

## Impressum

**Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden

**Internet:** WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL

**Autoren:** Dr. Hartmut Kolbe  
Dr. Wolfgang Karalus  
Martin Hänsel  
Anka Grünbeck  
Marina Gramm  
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau  
  
Britta Arp  
Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtsch. u. Landtechnik  
  
Bernd Krelling  
Fachbereich Sortenprüfung und Feldversuchswesen

**Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau  
Dr. Hartmut Kolbe  
Telefon: 0341 / 91 74 - 149  
Telefax: 0341 / 91 74 - 111  
e-mail: Hartmut.Kolbe@leipzig.lfl.smul.sachsen.de

**Redaktionsschluss:** August 2002

**Fotos:** Titelblatt: Herr Dr. W. Karalus

**Auflagenhöhe:** 150 Exemplare

**Schutzgebühr:** 5,00 €

**Gestaltung und Druck:** Reprotechnik Leipzig

## Rechtshinweis

Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der phonetischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus vorliegendem Material nicht ableitbar.

## Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.



Das Lebensministerium



## Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau

Informationen  
für Praxis und Beratung

Freistaat  Sachsen  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## **Gliederung**

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeine Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
2.1	Bedeutung von Körnerleguminosen.....	4
2.2	Standortansprüche.....	10
2.3	Symbiotische N-Bindung sowie mineralische und organische Düngung .....	12
2.4	Fruchtfolgestellung.....	23
2.5	Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Aussaat .....	28
2.6	Pflegearbeiten und Unkrautregulierung .....	30
2.7	Krankheiten und Schädlinge .....	31
2.8	Ernte und Lagerung .....	37
2.9	Saatgutvermehrung.....	40
2.10	Wirtschaftlichkeit des Anbaus .....	47
<b>3</b>	<b>Spezielle Informationen zu den Kulturarten .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Ackerbohne .....</b>	<b>53</b>
	Subvarietäten .....	53
	Boden- und Klimabedingungen .....	55
	Qualitätsanforderungen .....	56
	Artengemenge .....	56
	Sorten .....	58
	Aussaat.....	60
	Vegetationsbegleitende Maßnahmen .....	63
<b>3.2</b>	<b>Erbse .....</b>	<b>66</b>
	Boden- und Klimaansprüche .....	66
	Qualitätsanforderungen .....	67
	Erträge.....	68
	Einordnung in die Fruchtfolge.....	68
	Artengemenge .....	70
	Sorten .....	72
	Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung .....	73
	Vegetationsbegleitende Maßnahmen .....	75
	Ernte .....	77

<b>3.3 Lupine</b> .....	78
Subvarietäten .....	78
Boden- und Klimabedingungen .....	80
Qualitätsmerkmale .....	80
Einordnung in die Fruchtfolge .....	81
Artengemeinschaft .....	81
Sorten .....	812
Aussaart .....	84
Vegetationsbegleitende Maßnahmen .....	86
Ernte .....	87
<b>3.4 Sojabohne</b> .....	88
Boden- und Klimabedingungen .....	89
Qualitätsanforderungen .....	90
Einordnung in die Fruchtfolge .....	93
Sorten .....	94
Aussaart .....	96
Vegetationsbegleitende Maßnahmen .....	97
Ernte und Lagerung .....	98
<b>3.5 Wicke</b> .....	99
Qualitätsanforderungen .....	99
3.5.1 Saatwicke .....	100
Boden- und Klimaansprüche .....	100
Artengemeinschaft .....	101
Aussaart und Sortenwahl .....	101
Vegetationsbegleitende Maßnahmen .....	102
3.5.2 Winterwicke oder Zottelwicke .....	102
Boden- und Klimabedingungen .....	102
Saatzeit und Aussaat: .....	103
Sorten .....	103
Unkrautregulierung .....	103
Ernte .....	103
<b>3.6 Linse</b> .....	104
Boden- und Klimabedingungen .....	104
Qualitätsanforderungen .....	105
Fruchtfolge .....	105
Sorten .....	105
Artengemeinschaft und Aussaat .....	106
Vegetationsbegleitende Maßnahmen und Ernte .....	107
<b>4 Literatur</b> .....	<b>109</b>

## **1 Einleitung**

Körnerleguminosen werden im ökologischen Landbau in Sachsen nur auf etwa 6 % des Ackerlandes angebaut. Zu Gunsten einer vielseitigen Fruchtfolge wäre jedoch ein erheblich höherer Umfang möglich. Insbesondere die Fähigkeit zur Stickstofffixierung macht diese Pflanzenarten für den Öko-Anbau interessant. Sowohl das Ertragspotential als auch die günstigen Vermarktungsmöglichkeiten würden für Körnerleguminosen ebenfalls einen größeren Anbauumfang erwarten lassen.

Erst bei einer vertieften Auseinandersetzung mit diesen Kulturpflanzen werden die speziellen Anforderungen an einen erfolgreichen Anbau deutlich: Klima, Witterung, Krankheiten- und Schädlinge, Bodenparameter sowie die Entwicklung der Unkräuter beeinflussen die Ernteerträge deutlicher als vergleichsweise im Getreidebau. Prägnant treten auch die steigenden Anforderungen der Arten Wicke, Erbse, Ackerbohne und Sojabohne an den Standort hervor.

Mit der vorliegenden Broschüre wurde versucht, für die landwirtschaftliche Praxis und Beratung umfassende und dennoch handliche Verfahrensbeschreibungen für Körnerleguminosen im Ökolandbau zu erstellen. Bewusst wurden auch bisher kaum verbreitete Arten wie Linse, Sojabohne und Wicke aufgenommen, um ihre Anbaumöglichkeiten besser einschätzen zu können.

## **2 Allgemeine Grundlagen**

### **2.1 Bedeutung von Körnerleguminosen**

Die Bedeutung der getrockneten Samen von Körnerleguminosen im ökologischen Landbau ergibt sich aus dem Bedarf an eiweißreichen Futtermitteln für die Tierhaltung als auch aus der Nachfrage des Lebensmittelsektors. Der Markt für die menschliche Ernährung mit Trockenware wird aus sächsischer Erzeugung kaum bedient, obwohl hier ein kleiner aber interessanter Markt besteht. Denkbar wäre in dieser Hinsicht der Lupinenanbau. Neben dem Verkaufs- und Futtermittelwert besteht zusätzlich ein positiver Fruchtfolgewert und der Wert durch die Stickstofffixierung. Dabei kann der Anteil von Körnerleguminosen in der Fruchtfolge bis zu maximal 25 % betragen. Die beiden pflanzenbaulichen Ziele werden erfahrungsgemäß jedoch nur bei einem optimalen Kulturverlauf erreicht.

#### **Anbauentwicklung und marktwirtschaftliche Bedeutung**

Der Anbau von Sojabohnen hat in Sachsen bis heute keine Bedeutung erlangt, deswegen wird diese Art von den folgenden allgemeinen Betrachtungen meistens ausgenommen. Allerdings erfreut sich die Sojabohne einer relativ hohen Aufmerksamkeit bei den Landwirten, da ihr ein hohes Marktpotential eingeräumt wird. Gleichfalls keine praktische Bedeutung haben zur Zeit der Anbau von Wicken und Linsen zur Körnergewinnung.

Die Entwicklung der Flächenanteile von Körnerleguminosen im Ökolandbau in Sachsen ist rückläufig (Tab. 1). Seit dem Jahr 1998 schränkten die Landwirte den Anbau um ca. 40 % auf ihren Flächen ein. Daraus resultiert - trotz allgemeiner Flächenausdehnung des ökologischen Landbaus - eine insgesamt um 171 ha verringerte Anbaufläche bis zum Jahr 2001. Dieser Trend wird auf mehrere Ursachen zurückgeführt:

- Die Getreidevermarktung als Konkurrenz zum Anbau von Körnerleguminosen erfolgt inzwischen auf einem wesentlich höheren Preisniveau als im Jahr 1998.
- Die EU-Ausgleichsleistungen für Körnerleguminosen wurden gesenkt.
- Das Auftreten von Anbauproblemen bei Erbsen, die bisher einen vergleichsweise hohen Anbauumfang hatten (Erbsenwickler, Spätverunkrautung).

Die unbefriedigenden Ernteergebnisse der Jahre 2000 und 2001 mit 20,7 bzw. 16,1 dt/ha Kornerträgen dürften das zukünftige Anbauinteresse selbst bei einem hohen Preisniveau und sicherem Absatz weiter dämpfen.

Tabelle 1: Entwicklung des Anbaus von Körnerleguminosen sowie der Erträge von Körnererbsen auf Praxisbetrieben (Sachsen, Anbaujahre 1995 – 2001)

Jahr	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Durchschnitt	n
Anteil an Körnerleguminosen der AF (%)	5,8	6,8	9,8	10,2	7,5	8,0	6,0		
Umfang (ha)	284	355	699	750	571	608	574		
Erbsen Kornertrag (dt/ha)	22,4	25,0	28,6	27,9	24,9	20,7	16,1	24,1	63

Für die Markt- und Preisentwicklung der Körnerleguminosen liegen keine erhobenen Daten vor. Die Marktbeteiligten schätzen den Absatz jedoch seit Jahren als unproblematisch ein. Die Preisgestaltung ergibt sich jeweils aus den individuellen Abschlüssen, wobei die Preisobergrenzen an alternativen Proteinträgern bzw. an der Preisentwicklung der Veredelungsprodukte orientiert sein dürften. Insgesamt kann von Knappheitspreisen ausgegangen werden. Ein ausgeprägter Markt für Sojaschrot als Futtermittel existiert im Ökolandbau nicht.

### Qualitätsmerkmale

Körnerleguminosen eignen sich gut als Proteinkomponente in Kraftfuttermischungen. Die Samen von Erbsen, Bohnen oder Lupinen enthalten zwischen 18 % und 40 % Eiweiß. Sie enthalten nur geringe Fettgehalte. Bei der Bewertung als Futtermittel sollten allgemein folgende Kriterien angesetzt werden:

- **Proteinertrag und -konzentration:** Diese Merkmale sind wesentliche Zielgrößen für die betriebseigene Verwertung in Kraftfuttermischungen; insofern verdienen die hohen Eiweißgehalte der Lupinen eine besondere Berücksichtigung bei der Bewertung des Kornertrages.

- **Proteinqualität:** Die Verwertung des Proteins der einheimischen Körnerleguminosenarten im Pansen der Wiederkäuer ist hoch, sie liegt bei 85 % (wenig Durchflussprotein für Milchvieh). Für Monogastriden ist die Verdaulichkeit ebenso hoch und liegt bei 80 – 90 %.
- **Aminosäurezusammensetzung:** Der Methionin-Gehalt von Körnerleguminosen ist allgemein relativ niedrig und begrenzt die Verwertbarkeit der Futters im Stoffwechsel der Tiere, so dass Ausgleichsfuttermittel gefunden werden müssen.
- **Antinutritive Substanzen:** Glycoside, Alkaloide, Phenolderivate und bestimmte Eiweißkörper beschränken mehr oder weniger den Einsatz von Körnerleguminosen im Futter von Monogastriden (Tab. 2), wobei durch Fortschritte in der Pflanzenzüchtung diese Substanzen mehr und mehr eliminiert werden. Aktuell werden diese Entwicklungen jeweils in den Sortenempfehlungen dargestellt. Antinutritive Substanzen sind zum Beispiel in Sojabohnen enthalten, die durch Toasten zerstört werden. Insofern sind einheimische Leguminosenarten in dieser Hinsicht nicht mit besonderen Nachteilen ausgestattet.

Tabelle 2: Restriktionen in Futtermischungen für Schweine und Geflügel (% in der Mischung)

Futtermittel	Mast- und Zuchtschweine			Geflügel	
	Anfangsmast	Endmast	Sauenfutter	Mastgeflügel	Legehennen
Ackerbohnen	15	30	20	20	10
Erbsen	25	30	20	20	20
Lupinen	10	15	10	20	20

Quelle: MEYER et al. (1989), JEROCH (1998)

Der ernährungsphysiologische bzw. der Futterwert der Körnerleguminosen sowie auch verschiedene wertmindernde Eigenschaften können im Einzelnen den nachfolgenden Zusammenstellungen für Mensch und Tier entnommen werden (Tab. 3 u. 4).

Tabelle 3: Chemische Zusammensetzung, Futterwert für Rinder sowie antinutritive Substanzen in Samen der Körnerleguminosen sowie deren Verarbeitungsprodukten

7

Futterart	Trockenmasse	je kg Trockenmasse											Polyphenide (Tannine)	Trypsininhibitoren	Lectine (Phytohaemaglutine)	Vicin, Convicin	Alkaloide	Cyanogene	Saponine
		Rohasche	Rohprotein	nutzb. Rohprotein	rumin. N-Bilanz	Rohfett	Rohfaser	Stärke	Zucker	N-freie Ex-traktstoffe	ME	NEL							
	g/kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ							
Ackerbohne	880	39	298	195	17	16	89	422	41	558	13,6	8,6	++ <sup>1)</sup>	++	++	++ <sup>1)</sup>		+	+
Erbse	880	34	251	187	10	15	67	478	61	633	13,5	8,5	+ <sup>1)</sup>	++					+
Linsen	880	32	276			15	46	443	51	631			++ <sup>1)</sup>						+
Lupine - gelb	880	49	438	232	33	57	168	49	64		14,3	9,0	+	+ <sup>1)</sup>			++ <sup>1)</sup>		+
Lupine - blau	880	35	333	212	19	57	162	101	54	413	14,2	8,9	+	+ <sup>1)</sup>			++ <sup>1)</sup>		+
Lupine - weiß	880	40	373	211	26	88	130	74	73	369	14,7	9,2	+	+ <sup>1)</sup>			++ <sup>1)</sup>		+
Sojabohne, dampferhitzt	880	54	398	189	33	203	62	57	81	283	15,9	9,9		+	+				+
Sojabohne, Schalen	900	49	131	143	-2	25	382	36	25	413	10,9	6,6							
Wicke	880	34	266			14	49	463	42	637							+		+

Quelle: DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1997); AUFHAMMER (1998); u. a. Quellen

Antinutritive Substanzen im nativen Samen: ++ = erheblicher Gehalt; + = geringer Gehalt; 1) = Sorten mit niedrigen Gehalten sowie „Null“-Sorten vorhanden



Tabelle 4 : Chemische Zusammensetzung sowie Futterwert für Schweine und Geflügel in Samen von Körnerleguminosen bzw. deren Verarbeitungsprodukten

Futterart	Trockenmasse	je kg Trockenmasse												
		Rohasche	Rohprotein	Lysin	Methionin	Cystin	Rohfaser	Calcium	Phosphor	Natrium	Magnesium	ME Schwein	ME Geflügel	Biologische Wertigkeit (Hühnerei = 100 %)
		g/kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ	
Ackerbohne	880	39	298	18,4	2,3	3,6	89	1,6	4,8	0,2	1,8	14,4	12,2	55 – 65
Erbse	880	34	251	16,7	2,3	3,4	67	0,9	4,8	0,3	1,3	15,5	12,8	50 – 65
Linsen	880	31	288	20,7	2,3	2,6	44	0,8	4,6	<0,1	1,4			45
Lupine - gelb	880	49	438	22,3	2,8	10,5	168	2,7	5,1	0,8	2,4	14,7	9,3	57
Lupine - blau	880	38	349	16,7	2,5	5,3	159	3,7	4,6		1,7	14,4		53
Lupine - weiß	880	41	376	19,9	3,0	5,3	136					15,5		
Sojabohne, dampf- erhitzt	880	53	404	25,9	6,0	6,1	60	2,2	6,0	<0,1	2,4	17,6	15,3	86
Sojabohne, Schalen	900	48	129				390					(6,7)		
Wicke	880	37	291	22,3	5,7	2,3	64	1,2	4,6	0,2	2,0		12,1	

Quellen: DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1991); JEROCH et al. (1993) u. a. Quellen

## **Produktionstechnik**

Die technische Realisierung des Körnerleguminosenanbaus unterscheidet sich in vielen Fällen auf den ersten Blick wenig vom Getreideanbau. Die Leguminosenkulturen verweisen jedoch mit deutlich schwankenden Erträgen auf ein geringes Kompensationsvermögen von Umwelteinflüssen.

In der Produktionstechnik verdient vor allem die gesamte Unkrautregulierung mit allen vorgelagerten, vorbeugenden sowie vorbereitenden Maßnahmen erhöhte Aufmerksamkeit. Es besteht eine extreme Neigung der Bestände zur Spätverunkrautung. Die Düngung zur Nährstoffversorgung mit mineralischen Ergänzungsdüngern erfolgt im ökologischen Landbau nicht als direkte Kulturmaßnahme sondern allgemein zur Erhaltung der Bodenwerte nach Bodenanalysen. Eine Stickstoffdüngung ist nicht angebracht, denn eine organische Düngung ergibt keine günstige Verwertung des enthaltenen Stickstoffs. Die Grundbodenbearbeitung erfolgt auch aus Gründen der Unkrautregulierung mit dem Pflug, nach dem vorausgehend schon die Stopeln der Vorfrucht gründlich bearbeitet wurden. Aussaat und Saatbettbereitung kann mit der Getreideanbautechnik realisiert werden. Pflanzschutzmittel, vor allem Wirkstoffe gegen den Erbsenwickler, Blattläuse und die Anthracnose der Lupine, wären äußerst hilfreich, stehen aber kaum als Mittel mit ausreichender Wirksamkeit zur Verfügung.

Die Unkrautregulierung benötigt einen sicheren Umgang mit dem Striegel oder den Hackgeräten. Für die Intensivierung der Unkrautregulierung können alle Körnerleguminosenarten auch als Hackfrucht kultiviert werden. Obligatorisch ist dieses Verfahren z.B. bei Sojabohnen, die durch eine zögerliche Jugendentwicklung, einen niedrigen Wuchs und einen späten Erntetermin dem höchsten Unkrautdruck ausgesetzt sind. Mit der Einrichtung weiterer Reihenabstände lassen sich jedoch alle Körnerleguminosen mit Hack- und Häufelscharen gegen Unkraut bearbeiten.

Bei den Erntearbeiten bewährt sich der Anbau von modernen Sorten. Mit hochwüchsigen, frühreifen und zunehmend standfesten Sorten verläuft dieser Arbeitsgang bei guter Witterung störungsfrei

ab. Besondere Investitionen können jedoch im Bereich der Druschgutaufnahme am Mähdrescher bei ungünstigen Erntebedingungen rentabel sein. Als spezielle Zusatzausrüstungen gibt es für Körnererbsen Ährenheber mit größerer Bodenangepassungsfähigkeit und eine Pick-up, die das herkömmliche Schneidwerk ersetzt. Bei der Einstellung der Dreschkorbweite ist der Bedienungsanleitung zu folgen. Gedroschen wird in der Regel bei weit geöffneter Trommel und geringen Drehzahlen, um Kornbeschädigungen zu vermindern.

Oft weist das Erntegut von Körnerleguminosen noch erhöhte Restfeuchten auf. Bei der folgenden Trocknung ist die zögerliche Wasserabgabe der Körner im Vergleich mit Getreide zu beachten. Der langsame Wassertransport aus dem Inneren des Kornes in die Randschichten verlangt entsprechende Pausen von 2 – 3 Tagen zwischen den Trocknungsdurchgängen. Der Zielfeuchtegehalt beträgt 14 %. Saatgutpartien bedürfen einer besonders schonenden Trocknung bei niedrigen Temperaturen. Aufgrund der langen Trocknungszeiten ist die reine Belüftungstrocknung weniger gut geeignet. Eine schonende Förderung des Erntegutes bei der Erzeugung von Nachbausaatgut mit geringen Fallstufen sichert eine hohe Keimfähigkeit.

## **2.2 Standortansprüche**

Körnerleguminosen finden in einem weiten Bodenbereich ausreichende Anbauvoraussetzungen. Während leichteste Sandböden nur mit Lupinen und Wicken genutzt werden können, eignet sich die Körnererbse für mittlere Böden ab 30 Bodenpunkten. Bei gleichmäßiger Wasserversorgung (hoher Grundwasserstand oder gleichmäßige Niederschläge) auf mittleren Böden und vor allem auf schweren Böden erhält die Ackerbohne Anbauberechtigung. Die höchsten Ansprüche an Klima und Wasserversorgung hat die Sojabohne. Die hohen Aufwendungen in der Unkrautregulierung der Sojabohne sowie der hohe Erlös je Gewichtseinheit Erntegut dürften zusätzliche Wassergaben wirtschaftlich machen.

Entsprechend der Standortgüte reichen die Erträge der Körnerleguminosen von 10 dt bis weit über 60 dt/ha. Bedingt durch intensive züchterische Arbeit werden aktuell mit Erbsen die höchsten Erträge

erzielt. Die besonderen Ansprüche der Körnerleguminosen an Klima- und Bodenfaktoren spiegeln sich an stark schwankenden Erträgen auf den Standorten wieder. Die Bodenansprüche können folgendermaßen für die wichtigsten Körnerleguminosenarten zusammengefasst werden:

- ◆ **Körnererbsen:** leichte bis mittelschwere Böden
- ◆ **Ackerbohnen:** tiefgründige mittlere bis schwere Böden oder leichtere Böden mit Grundwasseranschluss
- ◆ **Gelbe Lupinen:** leichtere sandige eher saure Böden
- ◆ **Blaue Lupinen:** mittlere Böden
- ◆ **Wicken:** leichte bis mittlere, eher trockene Standorte
- ◆ **Soja:** leicht erwärmbar, Süd bis West exponierte und damit trockenere Lagen (Zusatzberegnung).

Für die meisten Leguminosenarten sind pH-Werte über 6 günstig. Der Säurewert des Bodens muss jedoch in Zusammenhang mit der Bodenart und dem Humusgehalt beurteilt werden. Gelbe Lupinen vertragen mit pH 4,5 die stärkste Bodenversauerung.

Steinfreie Böden erweisen sich bei der Ernte allgemein als vorteilhaft. Die Standfestigkeit insbesondere bei der Erbse wurde durch Züchtungsarbeit wesentlich verbessert, so dass heute der Drusch bei geringem Risiko für die Maschinentchnik erfolgen kann. Sojabohnen verlangen allerdings wegen des tiefen Hülsenansatzes steinfreie Böden, wogegen die Ackerbohne durch ihren hohen Wuchs und ihre große Standfestigkeit in dieser Beziehung als unproblematisch anzusehen ist.

## **2.3 Symbiotische N-Bindung sowie mineralische und organische Düngung**

Aus der Sicht der Nährstoffversorgung und Vorfruchtwirkung bieten Körnerleguminosen folgende Vorteile:

- Stickstoffbindungsvermögen
- Tiefreichendes Wurzelsystem (Pfahlwurzel)
- Nährstoffaufschließungsvermögen
- Gareförderung
- Humuserhaltung bzw. -mehrung
- Bodengesundung
- Hoher Stickstoff- bzw. Eiweißgehalt der Ernte- und Koppelprodukte.

### **Wurzelsystem**

Die Körnerleguminosen bilden Pfahlwurzeln mit einem großen Tiefenwachstum aus. Dies trifft vor allem für die Ackerbohnen und die Lupinenarten (vor allem die Bitterlupinen) zu. Mit dem tiefreichenden Wurzelsystem können sie Wasser- und Nährstoffreserven mobilisieren und nutzen und den nachfolgenden Kulturarten tiefer liegende Bodenschichten erschließen.

### **Stickstoffversorgung**

Die Leguminosen zeichnen sich besonders durch ihre Fähigkeit aus, mit Hilfe von Bakterien (Rhizobien) Luftstickstoff zu binden, ihn für ihre Ernährung zu nutzen und Eiweiß aufzubauen sowie den Stickstoff für die nachfolgenden Kulturen zur Verfügung zu stellen. Die in den sichtbaren Wurzelknöllchen angesiedelten Rhizobien stellen den Wirtspflanzen den gebundenen Luftstickstoff zur Verfügung und erhalten in dieser Symbiose von den Pflanzen Kohlenhydrate. Dadurch sind Leguminosen unabhängig von der N-Versorgung des Standortes.

Da Zukaufsmöglichkeiten für organische Düngemittel stark begrenzt sind, ist der Anbau von Leguminosen als einzige bedeutende Möglichkeit anzusehen, dem landwirtschaftlichen Betrieb Stickstoff zuzuführen. Durch ihre Fähigkeit tragen sie daher maßgebend zur N-

Versorgung des Betriebes bei und sichern so ein langfristig angemessenes Ertragsniveau.

Jede Leguminosenart geht eine Symbiose nur mit ihren spezifischen Bakterienarten ein (Tab. 5). Bei einem Anbau müssen diese im Boden vorhanden sein oder es muss eine Impfung des Saatgutes vorgenommen werden, besonders wenn ein erstmaliger Anbau erfolgt oder der letztmalige Anbau längere Zeit zurück liegt. Unter praktischen Verhältnissen ist in der Regel nur für die Sojabohne eine Impfung erforderlich (siehe Kap. 3.4).

Liegen Zweifel vor, ob der Boden mit Rhizobien besiedelt ist, kann eine Untersuchung vorgenommen werden. Hierzu wird der Boden des Schläges in Gefäße gefüllt, die zu prüfende Leguminosenart eingesät und angegossen. Bei günstigen Temperaturen laufen die Pflanzen zügig auf und gewöhnlich sind nach 3 – 4 Wochen voll funktionsfähige Knöllchen ausgebildet. Wenn nach dieser Zeit (3– bis 4-Blattstadium) noch keine aktiven, d.h. im Innern rosa gefärbte Knöllchen vorhanden sind, so ist eine Impfung des Saatgutes erforderlich.

Tabelle 5: In Symbiose mit Körnerleguminosen lebende Rhizobienarten

<b>Leguminosenart</b>	<b>Rhizobienart</b>
Ackerbohne	<i>Rhizobium leguminosarum</i>
Erbse	<i>Rhizobium leguminosarum</i>
Linse	<i>Rhizobium leguminosarum</i>
Lupine	<i>Rhizobium lupini</i>
Sojabohne	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>
Wicke	<i>Rhizobium leguminosarum</i>

Quelle: AUFHAMMER (1998), u.a. Quellen

Das unterschiedliche Ertragspotential der Leguminosen sowie das jeweils erreichte Ertragsniveau stehen in positiver Beziehung mit der symbiontisch fixierten N-Menge (KÖPKE, 1998; Tab. 6). Auch die Relation zwischen der im Erntegut abgefahrenen N-Menge und der

N-Menge, die in Stroh und Wurzeln auf dem Feld verbleibt (N-Ernte-Index), ist abhängig von Pflanzenart, Sorte und Anbaubedingungen. Das Korn-Stroh-Verhältnis moderner Sorten ist meistens wesentlich enger, damit verbleibt ein geringerer Anteil der fixierten N-Menge auf der Fläche als beim Anbau alter strohreicher Sorten.

