitteln betroffen. Eine Ausweitung des ökologischen Anbaus von Eiweißpflanzen (Körnerleguminosen) kann dazu beitragen, die Versorgungslücke zu schließen.

In den wärmebegünstigten Lagen der Projektregion Oberrhein ist der Anbau von Sojabohnen möglich. Aufgrund der günstigen Vermarktungssituation durch die regionale Erzeugung von Bio-Tofu wird die Sojabohne im ökologischen Anbau bevorzugt. Unter den heimischen, auch für kühlere Lagen geeigneten Körnerleguminosen zeichnen sich Lupinenarten durch Eiweißgehalte von bis zu 40% im Korn aus. Gängige Kulturen, wie Erbse und Ackerbohne, können hohe Gesamterträge erzielen, besitzen jedoch geringere Eiweißgehalte.

Einer Ausweitung des ökologischen Anbaus von Körnerleguminosen am Oberrhein stehen Bedenken hinsichtlich der Ertragssicherheit entgegen. Probleme bestehen vor allem bei der aufwändigen Unkrautbekämpfung sowie der Optimierung der Wassernutzungseffizienz in der sommertrockenen Region. Im Herbst zu säende Winterformen von Erbse, Ackerbohne und Weißer Lupine können Vorteile bieten, sind aber hinsichtlich Überwinterung und Anbautechnik für den Oberrhein kaum untersucht. Nach Ernte von Körnerleguminosen können erhöhte Nitratgehalte im Boden vorliegen, die vor einer Auswaschung in das Grundwasser zu schützen sind.

In einem grenzüberschreitenden Rahmen mit Projektpartnern aus Deutschland, Frankreich und der Schweiz wurden für die Region Oberrhein folgende Ziele angestrebt:

- Verbesserung der Ertragssicherheit und Ausweitung des ökologischen Anbaus von Eiweißpflanzen
- Höhere Artenvielfalt der Fruchtfolgen in der ökologischen Landwirtschaft durch gesteigerte Anbauwürdigkeit verschiedener Körnerleguminosen
- Entwicklung von effizienten Strategien zur ökologischen Unkrautregulierung in Körnerleguminosen mit Schwerpunkt auf der Sojabohne
- Schaffung der anbautechnischen Grundlagen für eine Einführung von Winterformen der Körnerleguminosen in die Fruchtfolgen ökologisch wirtschaftender Betriebe
- Schaffung der anbautechnischen Grundlagen für einen erfolgreichen Lupinenanbau (Sortenwahl, Standortbedingungen, Krankheitsbekämpfung)
- Lieferung von Daten zur Abschätzung der Grundwassergefährdung durch Nitrat-Auswaschung nach dem Anbau von Körnerleguminosen

Zusammenfassend sollte ein verstärkter ökologischer Anbau von Sojabohnen, Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen am Oberrhein ermöglicht werden.

2 Material und Methoden

Schwerpunkt des Projektes waren pflanzenbauliche Feldversuche im Dreiländereck Oberrhein (badisches Rheintal, Elsass, Nordwest-Schweiz). Die tieferen Lagen der Region sind charakterisiert durch Jahresniederschläge von 550-700 mm und sehr warme, vergleichsweise trockene Sommer, weshalb an vielen Standorten beregnet wird. Die höhergelegenen Standorte in der Schweiz sind etwas kühler und niederschlagsreicher. Die Bodenverhältnisse im Rheintal wechseln stark von Sand (teilweise mit Kiesuntergrund) bis hin zu fruchtbaren Lößböden.

In der Schweiz wurden ausschließlich Fragen zum Lupinenanbau untersucht. In Deutschland und Frankreich lagen die Schwerpunkte auf der Unkrautbekämpfung in Sojabohnen sowie dem Anbau von Winterformen. Tab. 1 gibt einen Überblick der durchgeführten Feldversuche.