Neben dem Stickstoff aus der Luft nehmen die Leguminosen zusätzlich Stickstoff aus dem Boden auf. Der Luftstickstoffanteil ist von mehreren Einflussgrößen abhängig (Tab. 6). Er ist stark abhängig von der Leguminosenart. Die mittleren Anteile liegen zwischen 50 % und 80 %. Lupinen und Ackerbohnen weisen höhere mittlere Fixierungsanteile auf als die anderen Leguminosen. Sojabohnen, insbesondere in unseren Breiten, haben eine sehr geringe Fixierungsleistung.

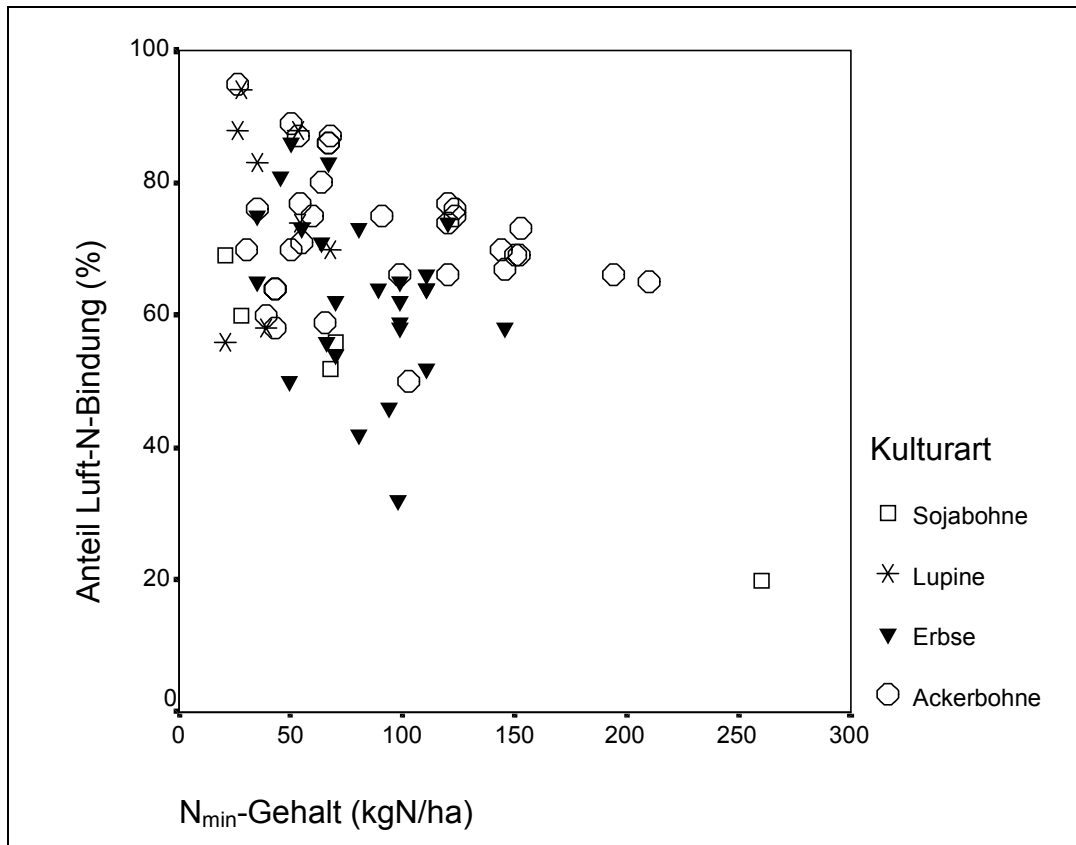
Tabelle 6: Zusammenhang zwischen Erträgen und Stickstoff-Fixierungsleistungen von Körnerleguminosen

Art	Kornertrag (dt/ha)	N-Ernte-Index (%)	Fixierungsleistung an Stickstoff (kg/ha, Streubreite)	Fixierungsleistung an Stickstoff (kg/ha, Mittelwert)	Anteil d. Fixierg. a. d. Ges.-Aufnahme an Stickstoff (%)
Ackerbohne	30	65	100 – 450	170	75
Erbse	33	66	50 – 500	150	68
Linse	16	56		100	69
Lupine	25	63	140 – 200	170	80
Sojabohne	22	67	60 – 300	120	54

Quelle: Zusammenstellungen von NEUERBURG & PADEL (1992), WERNER (1999), SCHMIDTKE & RAUBER (2000), SCHMIDTKE (2002), u.a. Quellen

Eine weitere wichtige Einflussgröße für die Fixierungsleistung ist der N-Vorrat des Bodens vor der Saat im Frühjahr (Abb. 1). Nur bei niedrigen  $N_{\min}$ -Werten im Boden (bzw. niedriger N-Nachlieferung im Vegetationsverlauf) sind Fixierungsanteile von bis zu 90 % zu verzeichnen. Bei höheren N-Vorräten nehmen die Pflanzen zunächst

den Stickstoff aus dem Boden auf und die Fixierungsrate fällt ab. Es werden weniger Knöllchen, und mehr vegetatives Pflanzenmaterial gebildet, was zu Mängeln in der Standfestigkeit und im Kornertrag führen kann. Außerdem wird auf Grund der hohen verfügbaren N-Vorräte im Boden das Unkrautwachstum angeregt. Durch eine niedrige Fixierungsleistung bleibt schließlich der Stickstoffgewinn für den Betrieb gering. Aufgrund dieser Zusammenhänge ist eine Stickstoff-Düngung der Körnerleguminosen nicht nötig oder sogar schädlich.



Quellen: SCHMIDTKE & RAUBER (2000), u.a. Quellen

Abbildung 1: Einfluss der N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden im Frühjahr (0 – 90 cm Tiefe) auf den Anteil der Luft-N-Bindung von Körnerleguminosen (Ergebnisse vorwiegend aus Öko-Versuchen mit Ackerbohne, Erbse, Lupine und Sojabohne)



Stickstoffentzug und –fixierung sind wichtige Größen für die Berechnung von Stickstoffbilanzen, welche bedeutende Instrumente für die Betriebsplanung gerade im Ökolandbau darstellen.

Für extensive Anbausysteme, wie z.B. dem Öko-Landbau, ist eine ausführliche Bilanzierung (inkl. N-Deposition über Niederschläge, genaue Einschätzung der N-Bindung durch Leguminosen) vorzunehmen, um aussagefähige Resultate zu erhalten. Die Flächen- oder Schlagbilanzierung von Stickstoff sollte daher nach folgendem Muster veranschlagt werden (Abb. 2, Tab. 7).

Orientierungswerte der N-Bindung können „von Hand“ oder mit Hilfe eines PC-Programmes berechnet werden. (Das PC-Programm kann vom Herausgeber erworben werden, Adresse siehe Impressum). Es ist unbedingt anzuraten, die N-Bilanzierung über eine vollständige Fruchtfolge-Rotation vorzunehmen, weil nur so ein Ausgleich zwischen den stark N-mehrenden Fruchtfolgegliedern, wie z.B. den Leguminosen, und den zehrenden Gliedern erwirkt wird.

Nach den bisherigen Erfahrungen sollten die erhaltenen N-Salden der Fruchtfolge ein schwach positives Ergebnis aufweisen (+5 kg bis +50 kg N/ha u. Jahr). Damit werden auch unvermeidbare Verluste ausgeglichen. Werden stark negative Werte ermittelt, so besteht die Gefahr der N-Aushagerung. Ein mittelfristiger Ertragsabfall der angebauten Kulturarten kann die Folge sein. In diesen Fällen ist der Anteil an Leguminosen in der Fruchtfolge sowie die N-Zufuhr über organische Düngemittel zu erhöhen, wenn auf Dauer das Ertragsniveau gehalten werden soll. Bei deutlich positiven N-Salden besteht die Gefahr erhöhter N-Verluste (Auswaschung, gasförmige Verluste) und einer niedrigen N-Verwertung. In solchen Fällen ist entweder die N-Zufuhr über Leguminosen und Düngung zu hoch oder der Anbau der N-zehrenden Früchte bzw. deren Auswahl und Abfolge in der Fruchtfolge nicht optimal gewählt.

<b>Berechnung der Schlagbilanz für jedes Jahr der Fruchtfolge</b>			
	<b>Art und Menge</b>	<b>Nährstoffgehalte (Tabellewerte) <sup>1)</sup></b>	<b>Nährstoffmenge</b>
<b>Stickstoff-Zufuhr</b>		—	
+ Wirtschaftsdünger + Zukaufdünger	.....	X .....	= .....
+ Symbiontische N-Bindung (Haupt- u. Zwischenfrüchte)	.....	X ..... besondere Berechnungswege <sup>2)</sup>	= .....
+ Asymbiontische N-Bindung	Pauschal		= 10 kg N/ha u. Jahr
+ Saat- u. Pflanzgut (Haupt- u. Zwischenfrüchte)	.....	X .....	= .....
+ Deposition (Niederschläge u.a.)	Pauschal		= 30 kg N/ha u. Jahr (für Sachsen)
<b>Stickstoff-Entzug</b>			
- Hauptfrüchte (Abfuhr von Haupt- u. Nebenprodukten)	.....	X .....	= .....
- Zwischenfrüchte (Abfuhr)	.....	X .....	= .....
<b>Nährstoff-Saldo</b>			
<b>Nährstoff-Zufuhr – Nährstoff-Abfuhr = ± Saldo</b>			
(1 – n Jahre, Fruchtfolge)			

<sup>1)</sup> Körnerleguminosen, siehe Tabelle 8

<sup>2)</sup> Berechnung erfolgt mit Hilfe eines PC-Programmes (Langfassung) oder als Kurzfassung, siehe Tabelle 7

Abbildung 2: Schema zur Berechnung der Fruchtfolge-Schlagbilanz für Stickstoff

Tabelle 7: Berechnung von symbiontischer N-Bindung, Entzug und Schlagbilanz für Stickstoff bei Körnerleguminosen (Kurzfassung)

Art	N-Gehalt im Korn (kg N/dt, 86 % TM)	N-Gehaltsfaktor	
		Faktor	Ertragsbereich (dt/ha)
Ackerbohne	4,2	1,44	<20
		1,32	20 – 40
		1,08	>40
Erbse	3,5	1,45	<20
		0,94	20 – 40
		0,94	>40
Linse	3,9	1,30	
Lupine weiß	5,2	1,25	
Lupine gelb	6,1	1,25	
Lupine blau	4,8	1,25	
Sojabohne	5,5	0,86	
Wicke	3,8	1,05	
<b>Berechnungsweg:</b>			
N-Entzug = Kornertrag x N-Gehalt			
N-Bindung = N-Entzug x N-Gehaltsfaktor			
N-Saldo = N-Bindung – N-Entzug			
<b>Beispiel für Ackerbohne, 30 dt Kornertrag:</b>			
N-Entzug: 30 (dt/ha) x 4,2 (kg/dt) = 126 (kg/ha)			
N-Bindung: 126 (kg/ha) x 1,32 = <u>166 (kg/ha)</u>			
N-Bilanz: 166 - 126 = <u>40 (kg/ha)</u>			

Quelle: stark verändert nach ALBERT et al. (1997), SCHMIDTKE (2002)

### **P-, K-, Mg-Grunddüngung sowie Kalkversorgung**

Die Leguminosen sind durch ein hervorragendes Aneignungsvermögen für Grundnährstoffe gekennzeichnet. Besonders die Weiße Lupine ist z.B. befähigt, so genannte Proteoidwurzeln zu bilden (Anhäufungen von kurzen Wurzeln an Seitenwurzeln). Mit diesen Organen können die Pflanzen organische Säuren ausscheiden, damit den pH-Wert des Bodens absenken und verschiedene im Mangel befind-

liche Nährstoffe mobilisieren. Erbsen können in Symbiose mit Mykorrhizapilzen Nährstoffe aus dem Boden mobilisieren.

Phosphate werden von Körnerleguminosen allerdings erst in späteren Vegetationsstadien gut aufgeschlossen, für die Jungpflanzen ist somit leicht verfügbares Phosphat wichtig. Für eine hohe N-Synthese- bzw. Kornertragsleistung benötigen sie eine gute Versorgung mit den Nährstoffen Phosphor (P), Kalium (K), Calcium (Ca) und z.T. auch mit Schwefel (S). Der hohe Bedarf an Grundnährstoffen und an Kalk (Calcium) beruht auch auf den hohen Entzugswerten (Tab. 8), die im Vergleich zu Getreide bei den Körnerleguminosen z.T. deutlich höher liegen. Wird allerdings nur das Korn geerntet, so werden erhebliche Mengen an Nährstoffen, besonders an Kalium, dem Boden mit dem Stroh wieder zugeführt.

Tabelle 8: Mittlere Nährstoffgehalte von Korn und Stroh (86 % TM) der Körnerleguminosen (vorläufige Werte für den Ökolandbau)

Art	Erntegut	N (kg/dt)	P (kg/dt)	K (kg/dt)	Mg (kg/dt)
Ackerbohne	Korn	4,2	0,47	1,13	0,16
	Stroh	1,2	0,15	1,52	0,16
Erbsen	Korn	3,5	0,43	1,06	0,13
	Stroh	1,4	0,14	1,20	0,21
Linse	Korn	3,9	0,39	0,76	0,12
	Stroh	1,5	0,14	1,20	0,21
Lupine, weiß	Korn	5,2			
	Stroh	1,1			
Lupine, gelb	Korn	6,1	0,42	0,90	0,16
	Stroh	1,1	0,10	0,96	0,16
Lupine, blau	Korn	4,8			
	Stroh	1,1			
Sojabohne	Korn	5,5	0,57	1,29	0,22
	Stroh	0,9	0,15	0,90	0,26
Wicke	Korn	3,8	0,40	0,92	0,17
	Stroh	1,5	0,14	1,20	0,21

Quelle: DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1997), KELLER et al. (1999), u.a. Quellen

Da im ökologischen Landbau nur schwerlösliche P-Düngemittel zugelassen sind, kann auf Futterbaubetrieben bei akutem P-Bedarf eine Zufuhr durch organische Düngung z.B. mit Stallmist den kurzfristigen Bedarf decken. Auch Kalium kann bei niedrigen Bodengehalten über eine organische Düngung zugeführt werden. Hierdurch werden gleichzeitig auch erhebliche Mengen an Schwefel (S) gedüngt. Gerade Protein liefernde Pflanzen benötigen zur Bildung S-haltiger Aminosäuren auch eine gute Schwefelversorgung (besonders Erbsen). Die S-Gehalte von Korn und Stroh liegen zwischen 0,2 – 0,4 % i.d. TM. Auf Markfruchtbetrieben kann bei K-Düngungsbedarf durch mineralische K-Düngemittel (Kaliumsulfat) auch gleichzeitig der S-Bedarf mit abgedeckt werden. Bisher ist allerdings noch kein S-Mangel beim Leguminosenanbau im Öko-Landbau beschrieben worden. Auch der Calciumbedarf der Leguminosen ist erheblich. Die Ca-Gehalte des Strohs liegen mit 1,2 – 1,7 % i. d. TM deutlich höher als bei Getreide. Die Ca-Gehalte der Körner liegen zwischen 0,1 – 0,3 % i. d. TM.

Die Knöllchenentwicklung ist ebenfalls abhängig von der Kalkversorgung bzw. vom pH-Wert des Bodens. Bei Verschlammungsneigung des Bodens bzw. zu geringen Sauerstoffkonzentrationen im Boden ist eine unzureichende Entwicklung der Knöllchenbakterien festzustellen. Auch der Luft- Wärme- und Wasserhaushalt des Bodens wird durch Kalkung günstig beeinflusst. Anzustreben sind in der Regel pH-Werte über 6,0; auf Sandböden reichen pH-Werte von 5,5 aus:

- Ackerbohnen, Weiße Lupine >6,5
- Erbsen, Sojabohne >6,0
- Gelbe Lupinen >5,3.

Besonders Gelbe Lupinen vertragen wegen des Auftretens der Kalkchlorose keine unmittelbare Kalkung, sie sollten bei pH-Werten von über 6,5 nicht angebaut werden.

Grundlage für die Ermittlung des Düngebedarfs stellt die durch Bodenuntersuchungen ermittelte Versorgung des Bodens sowie die Entzugshöhe an den Nährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium

dar. Zur Berechnung des Dünge- sowie des Kalkbedarfs stehen heute für ökologische Anbauverfahren PC-Programme zur Verfügung (Bezug: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, FB Bodenkultur und Pflanzenbau, Leipzig).

Angestrebt wird die Versorgungsstufe B für die Nährstoffe P, K und Mg sowie die Stufe C für Kalk (pH-Wert). Als Berechnungsbasis sollten Bodenuntersuchungsergebnisse sowie Schlagkarteiaufzeichnungen über mindestens eine Fruchtfolgerotation vorliegen. Wegen der hohen Bedürftigkeit der Leguminosen für diese Grundnährstoffe und in Bezug auf den pH-Wert sollten eventuell anstehende Düngungsmaßnahmen vorzugsweise vor Leguminosen, z.B. auf die Stoppel der Vorfrucht, ausgebracht werden.

Je höher die N-Verfügbarkeit in den organischen Düngemitteln ist, um so weniger sind sie für Leguminosen geeignet (Tab. 9). Dies trifft besonders für organische Flüssigdünger zu. Stalldung von <150 dt/ha kann im vorausgehenden Herbst z. B. zu Ackerbohnen eingesetzt werden. Ein Bedarf an mineralischen Düngemitteln muss zunächst von der Kontrollstelle, ggf. auch durch den Verband genehmigt werden. Listen zugelassener Düngemittel gemäß EU-Bio-Verordnung sind über das Internet einsehbar ([www.stmlf.bayern.de](http://www.stmlf.bayern.de) → Landwirtschaft → Ökologischer Landbau → Pflanzenbau: Düngemittelliste).

Tabelle 9: Einsatzmöglichkeit organischer Düngemittel bei unmittelbarer Anwendung zu den Kulturarten

	Geflügel- mist	Frischmist		Rottemist		Kompost	Gülle	Jauche
		Schwein	Rind	Schwein	Rind			
Körnerleguminosen	-	+	+	++	++	++	-	-
Klee gras, Luzerne gras	-	+	+	++	++	++	+	-
Kartoffeln	-	+	++	+++	+++	++	++	+
Kohl	-	-	-	+	++	++	+	+
Mais	++	++	++	+++	+++	++	+++	++
Wintergetreide	++	+	+	++	++	++	+++	++
Sommergetreide	++	++	++	++	++	+	+	+
Braugerste	-	-	-	+	+	++	-	-
Grünland Weide feucht	+	-	-	+	+	+++	+	+
Wiese feucht	+	+	+	+	++	+++	++	++
Wiese trocken	-	-	-	+	+	++	-	-

Eignung: +++ = sehr gut; ++ = gut; + = weniger gut; - = nicht geeignet

Quelle: verändert nach REDELBERGER (1996)

## 2.4 Fruchtfolgestellung

### Ansprüche an die Vorfrucht

Aufgrund ihrer Fähigkeit zur N-Fixierung, des großen Wurzelwerkes und der Gare fördernden Wirkung zählen Körnerleguminosen zu den Humus mehrenden, Struktur aufbauenden Kulturen, obgleich sie in dieser Funktion den Wert von mehrjährigem Futterbau deutlich unterschreiten. Eine sorgfältige Planung der Eingliederung in die Fruchtfolge und Durchführung des Anbaus von Leguminosen ist daher für den Ökobetrieb von außerordentlicher Bedeutung.

### Selbstverträglichkeit

Bei der Aufstellung von Fruchtfolgen sind die z.T. langen Anbaupausen zu berücksichtigen. Kurze Anbauabstände fördern Pilze, Viren sowie pflanzliche und tierische Schaderreger. Körnerleguminosen erweisen sich als besonders empfindlich (Tab. 10).

Tabelle 10: Anbaupausen bei Körnerleguminosen

Kulturart	Anbaupausen (Jahre)	Ursachen
Ackerbohne	3 – 5	Virosen, Pilze, tierische Schaderreger
Erbse	4 – 6 (6 - 7 Jahre bei Saatgutvermehrung)	Pilze
Lupine	3 – 5	Virosen, Pilze, tierische Schaderreger
Sojabohne	3 – 4	Pilze
Linse	5	Pilze

Quelle: MÜLLER (1986), u.a. Quellen

Die Anbaukonzentration der Körnerleguminosen sollte daher höchstens zwischen 17 % und 25 % liegen und in ungünstigen Lagen höchstens 20 % betragen. Der gesamte Anteil an Leguminosen-Haupt- und Zwischenfrüchten in der Fruchtfolge sollte besonders beim Anbau von Erbsen wegen des Auftretens der „Erbsenmüdigkeit“ Berücksichtigung finden. Durch Untersaat und Mischanbau



können allerdings Unverträglichkeitsreaktionen und Krankheitsdruck z.T. deutlich gesenkt werden.

Körnerleguminosen erreichen ihr Leistungsmaximum in Fruchtfolgestellungen, bei denen die N-Nachlieferung des Bodens nur noch gering ist oder nach Kulturen, die nur geringe  $N_{\min}$ -Mengen hinterlassen. Die Ansprüche an die Vorfrucht sind daher als gering einzuschätzen. Sie werden am besten an zweiter oder dritter Stelle nach Hauptfrucht-Futterleguminosen in die Fruchtfolge eingegliedert. Günstige Vorfrüchte sind daher alle Getreidearten anzusehen, z.B. nach starken N-Zehrern wie Weizen und Triticale. Noch besser ist es, sie nach Arten mit geringeren N-Ansprüchen zu stellen: Roggen, Dinkel, Gerste, Hafer. Auch ein vorausgehender Anbau von Hackfrüchten und Mais wird oft durchgeführt. Sommerkulturen können allerdings bestimmte Unkräuter fördern, so dass bei Problemen auf diesem Gebiet eine Vorkultur von Sommerungen unterbleiben sollte. Das trifft besonders für Soja und Erbsen zu.

### **Leistungen für die Nachfrucht**

Die Körnerleguminosen stellen im nächsten Frühjahr einen höheren  $N_{\min}$ -Gehalt im Boden als nichtlegume Kulturarten für die Nachfrüchte zur Verfügung. Aus dem Verlauf der  $N_{\min}$ -Werte einer Öko-Fruchtfolge eines Sand- und eines Lößbodens (Abb. 3) sowie aus konventionellen Versuchen (Tab. 11) können in etwa 30 kg höhere Werte an  $N_{\min}$  im Frühjahr veranschlagt werden. Im Vergleich zu Getreide sind beachtliche Nachfruchtwirkungen von Körnerleguminosen auf die erste und zweite Nachfrucht zu verzeichnen.

Nach einer Studie von ALBRECHT (2002) ist der Mehrertrag nach Körnerleguminosen höher bei ökologischer Bewirtschaftung als nach konventioneller Bewirtschaftung. Die Mehrerträge nach Ackerbohnen und Erbsen liegen für den Öko-Landbau nach dieser Zusammenstellung mit 15 – 20 dt/ha sehr hoch. Es kann abgeschätzt werden, dass aus der Rücklieferung durch Ernte- und Wurzelreste sowie dem höheren  $N_{\min}$ -Angebot ein Kornmehrertrag von ca. 15 dt/ha von einer Getreidenachfrucht realisiert werden kann.

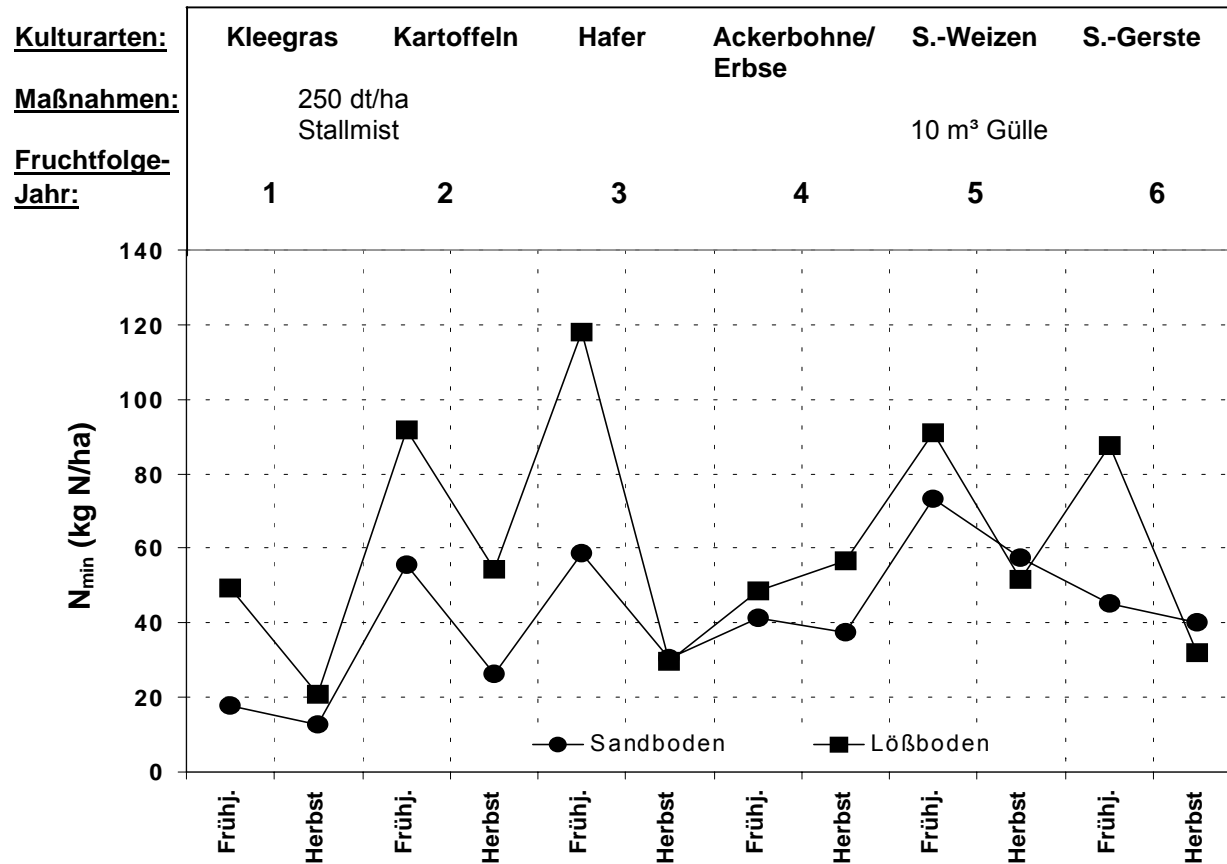


Abbildung 3: Verlauf der  $N_{\min}$ -Werte (kg N/ha, 0 – 90 cm Bodentiefe) in 6-feldrigen Fruchtfolgen mit Klee-gras sowie Körnerleguminosen (Ackerbohne auf Lössboden; Erbse auf Sandboden; ökologische Exaktversuche, Sachsen)

Tabelle 11: Einfluss der Vorfrüchte Körnerleguminosen bzw. Hackfrüchte im Vergleich zu Getreide auf die erste Getreide-Nachfrucht (W.-Weizen, W.-Gerste, konventionelle Versuche, Thüringen)

Vorfrucht	ohne Düngung			optim. mineral. N-Düngung	
	<b>N<sub>min</sub>-Frühjahr</b> (kg N/ha, 0 – 90 cm Tiefe)	<b>Ertrag</b> (dt/ha)	<b>Rohprotein</b> (% i. d. TM)	<b>Ertrag</b> (dt/ha)	<b>Rohprotein</b> (% i. d. TM)
Körnerleguminosen im Vergleich zu Getreide	+30 (25 – 35)	+22	+1,0	+7	+0,2
Kartoffeln bzw. W.-Raps im Vergleich zu Getreide	+10 (5 – 20)	+13	+0,5	+5	-0,2

Quelle: ALBRECHT (2002)

Auf Grund der dargelegten positiven nährstoffbedingten und garefördernden Wirkungen der Körnerleguminosen sind anspruchsvolle, N-zehrende Getreidearten, wie Weizen und Triticale, Mais, sowie Hackfrüchte als günstige Nachfrüchte anzusehen (Abb. 4). Ein weiterer Aspekt zur Nachfruchtwahl besteht in der Berücksichtigung der z.T. stark unterschiedlichen Erntetermine der Körnerleguminosen. So ist z.B. für Erbsen die Nachkultur W.-Raps oder W.-Gerste sowie für Ackerbohnen eher ein Nachbau von W.-Weizen geeignet.

Nachfrucht	Vorfrucht																								
	Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)	Luzerne, Klee (ein- bis überjährig)	Lupine, Serradella, Wicke, Sojabohne	Ackerbohne	Erbse, Linse	Gräser (ein- bis überjährig)	W.-Weizen (Back- u. Futterqualität)	S.-Weizen, Durum (Back- u. Futterqualität)	Weizen (Brauqualität)	Dinkel	Triticale	W.-Roggen	W.-Gerste (Futterqualität)	S.-Gerste (Futterqualität)	S.-Gerste (Brauqualität)	Hafer	Silo- u. Körnermais	Futterrübe	Zuckerrübe	Frühkartoffel (Speisequalität)	Mittelfrühe Kartoffel (Speisequalität)	Späte Kartoffel (Verarbeitungsqualität)	W.-Raps	Sonnenblume	
Ackerbohne	ce	e	e	c	c	b		h	f	g	b	b	b	e <sup>g</sup>	f	eh	h	h	f	efh	fh	h	b	e	
Erbse	ce	e	e	c	c		i	hi	fi	gi	i			i	f	i	i	ei	efi	efi	efi	efi	eik	c	e
Linse	ce	e	e	c	c		i	i	fi	gi	i			i	f	i	i	ei	efi	efi	efi	efi	eik	c	e
Lupine, weiß	ce	e	ce	e	e	b			f	gk			bk	gk	fg	k	k	ek	f	efk	ef		b	e	
Lupine, gelb	ce	e	ce	e	e	b						k	bk	k	f	k	k	ek		ek	ek	k	b		
Lupine, blau	ce	e	ce	e	e	b	k	ik	f	gk	k	k	bk	gik	f	ik	ik	eik	f	eik	eik	ik	b	e	
Sojabohne	ce	e	ce	e	e	b	b			b	b	b	b	g	g					e			bc	ce	
Wicke	ce	e	ce	e	e			i	f				b	gi	f	i	i	ei	f	ei	ei	i	b	e	

Einstufung	Ertrags- u. Qualitätsleistung ( $\bar{x}$ = 100 %)
sehr günstig	110 - 120 %
günstig	100 - 110 %
ungünstig	90 - 100 %
sehr ungünstig, unmöglich	80 - 90 %

#### Besondere Hinweise

- a = Vorsicht bei starker Trockenheit
- b = Vegetationszeiten überschneiden sich (klimatische Randlagen)
- c = Förderung bestimmter Krankheiten und Schädlinge, geringe Selbstverträglichkeit
- d = Förderung bestimmter Unkrautarten
- e = Vorfruchtwert wird schlecht ausgenutzt, Luxusfolge, mit Zweit- oder Zwischenfrucht eventuell vertretbar
- f = Verminderung der Qualität der Nachfrucht
- g = Lagergefahr der Nachfrucht
- h = Zwischenfrucht als Untersaat in Vorfrucht möglich bzw. günstig

- i = Zwischenfrucht als Stoppelsaat, Winterzwischenfrucht oder Gründüngung möglich bzw. günstig
- k = Auf leichten Böden günstig
- l = Organische Düngung zur Nachfrucht günstig
- m = Vorfrucht als Deckfrucht gut geeignet
- n = Vorfrucht als Deckfrucht bedingt geeignet
- o = Günstige Vorfrucht zur Reinsaat von Hauptfrüchten als Gründüngungs- und Futterpflanzen
- p = Durchwuchsfahr in der Nachfrucht (Saatgutvermehrung)
- r = Vor Saatfurche (intensive) Stoppelbearbeitung in Getreidefolgen möglich (Unkrautkur)

Abbildung 4: Vorfruchteignung der Körnerleguminosen

## **Untersaaten und Zwischenfruchtanbau**

Aufgrund ihrer N-fixierenden Eigenschaften hinterlassen Körnerleguminosen nach der Ernte nicht unerhebliche N-Mengen in den Ernte- und Wurzelresten sowie im Boden. In Gebieten mit höheren Niederschlägen können dann über Winter N-Verluste durch Verlagerung und Auswaschung auftreten. Durch eine geschickt eingegliederte Untersaat oder einen Zwischenfruchtanbau können Nährstoffverluste verhindert werden (siehe Abb. 4). So eignet sich z.B. für Ackerbohnen eine Untersaat mit Kruziferen (Ölrettich, Senf) um die Nitratgehalte im Herbst niedrig zu halten (KÖPKE, 1998). Aufgrund des frühen Erntetermins bietet sich bei Erbsen ein Anbau einer Zwischenfrucht an, wenn eine späte Herbstsaat z.B. von Weizen folgen soll. Beim Anbau einer Sommerung sollte zunächst immer eine Zwischenfrucht oder, besonders nach frühräumenden Körnerleguminosen, gar eine Zweitfrucht folgen. Zudem wird der Vorfruchtwert nach früh geernteten Erbsen beim Anbau einer Sommerung als Nachfrucht nicht gut ausgenutzt.

## **2.5 Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Aussaat**

Bestände von Körnerleguminosen neigen zur Spätverunkrautung. Das vorrangige Ziel der **Bodenbearbeitung** für die Hülsenfrüchte besteht somit vor allem in einer Optimierung der Unkrautunterdrückung und –regulierung sowie einer sicheren Bestandesetablierung. Einerseits können über die Bodenbearbeitung Unkräuter direkt ausgeschaltet werden, andererseits sollen zur vorbeugenden Unkrautunterdrückung beste Voraussetzungen für einen gleichmäßigen, schnellen Aufgang der Saaten und eine zügige vegetative Entwicklung geschaffen werden. Speziell im ökologischen Landbau muss darüber hinaus eine Konditionierung der Bodenoberfläche für die mechanische Unkrautregulierung stattfinden. Die große Arbeitsbreite und die Arbeitsweise der Striegel verlangen eine möglichst ebene Bodenoberfläche, ohne Erdklumpen oder Auflage von umfangreichem organischem Material. Außerdem muss die Bodenoberfläche krümelig und locker sein, um eine ausreichende Bodenbewegung durch die leichten Striegelzinken zu ermöglichen.

Die Basis für einen konkurrenzkräftigen Kulturpflanzenbestand gegenüber Unkräutern ist ein schneller und gleichmäßiger Feldaufgang. Gute Voraussetzung dafür bietet eine ebene, abgesetzte Pflugfurche und eine **Saatbettbereitung** auf Saattiefe. Damit stellt sich die richtige Ablagetiefe der Schleppschare der Drilltechnik ein und der große Keimwasserbedarf des Saatgutes wird über den kapillaren Wasseranschluss des Saatkorns gesichert.

### **Aussaat**

Die Frosthärte der Körnerleguminosen liegt in den Jugendstadien bei  $-4\text{ °C}$  (Lupine) bis  $-8\text{ °C}$ , so dass ab März bestellt werden kann. Die minimalen Keimtemperaturen betragen  $2 - 3\text{ °C}$  sowohl für die Ackerbohne als auch für die Erbse. Die Lupine stellt mit  $3 - 5\text{ °C}$  geringfügig höhere Ansprüche. Wobei der Wachstumsbeginn erst im Bereich von  $4 - 6\text{ °C}$  liegt. Die Ackerbohne mit ausgeprägtem Langtagscharakter verlangt die frühesten Saattermine, damit verbessert sich die Blütenbildung und der Hülsenansatz.

Die niedrigen Bodentemperaturen im Spätwinter verzögern jedoch die Keimung von Leguminosensaaten, so dass die Auflaufraten absinken. Deswegen empfehlen sich im Ökolandbau höhere Saatstärken sowie etwas spätere Saattermine bei gut abgetrockneten und erwärmten Böden. Eine eher tiefe Saat der Körnerleguminosen sichert die Möglichkeit des frühzeitigen Striegeleinsatzes und vermindert die Gefahr von Vogelfraß. Die hohen Ansprüche an die Keimwassermenge der großen Samenkörner werden Ausgangs des Winters in der Regel abgedeckt.

Für die Ackerbohne böte die Einzelkornsaat Vorteile. Dabei wird die große Saattiefe von bis 8 cm sicher erreichbar, die sich in einem hohen Feldaufgang, besserer Standfestigkeit und letztlich höheren Erträgen widerspiegelt. Eine entsprechende Saattechnik dürfte allerdings selten in der Praxis zu finden sein.

Die erforderliche frühe Aussaat sowie die folgende intensive Unkrautregulierung mit mehreren Überfahrten erhöht die Gefahr der Bodenschädigung. Die Empfindlichkeit gegenüber Bodenverdichtungen ist bei Erbsen und Ackerbohnen geringer als bei Hafer. Die Anzahl der Überfahrten sollte wegen der allgemeinen Empfindlichkeit

der Kulturpflanzen gegenüber dichtem Boden niedrig gehalten werden. Werden mehrere Durchgänge mit dem Striegel erforderlich, wird die Einrichtung von Fahrgassen sinnvoll.

## 2.6 Pflegearbeiten und Unkrautregulierung

Körnerleguminosen sind extrem durch Unkrautkonkurrenz gefährdet. Zum Beginn der Bestandesentwicklung bis Ende der Blüte zeigen sich die Kulturen durchaus Konkurrenzstark und bilden dichte Bestände aus. Auch die Möglichkeiten des Striegeleinsatzes sind gut. Vor allem bei Erbse und Bohne erlauben die tiefe Kornablage und die kräftigen Keimlinge einen frühen Arbeitseinsatz mit dem Striegel.

Das Bild wandelt sich mit dem Einsetzen der Abreife. Das Auflichten der Bestände mit zunehmender Reife durch Blattfall bietet zusammen mit günstigen Bodenbedingungen (Bodengare,  $N_{\min}$ -Gehalt) üppige Entwicklungsmöglichkeiten für einen Durchwuchs von Wildkräutern, allen voran für Weißen Gänsefuß (*Chenopodium album*) und für die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*). Selbst die Ackerbohne, mit großer Wuchshöhe, zeigt eine starke Neigung zur Spätverunkrautung.

Bei den späteren Erntearbeiten ist dann mit massiven Ernteschwierigkeiten zu rechnen. Die Aufnahme umfangreicher Grünmasse mit dem Mährescher verklebt dessen Siebflächen und Förderorgane, so dass die Druschverluste ansteigen und eine zeitraubende Ernte stattfindet. Gleichzeitig findet eine Rückbefeuchtung des eigentlichen Erntegutes statt, was zu erhöhtem Trocknungsaufwand führt. Dies ist im Zusammenhang mit der gleichzeitig schlechten Wasserabgabe der Körnerleguminosen im Trocknungsprozess besonders kritisch zu bewerten.

Ursache für eine ungenügende Unkrautregulierung ist, dass die bisher üblichen präventiven Maßnahmen und die direkten Regulierungsmaßnahmen mit wenigen Striegeldurchgängen häufig nicht ausreichen. Die mittleren Regulierungserfolge des Striegels liegen im Bereich zwischen 32 % und 60 % bei einmaliger Anwendung je nach Einsatzzeitpunkt, Bodenbedingungen, Entwicklungsstadien und

Art der Unkräuter, Geräteparameter und Witterungsverlauf. Bei einer Ausgangsverunkrautung von mehreren 100 Pflanzen je m<sup>2</sup> reicht dieser Effekt nicht aus. Intensivere Striegeleinsätze, im Sinne von mehrfachen Überfahrten an einem Termin, bergen die Gefahr von Ertragsrückgängen durch Schäden an der Kulturpflanze, es kommt zu Ausdünnungen. Mit zwei direkt aufeinander folgenden Einsätzen können jedoch die Wirkungsgrade gegenüber Unkräutern deutlich erhöht werden. Die Kulturverträglichkeit der mehrfachen Arbeitsgänge ist dabei zu überwachen. Da jedoch die Intensität des Striegeln stark variiert, muss der Praktiker das Optimum für die jeweilige Situation finden.

In der Praxis lässt sich nach einer Anpassung der Reihenweite auch die Maschinenhacke anwenden, die unbedingt mit einem Anhäufeln der Kulturreihe kombiniert werden sollte. Die Häufelwirkung der Gänsefußhackschare lässt sich dabei durch Aufschweißen von Flacheisen z.B. mit den Maßen 5 x 40 x 150 mm problemlos auf das notwendige Maß einrichten.

## **2.7 Krankheiten und Schädlinge**

Körnerleguminosen weisen im Vergleich zu Getreide stärker schwankende Erträge auf. Neben dem Witterungsverlauf können zahlreiche Schaderreger Ursachen von zum Teil drastischen Ertragsminderungen sein. Ertragsprognosen für Körnerleguminosen sollten wegen der akuten Bestandesgefährdung eher konservativ ausfallen.

Da keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel im ökologischen Landbau zur Verfügung stehen, ist die Kenntnis über den Verlauf der Schadwirkungen sowie die realistische Einschätzung und optimale Vorbereitung des eigenen Standortes für einen befriedigenden Anbau von Körnerleguminosen von größter Bedeutung. Den Überblick zur Bestimmung von Schadursachen sowie über mögliche Gegenmaßnahmen gestattet Tabelle 12. Darüber hinaus lassen sich Angaben zur Relevanz einzelner Schaderreger machen.



Gleich mit der Aussaat stellen vor allem Erbsen ein attraktives Taubenfutter dar, so dass in Stadtnähe ein Anbau sogar unmöglich werden kann. Aber auch Krähen und Dohlen nutzen die ungebeizte Saat intensiv als Futterangebot. Erprobte und radikal wirkende Abwehrmaßnahmen für größere Flächen gibt es auf dem Markt noch nicht. Allerdings bestehen vielversprechende Ansätze, über gefärbtes Saatgut einen ausreichenden Schutz zu erzielen. Als vorbeugende Maßnahmen zur Verringerung von Vogelfraß kommt derzeit nur eine tiefe Kornablage bei der Aussaat in Betracht.

Kurz nach dem Auflaufen werden die jungen Leguminosenpflanzen häufig von Blattrandkäfern an Laub und Knöllchen befressen. Dieser Schaden wird in der Regel jedoch mit dem Einsetzen höherer Temperaturen und damit guten Wachstumsbedingungen überstanden. Hierzu gibt es keine Bekämpfungsmöglichkeiten.

Im weiteren Verlauf der Kulturentwicklung stellt die Schwarze Bohnenlaus für Ackerbohnen eine ernste Gefahr dar, so dass in manchen Jahren sogar totale Ernteauffälle vorkommen können. Wirkungsvolle Gegenmaßnahmen für den Öko-Betrieb existieren nicht, auch der Gemengeanbau mit Hafer zeigt kaum eine Wirkung. Blattläuse können in Erbsenbeständen ebenfalls erhebliche Schäden verursachen. Dramatisch entwickelt hat sich in den vergangenen Jahren der Befall mit dem Erbsenwickler, der Erbsenbestände im Ertrag und in der Qualität schädigen kann.

Auch Pilzkrankheiten gefährden den Anbauerfolg. Unter kühleren und feuchteren Anbaubedingungen ist mit dem Befall von Falschem Mehltau (*Peronospora viciae*) bei Erbsen und Bohnen sowie mit Grauschimmelfäule (*Botrytis cinerea*) bei der Erbse zu rechnen. Diese Krankheiten wirken ertragsmindernd, in dem sie den Kulturpflanzenbestand zum vorzeitigen Abreifen führen. Bei der Lupine muss wegen der Anthracnose (*Colletotrichum spp.*) vermehrt zu vorsichtigen Anbauanteilen in der Fruchtfolge geraten werden, selbst bei der Blauen Lupine tritt diese Krankheit auf. Sie wird vor allem über infiziertes Saatgut verbreitet.

Die Brennfleckenkrankheit (*Ascochyta spp.*) an Erbse und Ackerbohne gehört ebenso wie die Schokoladenfleckigkeit (*Botrytis fabae*)

an der Ackerbohne zu den wichtigen Krankheiten. Ihnen kann vorbeugend über die Verwendung von gesundem Saatgut (*Ascochyta*), einer sicheren Unkrautregulierung sowie über mäßige Saatstärken (Bestandesbelüftung) entgegengewirkt werden.

Zum allgemeinen Schutz gegenüber Schaderregern können folgende vorbeugende Maßnahmen im Körnerleguminosenanbau in der Praxis umgesetzt werden, wobei große Abstände zu anderen Leguminosenschlägen für Öko-Betriebe eher schwieriger zu realisieren sind:

- striktes Einhalten der Anbaupausen
- Einhalten eines möglichst großen Abstandes zu Anbauflächen mit gleichen Kulturen im Vorjahr
- tiefes Einpflügen von Ernteresten
- Sorten mit gleichmäßigem und schnellem Abblühen verwenden
- Aussaat in der Nähe von Klee oder Luzerne vermeiden
- sehr frühe Aussaaten in kalte Böden vermeiden
- auf samenbürtige Krankheiten geprüftes Saatgut verwenden
- Sortenresistenzen und -toleranzen gegenüber Krankheiten nutzen
- mittlere Pflanzendichten anstreben.

Tabelle 12: Krankheiten und Schädlinge von Körnerleguminosen

	Schaderreger	Kultur	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen
<b>Tierische Schaderreger</b>	<b>Blattrandkäfer</b> ( <i>Sitona</i> -Arten)	Ackerbohne, Erbse, Lupine	Bogenförmige Fraßstellen an den Blatträndern, größere Schädigungen vom Auflaufen bis Jugendstadium möglich, beizeitigem Befall im Keimblattstadium Kahlfraß möglich	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anbaupausen einhalten</li> <li>– Förderung des Jugendwachstums durch ackerbauliche Maßnahmen</li> </ul>
	<b>Blattläuse</b> (mehrere <i>Blattlausarten</i> )	Ackerbohne, Erbse, Lupine	<p>Grüne Erbsenblattlaus besiedelt Ackerbohne auch die Erbse, sie besitzt eine enorme Vermehrungspotenz, die größten Saugschäden kurz vor oder während der Blüte möglich, Abwerfen bzw. Verkrüppeln der Hülsen, Wuchsdepressionen, Bedeutung als Vektor von Viruserkrankungen</p> <p>Schwarze Bohnenlaus vor allem an Ackerbohnen, Wuchsdepressionen, vorzeitiges Abfallen der Blüten, starke Ertragsausfälle möglich</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– direkte Pflanzenschutzmaßnahmen im Feldbau nicht möglich</li> </ul>
	<b>Samenkäfer</b> ( <i>Bruchus</i> -Arten)	Ackerbohne, Futtererbse	<p>Zylindrische, runde tiefreichende Löcher im Samen, starke Beeinträchtigung der Ertragsmenge und -qualität, Herabsetzung der Keimfähigkeit</p> <p>deutliche Befallszunahme durch den Ackerbohnenkäfer bei der Erbse Auftreten des Großen bzw. Gemeinen Erbsenkäfers</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einhaltung der Anbaupausen</li> <li>– ausreichende Abstände zu vorjähr. gleichen Kulturschlägen</li> <li>– tiefes Unterpflügen ausgefallener Samen</li> <li>– Verwendung befallsfr. Saatgutes</li> <li>– Saatgutbehandlung 3 – 5 Stunden Erwärmung auf 50 °C</li> </ul>
	<b>Erbsenwickler</b> ( <i>Cydia nigricana</i> )	Futtererbse	<p>Fraß im Inneren der Hülsen an den Samen, Verschmutzung der Hülsen mit Kotkrümeln</p> <p>sekundäre Verpilzung möglich</p> <p>stetige Zunahme des Erbsenwicklerbefalls</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen)</li> <li>– tiefes Unterpflügen</li> <li>– Mindestabstand 3000 m zum vorjährigen Erbsenschlag</li> <li>– gleichmäßig blühende u. schnell abblühende Sorten wählen</li> </ul>

Tabelle 12: (Fortsetzung)

	Schaderreger	Kultur	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen
Tierische Schaderreger	Erbsen-gallmücke ( <i>Contarinia pisi</i> )	Futtererbse, Ackerbohne	Stauchung der Triebe und rosettenartiger Wuchs, Missbildung der Blüten, verringerter Fruchtansatz, kleine und verkrüppelte Hülsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen)</li> <li>– Mindestabstand 1000 m zu vorjährigen Feldern</li> <li>– tiefes Unterpflügen</li> <li>– schnell abblühende und reifende Sorten verwenden</li> </ul>
	Ackerbohnenmosaik ( <i>bean yellow mosaik virus</i> )	Ackerbohne	Ausgeprägtes Mosaik mit heller und dunkler Musterung auf den Blättern, Pflanze etwas gestaucht	<ul style="list-style-type: none"> <li>– resistente oder tolerante Sorten verwenden</li> <li>– Aussaat in der Nähe von Wirtspflanzen vermeiden (Klee, Luzerne, Wicken), da Überwinterung des Virus möglich</li> <li>– Beseitigung der ersten kranken Pflanzen</li> </ul>
Viren	Scharfes Adermosaik ( <i>pea enation mosaik virus</i> )	Ackerbohne, Futtererbse	Deformierte Blätter, punkt- und strichförmige Flecke vor allem im Bereich der stärkeren Adern, undeutliche Mosaikfleckung, Hülsen unterentwickelt und verkrüppelt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aussaat in der Nähe von Wirtspflanzen vermeiden (Klee, Luzerne, Wicken), da Überwinterung d. Virus möglich</li> <li>– Beseitigung der ersten kranken Pflanzen</li> </ul>
	Blattrollkrankheit ( <i>bean leaf roll virus</i> )	Ackerbohne, Futtererbse	Erste Symptome an den Triebspitzen später gesamte Pflanze, zitronenfarbige Vergilbung, gestauchter und sperriger Wuchs	<ul style="list-style-type: none"> <li>– resistente oder tolerante Sorten verwenden</li> <li>– frühe Aussaat</li> <li>– Anbau in der Nähe von mehrjährigen Kleearten und Luzerne vermeiden</li> </ul>
Pilzliche Erkrankungen	Brennfleckenkrankheit ( <i>Ascochyta spp.</i> )	Ackerbohne, Futtererbse	Unregelmäßige braun-graue Flecken mit scharfen dunklen Rändern, auf Hülsen sinken die Befallsstellen tief ein, dabei Infektion der Samen möglich	<ul style="list-style-type: none"> <li>– konsequente Verwendung von gesundem Saatgut</li> <li>– Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen)</li> <li>– keine zu dichte Saat</li> <li>– Unkrautbekämpfung</li> </ul>

Tabelle 12: (Fortsetzung)

	Schaderreger	Kultur	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen
Pilzliche Erkrankungen	Fußkrankheiten ( <i>Fusarium</i> -, <i>Rhizoctonia</i> - und andere Arten)	Acker- bohne, Futter- erbse	Vergilben und teilweise Absterben der Jungpflanzen, vermorschen und Absterben der Wurzeln  bei späterem Befall Wachstumsverzögerung, Krankheit durch Erregerkomplex hervorgerufen	– Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen) – Aussaat erst in gut abgetrockneten und erwärmten Boden durchführen – resistente oder tolerante Sorten verwenden – Verwendung von gesundem Saatgut
	Rostkrankheiten ( <i>Uromyces</i> spp.)	Acker- bohne, Futter- erbse	Rostpusteln auf Ober- und Unterseite der Blätter und Stängel, Wuchsdepressionen und Ertragsminderung möglich, Symptome häufiger ab Hochsommer	– resistente oder tolerante Sorten verwenden – sorgfältiges Unterpflügen befallener Pflanzenreste
	Falscher Mehltau ( <i>Peronospora viciae</i> )	Futter- erbse, Acker- bohne	Auf Blattoberseite von den Blattadern begrenzte helle Flecke, Blattunterseite grauer Pilzrasen, Befall der Stängel und Ranken möglich	– Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen) – Bodenbearbeitung (Pflügen) – Beachtung der Saatgutqualität – Trockenheit stoppt Ausbreitung
	Echter Mehltau ( <i>Erysiphe pisi</i> )	Futter- erbse	Auf Blättern, Stängel und Hülsen dichter, weißer, später grauer Mycelbelag, Welke und Absterben der Pflanzen möglich, bei Hülsenbefall Infektion der Samen möglich	– Verwendung von gesundem Saatgut – Sortenwahl
	Grauschimmelfäule ( <i>Botrytis cinerea</i> )	Futter- erbse	Bei anhaltend feuchter Witterung grauer Schimmelbelag auf Blätter und Stängel, meist ab Vollblüte erkennbar, wenn die Blütenblätter abfallen	– pflanzenbaulich bestehen kaum Möglichkeiten den Erreger zurückzuhalten
	Schokoladenfleckenkrankheit ( <i>Botrytis fabae</i> )	Acker- bohne	Auf Blättern, Stängel, Blütenständen und Hülsen zunächst kleine, runde schokoladenbraune Flecken, welche an Größe zunehmen und zusammenfließen können, Flecke scharf abgegrenzt mit häufig rötlichem Rand	– gut durchlüftete Bestände – Unkrautbekämpfung – sorgfältiges Unterpflügen befallener Pflanzenreste

Tabelle 12: (Fortsetzung)

	Schaderreger	Kultur	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen
Pflanzliche Erkrankungen	Anthracnose ( <i>Colletotrichum spp.</i> )	Lupine	Typisches Symptom bei Frühbefall durch charakteristische Verdrehung der Triebspitzen, später an Blättern, Stängel und Hülsen eingesunkene Flecken mit orangefarbenem Zentrum und braunem Rand, ausgehend von Primärherden, rasche Ausbreitung im Bestand möglich	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen)</li> <li>– Verwendung von gesundem Saatgut</li> <li>– Warmwasserbeize</li> <li>– kein Anbau in der Nachbarschaft eines infizierten Schlages</li> </ul>

Quelle: PÖLITZ (2002)

## 2.8 Ernte und Lagerung

### Ernte

Die wichtigsten Körnerleguminosen Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen werden heutzutage wie Getreide im **Mähdrusch** geerntet. Bei der Festlegung des Erntezeitpunktes besteht das Problem, dass einerseits eine möglichst vollständige Abreife abgewartet werden muss, aber andererseits schon in leicht überständigen Beständen erhebliche Ertragsverluste auftreten können. Kornverluste von 25 Körner/m<sup>2</sup> ergeben z. B. bei Ackerbohnen bereits einen Ertragsverlust von 1 dt/ha (bei einer TKM von 400 g). Die Bestimmung des richtigen Erntetermins ist insbesondere bei Ackerbohnen und Lupinen mitunter schwierig. Die Flächen sollten daher in der entscheidenden Phase täglich kontrolliert werden.