Tab. 1: Übersicht der Feldversuche und bearbeiteten Fragestellungen im Projekt

<u>Thema</u>	<u>Fragestellungen</u>	<u>Land/Jahre</u>
Unkrautbekämpfung in Sojabohne und Lupine	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleich von klassischen Verfahren (Hacke, Striegel) mit Spezialgeräten (Kress Fingerhacke, Yetter Rotorhacke, thermische Unkrautbekämpfung) 	D 2003-05
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einfluss von Saattermin, Reihenweite und Untersaaten auf Bekämpfungserfolg und Konkurrenzkraft der Kulturpflanze 	F 2003-04
Sortenwahl und Anbauwürdigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ertragsleistung und Standorteignung von Sorten der Schmalblättrigen und der Weißen Lupine 	CH 2002-04 D 2003 F 2003
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ertragsleistung von Erbsensorten im ökologischen Anbau 	F 2002-03
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anbauwürdigkeit von Kichererbsen am Oberrhein 	D 2004-05
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anbauwürdigkeit von Gelber Lupine am Oberrhein 	CH 2003-04
Winterformen von Körnerleguminosen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überwinterung und Ertragsleistung von Wintersorten der Erbse, Ackerbohne und Weißen Lupine am Oberrhein 	D 2004-05 F 2004-05
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einfluss des Saattermines auf Überwinterung und Ertragsleistung der Wintersorten 	D 2004-05
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einfluss von Sortenwahl, Saattiefe und Saattiefe auf Überwinterung und Ertragsleistung von Winterlupinen 	CH 2003-05
Anthracnose der Lupine¹	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirksamkeit chemischer und nicht-chemischer Methoden zur Bekämpfung der Lupinen-Anthracnose sowohl im Saatgut als auch im Pflanzenbestand 	CH 2002-04 D 2003
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anfälligkeit verschiedener Lupinenarten und -sorten 	
Boden-Stickstoffdynamik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Messung der Bodennitratgehalte nach Ernte verschiedener Körnerleguminosen zur Abschätzung der Gefahr eines Nitrat-Austrags in das Grundwasser 	D 2003-05 F 2004

¹ derzeit wichtigste Lupinenkrankheit

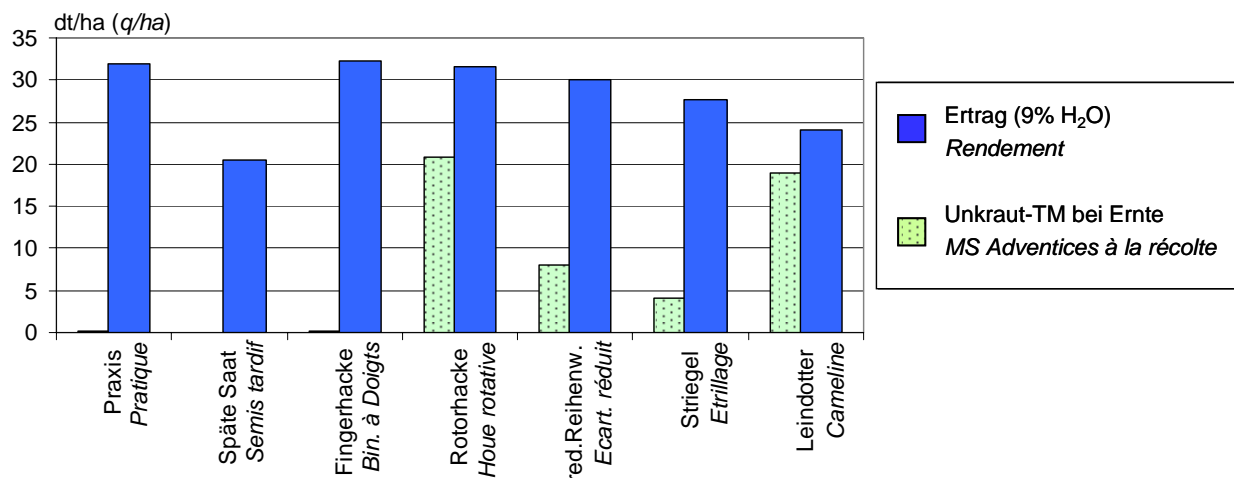
Projektbegleitend wurden Befragungen und Felderhebungen in der landwirtschaftlichen Praxis durchgeführt, um vorhandenes Wissen und häufig auftretende Probleme zu erfassen. Eine Auswertung der aktuellen Literatur unterstützt die Einordnung der Ergebnisse und ergänzt diese um weitere Informationen.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Ökologische Unkrautregulierung

Sojabohne

Die Sojabohne ist eine relativ konkurrenzstarke Kulturpflanze, wenn dichte Bestände und günstige Wuchsbedingungen vorliegen. Eine starke Verunkrautung führt nicht zwangsläufig zu Ertragseinbußen. Sie kann jedoch auch die Ernte erschweren, den Reinigungsaufwand des Erntegutes erhöhen und die Qualität beeinträchtigen. Abb. 1 zeigt beispielhaft Kornerträge und Unkrautufwuchs in einem der durchgeführten Versuche mit Anmerkungen zu den verschiedenen Varianten.