**Erntereife** Bestände können folgendermaßen erkannt werden:

- Erbsen: Der gesamte Bestand ist braun verfärbt, die Hülsen sind hellbraun und die oberen Hülsen pergament- bzw. lederartig zäh.
- Ackerbohnen: Fast alle Hülsen sind braun verfärbt, max. 10 % der Hülsen sind noch grün, mehr als die Hälfte der Hülsen sind schwarz verfärbt, die Stängel sind zum Teil noch grün.
- Lupinen: Die Hülsen sind zu 95 % braun verfärbt, die Stängel sind zum Teil noch grün.

Die anzustrebende **Kornfeuchte** bei der Ernte sollte innerhalb folgender Bereiche liegen:

- Erbsen: 16 – 20 %
- Ackerbohnen: 17 – 21 %
- Lupinen: 14 – 18 %.

Liegen die Kornfeuchten deutlich darunter, besteht die Gefahr von Bruchkorn. Dies sollte insbesondere bei der Saatguterzeugung vermieden werden. Bei Kornfeuchten über 22 – 24 % kann es zu einem Verschmieren des Mähdreschers und zu Kornquetschungen kommen. Druschverluste durch Platzen der Hülsen lassen sich häufig durch die Verlegung der Ernte in Tageszeiten mit höherer Luftfeuchtigkeit bzw. Taubildung verringern, also vormittags oder in den späten Abendstunden. Bei der Einstellung des Mähdreschers wird die Trommeldrehzahl auf 400 – 600 Umdrehungen/Minute verringert, der Dreschkorb weit geöffnet und die Haspel nur vorsichtig eingesetzt. Bei Ackerbohnen wird der Wind auf maximal gestellt, bei Erbsen und Lupinen auf ein Drittel bis ein Viertel.

Die Ernte von Körnererbsen ist mit besonderen **Anforderungen** verbunden. Da die Schneidwerkzeuge meistens sehr tief geführt werden müssen, bedarf es einer ebenen, festen und möglichst steinfreien Bodenoberfläche, die sich am besten durch Walzen nach dem Drillen erzielen lässt. Gegebenenfalls auf dem Boden verbliebene Steine sollten abgesammelt werden. Zur Erbsenernte empfiehlt sich der Einsatz von Ährenhebern, die auf jeden zweiten oder dritten Mähfinger gesteckt werden. Der Mähbalken kann etwas höher geführt werden, wenn Teleskopährenheber benutzt werden, die Bodenunebenheiten bis 10 cm ausgleichen können. Sinnvoll ist außerdem die Anbringung einer zusätzlichen Steinrückhalteleiste und die Verwendung von Lochblechen in den Elevatorflüssen und Schneckenmulden. Lagernde Bestände werden gegen die Lagerrichtung oder quer dazu gedroschen.

Seit einigen Jahren wird mit dem Pick-up SUND ein spezieller Erntevorsatz für den Mähdrescher angeboten, mit dem sich Ernteverluste bei Körnererbsen auch in stark lagernden Beständen deutlich begrenzen lassen. Die Erbsen werden mit speziellen Zinken über dem Boden abgebrochen und nicht geschnitten, so dass keine Spritzver-

luste entstehen und außerdem weder Steine noch Erde aufgenommen werden. Ausgefallene Erbsenkörner werden von einer Gummwalze aufgefangen, die das gesamte Erntegut zur Einzugsschnecke transportiert.

Ackerbohnen sollten möglichst hoch geschnitten werden. In lagern den Beständen ist der Einsatz von Seitenschneidwerken sinnvoll. Bei dieser Körnerleguminose lassen sich darüber hinaus Ernteverluste durch eine zügige Vorfahrt und eine Verlängerung des Schneidtisches verringern.

### **Lagerung**

Bei Körnerleguminosen besteht im Vergleich zu Getreide aufgrund der hohen Eiweißgehalte der Körner eine höhere Gefahr durch Verderb. Insbesondere in Partien mit Bruchkorn oder einem hohen Anteil an verletzten Körnern kann es zur **Verpilzung** kommen. Gleichzeitig werden Körnerleguminosen häufig bei vergleichsweise hohen Kornfeuchten geerntet, v. a. um die Ernteverluste durch Platzen der Hülsen gering zu halten oder um Bruchkorn zu vermeiden. Daher ist eine konservierende Nachbehandlung, d. h. das **Trocknen des Erntegutes**, meistens notwendig. Zunächst sollten mit einer Vorreinigung alle noch grünen Pflanzenteile unmittelbar nach der Ernte entfernt werden.

Die Samen von großkörnigen Leguminosen weisen ein ungünstiges Wasserabgabevermögen auf. Demzufolge ist pro Trocknungsgang um max. 4 % Feuchtigkeit zu trocknen (bei Saatgut um max. 2,5 %). Ein erforderlicher weiterer Trocknungsgang sollte dann erst nach 2 – 3 Tagen erfolgen, damit die Feuchtigkeit in der Zwischenzeit vom Korninnern in die Randzonen gelangen kann.

Bei Futterware ist die Trocknungstemperatur auf 50 °C zu begrenzen, bei Saatgut auf 40 °C bzw. wenn die Kornfeuchtigkeit über 22 % liegt auf 36 °C. Partien mit über 24 % Feuchte sind spätestens 24 h nach der Ernte zu trocknen, unterhalb von 20 % Feuchte können sie zunächst mehrere Tage belüftet werden. Nach der Trocknung ist eine Rückkühlung auf 20 °C erforderlich. Eine Belüftungstrocknung ist für Körnerleguminosen weniger gut geeignet, da die



Trocknung zu lange dauert. Dieses Verfahren ist nur bei Kornfeuchten bis 18 % sinnvoll.

Bei der Förderung im Lager sollte bei trockener Ware die Fallhöhe auf 50 cm begrenzt werden, um Bruchkorn zu vermeiden. Insbesondere beschädigte Ware ist häufig zu kontrollieren, da Verpilzungsgefahr droht. Die Lagerdauer von Körnererbsen kann bei 14 % Feuchte ca. 3 Monate, bei 12 % Feuchte 1 – 2 Jahre betragen.

## 2.9 Saatgutvermehrung

### **Allgemeine Rechtslage und Ausgangssituation**

Ab 01.01.2004 verlangt die EU-Verordnung über den ökologischen Landbau voraussichtlich den ausschließlichen Einsatz von ökologisch vermehrtem Saatgut. Damit entsteht für Züchter und Saatgut-handelsfirmen eine echte Herausforderung, den Bedarf an Öko-Saatgut bei **allen** Kulturen abzudecken. Die bisher überwiegend praktizierte Methode bei der Erzeugung von Bio-Saatgut besteht darin, dass konventionell gezüchtete Sorten ein Jahr ökologisch vermehrt werden. Damit sind diese für den Einsatz im ökologischen Landbau zugelassen.

Der gesamtheitliche Ansatz, dass nach einer erfolgten ökologischen Pflanzenzüchtung der Sortenkandidat einer ökologischen Sortenprüfung unterzogen wird und dann über mehrere Generationsstufen im ökologischen Vermehrungsanbau als zertifiziertes Saatgut zum Endverbraucher gelangt, ist zur Zeit noch eine „Wunschvorstellung“.

### **Spezielle Hinweise zur Vermehrung von Körnerleguminosen**

Für einen erfolgreichen Vermehrungsanbau der Körnerleguminosen ist generell die Auswahl eines geeigneten **Standortes** die Grundvoraussetzung. In nachfolgender Tabelle 13 sind die Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit für die einzelnen Arten zusammengefasst worden.

Tabelle 13: Anforderungen an die Standortwahl im Vermehrungsanbau von Körnerleguminosen

Fruchtart	Standortwahl
Ackerbohne	tiefgründige, nährstoffreiche Böden, pH-Wert 6,5 - 7
Futtererbse	gute bis mittelschwere Böden (D3 - D5), pH-Wert 6 - 7
Weißer Lupine	bessere Standorte (D4 - D6 bzw. L01 - L06), pH-Wert 6 - 7
Gelbe Lupine	D1 - D3 möglich, pH-Wert 5 - 6
Blaue Lupine	leichte bis mittlere Standorte (D4 - D6)
Saatwicke *)	leichte bis mittlere Standorte (D4 - D6)
Zottelwicke *)	lehmiger Sand oder stark sandige Lehme (D1 - D3)

\*) Gebiete mit > 600 mm Ø Niederschlag sind ungeeignet, pH-Wert nicht < 6

Bezüglich der **Fruchtfolge** herrscht bei allen Körnerleguminosen eine geringe Selbstverträglichkeit vor. Anbaupausen von mindestens 4 – 6 Jahren sind einzuhalten. Die Vorfrüchte Roggen, Hafer und Mais sind nach Möglichkeit beim Vermehrungsanbau von Ackerbohnen zu vermeiden, da sich ansonsten die Gefahr des Saatgutbefalls mit Stängelälchchen erhöht. Beim Lupinenanbau sollte die angegebene Mindestanbaupause selbstverständlich sein, um gegen die gefürchtete Anthracnosekrankheit vorzubeugen.

#### **Mindestentfernungen, Abtrennung zu anderen Feldbeständen**

Alle Vermehrungsbestände (Selbst- und Fremdbefruchter) müssen durch einen deutlich und genügend breiten Trennstreifen (mindestens 40 cm) von angrenzenden Nachbarbeständen solcher Arten, die sich aus dem Saatgut schwer herausreinigen lassen, abgegrenzt sein. Die Trennstreifen müssen durchgehend vorhanden sein (dies gilt auch für die Vorgewende), um mechanische Vermischungen bei der Ernte zu vermeiden.

Als Selbstbefruchter gelten Erbsen und Lupinen. Die Ackerbohne und auch die Wickenarten neigen je nach Witterungsverlauf zu Einkreuzungen und sind als Fremdbefruchter zu behandeln. Dementsprechend muss bei Vermehrungsflächen bis 2 ha die Mindestentfernung zu anderen Sorten bei der Basiskategorie 200 m und bei

zertifiziertem Saatgut 100 m betragen. Bei Vermehrungsflächen > 2 ha verringern sich die angegebenen Entfernungen zu anderen Sorten um die Hälfte.

Auf die **Sortenwahl** hat der Vermehrungsbetrieb selten einen entscheidenden Einfluss. Entsprechend den Markterfordernissen werden durch die Züchter bzw. Handelsfirmen die zu vermehrenden Sorten festgelegt. Hinsichtlich der optimalen **Bestandesführung** sind im Wesentlichen alle Ausführungen der nachfolgenden Kapitel bezüglich der einzelnen Fruchtarten zu beachten. Für den Vermehrungsanbau sind folgende speziellen Hinweise zu beachten:

- auf das Striegeln nach dem Aufgang der Lupinen zur Unkrautbekämpfung sollte nach Möglichkeit verzichtet werden (Übertragungsgefahr der Anthracnose)
- auf Grund des nicht möglichen Insektizideinsatzes im ökologischen Anbau ist bei allen Arten der frühestmögliche Aussaatzeitpunkt zu wählen, damit beim einsetzenden Sommerflug der Blattläuse die Bestände weniger geschädigt werden.

Eine **Selektion** ist in der Regel nur dann erforderlich, wenn im Feldbestand "abweichende Typen" (Pflanzen mit abweichenden Merkmalen zu den amtlichen Sortenbeschreibungen der angebauten Sorte) in verstärktem Maß auftreten. Bis auf den Flughafener lassen sich alle Unkrautarten aus der jeweiligen Rohware leicht herausreinigen. Im Rahmen der Feldbestandsprüfungen ist dementsprechend die mögliche Pflanzenzahl an Flughafener begrenzt, da dessen Granne sich in Fraßgängen des Erbsenwicklers bzw. Bohnenkäfers verharren kann und dann im Rahmen der Beschaffenheitsprüfung oft zu Aberkennungen führt.

Da die Keimlinge bei den großkörnigen Leguminosen dicht an der Samenschale liegen, ist eine schonende **Ernte, Erntenachbehandlung und Aufbereitung** ein qualitätsentscheidender Abschnitt für die Erzeugung von anerkennungsfähigem Saatgut. Dies beginnt bei der technischen Einstellung der Mähdrescher vor dem Drusch mit geringer Trommeldrehzahl, einer möglichst weiten Dreschkorb-einstellung bei zügiger Fahrgeschwindigkeit, um einen hohen Masseedurchsatz zu erreichen und damit die mechanische Belastung zu

reduzieren. Die ideale Druschfeuchte bei allen großkörnigen Arten liegt bei 16 - 18 %. Erfahrungsgemäß ist bei Feuchten unter 12 %, insbesondere bei den Futtererbsen und Ackerbohnen, der Saatgutdrusch auf Grund der Bruch- und Anomaliegefahr einzustellen. Bei Erntefeuchten von über 15 % ist bei einer längeren Lagerung eine Belüftung erforderlich. Im Aufbereitungsprozess gilt es durch geringe Fallstufen bzw. durch Verkleidung bestimmter Übergabestellen die mechanischen Belastungen so weit wie nur möglich zu reduzieren.

**Gesetzliche Anforderungen an die Feldbestände (Mindestanforderungen):**

1. Die zur Anerkennung angemeldete Vermehrungsfläche muss eine Mindestgröße von 0,5 ha aufweisen
2. Der Kulturzustand der Vermehrungsfläche muss eine ordnungsgemäße Bearbeitung und Behandlung erkennen lassen
3. Die Vorfruchtverhältnisse müssen die Annahme rechtfertigen, dass auf der Vermehrungsfläche keine Pflanzen anderer Arten oder Sorten vorhanden sind, die zu Fremdbefruchtung oder Sortenvermischung führen können
4. Die Vermehrungsflächen sind durch Schilder zu kennzeichnen.

Die Körnerleguminosenbestände aller Saatgutkategorien werden in Sachsen mindestens 2-mal feldbesichtigt. Die erste Feldbestandsprüfung erfolgt im Zeitraum der Hauptblüte und die zweite Bonitur mit beginnender Abreife. Dabei sind maximal folgende Besätze und Krankheiten im Durchschnitt der Auszählungen zulässig (Tab. 14).

Tabelle 14: Anforderungen der Feldbestände an Fremdbesatz und Gesundheitszustand (max. Anzahl/150 m<sup>2</sup>)

	Basis- saatgut	zertifiziertes Saatgut	
		erste Gene- ration (Z1)	zweite Gene- ration (Z2)
<b>Fremdbesatz:</b>			
– abweichende Typen	5	15	30
– Pflanzen anderer Körnerle- guminosen und Flughäfer, die sich aus dem Saatgut nur schwer herausreinigen las- sen	10	30	30
<b>Gesundheitszustand:</b>			
– Samenübertragbare Virus- krankheiten	10	30	30
– Brennfleckenkrankheit bei Erbsen, Wicken und Acker- bohnen	10	30	30
– Anthracnose bei Lupinen	10	30	30

### Anforderungen an die Saatgutbeschaffenheit

Die derzeitigen Anforderungen an die Beschaffenheit im Rahmen der Saatgutuntersuchung sind in Tabelle 15 dargestellt worden. Die Feuchte darf bei allen Körnerleguminosenarten nicht höher als 15 % sein.

Tabelle 15: Mindestanforderungen an die Saatgutbeschaffenheit bei Körnerleguminosen

Fruchtart	Saatgutkategorie <sup>1)</sup>	Mindestreinheit	Mindestkeimfähigkeit	Höchstbesatz mit anderen Pflanzenarten in 1.000 g				
				insgesamt	eine einzelne Art	eine einzelne Art	Flughafer	Ampfer
				%	%	Körner	Körner	Körner
Ackerbohne	B	98	85	0,3		20	0	2
	Z1, Z2	98	85	0,5	0,3		0	5
Futtererbse	B	98	80	0,3		20	0	2
	Z1, Z2	98	80	0,5	0,3		0	5
Gelbe Lupine Weiße Lupine	B <sup>2), 3)</sup>	98	80	0,3			0	2
	Z1, Z2 <sup>3), 4)</sup>	98	80	0,5	0,3	20	0	5
	H <sup>4), 5)</sup>	97	80	1,5	1,3		0	5
Blaue Lupine	B <sup>2)</sup>	98	75	0,3			0	2
	Z1, Z2 <sup>3), 4)</sup>	98	75	0,5	0,3	20	0	5
Saatwicke	B	98	85	0,3			0	2
	Z1, Z2	98	85	1,0	0,5	20	0	5
	H	98	85	2,0	1,5		0	5
Zottelwicke	B	98	85	0,3			0	2
	Z1, Z2	98	85	1,0	0,3	20	0	5

- 1) B = Basissaatgut, Z1 = zertifiziertes Saatgut erster Generation, Z2 = zertifiziertes Saatgut zweiter Generation, H = Handelssaatgut
- 2) bei bitterstoffarmen Lupinen darf in 100 Körnern höchstens ein bitteres Korn enthalten sein
- 3) in 100 Körnern dürfen an Körnern anderer Farbe höchstens 1 Korn bei bitterstoffarmen Lupinen, 2 Körner bei anderen Lupinen enthalten sein
- 4) bei bitterstoffarmen Lupinen dürfen in 200 Körnern höchstens 5 bittere Körner enthalten sein
- 5) in 100 Körnern dürfen an Körnern anderer Farbe höchstens 2 Körner bei bitterstoffarmen Lupinen, 4 Körner bei anderen Lupinen enthalten sein

Spezielle Gesundheitsprüfungen sind in den letzten Jahren kontinuierlich ausgedehnt worden. Im Saatgut aller Körnerleguminosenarten dürfen keine lebenden Schadinsekten und lebenden Milben vorhanden sein. Es wird jede Basispartie von Ackerbohnen und Erbsen auf Stängelälhchenbefall untersucht.

Ab dem 01.07.2003 besteht auch eine generelle Pflichtuntersuchung aller Ackerbohnen und Erbsenpartien auf Befall mit *Ascochyta*-Arten. Befallene Samen im Saatgut können zu erheblichen Auflaufschäden führen und stellen außerdem ein Infektionspotential für den neuen Bestand dar. Als Grenzwert für die Saatgutankennung ist ein maximaler Befall von 10 % zulässig. Außerdem wird jede Saatgutprobe von Lupinen generell auf eine eventuelle Pilzkrankung mit Anthracnose untersucht. Da der Pilz in erster Linie mit dem Saatgut übertragen wird, gilt es, das an den Samen befindliche Anthracnose-Infektionspotential zu ermitteln und stärker befallene Partien zu eliminieren. Als Grenzwert ist zur Zeit ein maximaler Befall von 2 % der Körner bei Basissaatgut und 5 % der Körner bei zertifiziertem Saatgut zulässig.

Da saatgutbürtige Pilzkrankheiten im ökologischen Landbau weder durch chemische Behandlung des Saatgutes noch während der Vegetationszeit durch Fungizide bekämpft werden können, ist es zu empfehlen, sich beim Saatgutkauf konkret über die Untersuchungsergebnisse zu informieren. Viele Ökosaatgutanbieter tragen dieser Tatsache bereits Rechnung und bieten durch zusätzliche Sonderuntersuchungen den Saatgutkäufern zusätzliche Informationen zur Saatgutpartie an.

### **Derzeitige Situation der Körnerleguminosenvermehrung in Sachsen**

Erstmals wurden im Jahr 2002 ökologische Körnerleguminosen zur Vermehrung bei Lupinen und Erbsen in Sachsen ins Feld gestellt. Im Rahmen der Feldbestandsprüfung konnten alle Vermehrungsbestände anerkannt werden.

Allgemein muss kritisch angemerkt werden, dass die ökologische Saatgutversorgung in Sachsen auch weiterhin weitgehend anderen Anbietern (anderen Bundesländern und EU-Staaten) überlassen

wird. Gerade im Zuge der neuen gesetzlichen Regelung ab dem Jahr 2004 ergibt sich für interessierte Ökolandwirte die Möglichkeit, mit entsprechender Sach- und Fachkenntnis für ihren Betrieb an der Wertschöpfung des Produktes Saatgut zu partizipieren.

## **2.10 Wirtschaftlichkeit des Anbaus**

### **Leistungen**

Spielt im konventionellen Pflanzenbau insbesondere die Reduzierung der verfahrensabhängigen Kosten eine entscheidende Rolle für das wirtschaftliche Ergebnis, sind es im ökologischen Landbau vor allem die Sicherung und die Stabilisierung der Naturalerträge. Die Erträge haben bei den ökologischen Verfahren im Gegensatz zu den konventionellen einen weitaus größeren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit als z.B. der Erzeugerpreis und ein entsprechendes Kostenmanagement, wie Untersuchungen verschiedener Bundesländer zeigen.

Bei der Umstellung auf eine ökologische Produktion ist vor allem die Kompensation des rückläufigen Ertragsniveaus, welches bei Körnerleguminosen aus Erfahrungswerten in Sachsen 40 - 50 % des konventionellen Ertrages betragen kann, durch ausreichende Erzeugerpreisaufschläge entscheidend für ein positives wirtschaftliches Ergebnis.

### **Kosten**

Bezüglich der Gesamtkosten und innerhalb der einzelnen Kostenarten bzw. -blöcke eines Verfahrens und ihrer Bedeutung für das wirtschaftliche Ergebnis sind im ökologischen Anbau Besonderheiten zu beachten. Die Direktkosten der einzelnen Körnerleguminosenarten können in der Regel geringer sein als im konventionellen Anbau. Dies trifft vor allem für Düngemittel und Pflanzenschutz- bzw. Pflanzenhilfsmittel zu. Durch den gesetzlich vorgeschriebenen Einsatz von ökologisch erzeugtem Saatgut fallen die Saatgutkosten deutlich höher aus, derzeit für Körnerleguminosen im Durchschnitt um ca. 60 %.



Ein entscheidender Kostenblock sind die Arbeitserledigungskosten. Sie haben in der Regel den größten Einfluss auf die betrieblichen Ergebnisse. Bei Körnerleguminosen unterscheiden sich die Arbeitserledigungskosten im ökologischen Anbau häufig nicht vom konventionellen. Zwar sind zusätzliche Arbeitsgänge der mechanischen Pflege zu beachten, hingegen entfallen die Arbeitsgänge für den Pflanzenschutz. Als Orientierung kann für die mechanische Pflege (Striegeln) in Abhängigkeit von der Mechanisierung mit einem Arbeitszeitbedarf von 0,2 - 0,5 AKh/ha sowie Maschinenkosten (gesamt) von 8,70 - 11,00 €/ha je Arbeitsgang kalkuliert werden (KTBL, 2000).

Zu beachten ist, dass die Lagerung in den Ökobetrieben einen höheren Stellenwert besitzt und diese Aufwendungen bzw. die Kosten der Reinigung, Trocknung und Einlagerung vor allem hinsichtlich der Arbeitserledigungs- und Gebäudekosten ebenfalls zu berücksichtigen sind.

In der folgenden Tabelle 16 sind Kalkulationsbeispiele für Ackerbohne, Körnererbse und Körnerlupine unter typischen Anbaubedingungen dargestellt worden. Die Kalkulationsbeispiele zeigen erzielbare Ergebnisse bei gleichen Produktionsbedingungen. In den Arbeitszeitbedarf und die Maschinenkosten fließen die Arbeitsgänge Stoppelbearbeitung, Pflügen, Saatbettbereitung und Aussaat, Striegeln (2,5 Arbeitsgänge), Transport und Einlagerung ein. Mineralische Grunddüngung (0,3 Arbeitsgänge) und Ernte erfolgen im Lohn.

Für viehhaltende Betriebe verdeutlichen die Ergebnisse, dass es weitaus kostengünstiger sein kann, die Eiweißkomponenten der Futtermittelration in Form von Körnerleguminosen im Betrieb zu erzeugen als zuzukaufen. Hier können Herstellungskosten im Betrieb in Höhe von ca. 12,00 - 14,00 €/dt (nach Prämie) gegenüber derzeitigen Einkaufspreisen in Höhe von ca. 25,00 - 27,00 €/dt (ohne MwSt.) veranschlagt werden.

Aspekte der Anbauentscheidung aus der Sicht der Betriebswirtschaft:

- Im Vergleich mit anderen Druschfrüchten handelt es sich um ein wirtschaftlich schwächeres Verfahren auf Grund geringerer Ertragswerbung und relativ hohen Saatgutkosten
- Zusätzlich besteht ein erhöhtes Risiko für Ernteauffälle durch Krankheiten und Schädlinge
- Der durchaus positiven Fruchtfolgewirkung in Bezug auf Getreidekrankheiten sowie Stickstofffixierung ist die potentielle Vermehrung von (Wurzel-)Unkräutern gegenüber zu stellen
- Der Bedarf an Körnerleguminosen ist wegen des geringen Angebotes nicht immer auf dem Markt zu decken, außerdem sind die Preise hoch.