Praxis: 4 x Hacke + Striegel, erfolgreiche Variante

Späte Saat: 2 x Hacke + Striegel, Aussaat 31.05.2005 zu spät (Späte Saat 18.05.2004 ohne Ertragseinbußen)

Fingerhacke: 3 x Hacke + Fingerhacke, erfolgreiche Variante

Rotorhacke: zu spät eingesetzt, keine Wirkung gegen Unkräuter (im Elsass 2004 erfolgreich)

red. Reihenw.: 30 cm Reihenweite (statt 54 cm), 3 x Hacke ohne Striegel, Unkrautufwuchs fast nur in der Reihe

Striegel: Reihenweite 17 cm, 2 x Striegel, reduzierter Arbeitsaufwand

Leindotter: 1 x Striegel mit Leindotteruntersaat, keine Wirkung gegen Unkräuter

Abb. 1: Korndruscherträge und oberirdischer Unkrautufwuchs (Trockenmasse) in Sojabohnen, D-Buggingen 2005

Als Gesamtergebnis der in Deutschland und Frankreich durchgeführten Versuche zur Unkrautregulierung in Sojabohnen kann festgehalten werden:

- Sorgfältige Saatbettbereitung und Sätechnik mit gleichmäßiger Kornablage sind eine wichtige Grundlage für gut entwickelte und konkurrenzstarke Bestände.
- Eine effektive Bekämpfung auch größerer Unkräuter ist mit der Gänsefußhacke am Traktor möglich, jedoch nur zwischen den Reihen der Kulturpflanzen.
- Verschiedene Geräte sind zur Unkrautbekämpfung innerhalb der Kulturpflanzenreihe geeignet, jedoch nur bei noch kleinen Unkräutern wirksam. Eine Kombination mit der Gänsefußhacke ist die beste Wahl. Für die Wirksamkeit innerhalb der Reihen sind Häufigkeit und Termingerechtigkeit der Maßnahmen wichtiger als die Gerätewahl.

- Für die Kombination mit der Gänsefußhacke werden der kostengünstige Hackstriegel oder die speziell in der Reihe arbeitende Kress Fingerhacke empfohlen. Die Yetter Rotorhacke konnte im Vergleich zum Hackstriegel keine Vorteile erzielen. Eine thermische Unkrautbekämpfung kann ergänzend eingesetzt werden.
- Am Oberrhein ist die Aussaat von Sojabohnen ab Ende April möglich. Eine Verzögerung bei zunehmender Frühjahrserwärmung ermöglicht die Bekämpfung keimender Problemunkräuter schon vor der Saat sowie eine schnellere und konkurrenzstärkere Entwicklung der Sojabohnen. Bei Aussaat nach Mitte Mai können jedoch Probleme mit Reifeverzögerungen und Ertragsminderungen auftreten.
- Eine Verringerung des praxisüblichen Reihenabstandes von z.B. 50 cm auf 30 cm ermöglicht früher geschlossene Bestände und eine reduzierte Anzahl Arbeitsgänge. Dabei kommt dem erfolgreichen Einsatz des Striegels zunehmende Bedeutung zu.
- Der Einsatz von Untersaaten (Leindotter, Weißklee) zur Unkrautunterdrückung hat sich in den Versuchen nicht bewährt.

Weißer Lupine

Die Weiße Lupine hat sich in den Versuchen zur Unkrautregulierung als wenig konkurrenzstark erwiesen. Es wird daher empfohlen, sie grundsätzlich nur auf Standorten mit geringem Unkrautdruck anzubauen. Um die zögerliche Entwicklung der Kultur zu beschleunigen, sollte sie erst nach hinreichender Bodenerwärmung (Ende März - Anfang April) gesät werden. Die ideale Reihenweite liegt bei 30 - 40 cm, um zwischen den Reihen hacken zu können, aber auch noch geschlossene Bestände zu erreichen. Der Striegel sollte nur eingesetzt werden, solange die Lupinen nicht zu groß sind.

3.2 Sortenversuche

Lupinen

Die Weiße Lupine zeigte in der Schweiz nur geringfügige Sortenunterschiede. Die geprüften Sorten Amiga, Bardo und Fortuna lieferten im Mittel über vier Versuche (2002-03, ökologisch u. konventionell) einen Ertrag von 30 dt/ha, wobei die höchsten Erträge auf dem ökologisch bewirtschafteten Standort Wil (2002) mit 37 dt/ha erreicht wurden.

Die Schmalblättrige Lupine wies deutlichere Sortenunterschiede und ein etwas geringeres Ertragsniveau auf. Tab. 2 zeigt die Erträge aus sieben Versuchen in der Schweiz. Dargestellt sind nur Sorten, die über mindestens 2 Jahre geprüft wurden. Fett hervorgehoben sind Erträge oberhalb des 75%-Quantils, die also im Gesamtsortiment des jeweiligen Versuches (einschließlich einjährig geprüfter Sorten) zum oberen Viertel gehörten.

- In fünf der sieben Versuche sind die Sorten Borlu und Bolivio im oberen Viertel vertreten. Unter den unverzweigten Sorten (frühere Abreife) fiel Sonet positiv auf. Alle drei Sorten erreichten im Mittel der Versuche Erträge von ca. 27 dt/ha.
- Von den nur 2004 geprüften Sorten (nicht dargestellt), erreichte die noch nicht zugelassene V6-1 an beiden Standorten Erträge im oberen Viertel.

Tab. 2: Sortenerträge Schmalblättrige Lupine in dt/ha (13% H₂O), Schweizer Standorte 2002 - 2004

Jahr	2002				2003	2004	
	Thun	Changins	Möhlin	Wil	Möhlin	Möhlin	Wil
Arabella	15,0	22,5	27,8	22,1	16,3	29,4	30,9
Bolivio	21,8	24,4	29,2	26,2	19,9	32,8	34,0
Boltensia	19,2	23,4	28,0	24,1	17,9	33,4	30,4
Bora	22,5	20,1	26,7	23,9	20,7	37,7	31,6
Bordako	12,3	22,4	26,9	23,0	14,2		
Boregine					11,3	35,7	29,8
Borlana	17,5	23,5	26,9	26,2	19,7	35,8	31,3
Borlu	23,6	22,4	29,2	25,3	22,9	38,3	31,5
Boruta*	23,5	23,6	27,8	24,6	17,5	28,0	25,7
Boreweta*		18,5	28,8	23,0	16,9		
Sonet*		27,5	30,7	23,5	19,4	32,1	28,3
Prima*					18,2	33,3	29,0

* = unverzweigt

fett: Erträge im oberen Viertel des jeweiligen Versuches

Wil ökologisch, restliche Standorte konventionell bewirtschaftet

Bei den 2003 in Deutschland und Frankreich durchgeführten ökologischen Sortenversuchen mit Weißer und Schmalblättriger Lupine wurde ein deutlich niedrigeres Ertragsniveau erreicht als in der Schweiz.

- Die Versuche bestätigten die bei Lupinen häufig auftretenden Probleme mit Wildfraß (Hasen, Rehe), starker Verunkrautung und schwacher Entwicklung.
- Ertragliche Vorteile der Sorten Schmalblättriger Lupine Borlu, Bolivio und Sonet konnten auch in diesen Versuchen bestätigt werden.

Erbsen, Elsass

In drei im Elsass (2002-03) durchgeführten Sortenversuchen mit Erbsen bei ökologischer Anbauweise zeigte sich, dass die Ertragssicherheit aufgrund des häufig im Sommer auftretenden Wassermangels sowie Blattlausbefalls und starker Verunkrautung eingeschränkt ist.

Hinsichtlich Ertragsleistung und der im ökologischen Anbau wichtigen Konkurrenzskraft gegen Unkräutern erschien besonders die Sorte Nitouche als vorteilhaft. In späteren Vergleichsversuchen mit Wintererbsen zeigte sich auch die Sorte Hardy als ertragsstark.

Sonstige Körnerleguminosen

Erste Anbauversuche mit Kichererbsen im deutschen Oberrheingebiet zeigten eine gute Entwicklung und die erwartete Trockenstresstoleranz der Kultur. Jedoch waren aufgrund von Krankheitsbefall an den Hülsen die Erträge niedrig und die Kornqualität ungenügend für eine Vermarktung als Speiseware.