Tabelle 16: Kalkulationsbeispiele zum Vergleich von Ackerbohnen, Körnererbsen und Körnerlupinen

Kultur	Code	410		420		430	
		Ackerbohnen		Körnererbsen		Körnerlupinen	
Standort	L/D/V	L		L		L	
Mechanisrg.-variante	Code 1-4	2		2		2	
<b>Gesamtertrag (brutto/netto)</b>	<b>dt/ha</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>ME</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>
<b><u>Erträge</u></b>							
Hauptprodukt	dt/ha	23,00	Marktware	23,00	Marktware	23,00	Marktware
Koppelprodukt	dt/ha	0,00		0,00		0,00	
Erntefeuchte	%	15		15		15	
Eigenlagerung	j/n	j		j		j	
Anteil Lag. Hauptprod.	%	100		100		100	
<b><u>Betriebsmittel</u></b>							
		Einsatzmenge *)	Berechnung nach Entzug	Einsatzmenge *)	Berechnung nach Entzug	Einsatzmenge *)	Berechnung nach Entzug
Saat-/Pflanzg. Zukauf		255,0	kg/ha	230,0	kg/ha	165,0	kg/ha
Saat-/Pflanzgut eigen		0,0	kg/ha	0,0	kg/ha	0,0	kg/ha
legume N-Bindung	kg/ha	115,0		101,2		92,0	
N-Entzug	kg/ha		13,80		16,10		23,00
N-Mineraldüngung	kg/ha		27,92		25,28		34,76
- P-Oxid	kg/ha						
- K-Oxid	kg/ha		32,02		32,02		45,26
- Mg-Oxid	kg/ha		9,55		6,11		15,27
Düngg. nach Entzug	Ja=1/nein=2		1		1		1
Erhaltungskalkg. (CaO)	kg/ha u. Jahr	500		500		500	

Tabelle 16: (Fortsetzung)

Kultur	Code	410		420		430	
		Ackerbohnen		Körnererbsen		Körnerlupinen	
Standort	L/D/V	L		L		L	
Mechanisrg.-variante	Code 1-4	2		2		2	
<b>Gesamtertrag (brutto/netto)</b>	<b>dt/ha</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>Berechnungs- grundlagen</b>	<b>ME</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>
<b><u>Erzeuger- u. Betriebsmittelpreise</u></b>							
Hauptprodukt Lager	EUR/dt	24,70		24,70		24,70	
Saat-Pflanzg. Zukauf		0,77	EUR/kg	0,69	EUR/kg	0,79	EUR/kg
Nachbauggebühr	EUR/ha	5,75		5,75		3,45	
N-Mineraldüngung	EUR/kg	0,53		0,53		0,53	
- P-Oxid	EUR/kg	0,63		0,63		0,63	
- K-Oxid	EUR/kg	0,43		0,43		0,43	
Trocknungskosten	EUR/dt	1,50		1,50		1,50	
<b><u>Öfftl. Direktzahlungen</u></b>	Erntejahr	<u>2003</u>		<u>2003</u>		<u>2003</u>	
EU-Flächenbeihilfe	EUR/ha	452,00		452,00		452,00	
UL-Prämie	EUR/ha	230,00		230,00		230,00	
sonstige Prämien	EUR/ha						
<b><u>Boden</u></b>							
Pachtpreis	EUR/ha	140,50		140,50		140,50	
Pachtflächenanteil	%	90		90		90	
<b><u>Kapitaleinsatz</u></b>							
	Gebäude/baul. Anlagen						
Lagerraum	m³/ha	3,3		3,3		3,3	
Herstell./Anschaffungswert Lager	EUR/m³	60,00		60,00		60,00	
Sonst. Wirtschaftsgeb.	EUR/ha	0,00		0,00		0,00	
Abschreibung	% p.a.	4,0		4,0		4,0	
Unterhaltung	% p.a.	0,5		0,5		0,5	
Zins	% p.a.	6,0		6,0		6,0	
Feldinv. Erntevorräte (Buchwert)	EUR/ha	0,00		0,00		0,00	
Umlaufk., mittl. Festlegungsdauer	Monate	6,0		6,0		6,0	
Zins	% p.a.	6,0		6,0		6,0	
<b><u>Arbeit</u></b>							
Arbeitszeitbedarf Feldarbeit	AKh/ha	4,96	MV1	4,96	MV 1	4,96	MV 1
Arbeitszeitbedarf Betriebsführg. u. allg.	AKh/ha	12,0	MV2	12,0	MV 2	12,0	MV 2
davon entlohnt	%	100	MV3	100	MV 3	100	MV 3
Entlohnung der AKh	EUR/AKh	10,20	MV4	10,20	MV 4	10,20	MV 4

Tabelle 16: (Fortsetzung)

Kultur	Code	410		420		430	
		Ackerbohnen		Körnererbsen		Körnerlupinen	
Standort	L/D/V	L		L		L	
Mechanisrg.-variante	Code 1-4	2		2		2	
<b>Gesamtertrag (brutto/netto)</b>	<b>dt/ha</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>ME</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>
<b>Leistungen</b>							
Verkauf Hauptprodukt	EUR	568	24,70	568	24,70	568	24,70
Veränd. Feldinventar/Bestände	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Öfftl. Direktzahlungen	EUR	682	29,65	682	29,65	682	29,65
Entschädigungen	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonstige	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Summe Leistungen</b>	<b>EUR</b>	<b>1.250</b>	<b>54,35</b>	<b>1.250</b>	<b>54,35</b>	<b>1.250</b>	<b>54,35</b>
<b>Direktkosten</b>							
Saat-/Pflanzg. Zukauf	EUR	196	8,54	159	6,90	130	5,67
Saat-Pflanzgut eigen	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Düngemittel (mineral.)	EUR	39	1,70	36	1,57	54	2,35
Gest.mehl, biol. PSM, sonst. Mittel	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Hagelversicherung	EUR	6	0,26	6	0,26	6	0,26
Trocknung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Lagerung/Vermarktg.	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Wasser (incl. Beregnng.)	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonst. Direktkosten	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Zinsansatz/Feldinv., Umlaufkapital	EUR	7	0,30	6	0,26	6	0,26
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>EUR</b>	<b>248</b>	<b>10,80</b>	<b>207</b>	<b>8,99</b>	<b>196</b>	<b>8,54</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>	<b>EUR</b>	<b>1.002</b>	<b>43,55</b>	<b>1.043</b>	<b>45,36</b>	<b>1.054</b>	<b>45,81</b>
<b>Arbeitserledigungskosten</b>							
Personalaufwand	EUR	173	7,52	173	7,52	173	7,52
Kalk. Personalkosten	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Lohnarbeit/Masch. Miete/Leasing	EUR	105	4,58	105	4,58	105	4,58
Maschinenunterhaltg.	EUR	67	2,93	67	2,93	67	2,93
Betriebsstoffe Masch.	EUR	19	0,83	19	0,83	19	0,83
Abschreibung Masch.	EUR	37	1,61	37	1,61	37	1,61
Uha/Afa/Steuer/Vers. PKW	EUR	5	0,22	5	0,22	5	0,22
Sonst. Betriebsstoffe	EUR	12	0,52	12	0,52	12	0,52
Maschinenversicherg.	EUR	1	0,06	1	0,06	1	0,06
Zinsansatz/ Maschinenkapital	EUR	18	0,80	18	0,80	18	0,80
<b>Summe Arbeitserledigungskosten</b>	<b>EUR</b>	<b>439</b>	<b>19,07</b>	<b>439</b>	<b>19,07</b>	<b>439</b>	<b>19,07</b>

Tabelle 16: (Fortsetzung)

Kultur	Code	410		420		430	
		Ackerbohnen		Körnererbsen		Körnerlupinen	
Standort	L/D/V	L		L		L	
Mechanisrg.-variante	Code 1-4	2		2		2	
<b>Gesamtertrag (brutto/netto)</b>	<b>dt/ha</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>ME</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>	<b>je ha</b>	<b>je dt</b>
<b>Gebäudekosten</b>							
Unterhaltung	EUR	1	0,04	1	0,04	1	0,04
Abschreibung	EUR	8	0,34	8	0,34	8	0,34
Miete	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Versicherung	EUR	3	0,13	3	0,13	3	0,13
Zinsansatz Gebäudekapital	EUR	12	0,52	12	0,52	12	0,52
<b>Summe Gebäudekosten</b>	EUR	<b>24</b>	<b>1,03</b>	<b>24</b>	<b>1,03</b>	<b>24</b>	<b>1,03</b>
<b>Flächenkosten</b>							
Pacht	EUR	126	5,50	126	5,50	126	5,50
Pachtansatz	EUR	14	0,61	14	0,61	14	0,61
Grundsteuer	EUR	13	0,56	13	0,56	13	0,56
Berufsgenossensch.	EUR	15	0,67	15	0,67	15	0,67
Kalkung	EUR	78	3,39	78	3,39	78	3,39
Flurbereinigung/ Wasserlasten	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Drainage/Bodenverbess./Wege	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Summe Flächenkosten</b>	EUR	<b>247</b>	<b>10,73</b>	<b>247</b>	<b>10,73</b>	<b>247</b>	<b>10,73</b>
<b>Sonstige Kosten</b>							
Beiträge u. Gebühren	EUR	10	0,43	10	0,43	10	0,43
Sonst. Versicherungen	EUR	10	0,43	10	0,43	10	0,43
Buchführg. u. Beratg.	EUR	16	0,70	16	0,70	16	0,70
Büro, Verwaltung	EUR	8	0,33	8	0,33	8	0,33
Sonst. Betriebsaufwd.	EUR	8	0,35	8	0,35	8	0,35
<b>Summe sonstige Kosten</b>	EUR	<b>52</b>	<b>2,24</b>	<b>52</b>	<b>2,24</b>	<b>52</b>	<b>2,24</b>
<b>Summe Gesamtkosten</b>	EUR	<b>1.009</b>	<b>43,87</b>	<b>967</b>	<b>42,06</b>	<b>957</b>	<b>41,61</b>
<b>Saldo Leistungen und Kosten</b>	EUR	<b>241</b>	<b>10,48</b>	<b>283</b>	<b>12,29</b>	<b>293</b>	<b>12,74</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>	EUR	<b>1.002</b>	<b>43,55</b>	<b>1.043</b>	<b>45,36</b>	<b>1.054</b>	<b>45,81</b>
<b>Gewinn d. Betriebszweiges</b>	EUR	<b>278</b>	<b>10,48</b>	<b>319</b>	<b>12,29</b>	<b>329</b>	<b>12,74</b>
<b>dto. (mit Zinsen bzw. Zinsansatz)</b>	EUR	<b>241</b>	<b>12,10</b>	<b>283</b>	<b>13,86</b>	<b>293</b>	<b>14,31</b>
<b>dto. (mit Zinsen nach kalk. Personalkosten)</b>	EUR	<b>241</b>	<b>12,10</b>	<b>283</b>	<b>13,86</b>	<b>293</b>	<b>14,31</b>

### 3 Spezielle Informationen zu den Kulturarten

#### 3.1 Ackerbohne

##### Subvarietäten

Die Ackerbohne (*Vicia faba* L.) ist als Wildform unbekannt und demzufolge nur als Kulturform präsent. Entsprechend ihrer Samengröße werden drei Varietäten unterschieden (AUFHAMMER, 1998; KELLER et al., 1999):

- *V. faba* var. *minor* kleinsamig TKM 350 – 550 g  
Hülse 60 - 70 mm
- *V. faba* var. *equina* mittel-großsamig TKM 500 – 800 g  
Hülse 70 - 85 mm
- *V. faba* var. *major* großsamig TKM 600 – 2000 g  
Hülse 100 -130 mm

In Deutschland werden die Samen der Ackerbohne hauptsächlich als protein- und energiereiches Viehfutter genutzt. Dafür werden klein- bis mittelsamige Sorten angebaut. Großsamige Sorten sind nur für den regionalen Gemüsebau von Bedeutung.

Eine weitere Unterscheidung der Ackerbohne erfolgt hinsichtlich ihrer Wuchstypen (Tab. 17).

Tabelle 17: Wuchstypen der Ackerbohne und deren Eigenschaften

<b>Wuchstyp</b>	<b>Eigenschaften</b>
<b>Indeterminierter Typ</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Blütenständen von 5 - 20 Nodien</li> <li>• fortgesetzte Entwicklung vegetativer Einheiten teils mit Blüten</li> <li>• geringe Verzweigungsneigung (ausgenommen: semidwarf Typen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erhebliche Beschattung der unteren blüten- bzw. hülsentragende Nodien in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien</li> <li>• lange Blühdauer, unregelmäßige Abreife</li> <li>• unter anhaltend feuchten Bedingungen große Wuchshöhen, begrenzte Standfestigkeit</li> <li>• hohe Kornerträge möglich</li> </ul>
<b>Determinierter (Topless-) Typ</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Blütenständen nur an 4 - 6 apikalen Nodien bei geringer Streckung der Internodien</li> <li>• über dem obersten Blütenstand Absterben des Haupttriebs</li> <li>• teils nach Abschluss des Haupttriebwachstums basaler Seitenknospenaustrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr günstige Lichtaufnahmebedingungen für blüten- bzw. hülsentragende Nodien</li> <li>• etwas geringere Wuchshöhe als beim indeterminierten Typ</li> <li>• späte Abreife, Ernteprobleme aufgrund noch grüner Seitentriebe</li> <li>• begrenzte Kornerträge</li> </ul>
<b>Semideterminierter Typ</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Blütenständen an 4 - 6 apikalen Nodien</li> <li>• etwas stärkere Streckung der Internodien, oberster Blütenstand bildet nur eine einzige rudimentäre Blüte je Hülse</li> <li>• reduzierte Verzweigungsneigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• günstigere Lichtaufnahmebedingungen</li> <li>• gegenüber dem determinierten Typ etwas frühere Abreife</li> <li>• gegenüber dem determinierten Typ höhere Kornerträge möglich</li> <li>• Wuchshöhe etwa wie determinierter Typ</li> </ul>
<b>Stabil-Typ</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• schmalblättriger, kurzer Wuchstyp, relativ kurze Internodien</li> <li>• indeterminierter Wuchstyp, aber oberhalb des obersten Blütenstandes sehr verhaltene vegetative Verzweigungsneigung</li> <li>• geringe Verzweigungsneigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bessere Lichtaufnahmen durch untere blüten-bzw. hülsentragender Nodien in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien</li> <li>• rel. kurze Blühdauer, gleichmäßigere Abreife</li> <li>• gute Standfestigkeit</li> <li>• hohe Kornerträge möglich</li> </ul>

Quelle: AUFHAMMER (1998)

## **Boden- und Klimabedingungen**

Die Ackerbohne hat unter den verbreiteten Leguminosen die höchsten Anforderungen an die natürlichen Standortbedingungen. Entscheidendes Kriterium bei der Standortwahl ist dabei der hohe Wasserbedarf der Ackerbohne. Die Aussaat erfolgt im Frühjahr.

### **Boden**

Dem Anspruch der Ackerbohne werden tiefgründige Böden mit hohem Wasserhaltevermögen gerecht. Schwere Böden (auch tonige) mit guter Struktur und geringer Vernässungsgefahr, können ebenfalls genutzt werden. Staunasse, verdichtete Böden und flachgründige Verwitterungsböden sind nicht empfehlenswert.

Durch ihr schwach entwickeltes Neben- und Faserwurzelsystem reagiert die Ackerbohne empfindlich auf Trockenheit mit Welke und Wachstumsreduzierung. Deshalb sind leichte Standorte nur in Verbindung mit ausreichenden Niederschlägen, entsprechend hohem Grundwasserstand oder einer Zusatzbewässerung zu empfehlen.

Zu trockene Böden sind nachteilig, da die Ackerbohne zur Keimung einen hohen Wasserbedarf hat. Eine genügende Aussattiefe und guter Bodenschluss sind entscheidende Aspekte für ein erfolgreiches Auflaufen der Saat bei trockenen Bedingungen.

### **Klima**

Niederschlagsreichere Gebiete (600 - 700 mm Jahresniederschlag) mit hoher Luftfeuchte und rel. niedrigen Temperaturen bieten klimatisch optimale Bedingungen für den Ackerbohnenanbau. Dabei ist eine gleichmäßige Verteilung der Niederschläge zur Abdeckung des Wasserbedarfs in bestimmten Entwicklungsphasen wichtig. Eine ausreichende Wasserversorgung muss in der Keimphase, zu Beginn der Blühphase sowie für die Einlagerung der Assimilate während des Trieb-, Blatt- und Hülsenwachstums gewährleistet sein. Auf Trockenheit und hohe Temperaturen reagiert die Ackerbohne mit Blüten- und Hülsenabwurf und Welkerscheinungen, die bis zum Absterben der Gesamtpflanze führen können.



## **Qualitätsanforderungen**

Mit der vorrangigen Nutzung der Ackerbohne als eiweiß- und energiereiche Futterpflanze in der Tierernährung ist dementsprechend der Futterwert von Bedeutung (siehe Tab. 3 u. 4).

Insbesondere der rel. geringe Gehalt an den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin, Cystin und Tryptophan kann durch Ergänzung mit Getreideproteinen positiv beeinflusst werden. Als problematisch und begrenzender Faktor ist ein Tanningehalt von bis zu 4 % anzusehen (HEYLAND, 1996), wenn die Ackerbohnen in frischem Zustand als Tierfutter verwendet werden. Dieser in der Schale enthaltene Gerbstoff senkt die Eiweißverdaulichkeit insbesondere für Schweine und Geflügel. Mit dem Anbau von tanninarmen Sorten (weißblühend) kann dieser Problematik entgegen gewirkt werden. Tanninfreie Sorten ermöglichen die Beimengung größerer Anteile Ackerbohne pro Futterration, besonders für die Schweine- und Geflügelmast. In kleinem Umfang werden Ackerbohnen auch in der menschlichen Ernährung genutzt.

## **Artengemenge**

Mit dem Anbau von Artengemengen können folgende Eigenschaften verbunden sein (AUFHAMMER, 1998):

- bessere Ausnutzung von Wachstumsfaktoren
- bessere Nutzung von Nährstoffen, insbesondere Stickstoff
- erhöhter N-Transport von abgestorbenen mineralisierten Wurzeln zu den Gemeinpartnern
- Reduzierung des Befalls an pilzlichen und tierischen Schaderegern
- Verringerung der Lagerneigung durch Stützfunktion (z.B. Ackerbohne als Stützfrucht für Erbse)
- Reduktion der Erosionsgefahr
- Realisierung eines hohen Futterwertes
- höhere Ertragsicherheit im Vergleich zur Reinsaat.

Unter Berücksichtigung von Sorteneigenschaften (Vegetationszeitanspruch, Anforderungen an Standortbedingungen) sowie des Anbauziels (Verwertung) können Ackerbohnen in Artengemenge mit anderen Körnerleguminosen sowie mit bestimmten Getreidearten

angebaut werden (Tab. 18). Angaben zur Bodenbearbeitung, Düngung und Fruchtfolgeplanung können dem Kapitel 2 entnommen werden.

Tabelle 18: Gemengepartner der Ackerbohne (Beispiele)

Gemengeart	Gemengepartner	Anmerkung
Körnerleguminosen-Gemenge	Erbse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung der Standfestigkeit der Erbse</li> <li>• geringere Mähdruschverluste möglich</li> <li>• Saattiefe: 4 - 6 cm</li> <li>• Saatstärke: pro Partner die Hälfte der ortsüblichen Kornzahl/m<sup>2</sup> (+10 - 15 % im ökolog. Anbau)</li> <li>• Anbau von späten, langwüchsigen Erbsensorten (Bsp. für mittlere und gute Böden: Grana oder Nitouche mit Gloria oder Scirocco)</li> </ul>
Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge	Hafer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung später, langwüchsiger Hafersorten (Alfred, Alf)</li> <li>• bessere Nutzung des durch die Ackerbohne gebundenen Stickstoffs, positive Vorfruchtwirkung</li> <li>• Saattiefe: max. 4 cm</li> <li>• Saatstärke: 120 - 150 kg Ackerbohne mit 60 – 80 kg Hafer</li> <li>• <b>Nachteil:</b> späteres Auflaufen des Hafers schränkt Zeitraum für Blindstriegeln ein</li> <li>• getrennte Saat möglich, d.h. Hafernachsaat 10 - 15 Tage nach früher Ackerbohnen Saat 3 - 4 cm tief, Ablage der Ackerbohne in optimaler Tiefe</li> <li>• <b>Vorteil:</b> Erhöhung des Zeitraumes für Blindstriegeln, Verminderung von Entwicklungsunterschieden</li> </ul>

Quelle: AUFHAMMER (1998), HERRMANN & PLAKOLM (1991)

## Sorten

Für einen erfolgreichen Ackerbohnenanbau sind die örtlichen Standort- und Produktionsbedingungen und die Verwertung bei der Sortenwahl zu berücksichtigen. Dementsprechend sind entscheidende Auswahlkriterien:

- ✓ Ertragspotential
- ✓ Inhaltsstoffe
- ✓ Krankheitsresistenz
- ✓ Wuchstyp
- ✓ Blühbeginn
- ✓ Reifezeit
- ✓ Pflanzenlänge
- ✓ Standfestigkeit
- ✓ Tausendkornmasse.

### Hinweise zum Sorteneinsatz

Die Sortenempfehlungen für den ökologischen Landbau resultieren aus langjährigen Wertungen konventioneller Landessortenversuche, abgestimmt mit Kenntnissen aus der ökologischen Landwirtschaft Sachsens und Öko-Sortenversuchen anderer Bundesländer (Tab. 19).

Tabelle 19: Charakteristik der für den ökologischen Landbau empfohlenen Sorten

Wuchstyp	Sorte	Eigenschaften
<b>NORMALTYP</b>	Condor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittlere Pflanzenlänge</li> <li>• gute Standfestigkeit</li> <li>• leistungsstark in mehrjährigen konv. Versuchen</li> <li>• mittlere TKM (450 – 530 g)</li> <li>• mittlerer Rohproteingehalt (26 - 28 %)</li> <li>• mittlerer Blühbeginn</li> <li>• mittlere Reifezeit</li> <li>• tanninhaltig</li> <li>• Krankheitsresistenz mittel bis gut (Botrytis, Rost), mittel gegen Ascochyta</li> <li>• mittlerer Kornertrag</li> </ul>

Tabelle 19: (Fortsetzung)

<b>Wuchstyp</b>	<b>Sorte</b>	<b>Eigenschaften</b>
<b>NORMALTYP</b>	Music	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittlere Pflanzenlänge</li> <li>• mittlere Standfestigkeit</li> <li>• ertragreich</li> <li>• großkörnig, TKM mittel bis hoch</li> <li>• mittlere Lagerneigung</li> <li>• mittlerer Rohproteingehalt</li> <li>• hoher Rohproteinерtrag</li> <li>• Krankheitsresistenz gegen Rost gut, gegen Botrytis und Ascochyta mittel</li> <li>• tanninhaltig</li> </ul>
	Limbo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittlere Pflanzenlänge</li> <li>• gute Standfestigkeit</li> <li>• leistungsstark in mehrjährigen konv. Versuchen</li> <li>• hohe TKM</li> <li>• mittlerer Rohproteingehalt (26 – 28 %)</li> <li>• tanninhaltig</li> </ul>
<b>STABILTYP</b>	Scirocco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurzer Wuchs</li> <li>• sehr gute Standfestigkeit</li> <li>• überdurchschnittliche Erträge</li> <li>• zügige und gleichmäßige Abreife</li> <li>• mittlere Reifezeit</li> <li>• hoher Rohproteinерtrag</li> <li>• mittlerer Blühbeginn</li> <li>• sehr geringe bis geringe Lagerneigung</li> <li>• gute Standfestigkeit</li> <li>• gute Beerntbarkeit</li> <li>• großkörnig</li> <li>• Eignung als Stützfrucht für den Gemengeanbau mit Körnererbse</li> <li>• tanninhaltig</li> </ul>

Tabelle 19: (Fortsetzung)

Wuchstyp	Sorte	Eigenschaften
<b>STABILTYP</b>	Gloria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurzwüchsige Sorte</li> <li>• Blühbeginn mittelfrüh</li> <li>• mittlere Reifezeit</li> <li>• mittlere bis gute Standfestigkeit</li> <li>• mittlere bis niedrige TKM, dadurch günstige Saatgutkosten</li> <li>• hoher Rohproteingehalt</li> <li>• hoher Rohproteinertrag</li> <li>• weißblühend</li> <li>• tanninfrei, dadurch höhere Verdaulichkeit des Eiweißes</li> <li>• Widerstandsfähigkeit gegen Ascochyta mittel, gegen Rost und Botrytis mittel bis gut</li> <li>• Kornertrag durchschnittlich</li> <li>• mittlere Lagerneigung</li> </ul>

Quelle: JACKISCH (2002), BSA (2001), SCHMUDE & SCHÖNHERR (2001)

Da der Herbstsaat in unserem Klimaraum keine Bedeutung zukommt, wurden nur Sorten für die Sommeraussaat beschrieben. Für den sommerjährigen Anbau können im Besonderen die Sorte Sciocco sowie Gloria als tanninfreie Sorte für die Verwendung als Futter-Ackerbohne empfohlen werden.

## Aussaat

### Aussaattermin

Die Festlegung des Saatzeitpunktes erfolgt unter Berücksichtigung der anzubauenden Sorte und der vorliegenden Standortbedingungen. Der Aussaattermin der Ackerbohne liegt für den Sommeranbau zwischen Ende Februar und Mitte März. Voraussetzung sind bis in 6 – 8 cm Tiefe aufgetaute, trockene Böden. Eine Mindestkeimtemperatur von 2 - 3 °C und eine Frostverträglichkeit der Jungpflanzen von mindestens –4 °C ermöglichen diesen frühen Aussaatbeginn. Mit Verlängerung der Vegetationszeit wird die Ertragshöhe positiv beeinflusst. Gleiches gilt für Abreife und Standfestigkeit. Letzteres ermöglicht bei früher Saat den Anbau von längerwüchsigen Sorten. Bei einer Aussaat im April, in Gebieten mit spätem Vegetationsbeginn, ist mit einer Ertragsreduzierung von 0,3 - 0,7 dt/ha und Tag an

Aussaatverspätung zu rechnen (AUFHAMMER 1998). Dies wird durch eine starke Blühverzögerung und, infolge verstärktem vegetativen Wachstum, einem geringeren Hülsenansatz verursacht. Diese Verluste können nicht durch eine Erhöhung der Pflanzenzahl pro m<sup>2</sup> kompensiert werden. Für die späte Aussaat sind kurzwüchsige Sorten zu wählen.