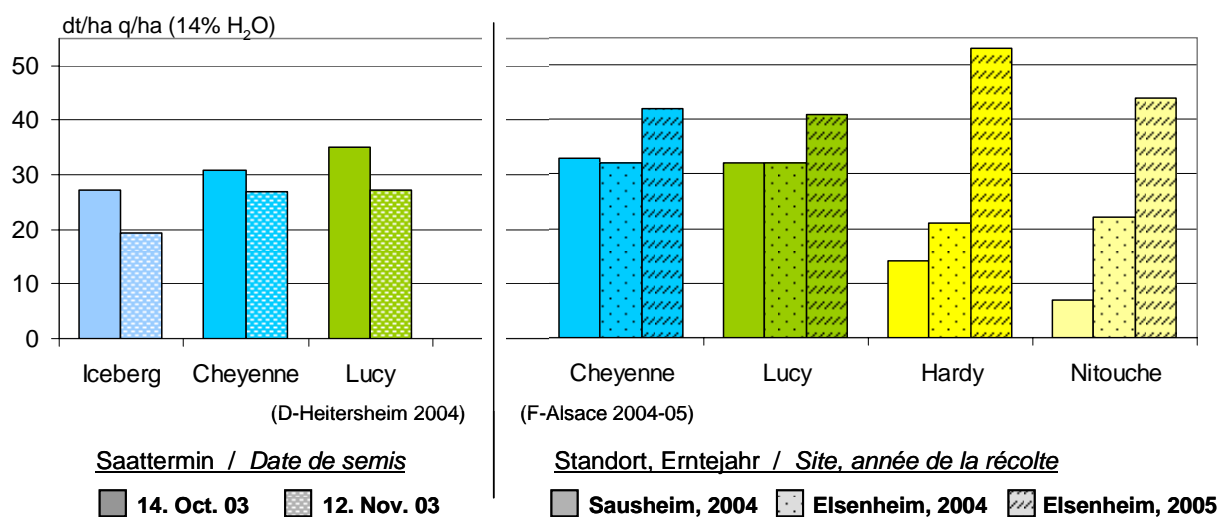
Erste Anbauversuche mit Gelber Lupine in der Nordwest-Schweiz zeigten eine gute Entwicklung und lieferten die erwarteten hohen Eiweißgehalte von ca. 46% im Korn. Da sich bei dem geprüften Zuchtstamm die Hülsen schlecht öffneten, wurde ein großer Teil der Körner nicht ausgesprochen. Problematisch ist auch die Anfälligkeit der Gelben Lupine gegen die Anthracnose.

3.3 Sommer- und Winterformen von Körnerleguminosen

Für Wintererbsen und Winterackerbohnen zeigten sich in den Versuchen 2004 und 2005:

- ausreichende Frosthärte für den Anbau am Oberrhein (Deutschland/Frankreich)
- im Vergleich zu Sommersorten ca. 3 Wochen frühere Blüte und somit geringere Gefährdung durch Sommertrockenheit und Blattlausbefall
- Entwicklungsvorsprung vor den am Oberrhein vorherrschenden wärmeliebenden Problemunkräutern
- Ertragsvorteile bei früherer Aussaat (Mitte Oktober statt Mitte November)

Wintererbsen schließen die Blühphase sehr früh ab und können bereits Ende Juni geerntet werden, weshalb sie für trockenheitsgefährdete Standorte zu empfehlen sind. Winterackerbohnen bieten Vorteile durch hohe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern. Abb. 2 zeigt die Erträge von 3 Wintererbsensorten in Abhängigkeit vom Saattermin sowie die Erträge von 2 Winter- und 2 Sommererbsensorten in Abhängigkeit von Standort und Erntejahr.



Wintersorten: Iceberg, Cheyenne, Lucy ; Sommersorten: Hardy, Nitouche

Abb. 2: Erträge von Winter- und Sommererbsen in Abhängigkeit von Saattermin, Standort und Jahr

Die Winterackerbohnen lieferten je nach Standort und Wasserversorgung Erträge zwischen 20 und 40 dt/ha. Wie der Versuch in Elsenheim (2005) zeigte, können bei ausreichender Beregnung und ausbleibendem Blattlausbefall auch Sommersorten hohe Erträge erreichen (sowohl Erbse als auch Ackerbohne über 40 dt/ha). Die Ertragssicherheit ist jedoch bei Wintersorten am Oberrhein deutlich höher.