Eine wesentliche Forderung ist die Gewährleistung der Befahrbarkeit des Bodens um Strukturschäden, wie beispielsweise Verdichtungen, mit der Folge reduzierter Knöllchenbildung und geringerer Hülsenbildung zu vermeiden. Eine erforderliche Maßnahme ist die Nutzung von Technik mit bodenschonender Spezialbereifung.

### **Saatbett**

Bei einer zeitigen Aussaat im Frühjahr und für das damit erforderliche schnelle Abtrocknen und Erwärmen des Saathorizontes ist eine tiefe Bodenlockerung im Herbst (Herbstfurche mit dem Pflug) empfehlenswert. Sie zielt außerdem auf die Bekämpfung von Wurzelunkräutern, eventuelle Einarbeitung von organischen Düngemitteln sowie gleichmäßige Einmischung von Ernteresten der Vorfrucht.

Eine Frühjahrsfurche ist zu vermeiden, da als mögliche Folge Wasserverluste auftreten können. Dies wirkt sich auf Grund des hohen Keimwasserbedarfs negativ auf die Auflaufquote der Ackerbohne aus. Gleichzeitig kann es zu verstärkter Verunkrautung infolge hochgehaltenen Unkrautsamens und zu Saatzeitverzögerungen kommen. Die Saatbettbereitung erfolgt bis in eine Tiefe von 8 – 10 cm. Ein abgesetzter Boden mit guter Wasserführung, der den Keimwasserbedarf des Samens (auch unter trockenen Bedingungen) sicherstellt, bietet beste Vorraussetzung für die Aussaat.

### **Saattiefe und Saatverfahren**

Entsprechend der vorliegenden Bodenbedingungen ist der Ackerbohnsamen in einer Tiefe von 6 - 10 cm abzulegen. Für eine gute Verankerung im Boden und der somit verbesserten Standfähigkeit wird bei schweren Böden eine Saattiefe von 6 cm, bei leichten Standorten von 10 cm empfohlen. Es ist ein guter Bodenschluss zu gewährleisten. Die Voraussetzungen für eine gleichmäßige Tiefen-

ablage muss schon mit der vorbereitenden Bodenbearbeitung abgesichert werden (Tab. 20).

Tabelle 20: Saatverfahren im Ackerbohnenanbau

<b>Saattechnik</b>	<b>Beschreibung</b>
Einarbeiten mit Schälppflug oder Scheibenegge (für extreme Bedingungen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignet für schwere und kalte Böden bei Nordhängen</li> <li>• Aussaattechnik: Drillmaschine oder Kreiseldüngerstreuer</li> <li>• nachfolgend Einarbeitung in 10 – 12 cm Tiefe</li> <li>• zur Verhinderung von Bodenverdichtungen Befahrbarkeit nach Nachtfrost auf gefrorener Bodenschicht</li> <li>• einebnen der grobscholligen Fläche 2 – 3 Wochen später mit leichter Kombination möglich</li> </ul>
Kreiselegge und Drillmaschine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr frühes Drillen möglich</li> <li>• Befahrbarkeit nach Nachtfrost auf gefrorener Bodenschicht</li> <li>• bei ungenügender Krümelstruktur Blindeggen vor Auflauf oder Walzen</li> </ul>
Drillmaschine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• genaue Tiefeneinstellung der Säscharre für gleichmäßige Ablagetiefe</li> <li>• niedrige Fahrgeschwindigkeit</li> <li>• Bodenklappe sehr weit öffnen, um Verletzungen der Samenkörner zu vermeiden</li> <li>• Empfehlung: mehrmaliges Abdrehen unter Beobachtung der Verletzungen</li> </ul>
Einzelkornsägerät	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bessere Zumessung des Standraumes für die Einzelpflanzen</li> <li>• verringerte Lagergefahr</li> <li>• geringere Saatgutkosten, kompensiert höhere Maschinenkosten</li> <li>• Sägeschwindigkeit 3 km/h</li> </ul>
Kreiselegge und Einzelkornsägerät	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bodenschonende Aussaat</li> <li>• Einsatz nach Nachtfrost bei bereits offenen Böden</li> <li>• gute Krümelung des Bodens, kein Verschmieren</li> </ul>

Quelle: VÖLKL (1997)

Von den Säverfahren ist die Einzelkornsaat günstig zu bewerten, da bei einheitlicher Ablage eine hohe Aufgangsquote, ein einheitlicher Bestand und eine Ertragssteigerung von bis zu 10 % im Vergleich zum Drillverfahren erwartet werden kann (OEHMICHEN, 2000). Durch die bessere Regelung der Aussaatmenge birgt dieses Verfahren noch einen kostensparenden Effekt, besonders bei Sorten mit hoher Tausendkornmasse.

Der Reihenabstand sollte zwischen 30 cm und 40 cm liegen (HERRMANN & PLAKOLM, 1991). Diese Reihenweite ermöglicht u.a. Untersaaten und Hackpflege als Maßnahmen zur Unkrautunterdrückung.

### **Saatgutmenge**

Bei der Festlegung der Saatgutmenge sind die TKM der Sorte, der Boden, der Aussaatzeitpunkt und die erforderlichen mechanischen Pflegemaßnahmen nach der Aussaat zu berücksichtigen. So ist z.B. pro Striegelgang im Nachauflauf infolge auftretender Pflanzenverluste eine um 5 % höhere Saatgutmenge einzukalkulieren. Die optimale Saatgutmenge liegt je nach Sortentyp zwischen 35 und 80 keimfähige Körner/m<sup>2</sup> (SIMON, 2000).

### **Vegetationsbegleitende Maßnahmen**

#### **Unkrautregulierung**

Durch die frühe und tiefe Ablage des Ackerbohnen Saatguts und der damit verbundenen langen Auflaufphase erhöht sich die Gefahr der Verunkrautung. Dem kann mit Blindstriegeln oder Blindeggen als ersten Unkrautregulierungsgang nach der Saat entgegen gewirkt werden. In der Phase des Durchbrechens der Ackerkrume (Keimling 1 - 2 cm unter Bodenoberfläche) bis zum 2. – 3. Laubblattstadium ist von der mechanischen Unkrautregulierung abzusehen um eine Verletzung der Keimlinge zu vermeiden.

Ab der Ausbildung des dritten Laubblattpaares (Wuchshöhe 5 – 10 cm) kann diese Pflege fortgesetzt werden. Ab einer Pflanzenhöhe von 20 - 25 cm besteht erhöhte Verletzungsgefahr durch Abknicken der Stängel. Dies kann reduziert werden, wenn bei hohen Temperaturen vorsichtig gestriegelt oder gehackt wird. Infolge des geringeren Tugor sind die Pflanzen weicher und die Gefahr der Beschädi-



gung verringert sich. Bestände mit einer Höhe von 30 - 50 cm können nachgehackt werden. Das setzt einen Reihenabstand von mindestens 30 cm voraus. Mit dem Einsatz von Hackgeräten kann bei bestimmter Einstellung oder Zusatzausrüstung gleichzeitig ein Häufeleffekt erzielt werden, der eine Verschüttung der Unkräuter in der Reihe bewirkt. Des Weiteren kann dadurch die Standfestigkeit der Ackerbohne und deren Ertragsfähigkeit erhöht werden. Nachteilig wirkt sich ein weiter Reihenabstand allerdings auf den Bestandeschluss aus mit der Folge einer erhöhten Spätverunkrautung. Die Ackerbohne kann auf diese Rivalität mit Blüten- und Hülsenabwurf reagieren. Trotz ihrer hohen Empfindlichkeit toleriert sie einen Unkrautdeckungsgrad von bis zu 10 % (AUFHAMMER 1998).

Durch artspezifischen Blattfall bei beginnender Braunreife der Ackerbohne ist eine Unterdrückung späten Unkrautwuchses sehr gering. Hierdurch können erschwerte Bedingungen beim Mähdrusch und erhöhte Aufwendungen durch Reinigung des Ernteguts entstehen. Auf Grundsätze der Unkrautregulierung und speziell der Spätverunkrautung wird im Kapitel 2.6 hingewiesen.

### **Untersaaten**

Untersaaten im Ackerbohnenanbau kommt die Bedeutung zu, die hohen  $N_{\min}$ -Werte nach der Ernte vor einer Verlagerung und Auswaschung zu schützen. Dabei sind folgende Grundsätze zu beachten (OEHMICHEN & ENTRUP, 2000):

- der Ertrag der Deckfrucht sollte nicht beeinflusst werden
- die Ausführung der Untersaat sollte schnell und ohne besondere technische Aufwendungen durchgeführt werden können
- die Unkrautregulierung sollte in ausreichendem Umfang durchgeführt werden können
- die Kosten der Untersaat sollten sich durch ackerbauliche und ökologische Vorteile rentieren.

Zur Untersaat geeignete Arten und die Anforderungen sowohl an den Ackerbohnenbestand als auch an die Einsaaten sind aus Tabelle 21 ersichtlich.

Tabelle 21: Anforderungen an einen Ackerbohnenbestand und die Kulturarten zur Untersaat

Anforderungen an den Ackerbohnenbestand (Sorte, Bestandesaufbau)	Anforderungen an Kulturarten der Untersaat	
	Einsaat in frühen Entwicklungsstadien der Ackerbohne (Arten: Deutsches Weidelgras, Knaulgras)	Einsaat in späteren Entwicklungsstadien der Ackerbohne (Arten: Winterraps, -rübsen, Wintergetreide)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• semi/determinierte Sorte mit geringer Wuchshöhe</li> <li>• relativ kleinblättrige Sorte</li> <li>• Reihenweite nicht unter 30 cm</li> <li>• verschlammungs- u. unkrautfreie Zwischenreihenbereiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• späte Sorten mit langsamer Jugendentwicklung</li> <li>• Sorten mit begrenzter Konkurrenzwirkung gegenüber Ackerbohne</li> <li>• Sorten mit geringer Wuchshöhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kleinkörnige Sorten</li> <li>• Sorten mit geringer Schossneigung</li> <li>• Sorten mit geringer Empfindlichkeit gegenüber Lichtmangel</li> <li>• Sorten mit ausgeprägter Krankheits- und Kälteresistenz</li> </ul>

Quelle: AUFHAMMER (1998)

Der Termin der Untersaat steht in Abhängigkeit zur mechanischen Unkrautregulierung, denn eine Untersaat kann unbedingt erst nach Beendigung dieser Maßnahmen erfolgen. Gräser werden flach, 1 – 2 cm tief zwischen den Ackerbohnenreihen eingesät. Für diese Saadmethode ist z. B. bei Deutschem Weidelgras eine Saatmenge von 6 – 8 kg/ha zu veranschlagen.

Eine weitere Saadmethode ist die breitwürfige Aussaat mit einem pneumatischen Düngerstreuer. Auf Grund der schlechteren Auflauf-rate ist eine Saatmenge bei Deutschem Weidelgras von 15 – 20 kg/ha zu bemessen (FRANZMANN, 1989).

Bei flächendeckender Entwicklung der Untersaat ist eine Wirkung auf die Stickstoffbindung der Ackerbohne zu beobachten. Als weiterer positiver Nebeneffekt führt ein dichter Untersaatbestand zur Unterdrückung der Entwicklung spät auflaufender Unkräuter.

### 3.2 Erbse

Die Erbse (*Pisum sativum* L.) ist in unseren Breiten eine einjährige, nur sommeranuelle Pflanze. Sie keimt hypogäisch (die Keimblätter bleiben im Boden) und entwickelt eine relativ dünne, tief in den Boden reichende Hauptwurzel mit wenigen Nebenwurzeln an denen die Knöllchenbakterien (*Rhizobium leguminosarum*) in Symbiose mit der Erbse leben und für die Stickstofffixierung aus der Luft sorgen. Die Blätter am unverzweigten Stängel sind gefiedert und mehr oder weniger, je nach Typ, in Ranken umgebildet. Die TKM schwankt in weiten Bereichen von weniger als 100 g bis 500 g. Die Frosthärte der bisher gezüchteten Wintererbsensorten reicht für die Anbaubedingungen in Sachsen nicht aus.

In der landwirtschaftlichen Nutzung in Deutschland haben die **Unterarten** *Pisum sativum* ssp. *sativum* und ssp. *speciosum* Bedeutung erlangt. Die **Trockenerbse** (convar. *sativum*) dient zur Körnergewinnung als Eiweißfuttermittel oder zur menschlichen Ernährung. Sie kennzeichnet sich durch eine gelbe oder grüne Samenfarbe und weiße Blüten aus. Die aktuellen Sorten für die landwirtschaftliche Verwertung gehören zu den halbblattlosen (semileafless) Wuchstypen und verfügen über eine hohe Standfestigkeit für eine verlustarme Ernte und eine hohe Kornertragsfähigkeit bei einer mittleren TKM von 285 g.

Nur als Grünfutter dient die **Peluschke** (convar. *speciosum*), mit großer Wuchslänge des Sprosses, violetten Blüten und dunklen Körnern mit einer TKM von etwa 80 g. Eine Körnergewinnung ist nur zur Saatguterzeugung üblich, wobei für einen Drusch die unzureichende Standfestigkeit beachtet werden muss und die Ertragserwartung niedrig ist. Weitere Konvarietäten werden als Gemüse genutzt (Zuckererbsen, Markerbsen), sie werden hier nicht weiter beschrieben.

#### **Boden- und Klimaansprüche**

Körnererbsen weisen hinsichtlich ihrer **Standortansprüche** eine hohe Variabilität auf. Sie sind anbauwürdig auf lehmigen Sanden und auf Lehmböden. Höchste Erträge werden nur bei einem maritimen Klimaverlauf erzielt. Hitze und Trockenperioden führen zu beträchtli-

chen Ertragsminderungen. Beste Anbauvoraussetzungen bieten, wie für die meisten Kulturarten, tiefgründige, humusreiche Lehm- und Lössböden, die eine gleichmäßige Nährstoff- und Wasserversorgung gewährleisten. Schwere Böden sind auf Grund zu erwartender Aussaatverzögerung und teilweise mangelnder Durchlüftung weniger geeignet.

Der **pH-Wert** der Böden sollte über 5,5 liegen. Das Optimum befindet sich zwischen 6,5 und 7,0. Steine sind ungünstig, können aber bis zu einem bestimmten Maß abgesammelt werden. Dies muss auf jeden Fall kurz nach dem letzten Striegeln erfolgen, bevor der Bestandesschluss erreicht wird. Je nach Witterungsverlauf kann Lager geringe Schnitthöhen bedingen und die Gefahr der Steinaufnahme beim Drusch erhöhen.

Die Keimung der Erbsen erfolgt bereits bei **Temperaturen** von 1 – 2 °C. Die Jungpflanzen vertragen dann Fröste zwischen -4 °C und -7 °C bei kurzer Einwirkung sogar bis -11 °C. Bei Temperaturen von 4 – 7 °C im Verlauf der Keimung und insbesondere im 1-Blattstadium kann Vernalisation auftreten, die zur Verringerung des Längenwachstums und zu einer früheren Blüte führt. Die Reaktion auf die genannten Faktoren und die Tageslänge ist sortenabhängig. Frühe Sorten zeigen nur geringe Reaktionen.

### **Qualitätsanforderungen**

Vorwiegend interessant für die Verwertung sind Körnererbsen wegen ihres hohen Eiweißgehaltes. Mittlere Rohproteingehalte der aktuellen Erbsensorten liegen bei 20 % im lagerfähigen Ernteprodukt. Die Verdaulichkeit des Rohproteins liegt für das Schwein bei 83 %. Es gibt dabei Sortenunterschiede und Jahresschwankungen, so dass Mittelwerte nur erste Anhaltspunkte für den Futterwert liefern können. Insofern ist eine individuelle Analyse der wesentlichen Inhaltsstoffe empfehlenswert. Auf Grund eines geringen Rohfasergehaltes ergibt sich eine hohe Energiekonzentration, die z.B. über den Werten der Futtergerste liegt. Der Phosphorgehalt ist hoch, dagegen ist der Calciumgehalt eher niedrig. Begrenzend in der Schweinemast wirkt zuerst der niedrige Gehalt an den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin. Der Lysingehalt ist dagegen hoch. Anti-

nutritive Substanzen begrenzen den Einsatz der Erbsen in Futterra-  
tionen bei Schweinen auf 20 – 30 % und bei Geflügel auf Werte bis  
20 % (Futterwert siehe Tab. 3 u. 4).

### Erträge

Die Kornerträge der Erbse sind stark von den Niederschlägen bzw.  
der Wasserverfügbarkeit abhängig. Aus diesem Grund führt der Erb-  
senanbau in Sachsen vor allem auf D-Standorten immer wieder zu  
großen Enttäuschungen. Bei ausgeprägter Trockenheit während der  
Vegetationsperiode werden teilweise nur 10 – 15 dt/ha geerntet. Da-  
gegen weisen Ergebnisse aus Öko-Versuchen von Lößböden bei  
ausreichenden Niederschlägen durchaus Ertragspotentiale von weit  
über 60 dt/ha aus. Langjährig wurden in Sachsen auf Öko-Betrieben  
29 dt/ha Ertrag registriert.

### Einordnung in die Fruchtfolge

Anbaupausen unter 4 – 6 Jahre können zu Erbsenmüdigkeit führen  
(Tab 22). Daher sollte die Anbaukonzentration maximal 20 % betra-  
gen und auch ein genügend großer Abstand zu anderen Legumino-  
sen eingehalten werden.

Tabelle 22: Erreger von Fruchtfolgeschäden

<b>Pilze</b>	
Erbsenwelke	<i>Fusarium oxysporum</i> sp. <i>pisi</i>
Fußfäule u. Welkekrankheit	<i>Fusarium solani</i> sp. <i>pisi</i>
Sämlingsvergilbung	<i>Rhizoctonia solani</i>
Wurzelfäule	<i>Aphanomyces euteiches</i>
Fuß- und Brennfleckenkrankheiten	<i>Mycosphaerella pinodes</i> , <i>Phoma medicaginis</i> var. <i>pinodella</i> , <i>Ascochyta pisi</i>
<b>Nematoden</b>	
Stockälchen	<i>Ditylenchus dipsaci</i>
Erbsenzystenälchen	<i>Heterodera göttingiana</i>

Quelle: KELLER et al., 1999

Auf Grund der N-Autarkie wird die Erbse vorwiegend nach 2 bis 3 abtragenden Früchten in die Fruchtfolge eingereiht. Auch wenn häufig Getreide als Vorfrucht zu Erbsen gewählt wird, so bieten Zuckerrübe und Raps noch bessere Anbaubedingungen. An diesen Positionen wird die Erbse jedoch vom Weizen verdrängt. Die Folgen von Lein und Erbsen sind durch Fusariosen gefährdet.

Der Vorfruchtwert der Körnerleguminosen besteht in der Unterbrechung von Infektionsketten in Getreidefruchtfolgen sowie in der Anreicherung des Bodens und des betrieblichen Nährstoffkreislaufes mit Humus und Stickstoff. Mehrjährige Versuche ohne Mineraldüngung belegen deutliche Ertragssteigerungen bei Winterweizen wenn statt Getreide die Vorfrucht Erbse gewählt wird.

Die Stickstoffnachlieferung erreicht jedoch nicht die Intensität von Klee- oder Luzernebeständen, so dass z.B. nur mit mittleren Rohproteingehalten bei nachfolgendem Weizen gerechnet werden kann.

Die Stickstofffixierungsleistung der Erbse steigt mit der Ertragsbildung, der fixierte Stickstoff wird jedoch zum großen Teil mit der Ernte der Körner vom Feld abgefahren. Dabei handelt es sich teilweise um Mengen in Größenordnungen von bis zu 200 kg N/ha (50 dt/ha Ertrag), die über die Tierhaltung innerbetrieblich verwertet werden können. Bei rel. alten Sorten mit weiten Korn-Strohverhältnissen können 20 – 80 kg N/ha zusätzlich auf der Ackerfläche verbleiben und zur Ernährung der Folgefrucht beitragen. Bei den heute üblichen ertragsbetonten Sorten ist der Nährstoffentzug so hoch, so dass kaum ein Nettogewinn an Stickstoff auf der Fläche verbleibt (siehe Kap. 2.3).

Ein entscheidender Nachteil im Fruchtfolgewert gerade im Öko-Anbau ist die geringe Unkrautunterdrückung der Erbsenbestände für spätkeimende und Wurzelunkräuter. Auch bei Flächen mit Verunkrautungsgefahr durch Quecken und Disteln ist die Platzierung der Erbse am Ende einer Fruchtfolge mit nachfolgendem Weizen- oder Gerstenanbau kritisch zu beurteilen. Vor- und Nachfrucht sollten stark unkrautunterdrückende Eigenschaften besitzen. Unter diesem Aspekt wäre die Folge Wintertriticale - Erbse - Roggen, Hafer

oder Silomais günstig. Eine Abfolge von Erbsen mit Kartoffeln oder Sommergerste erscheint hingegen ungünstig.

Die Palette günstiger Folgefrüchte nach Erbsen ist groß. Insbesondere die aktuellen frühreifen Sorten mit Ernteterminen im Juli bis Anfang August lassen in den Niederungen den Anbau von Raps und Wintergerste zu. Wobei gerade diese beiden Früchte im ökologischen Landbau weniger verbreitet sind. Speziell Wintergerste sollte nur nach unkrautarmen Erbsenbeständen als Folgefrucht ausgewählt werden, dabei gilt es besonders auf Acker-Kratzdisteln zu achten. Unter den Wintergetreidearten dürfte Triticale als Nachfrucht besonders geeignet sein und auf den leichteren Standorten der Winterroggen. Beide Getreidearten nutzen noch einen größeren Teil des Bodenstickstoffs vor Winter und zeigen eine hohe Konkurrenz-kraft gegenüber Unkräutern.

### **Artengemenge**

Mit der Aussaat von Artengemengen mit Erbsen wird versucht, Schwächen im Anbau auszugleichen und die Standortfaktoren gleichmäßiger zu nutzen um damit die Ertragssicherheit zu erhöhen. Folgende Ziele werden allgemein angestrebt:

- ein höherer Gesamtertrag bzw. ein gleichmäßig hoher Ertrag auf Grund der besseren Anpassungsfähigkeit des Gemenges an die Jahreswitterung
- zusätzlich wird versucht die Standfestigkeit des Bestandes zu erhöhen
- die Unkrautunterdrückung zu verbessern sowie
- die Höhe der Herbstnitratgehalte im Boden zu senken.

Als Gemengepartner kommen die verschiedensten Pflanzenarten in Betracht, vorwiegend aber Getreide und Ackerbohnen. Experimentiert wird auch mit Anteilen von Lupinen, Leindotter und Gelbsenf (Tab. 23).

Tabelle 23: Vor- und Nachteile von Artengemenge mit Erbsen

Kultur	Saatmenge (Körner pro m <sup>2</sup> Erbsen/Partner)	Vorteile	Nachteile
Ackerbohne	35-40/20-25	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ nur Körnerleguminosen als Erntegut</li> <li>◆ hohe Proteinkonzentrationen</li> <li>◆ gute Vermarktungseignung</li> <li>◆ Ertragsvorteile: 7 % - 10 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ späterer Drusch, für leichtere Standorte nicht geeignet</li> <li>◆ Entmischung beim Drillen</li> <li>◆ keine optimale Saattiefe eines Partners</li> </ul>
Getreide (allgemein)	50/100-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ geringerer Unkrautdruck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ zusätzlich Getreide in der Fruchtfolge (Krankheiten; EU-Ausgleichszahlung)</li> <li>◆ geringere Erbsenmenge, häufig unter 50 %;</li> <li>◆ weniger N-Bindung</li> <li>◆ unsichere Mischungsverhältnisse für Futtermittel und Vermarktung</li> <li>◆ späterer Striegeltermin</li> </ul>
So.-Weizen	50/100-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ standfestes Gemenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ rohfaserarmes Gemenge, späterer Druschtermin, Unkrautunterdrückung eines reinen Weizens wird nicht erreicht</li> </ul>
Hafer	50/100-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ hohe Konkurrenzkraft und hohe Ertragserwartung des Gemenges</li> <li>◆ gute Nährstofferschließung</li> <li>◆ Gesundungsfrucht in Bezug auf andere Getreidearten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ höherer Rohfaseranteil im Futter</li> </ul>
So.-Gerste	50/100-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ gutes Futtergetreide</li> <li>◆ frühe Reife</li> <li>◆ schwächere Unkrautunterdrückung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ geringere Ertragserwartung als Hafer</li> </ul>



Tabelle 23: Fortsetzung

Kultur	Saatmenge (Körner pro m <sup>2</sup> Erbse/Partner)	Vorteile	Nachteile
Leindotter	1 bis 3 kg/ha zusätzlich zu den Erbsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ sehr hohe Unkrautunterdrückung</li> <li>◆ Stützfrucht</li> <li>◆ Pressrückstände für die hofeigene Verwertung</li> <li>◆ kurze Entwicklungsdauer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Öl bisher vorwiegend für technische Zwecke verwendbar</li> <li>◆ Pressrückstände des Leindotters sind nicht Verkehrsfähig</li> <li>◆ zusätzlicher Reinigungsgang zur Trennung der Komponenten</li> <li>◆ Aussaat der Partner muss getrennt erfolgen (Korngrößen)</li> <li>◆ Leindotter als potentielles Unkraut in Lein und anderen folgenden Kulturen</li> </ul>

Quelle: VÖLKL (1997), GRUBER (2000), u.a. Quellen

### Sorten

Die Sortenwahl bei Körnererbsen orientiert sich im ökologischen Landbau vorwiegend an dem aktuellen intensiven Züchtungsfortschritt. Schwerpunkte der Auswahlentscheidung sind Standfestigkeit, Ertrag, Abreife und Wuchshöhe. Die modernen Körnererbsentypen sind durchweg halbblattlos mit Wuchshöhen um 100 cm und früherer Abreife. Damit sind neue Maßstäbe gesetzt und die Blatttypen fast vollständig abgelöst worden, auch wenn ihnen eine höhere N-Fixierungsleistung und bessere Unkrautunterdrückung nachgewiesen werden konnte. In Deutschland ist nur noch die normalblättrige Sorte Grana zugelassen. Blatttypen erreichen höhere Deckungsgrade des Bodens als halbblattlose Sorten aber dieser Vorteil wird jedoch in der Unkrautunterdrückung nicht immer deutlich. Vielmehr etabliert sich erst in der Phase der Abreife eine Spätverunkrautung, wenn die Bestände beider Wuchstypen stark auflichten. Die neuen Sorten weisen eine höhere Bestandeshöhe und daher eine bessere Druscheignung auf als die alten Blatttypen.