Im Rahmen der Versuche haben sich die Wintererbsensorten Cheyenne und Lucy sowie die Winterackerbohnenart Diva als empfehlenswert erwiesen. Die Aussaat sollte ab Mitte Oktober mit 90 (Wintererbse) bzw. 40 (Winterackerbohne) keimfähigen Körner/m² erfolgen. Für die Unkrautbekämpfung wird der Hackstriegel empfohlen.

Die Überwinterung von Winterformen der Weißen Lupine war in nur einem von acht Versuchen in Deutschland, Frankreich und Schweiz befriedigend. Hohe Erträge wurden nur in Einzelfällen erzielt. Weitere Versuche mit der Sorte Lumen bei Saaddichten von ca. 80 keimfähigen Körner/m² könnten interessant sein.

3.4 Bekämpfung der Lupinen-Anthracnose

Die bedeutendste Lupinen-Krankheit Anthracnose wird durch einen Pilz ausgelöst, der bereits im Saatgut vorhanden ist, sich im Pflanzenbestand extrem schnell ausbreiten und hohe Verluste verursachen kann. In den Versuchen wurden sowohl chemische als auch zahlreiche, für den ökologischen Landbau zulässige, nicht-chemische Methoden zur Bekämpfung des Pilzes im Saatgut oder im Pflanzenbestand geprüft. Keines der Verfahren erwies sich als absolut zuverlässig.

Während Weiße und Gelbe Lupine sehr empfindlich auf den Erreger reagieren, wird die Schmalblättrige Lupine nicht oder nur schwach befallen. Ertragsverluste durch Anthracnose wurden im Rahmen der Versuche bei der Schmalblättrigen Lupine nicht beobachtet. Daher wird für den ökologischen Anbau die Schmalblättrige Lupine empfohlen. Für die Weiße Lupine ist die Züchtung anthracnoseresistenter Sorten das sicherste Mittel.

3.5 Stickstoffdynamik nach der Ernte von Körnerleguminosen

Die Messungen der Bodenstickstoffgehalte nach Ernte von Versuchen an deutschen und französischen Standorten bestätigten den starken Einfluss von Bodeneigenschaften und Witterungsverlauf auf das Gleichgewicht zwischen mineralischem (auswaschungsgefährdetem) und organisch gebundenem Stickstoff. Dennoch konnten nach dem Anbau von Erbsen und Ackerbohnen höhere Stickstoffrückstände im Boden festgestellt werden als nach anderen Kulturen. Dies hängt offenbar mit der weniger effizienten Einlagerung des Stickstoffs in das Korn zusammen. Eine Zwischenbegrünung zur Aufnahme von Nitrat-Stickstoff an auswaschungsgefährdeten Standorten (z.B. flachgründige Böden) erscheint daher besonders nach Anbau von Erbsen und Ackerbohnen angebracht.

3.6 Zusätzliche Erkenntnisse aus Praxisbefragungen und Literatur

- Der Misanbau von Getreide und Körnerleguminosen bietet Vorteile bei der Ausnutzung von Nährstoffen, der Widerstandsfähigkeit gegen Pflanzenkrankheiten und dem Futterwert des Erntegutes. Hauptproblem sind die witterungsbedingt schwankenden Anteile der Mischungspartner im Erntegut. Als vergleichsweise stabil wird im Elsass bevorzugt ein Triticale/Futtererbsen-Gemenge angebaut.
- Wuchsstörungen bei Lupinen sind nicht (nur) auf Boden-pH-Werte über 7,0 zurückzuführen. Vielmehr scheinen erhöhte Kalkgehalte ($\text{CaCO}_3 > 1\%$) sowie mangelnde Bodendurchlüftung ebenfalls eine Rolle zu spielen. Zudem gibt es Sortenunterschiede bei den Bodenansprüchen von Lupinen.
- Typische Eiweißgehalte (Korn-Trockenmasse) liegen in folgenden Größenordnungen: Sojabohne u. Gelbe Lupine (40-45%) > Weiße Lupine (35-40%) > Ackerbohne u. Schmalblättrige Lupine (30-35%) > Erbse (20-25%). Die Aminosäurezusammensetzung ist bei Sojabohne und Lupinen besonders günstig. Inhaltsstoffe, die die Verdaulichkeit einschränken, können durch Vorbehandlung (Sojabohne, Lupinen) und Sortenwahl (Erbse, Ackerbohne) reduziert werden.
- Die Gefahr einer Nitrat-Verlagerung aus landwirtschaftlich genutzten Böden in das Grundwasser hängt nur zum Teil von der angebauten Kultur ab. Wesentlichen Einfluss haben Bodeneigenschaften (z.B. Wasserspeichervermögen, Humusgehalt) und Witterungsverlauf (v.a. Niederschlagsverteilung).