In der beschreibenden Sortenliste 2002 des Bundessortenamtes werden 29 Futtererbsensorten für die Körnernutzung aufgeführt. Alle Sorten zeigen eine weiße Blütenfarbe, nur eine Sorte entwickelt alle Fiederblätter voll aus, die anderen gehören zu den halbblattlosen Typen (BUNDESSORTENAMT, 2002).

### **Sortenempfehlungen**

**Eifel, Duel** und **Swing** überzeugten in den letzten Jahren auf leichten Standorten mit guten Ertragsleistungen bei geringer Lagerneigung. Die mittellangen Sorten (ca. 90 cm) reifen früh ab. Ihre Konkurrenzkraft gegenüber Unkraut wird als mittel eingestuft.

**Attika** und **Phönix** sind Sorten mit hohem Rohproteingehalt (etwa 22 %), dadurch erreichen sie gute Rohproteinträge, obwohl sie in der Kornertragsleistung unterdurchschnittlich sind. Diese geringfügig später abreifenden Sorten eignen sich für den Mischanbau mit Ackerbohnen oder Sommerweizen.

**Lido** und **Apollo**, Züchtungen aus dem Jahr 2000, weisen eine deutlich verbesserte Standfestigkeit auf, erreichen aber nicht die Kornerträge der besten Sorten. Sie sind besonders auf steinreichen Verwitterungsstandorten zu empfehlen.

### **Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung**

Die Bodenbearbeitung zu Erbsen erfolgt im ökologischen Landbau gemäß den allgemeinen Anforderungen. Aufgrund der geringen Konkurrenzkraft der Erbse sollte nach der Vorfrucht eine intensivere Stoppelbearbeitung erfolgen um insbesondere Quecken zu reduzieren. Diesem Arbeitsgang sollte zur Unterstützung der Unkrautunterdrückung die Einsaat einer Zwischenfrucht folgen. Schnellwachsende und gut deckende Arten wie Senf, Ölrettich oder Phacelia eignen sich hierfür. Die Grundbodenbearbeitung sollte unbedingt mit dem Pflug erfolgen, auf schweren Böden im Herbst, auf leichteren Böden auch im Frühjahr. Dabei kann die Frühjahrsfurche sogar eine frühere Aussaat ermöglichen. Mit der Saatbettbereitung soll eine Einebnung und Krümelung des Bodens erreicht werden, als optimale Voraussetzungen für die Aussaat und den späteren Striegeleinsatz.

## Aussaat

Der Aussaatzeitpunkt wird in der Praxis durch das Abtrocknen der Felder im Frühjahr bestimmt. Ab März kann mit der Aussaat begonnen werden. Die Saattiefe sollte zwischen 4 cm und 8 cm je nach Bodenart liegen, durch die tiefe Ablage ist insbesondere der Einsatz des Striegels gesichert und die Schäden durch Vogelfraß werden verringert. Erbsen können, wie im Getreidebau, mit Reihenweiten ab 11 cm angebaut werden. Weite Abstände kommen nur in Betracht falls gehackt werden soll, dies ist ab etwa 24 cm Reihenweite möglich.

Bis zu einer Saatstärke von 130 Körner/m<sup>2</sup> steigen die Erträge der Erbse an. Zwischen 100 und 130 Körner/m<sup>2</sup> steigen allerdings die Erträge nur noch in geringem Umfang an, so dass die Saatgutkosten für hohe Saatstärken berücksichtigt werden müssen. Aus der Sicht des Öko-Landbaus sind allerdings hohe Aussaatmengen vorteilhaft um Auflaufschäden und Pflanzenverluste durch die mechanische Unkrautregulierung auszugleichen. Eine Aussaatmengenerhöhung um 20 % bis auf etwa 90 keimfähige Körner/m<sup>2</sup> als mittlere Aussaatmenge bietet Sicherheit für eine ausreichende Bestandesdichte, für hohe Erträge und Unkrautunterdrückung. Bei frühen Aussaaten vor dem 15. März sollten die Saatmengen nochmals um 15 – 20 Körner/m<sup>2</sup> angehoben werden.

Gute Saatgutqualitäten sind zu erkennen an:

- sortentypischer TKM, Abweichungen deuten auf ungünstige Entwicklungsbedingungen und geringe Triebkraft hin
- gleichmäßiger, sortentypischer Farbe und geringer Anteil geschrumpfter Samen
- unverletzte Samenschale und geringer Bruchkornanteil
- geringer Infektionsgrad mit *Ascochyta* spp. (dunkelbraune bis schwarze Flecken vom Nabel ausgehend)
- geringer Befall mit Erbsenkäfern (Löcher von etwa 2 mm Durchmesser) oder Erbsenwicklern.

Die Aussaat selbst erfolgt mittels Drillmaschinen wie sie im Getreidebau verwendet werden. Vor allem die weitere Öffnung der Bodenklappe verhindert Bruchkorn. Details der Einstellung sind den Betriebsanleitungen zu entnehmen. Die exakte Ablagetiefe und Aus-

saatstärke wird auch durch das Einhalten der vorgeschriebenen Fahrgeschwindigkeit erreicht.

## **Vegetationsbegleitende Maßnahmen**

### **Unkrautregulierung**

Erbsen zeigen zahlreiche positive Eigenschaften die sie auf den ersten Blick als eine ideale Pflanze für den Öko-Pflanzenbau erscheinen lassen. Hierzu gehört die Fähigkeit zur N-Fixierung, die jederzeit ein gutes Wachstum verspricht, das großkörnige Saatgut mit hoher Triebkraft und wenig empfindlichen Keimlingen für einen effektiven Striegeleinsatz, die gegenüber Sommergetreide schnellere Jugendentwicklung bis zum ersten Striegeltermin sowie die hohen Deckungsgrade der Sprossmasse bis zur Reife. Ebenso positiv zu bewerten sind die überdurchschnittliche Bodengare sowie der Vorfruchtwert für nachfolgende Kulturen.

Letztlich ist die Erbse jedoch wegen einer ausgeprägten Anfälligkeit zur Spätverunkrautung eine problematische Kultur im ökologischen Landbau. Der Verlauf der Massebildung und Dichte eines Erbsenbestandes spiegelt diese Tendenz allerdings nicht wieder. Verschiedene Sommergetreidearten sind trotz wesentlich geringerer Deckungsgrade der oberirdischen Pflanzenteile weit weniger unkrautgefährdet.

Die Erbse bietet vor allem spät keimenden Unkräutern und der Acker-Kratzdistel gute Entwicklungsmöglichkeiten. Häufig ergeben sich Ernteschwierigkeiten durch hohe Anteile an den Unkräutern Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*) und Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*). Insbesondere die Regulierung von Wurzelunkräutern gelingt in Erbsenbeständen mit mechanischen Methoden nur unzureichend, so dass vorbeugende Maßnahmen an Bedeutung gewinnen. Grundlage hierfür ist ein ausreichender Klee- oder Luzerne-Grasanteil in der Fruchtfolge, langstrohige Getreidearten und umgehende Stoppelbearbeitung in Kombination mit Zwischenfruchtanbau.

Eine effektive direkte, mechanische Unkrautregulierung verlangt ein präzise hergestelltes Saatbett. Von zentraler Bedeutung ist die Ebenheit und eine mittlere Feinheit der Bodenoberfläche für den späteren Einsatz des Striegels. Außerdem sollte durch eine gleich-

mäßige Tiefenablage des Saatkorns ein gleichmäßiger Aufgang der Saat ermöglicht werden. Nur dann ist eine Unkrautregulierung mit geringen Pflanzenverlusten, hohem Wirkungsgrad und zu günstigen Terminen möglich.

Die Zinken der Striegel sind zwar gefedert und deswegen in einem größeren Bereich anpassungsfähig, jedoch verändert sich der Bodendruck des Zinkens mit zunehmender Auslenkung nach oben oder unten linear gemäß des Federgesetzes. Bei unebenem Boden dringt der Striegelzinken somit auf den Anhöhen tiefer und in den Vertiefungen weniger tief als in der Mittelstellung ein. Dies führt teils zu Pflanzenverlusten, teils zu unzureichender Bearbeitung. Bei ungleichmäßigem Aufgang der Keimpflanzen verschleppt sich der Striegeleinsatz zeitlich, denn es muss auf die später aufgelaufenen Erbsen gewartet werden.

Striegeln im Voraufbau ist auf Grund der Saattiefe gut möglich. Frühester Striegeltermin im Nachaufbau ist nach der Ausbildung des ersten Laubblattpaares (BBCH 11). Mit langsamer Fahrt von etwa 2 km/h und einer flachen Bearbeitungstiefe können dann die ersten Unkrautkeimlinge verschüttet oder ausgerissen werden. Vielfach wird mit Erfolg längs der Drillreihen gearbeitet. Ein Arbeiten schräg zur Reihe verhindert jedoch, dass längere Abschnitte der Saatreihe durch einen ungünstig laufenden Striegelzinken geschädigt werden und somit größere Kahlstellen entstehen. Dafür sollte allerdings Pflegebereifung und ein leichter Schlepper zur Verfügung stehen.

In Abhängigkeit zur Unkrautkeimung sind weitere Durchgänge mit dem Striegel vorzunehmen. Die Fahrtgeschwindigkeit und der Federdruck auf die Striegelzinken können mit dem Heranwachsen der Erbsenpflanzen erhöht werden. Insbesondere die warmen Nachmittagsstunden eignen sich gut für die mechanische Unkrautregulierung. Bei reduziertem Turgor sind die Pflanzen dann biegsamer und brechen weniger schnell ab. Mit Beginn des Reihenschlusses (Verranken der Kulturen) erhöhen sich die Pflanzenschäden, so dass die Striegelarbeiten beendet werden müssen.

Das Hacken von Erbsen ist ebenfalls möglich. Dazu sind Reihenabstände ab etwa 25 cm erforderlich. Bei Einhaltung des nötigen Si-

cherheitsabstandes der Hackwerkzeuge von der Kulturpflanzenreihe kann somit eine Werkzeugbreite von 8 – 12 cm eingesetzt werden. Was allerdings eine präzise Steuerung des Gerätes voraussetzt. Striegeln nach dem Hacken verbessert die Trennung von abgehackten Unkrautwurzeln aus dem anhaftenden Boden und verhindert so ein erneutes Anwachsen. Mit zunehmender Pflanzenhöhe können die Erbsenreihen beim Hacken mit Erde angehäuelt werden. Damit verbessert sich die Unkrautregulierung in der Reihe. Technisch ist dies durch steilere Anstellwinkel der Hackwerkzeuge, höhere Fahrgeschwindigkeit oder kleine aufgeschweißte Streichbleche auf den Hackwerkzeugen zu erreichen. Die größeren Reihenabstände der Erbsen verlängern die mögliche Pflegezeit mit der Hacke, da das Verranken entsprechend später erfolgt.

Um Beschädigungen an Maschinenteilen zu verhindern, sind nach dem letzten Striegeln oder Hacken die Steine von der Bodenoberfläche abzusammeln. Trotz guter Standfestigkeit der Erbsensorten muss je nach Witterung auch mit Lager gerechnet werden.

### **Ernte**

Geerntet wird in der Regel mit dem Mähdrescher. Unter besonders ungünstigen Anbau- und Klimabedingungen tritt Lager zur Ernte der Erbsen auf. Dies kann auch Erbsen der modernen standfesten Sorten betreffen. Besonders gefährdet sind jedoch langstrohige Sorten älteren Typs aber auch Grünfutter- oder Gemüseerbsen wenn sie zur Saatgutgewinnung gedroschen werden sollen. Für diesen Fall können spezielle Ährenheber mit weitem Niveaueausgleich am Schneidwerk montiert werden. Unter schwierigen Erntebedingungen liegen die Verluste am Mähdrescher mit Standardschneidwerk bei 4 dt/ha. Für extrem lagernde Bestände wurde eine Pick-up für den Mähdrescher entwickelt, die mit ihren gefederten, langsam über den Boden laufenden Zinken die Erbsenstängel nicht abschneidet sondern abbricht und der Einzugschnecke zuführt. Abgereiftes, brüchiges Stroh ist dabei eine wichtige Erntevoraussetzung. Die Aufnahme von Erde und Steinen ist dann gering und grüne Unkrautpflanzen werden nicht mitgeerntet, so dass hohe Flächenleistungen möglich sind. Obwohl die Investition für diese Technik Größenordnungen eines Standardschneidwerkes erreicht, dürfte in Extremfällen diese

Pick-up die beste Erntemöglichkeit darstellen und dann schnell eine Anschaffung rechtfertigen.

### **3.3 Lupine**

#### **Subvarietäten**

Für die Körnernutzung werden in Mitteleuropa folgende Arten bitterstoffarmer Süßlupinen genutzt:

- *Lupinus luteus* (Gelbe Lupine)
- *Lupinus angustifolius* (Blaue oder Schmalblättrige Lupine)
- *Lupinus albus* (Weiße Lupine).

Wesentliche Eigenschaften und Ansprüche der drei Lupinenarten sind in Tabelle 24 aufgeführt worden. Während bei Gelben und Weißen Lupinen vom Artnamen auf die Blütenfarbe geschlossen werden kann, gibt es bei Blauen Lupinen weiß-, blau-, bläulichweiß- und buntblühende Sorten. Eindeutiges Kennzeichen dieser Art sind die schmalen lanzettartigen Teilblättchen.

Süßlupinen bilden im Vergleich zu Bitterlupinen weniger Blattmasse aus und sind daher für die Nutzung als Gründüngung weniger gut geeignet. Aufgrund des geringen Bitterstoffgehaltes werden Süßlupinen gerne von Wild verbissen, so dass insbesondere in waldreichen Gebieten mit Schäden gerechnet werden muss.

Tabelle 24: Ansprüche und Eigenschaften der Lupinen

	<b>Gelbe Lupine</b>	<b>Blaue Lupine</b>	<b>Weiße Lupine</b>
Ansprüche an Bodeneigenschaften	geeignet für sehr leichte, wasser- und nährstoffarme Sandböden, AZ 15 - 20	leichte bis mittlere Böden (IS und sL) ohne starken Wassermangel, AZ 20 - 40	mittlere bis schwere Böden mit guter Wasserführung, AZ 40 - 60
Ansprüche an die Bodenreaktion	sehr kalkempfindlich pH 4,0 – 6,0	weniger kalkempfindlich pH 5,0 – 6,8	weniger kalkempfindlich pH 5,5 – 6,8
Frostempfindlichkeit im Frühjahr	mittel	gering	mittel
Wärmeansprüche	wärmebedürftig	weniger wärmebedürftig	wärmebedürftig, v.a. in der Jugendphase
Anfälligkeit für Anthracnose	hoch	mittel	sehr hoch
Platzfestigkeit der Hülsen	gut	schwächer ausgeprägt	gut
Reifezeit	mittel	früh	spät
Mittlere Korn-erträge (dt/ha)	15 – 25	15 – 35	20 – 40
Rohproteingehalt der Samen (%)	38 – 42	28 – 33	35 – 40
TKM (g)	110 – 150	130 – 180	300 – 500

Quelle: DIEPENBROCK et al. (1999), SCHMIECHEN (2001), SCHÖNHERR (2001)

Die unterschiedliche Anfälligkeit der drei Lupinenarten für die Anthracnose hat dazu geführt, dass der Anbau von Weißen Lupinen praktisch eingestellt wurde, die Anbaufläche von Gelben Lupinen stark eingeschränkt wurde, während Blaue Lupinen deutlich an Bedeutung gewonnen haben. Diese Entwicklung kommt auch bei den Vermehrungsflächen zum Ausdruck, die im Jahr 2001 bei 6 ha (Weiße Lupinen), 249 ha (Gelbe Lupinen) und 2746 ha (Blaue Lupinen) lagen (BUNDESSORTENAMT, 2002).



## **Boden- und Klimabedingungen**

Die Gelbe Lupine ist eine typische Kulturpflanze der ganz leichten Standorte, d. h. sie gedeiht auf Böden, die bei den Getreidearten nur noch den Anbau von Roggen zulassen. Aufgrund der ausgeprägten Kalkempfindlichkeit sollte der pH-Wert bei dieser Lupinenart nicht über 6,0 liegen, ansonsten besteht die Gefahr einer Kalkchlorose. Weiße Lupinen sind an mittlere bis schwere, d. h. weizenfähige Böden angepasst. Bei der Standortwahl ist die späte Reifezeit zu berücksichtigen, mitunter verzögert sich die Ernte bis in den Oktober.

Blaue Lupinen gedeihen auf leichten bis mittleren Böden mit Ackerzahlen von 20 – 40 am besten, sie haben höhere Ansprüche an die Wasservorsorgung als Gelbe Lupinen. Aufgrund ihrer geringen Frostempfindlichkeit im Frühjahr und ihrer im Vergleich zu Gelben und Weißen Lupinen früheren Reifezeit kommen sie auch für Vorgebirgslagen in Frage. Eine Anpassung an die Standorteigenschaften kann bei Blauen Lupinen außerdem über die Sortenwahl vorgenommen werden.

Lupinen bilden kräftige Pfahlwurzeln aus, die auch in verfestigte Böden eindringen können und somit in der Lage sind, aus tieferen Schichten Wasser und Nährstoffe aufzunehmen. Bei Weißen Lupinen ist die Fähigkeit zur aktiven Phosphatmobilisierung nachgewiesen worden, die durch eine vermehrte Bildung von Seitenwurzeln und die Abgabe von bestimmten chemischen Substanzen hervorgerufen wird. Da die Lagerneigung im Vergleich zu Körnererbsen geringer ist und die Ernte in der Regel aus dem Stand erfolgt, sind Lupinen auch auf steinigten Böden eine Alternative.

## **Qualitätsmerkmale**

Bei den bitterstoffarmen Süßlupinen ist der Alkaloidgehalt züchterisch auf 0,05 % begrenzt worden. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass sich durch eine hydrothermische Behandlung („Toasten“) der Lupinenkörner der Futterwert verbessern lässt (NAUMANN et al., 2002).

Bei den wertgebenden Inhaltsstoffen ist vor allem das Rohprotein von Interesse, das je nach Art in stark unterschiedlich hohen Gehalten

vorkommt. Die Einsatzmöglichkeiten von Blauen Lupinen in der Tierfütterung – insbesondere als Alternative zu Körnererbsen – werden derzeit in weiteren Versuchen geprüft (Futterwert siehe Tab. 3 u. 4). Lupinenprodukte, wie Lupinentofu und Bratlinge, werden auch in der menschlichen Ernährung eingesetzt. Der Bedarf ist aber noch sehr klein.

### **Einordnung in die Fruchtfolge**

Lupinen stellen keine besonderen Anforderungen bei der Stellung in der Fruchtfolge. Um eine hohe N-Fixierung zu erzielen, ist ein Anbau nach stickstoffzehrenden Kulturen anzuraten. Lupinen sind in der Jugendphase zunächst wenig konkurrenzkräftig gegenüber Unkräutern, daher sind stark verunkrautende Vorfrüchte zu vermeiden. Da Lupinen mit der eigenen Art unverträglich sind, sollte ein Wiederaufbau auf dem gleichen Schlag frühestens nach vier Jahren erfolgen, besser sind Anbaupausen von fünf bis sechs Jahren.

Von Lupinen geht in der Regel eine gute Vorfruchtwirkung aus, die im Wesentlichen auf dem Bodenaufschluss durch die tiefwurzelnden Pfahlwurzeln und den stickstoffreichen Ernterückständen beruht. Als Nachfrucht bietet sich Wintergetreide an (siehe Kap. 2.4).

### **Artengemenge**

Es liegen bisher nur wenig Erfahrungen mit Artengemengen vor. Sinnvoll kann ein Gemengeanbau von **Körnererbsen** und Blauen Lupinen sein, um die in reinen Erbsenbeständen verbreitete Gefahr der Spätverunkrautung und der Lagerbildung zu vermindern. Beim Gemengeanbau mit Körnererbsen sollte bei den Blauen Lupinen eine frühreifende endständige Sorte verwendet werden, um eine möglichst gleichzeitige Abreife der beiden Kulturarten zu erreichen. Die Sorte Sonet dürfte sich hierfür am besten eignen. Bei der Aussaatmenge wird jeweils die Hälfte der sonst üblichen Saatmenge bei Reinkultur gewählt, also bei den Körnererbsen 40 Körner/m<sup>2</sup> und bei den Blauen Lupinen 65 Körner/m<sup>2</sup>. Die Saattiefe sollte bei 4 cm liegen.

## Sorten

Für sächsische Anbaubedingungen kommen derzeit nur Blaue Lupinen in Frage, daher beziehen sich die folgenden Angaben zu Sorteneigenschaften auf diese Lupinenart. Es werden zwei Wuchstypen unterschieden. Endständige (= determinierte) Typen weisen fast keine Verzweigung der Stängel auf, d. h. die Hülsen werden nur an einem Trieb gebildet. Dadurch ergibt sich eine relativ gleichmäßige Abreife der Hülsen. Verzweigungstypen tragen Hülsen an zwei oder mehr Trieben, wodurch eine höhere Hülsenzahl pro Pflanze zustande kommt. Allerdings reifen die Hülsen an den Trieben mitunter sehr ungleichmäßig ab, so dass die Festlegung des richtigen Erntetermins schwierig ist. Dieser Aspekt sollte insbesondere auf Standorten mit unsicheren Witterungsbedingungen zur Erntezeit berücksichtigt werden. Neben der Reifezeit und der Gleichmäßigkeit der Abreife unterscheiden sich die Sorten der Blauen Lupinen in der Standfestigkeit. Während im Jahr 1997 lediglich zwei Sorten von Blauen Süßlupinen zugelassen waren, hat sich das Sortenspektrum im Jahr 2002 bereits auf zehn Sorten erweitert.

In Landessortenversuchen, die unter konventionellen Anbaubedingungen durchgeführt wurden, waren die endständigen gegenüber den verzweigten Sorten im Ertragspotenzial unterlegen (LÜHE & JACKISCH, 2001). In Öko-Sortenversuchen mit Blauen Lupinen ergab sich ebenfalls eine ertragliche Überlegenheit der Verzweigungstypen, sofern die Witterung eine normale Abreife zuließ. Dagegen kam es bei ungünstigen Witterungsbedingungen während der Reifephase teilweise zu einem Totalausfall bei verzweigenden Sorten (GRUBER & ZENK, 2001). Bei verzögerten Aussatterminen scheinen endständige Sorten weniger stark mit Ertragsminderungen zu reagieren als Verzweigungstypen. Auf der anderen Seite kann von verzweigenden Sorten aufgrund der stärkeren Blattmasseausbildung eine bessere Unkrautunterdrückung ausgehen als von endständigen Sorten, die außerdem zum Teil nur eine geringe Pflanzenhöhe erreichen.

Aufgrund der genannten Vor- und Nachteile sollten bei der Sortenwahl – sofern die Standorteigenschaften dies zulassen - beide Wuchstypen berücksichtigt werden, um in Abhängigkeit von den

jährlich wechselnden Witterungs- und Anbaubedingungen einen Risikoausgleich zu erreichen. Dies gilt für die meisten typischen Lupinenanbaugebiete im nördlichen Sachsen. Dagegen sind für sächsische Vorgebirgslagen ausschließlich endständige Sorten anzuraten, da in der Regel sowohl mit späteren Aussaatterminen als auch unsicheren Witterungsbedingungen während der Erntezeit gerechnet werden muss und außerdem der häufig hohe Steingehalt der Böden eine geringe Lagerneigung notwendig macht. In Tabelle 25 sind wesentliche Eigenschaften der im Jahr 2002 zugelassenen Sorten der Blauen Süßlupine aufgelistet worden.

Tabelle 25: Sorteneigenschaften bei Blauen Lupinen

Sorte	Zulassung	Wuchstyp	Reife	Lagerneigung	TKM	Korn-ertrag	Roh-protein-Gehalt
Arabella	2002	verzweigt	mittel	gering – mittel	mittel	hoch – sehr hoch	mittel
Bolivio	1999	verzweigt	mittel – spät	mittel – stark	mittel	hoch	mittel
Boltensia	1999	verzweigt	mittel – spät	mittel – stark	niedrig – mittel	hoch	mittel
Bora	2000	verzweigt	mittel	gering	niedrig	sehr hoch	mittel
Bordako	1997	verzweigt	mittel	stark	niedrig – mittel	hoch	mittel
Borlana	2001	verzweigt	mittel	gering – mittel	niedrig – mittel	hoch – sehr hoch	mittel
Borlu	2002	verzweigt	mittel	gering	niedrig – mittel	hoch – sehr hoch	mittel – hoch
Boruta	2001	endständig	früh – mittel	gering	niedrig – mittel	mittel - hoch	niedrig – mittel
Borweta	1997	endständig	früh	sehr gering – gering	niedrig	niedrig - mittel	niedrig – mittel
Sonet	1998	endständig	sehr früh – früh	sehr gering – gering	mittel	mittel - hoch	niedrig – mittel

Quelle: BUNDESSORTENAMT (2002)

Bei Blauen Lupinen findet zur Zeit eine intensive Züchtungsarbeit statt, so dass in jedem Jahr aktuelle Sortenprüfungen mit neu zugelassenen Sorten berücksichtigt werden sollten.

### **Aussaat**

Im allgemeinen wird die **Impfung des Saatgutes** mit einem geeigneten Rhizobiumpräparat (*Bradyrhizobium lupini*) grundsätzlich empfohlen, wenn seit mehr als zehn Jahren auf dem Anbauschlag keine Lupinen oder Serradella angebaut wurden. Erfahrungen in der Praxis zeigen jedoch, dass häufig auch ohne Saatgutimpfung eine Knöllchenbildung stattfindet, selbst auf Schlägen, auf denen noch nie Lupinen oder Serradella angebaut worden sind. Umgekehrt wird von einzelnen Fällen berichtet, wo tatsächlich bei Verzicht auf die Saatgutimpfung eine Knöllchenbildung ausblieb und die Lupinen unter akutem Stickstoffmangel zu leiden hatten. Neben starken Ertragsverlusten ist dann auch der Wegfall des guten Vorfruchtwertes der Lupinen zu verbuchen.

Es wird also geraten, beim Neueinstieg in den Lupinenanbau auf jeden Fall eine Beimpfung des Saatgutes vorzunehmen. Auf einer kleineren Fläche kann ungeimpftes Saatgut ausgesät werden, um so Erfahrungen über die Notwendigkeit dieser Maßnahme auf dem eigenen Standort zu sammeln. Für das Rhizobiumpräparat müssen ca. 18 €/ha veranschlagt werden. Neuerdings wird eine flüssige Formulierung angeboten. Die Saatgutbehandlung erfolgt entweder mit Hilfe einer Mischtrommel, oder das Saatgut wird beim Befüllen der Drillmaschine besprüht. Außerdem ist eine Ausbringung des Präparates auf den Boden mit einer Feldspritze nach der Aussaat möglich.