4 Schlussfolgerungen

Optimierung der Unkrautregulierung im ökologischen Anbau von Sojabohnen

Die Sojabohne ist durch die günstige Vermarktung als Tofu-Rohware, aber auch hinsichtlich Futterqualität, Rohproteintrag und Standorteignung in der Projektregion sehr attraktiv. Einschränkungen bestehen in kühleren Lagen, an trockenen Standorten ohne Beregnungsmöglichkeit sowie durch einen begrenzten Anteil in der Fruchtfolge.

Die praxisübliche Unkrautbekämpfung mit Hacke und Striegel ist effektiv, wird jedoch oft mit erheblichem Aufwand durchgeführt. Eine Verzögerung der Aussaat bis Mitte Mai sowie eine Verringerung der Reihenabstände können die Konkurrenzkraft der Sojabohnenbestände gegenüber Unkräutern erhöhen und die Anzahl der erforderlichen Arbeitsgänge reduzieren. Dabei muss gewährleistet sein, dass die Sojabohnen noch reif werden und der Striegel eingesetzt wird, solange die Unkräuter noch klein sind.

Die beste Reduktion von Unkräutern wurde durch Kombination von Hackscharen zwischen den Reihen mit speziellen Fingerhacksternen zur Unkrautbekämpfung innerhalb der Sojabohnenreihen erzielt.

Alternative: Wintererbse und Winterackerbohne

Wintersorten von Erbse und Ackerbohne werden am Oberrhein bereits in der zweiten Oktoberhälfte gesät und überwintern. Im ökologischen Anbau sind sie aufgrund ihres Entwicklungsvorsprungs vor den wärmeliebenden Problemunkräutern sowie der geringeren Gefährdung durch Sommertrockenheit und Blattlausbefall sicherer im Ertrag als Sommersorten.

Wintererbsen erreichen durch sehr frühe Blühphase und Abreife eine optimale Ausnutzung der Frühjahrsniederschläge. Winterackerbohnen zeichnen sich durch hohe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern aus.

Möglichkeiten und Grenzen des Lupinenanbaus am Oberrhein

Lupinen können hohe Eiweißerträge erreichen, sollten jedoch nur auf Standorten ohne Wildfraß, mit geringem Unkrautdruck und auf gut durchlüfteten Böden ohne hohe Kalkgehalte angebaut werden.

Konkurrenzfähige und stabile Erträge wurden an Schweizer Standorten erzielt. Die Weiße Lupine ist anfällig gegen die wichtige Krankheit Anthracnose, die mit nicht-chemischen Mitteln nur unzuverlässig bekämpft werden konnte. Daher wird für den ökologischen Anbau die anthracnosetolerante Schmalblättrige Lupine empfohlen.

Wintersorten der Weißen Lupine lieferten vereinzelt hohe Erträge, zeigten sich jedoch in den meisten Fällen als unsicher für den Anbau am Oberrhein.

Sonstige Körnerleguminosen

Erste Anbauversuche zeigten, dass ein Anbau von Kichererbsen an trockenen Standorten im Oberrheintal sowie von Gelben Lupinen in der Nord-West-Schweiz möglich ist, wobei jedoch noch keine befriedigenden Erträge erzielt werden konnten.

Stickstoffrückstände nach dem Anbau von Körnerleguminosen

Aufgrund der im Vergleich zu Soja und Lupine höheren Stickstoffrückstände ist nach Anbau von Erbse und Ackerbohne an auswaschungsgefährdeten Standorten eine Zwischenbegrünung zu empfehlen.