Blaue Lupinen tolerieren spätere **Aussaattermine** besser als Körnererbsen. Günstig ist eine Aussaat zwischen dem 20. März und dem 15. April. Damit ergibt sich die für den ökologischen Landbau wichtige Möglichkeit, bereits vor der Aussaat mittels Bodenbearbeitung gegen Unkräuter vorzugehen. Etwas spätere Saattermine haben häufig auch den Vorteil, dass sich die Lupinen in der Jugendphase zügig entwickeln und somit rasch eine hohe Konkurrenzkraft gegen Unkräuter ausbilden können.

Bei der **Aussaatmenge** ist der Wuchstyp zu berücksichtigen: Endständige Typen werden mit 120 – 140 Körnern pro m<sup>2</sup> ausgesät, Verzweigungstypen mit 90 – 100 Körnern pro m<sup>2</sup>. Die Tausendkornmasse (TKM) liegt bei Blauen Lupinen in der Regel zwischen 130 g und 180 g. Die Aussaatstärke sollte in jedem Fall exakt berechnet werden, da auch innerhalb der Sorten die TKM deutlich schwanken kann. Außerdem liegt die gesetzliche Mindestkeimfähigkeit für zertifiziertes Saatgut von Blauen Lupinen bei 75 %, so dass sich auch durch diese Berechnungsgröße erhebliche Schwankungen bei der Saatstärke ergeben können.

Lupinen keimen epigäisch, d. h. im Gegensatz zu Erbsen und Ackerbohnen werden die Keimblätter über die Bodenoberfläche geschoben. Dies macht eine vergleichsweise flache **Saattiefe** von 2 – 4 cm erforderlich. Ist Blindstriegeln vorgesehen, erfolgt die Ablage bei 4 cm. Nach der Aussaat empfiehlt sich der Einsatz einer Walze, einerseits um wegen der flachen Aussaattiefe die Wasserversorgung aus dem Boden für die Keimung zu sichern und andererseits um eine ebene Bodenoberfläche für einen möglichst effizienten Striegel Einsatz zu schaffen.

### **Maßnahmen gegen Anthracnose**

Der aus den Subtropen stammende **Schadpilz** der Gattung *Colletotrichum* hat in Deutschland den Anbau der stark anfälligen Weißen Lupinen inzwischen fast zum Erliegen gebracht. Auch wenn sich Blaue Lupinen bisher als deutlich toleranter gegenüber diesem Erreger erwiesen haben, sollten dennoch alle Möglichkeiten genutzt werden, die eine Ausbreitung der Anthracnose verhindern bzw. reduzieren (siehe Kap. 2.7).

Zu den leicht zu erkennenden Symptomen der Krankheit gehören verdrehte Stängel und abgeknickte Triebe vor und während der Blüte. Später treten die typischen Brennflecken, d. h. eingesunkene, orangefarbene Flecken mit braunem Rand an den Hülsen in Erscheinung. Befallene Hülsen fallen auch durch Verkrümmungen auf. Die Krankheit ist im Bestand häufig auf Befallsnester konzentriert. Infiziertes Saatgut lässt sich visuell nicht von gesundem unterscheiden. Vom Auftreten der Brennflecken an den Hülsen kann nicht auf eine Infektion der Samen geschlossen werden, umgekehrt aber auch

nicht von einem Ausbleiben der Symptome an den Hülsen auf vollständig gesunde Körner.

Als wichtigste Maßnahme gegen die Anthracnose ist die Verwendung von gesundem und zertifiziertem Saatgut zu nennen. Öko-Saatgut sollte auf jeden Fall auf den Schaderreger *Colletotrichum* untersucht werden. Bei einem Verzicht auf eine chemische Beizung hat die Saatgutgesundheit einen noch höheren Stellenwert. Eine Verschleppung des Erregers ist auch auf mechanischem Weg möglich, also z. B. durch Maschinen (Drillmaschine, Striegel) und sogar beim Begehen von Schlägen. Es sollten demnach zuerst gesunde Bestände befahren werden und dann bereits infizierte. Empfehlenswert ist die gründliche Reinigung von Maschinen, die mit infiziertem Pflanzenmaterial in Kontakt gekommen sind.

Eine Heißwasserbehandlung des Saatgutes (50°C über 20 Minuten) hat ähnliche Bekämpfungserfolge gebracht wie eine chemische Saatgutbehandlung (RÖMER, 2001). Da das Saatgut aber zurückgetrocknet werden muss, stehen der Heißwasserbehandlung von größeren Partien Probleme bei der praktischen Durchführbarkeit entgegen. In australischen Untersuchungen konnte durch eine Überlagerung des Saatgutes bei höheren Temperaturen der Befall deutlich vermindert werden. Ob sich dadurch eine Bekämpfungsstrategie für europäische Bedingungen entwickeln lässt, muss zunächst in weiteren Versuchen geklärt werden (RÖMER, 2001).

### **Vegetationsbegleitende Maßnahmen**

Die **Unkrautregulierung** bei Lupinen basiert neben der bereits genannten Bodenbearbeitung vor der Aussaat und der Wahl des Saattermines auf dem Einsatz des **Hackstriegels**. Vor dem Auflaufen ist das Blindstriegeln wirkungsvoll, wobei aufgrund der flachen Saattiefe auf eine weniger straffe Einstellung des Striegels zu achten ist. Unmittelbar vor dem Auflaufen können die Keimlinge leicht verletzt werden, so dass die Entwicklung der keimenden Saat im Boden genau beobachtet werden sollte. Bei sehr günstiger Witterung findet der Aufgang bereits sechs Tage nach der Aussaat statt, bei kühler Witterung erstreckt sich diese Phase mitunter auf drei Wochen.

Sind nach dem Auflaufen mindestens zwei Lupinenblätter vollständig ausgebildet, kann erneut gestriegelt werden. Ein Verschütten von Lupinenpflanzen lässt sich dabei nicht ganz vermeiden, die Verluste bei der Pflanzenzahl sollten aber nicht über 15 % liegen. Vorteilhaft ist der Striegeleinsatz am Nachmittag bei höheren Temperaturen, wenn die Lupinen elastischer sind und daher weniger empfindlich auf eine mechanische Bearbeitung reagieren. Wenn möglich, sollte sich die direkte Unkrautregulierung auf zwei Striegeldurchgänge beschränken, da weitere und damit spätere Bearbeitungstermine die Ausbreitung der Anthracnose fördern können.

Von Lupinenbeständen mit ausreichender Pflanzenzahl und zügiger Jugendentwicklung geht eine gute Unkrautunterdrückung aus. Insbesondere der über ca. sieben Wochen dicht geschlossene Bestand verhindert eine stärkere Verunkrautung in der späten Wachstumsphase, sofern nicht ungünstige Witterungsbedingungen die Abreife stark verzögern. Eine massive Spätverunkrautung wird daher bei Blauen Lupinen seltener zum Problem als bei Körnererbsen.

### **Ernte**

Lupinen können gedroschen werden, wenn ca. 95 % der Hülsen braun gefärbt sind. Die Samen sollten eine Feuchte von 14 – 18 % aufweisen. Bei Kornfeuchten über 20 % sind die Hülsen noch ledrig, wodurch der Ausdrusch verschlechtert wird. Bei Kornfeuchten unter 14 % ist die Gefahr von Bruchkorn groß, was insbesondere bei der Saatguterzeugung vermieden werden sollte. Zur Verringerung der Druschverluste ist bei gut ausgereiften Beständen eine Ernte vormittags oder in den späten Abendstunden vorteilhaft. Die Dreschtrummel des Mähdreschers wird weit gestellt, die Trommeldrehzahl liegt unter 600 Umdrehungen/Minute, und die Haspel greift nur minimal in den Bestand. Die Schnitthöhe richtet sich nach den untersten Hülsen im Bestand, d. h. die unteren und mitunter noch grünen Stängelteile werden nicht mit geerntet.

Die Platzfestigkeit der Hülsen ist bei Blauen Lupinen schwächer ausgeprägt als bei Gelben und Weißen Lupinen. Insbesondere bei einem häufigen Wechsel von feuchten und trockenen Phasen neigen die Hülsen zum Aufplatzen. Abreifende Bestände sollten daher oft



kontrolliert werden, um den richtigen Erntetermin zu finden. Durch ungünstige Witterungseinflüsse ins Lager gegangene Lupinenbestände vermögen sich bis zur Ernte wieder etwas aufzurichten, so dass die meisten Hülsen vom Mähdrescher erfasst werden können.

Die Ernte von Blauen Lupinen findet in der Regel zwischen Anfang und Mitte August statt, frühreifende endständige Sorten können bereits Ende Juli druschreif sein. Unter normalen Bedingungen ist mit einem Ertragsniveau von 20 – 30 dt/ha zu rechnen. In Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen können die Erträge aber in einem Bereich von 10 – 40 dt/ha schwanken. Blaue Lupinen gehören somit zu den weniger ertragsstabilen Kulturpflanzen.

Bei einem Ertrag von 25 dt/ha und einem Rohproteingehalt von 30 % ergibt sich ein Rohproteinertrag von 7,5 dt/ha. Obwohl die durchschnittlichen Erträge von Blauen Lupinen in der Regel niedriger sind als bei Körnererbsen, schneiden sie beim Rohproteinertrag gleichwertig bzw. sogar besser ab. Diese Relation ist vor allem bei innerbetrieblicher Verwertung der Lupinen beachtenswert. Beim Verkauf der Blauen Lupinen wird der relativ hohe Rohproteingehalt allerdings noch nicht ausreichend über höhere Preise honoriert.

### **3.4 Sojabohne**

Die heute in Kultur befindliche Sojabohne (*Glycine max* L. Merr) stammt von der Art *Glycine soja* ab, die in Ostasien verbreitet ist. Im Habitus ist die Sojabohne der Buschbohne sehr ähnlich und bildet eine bis zu 2 m tiefe Pfahlwurzel aus. Sie steht in unseren Breiten aber im Leistungsvermögen an letzter Stelle der Leguminosen.

Die meistens in Buschform zwischen 50 cm und 80 cm hoch wachsende Pflanze hat stark behaarte Stängel mit langgestielten dreiteiligen Blättern. Sie trägt in den 3 – 5 cm langen Hülsen (20 – 30 Hülsen je Pflanze) 1 – 3 Samen, deren Farbe von hellgelb, grün, braun bis schwarz gefärbt sein können. Die Blüten sind weiß oder lila. Die Tausendkornmasse (TKM) liegt in unserem Klimabereich bei 150 g, in günstigen Klimatalagen zwischen 180 – 500 g. Die Sojabohne ist

Selbstbefruchter und eine Kurztagspflanze (kritische Tageslänge 13 – 14 h), daher ist die Blüten- und Ertragsbildung in den bei uns vorherrschenden Langtagbedingungen z.T. stark verzögert. Die Vegetationszeit beträgt 150 bis 180 Tage.

Die Sojabohne gehört zu den ältesten Kulturpflanzen, bereits vor 5.000 Jahren wurde sie in China angebaut. Erst seit dem letzten Jahrhundert hat sie sich auch in anderen Erdteilen sehr stark verbreitet, da sie sowohl als wertvolle Eiweißpflanze (über 50 % der Weltproduktion) als auch als Fettlieferant (ca. 30 % Weltanteil) geschätzt wird. Wegen ihres hohen Gehaltes an Qualitätseigenschaften finden Sojabohnen eine vielfältige Verwendung. Hauptanbaubereiche sind heute die USA, Südamerika und Südostasien. In Europa hat sie bisher nur in günstigen Anbaubereichen des Südens eine Verbreitung gefunden. Neue Sorten, die auch unter Langtagbedingungen und in kühleren Regionen des Nordens gedeihen, können dazu führen, dass sie auch in einigen Anbaubereichen Deutschlands (Körnermais-Regionen) eine zunehmende Bedeutung erlangt. Etwa die Hälfte des deutschen Sojabohnenanbaus wird nach Richtlinien des ökologischen Landbaus vorgenommen. Dieser Anteil findet vornehmlich in der menschlichen Ernährung Verwendung.

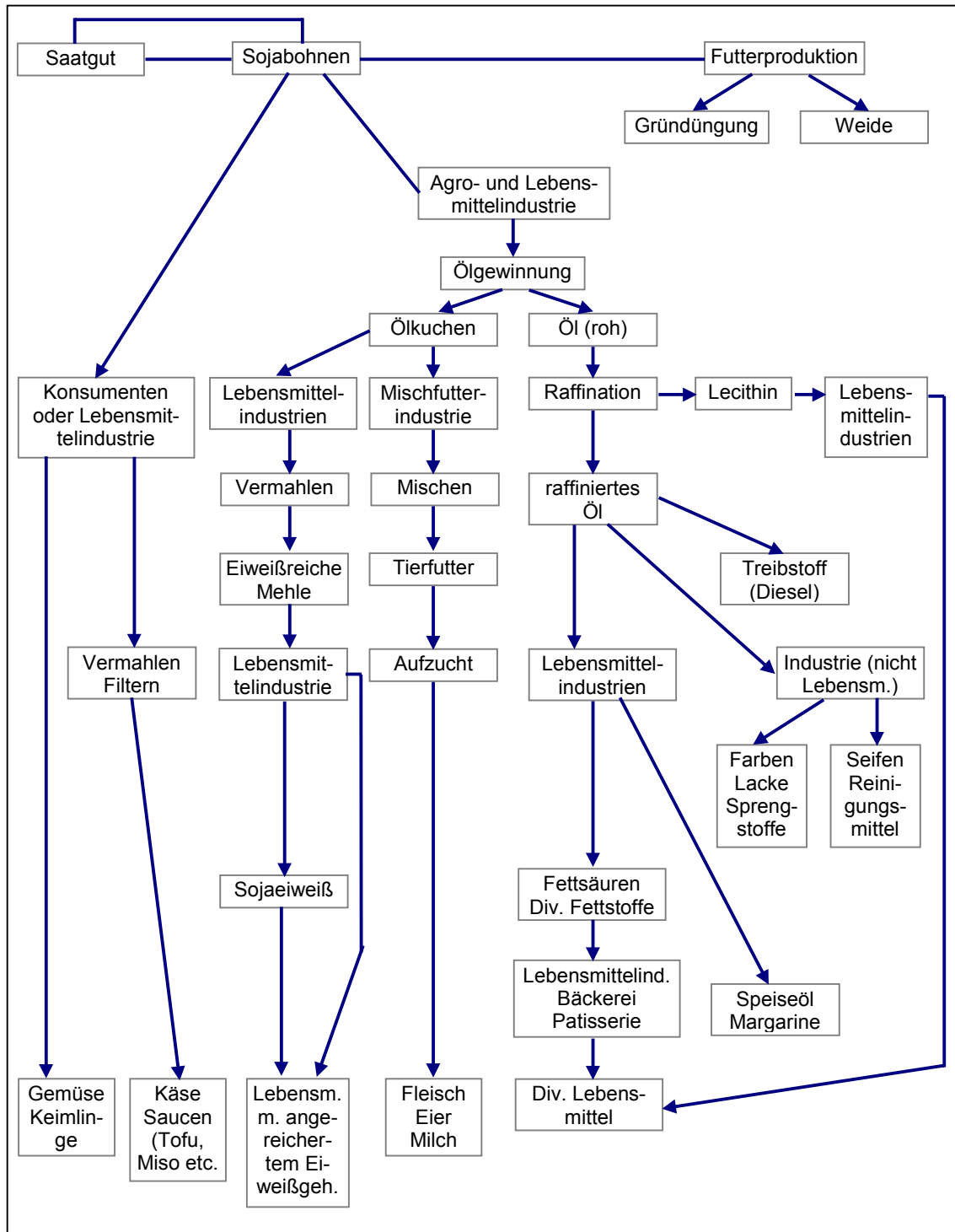
### **Boden- und Klimabedingungen**

Die **klimatischen Anforderungen** der Sojabohne sind mit denen des Körnermaises vergleichbar. Soja zeigt in unseren Breiten eine ausgesprochene Kühlesensibilität, insbesondere zur Jugendzeit (Keimung, Auflaufen) und zur Blütezeit (Blütenabwurf wenn Temperaturen unter 8 °C sinken). Ein Anbau in Waldrandlagen, Kaltluftsenken, Spätfrostlagen und auf Flächen mit Nordgefälle sollte unterbleiben. Minimale Bodentemperaturen von 8 – 10 °C sind für die Keimung erforderlich. Frostresistenz besteht bis –2 °C. Als optimale Temperaturbedingungen gelten für das Wachstum 20 – 25 °C. In unseren Breiten sind in der Hauptvegetationszeit mittlere Temperaturen zwischen 16 °C und 18 °C günstig. Als Temperatursumme über 6 °C müssen je nach Reifegruppe zwischen 1500 – 2000 °C erreicht werden. Für eine gute Ausreife ist ein milder und sonniger Herbst erforderlich.

Die **Bodenansprüche** sind verhältnismäßig gering. Tiefgründige, mittelschwere, humose Böden sind am besten geeignet. Gut geeignet sind lockere, leicht erwärmbare Böden mit guter Wasserführung. Es sollten keine Neigung zu Staunässe, Verschlammung und Verkrustungen sowie keine großen Bodenunebenheiten und keine Steine vorhanden sein, da wegen des niedrigen Fruchtansatzes zur Ernte das Mähwerk tief abgesenkt werden muss. Der optimale pH-Wert sollte zwischen 6,5 und 7,0 liegen. Aufgrund ihrer relativ hohen Trockenresistenz werden kurze Trockenperioden gut überstanden. Von den nur 500 mm Wasserbedarf werden allerdings zwischen Blüte und Kornausfüllung (Anfang Juli – Mitte August) ca. 300 mm verbraucht. Eine reichliche Wasserversorgung ist daher während der Blüte und Samenbildung erforderlich. Wassermangel mindert den Kornansatz, die TKM sowie den Proteingehalt der Körner empfindlich. Auf leichten Böden sowie bei ungünstiger Niederschlagsverteilung ist eine Zusatzberegnung erforderlich. Böden mit hoher N-Nachlieferung können zu Reifeverzögerungen und ungenügender Ausreife führen.

### **Qualitätsanforderungen**

Sojabohnen sind gekennzeichnet sowohl durch hohe Nährstoffgehalte als auch durch eine außerordentlich hohe ernährungsphysiologische Qualität der Inhaltsstoffe (siehe Tab. 3 u. 4). Das Protein besteht mit insgesamt 39 % aus einem hohen Anteil an essentiellen Aminosäuren und kommt dem Eiweiß des Hühnereis am nächsten (hohe Biologische Wertigkeit). Das Sojaöl ist palmitinsäurearm sowie öl- und linolsäurereich und hat daher eine günstige Fettsäurezusammensetzung. Aufgrund der Qualitätseigenschaften finden Sojabohnen in der menschlichen und tierischen Ernährung und als nachwachsender Rohstoff Verwendung (Abb. 5). Nicht alle der dargestellten Verwendungsarten können auch nach Öko-Richtlinien erstellt und angeboten werden.



(Quelle: nach BERTRAND et al., 1983)

Abbildung 5: Allgemeine Verwendungsarten von Sojabohnen

Zu den wichtigen Sojaprodukten, die in der menschlichen Ernährung Verwendung finden, zählen:

- **Sojaweiß:** Sojaprotein-Konzentrate und -Isolate (hergestellt aus Rückständen der Ölgewinnung) werden zur Verbesserung der Proteinversorgung und zur Steigerung der Verarbeitungsqualität verschiedenen Nahrungsmitteln (Wurstwaren, Backwaren, Getränke, Kindernahrungsmittel) beigemischt.
- **Sojamilch:** Sojabohnen werden mit Wasser im Verhältnis 1:10 gequollen, homogenisiert und 20 Minuten nahe dem Kochpunkt pasteurisiert, Inhibitoren werden gleichzeitig inaktiviert, Schalen- und Faserstoffe ausgesiebt. Verwendung u.a. in der Säuglingsernährung (besonders, wenn keine Kuhmilch vertragen wird).
- **Tofu (Sojaquark):** Durch Zusatz von natürlichen Salzen wird aus Sojamilch bei 65 °C ein Gel gefällt, der verbleibende Eiweißkuchen wird durch schonendes Pressen entwässert und gewaschen. Das fertige Produkt enthält ca. 88 % Wasser und in der Trockenmasse 55 % Protein und 28 % Fett. Tofu liefert in Südostasien oft den größten Beitrag zur Eiweißversorgung der Bevölkerung, Tofu findet auch bei uns immer mehr Verbreitung.
- Weitere Produkte sind **Miso** (fermentierte Sojapaste, durch *Aspergillus oryzae*, einem Schimmelpilz), **Natto** (verschiedene fermentierte Produkte, durch *Bazillus natto*), **Sufu** (Sojakäse, durch *Actinimucor elegans*), sowie **Soja-Trockenprodukte** oder **Bratlinge**. Einige Produkte sind Bestandteil fernöstlicher Volksnahrung und finden bei uns Eingang, z.B. in der Vollwerternährung.

Die Bohnen sowie die Rückstände der Bohnen werden zur Beseitigung von Trypsin- und anderen Hemmfaktoren der Verdaulichkeit mittels Toasten (Behandlung mit heißem Wasserdampf) oder in Extruderanlagen (durch Schneckenpresse erfolgt Zerquetschen der Samen wobei kurzzeitig hohe Temperaturen entstehen) aufbereitet. Die Produkte gelangen als eiweißreiche Futtermittel (Ölkuchen) oder als extrudierte vollfette Bohnen in den Handel. Schrot aus geschälter Saat (HP-Schrot) ist besonders proteinhaltig und hochwertig. Sie

besitzen eine hohe Verdaulichkeit und sind deshalb ein hervorragendes Krafffutter.

Für die Rindviehfütterung geschrotete Bohnen sind nur kurzzeitig lagerfähig, da sie aufgrund des hohen Fettgehaltes ranzig werden. Bei Verfütterung an Geflügel und Schweine kann nur getoastete Ware eingesetzt werden. Extraktionsschrote dürfen im ökologischen Landbau nicht verwendet werden.

Qualitätsanforderungen des Handels und der Lebensmittelverarbeitung:

- **Sojabohnen:** Kornfeuchte 14 %, bei längerer Lagerung unter 12 %.
- **Tofu-Herstellung:** 44 – 49,5 % Rohproteingehalt (deutsche Hersteller aus heimischer Produktion ab min. 40 %, Bonus für hohe Gehalte möglich), Eiweißlöslichkeit von über 90 %.  
Forderungen eines Herstellers:  
Reinheit: 99,9 %  
Bohnenbruchstücke: max. 3 %  
Keimfähigkeit: mind. 70 %  
Quellvermögen: Gewichtszunahme in 8 h 120 – 130 %.
- **Soja-Vollfettmehl:** 40 % Rohproteingehalt.
- **Anforderungen an Reinheit, Bohnenfarbe und Steinfreiheit:** je nach Verarbeiter verschieden.
- **Handelsnorm:** 14 % Feuchte, 2 % Besatz, 18 % Öl.

### Einordnung in die Fruchtfolge

Wie bei allen Leguminosen gehören auch Sojabohnen wegen der Fähigkeit zur Stickstoffbindung, dem tiefen Wurzelsystem und der guten Garebildung zu den günstigen Vorfrüchten. Sojabohnen lassen sich sehr gut in Getreidefruchtfolgen einbauen, da keine zusätzlichen Maschinenanschaffungen zu tätigen sind. Spätkeimende Unkräuter werden durch Wintergetreide stärker unterdrückt, daher sind

Wintergetreidearten besser als Vorfrüchte anzusehen als die Sommerungen.

Soja gilt als begrenzt selbstverträglich. Dies wird ausgenutzt, indem sie am Beginn des Anbaus hintereinander zunächst als Zwischenfrucht und dann als Hauptfrucht angebaut werden kann. Hierdurch ist nur beim ersten Anbau eine Impfung des Saatgutes erforderlich. Wegen der Gefahr der Übertragung von Fußkrankheiten sollten andere Körnerleguminosen nicht als Vorfrüchte angebaut werden. Auf Grund der Gefahr der Sklerotinia-Übertragung sollten Soja, Raps und Sonnenblumen nicht über ein Viertel der Fruchtfolge ausmachen (Tabak, Kohllarten und Salat sind auch Sklerotinia-Überträger). Es wird geraten, Anbauabstände zu einer anfälligen Vorfrucht sowie zu Soja selber von 4 - 5 Jahren einzuhalten.

Da Sojabohnen sehr spät geerntet werden, ist als Nachbau oft keine Winterung mehr möglich. Dies trifft besonders in unseren kühleren Regionen zu, da die Ernte oft erst im Oktober erfolgen kann. Als oberirdische Ernterückstände können 15 – 30 dt/ha Stroh veranschlagt werden, was einem Düngewert von ca. 30 – 50 kg N/ha entspricht. Vorteilhafte Fruchtfolgestellungen sind (siehe Kap. 2.4):

- **Günstige Vorfrüchte:** alle Wintergetreidearten, Hackfrüchte auch in Kombination mit einer nichtlegumen Zwischenfrucht oder Gründüngung.
- **Günstige Nachfrüchte:** Sommer- (oder wenn rechtzeitige Ernte möglich) Winter-Weizen, Sommergetreide (außer Braugerste), Mais, Futterrüben, Kartoffeln.

### Sorten

Es stehen heute einige Sorten zur Verfügung, die in gemäßigten Gebieten mit Erfolg angebaut werden können. Als Kurztagspflanze ist der Anbau unter den hiesigen Langtagbedingungen immer problematisch gewesen. Züchtungsarbeiten auf Tagneutralität oder Kurztagseignung sowie auf Frühreife hatten aber Erfolg, so dass Soja in guten Körnermaislagen angebaut werden kann. Von den für Soja insgesamt bekannten 8 Reifegruppen (RG) eignen sich die Gruppe „000“ (sehr früh), vergleichbar mit den mittelfrühen Körnermaissorten

um 240 – 250 K oder die Reifegruppe „00“ (früh) entsprechend den Gebieten, in denen die mittelspäten Maissorten 260 – 300 K noch sicher ausreifen.

### **Sortenhinweise für den ökologischen Landbau**

Den Beschreibungen liegen Ergebnisse aus konventionellen und ökologischen Sortenversuchen aus den Bundesländern Baden-Württemberg, Hessen, Thüringen und Sachsen-Anhalt zu Grunde (IMGRABEN, 2001, SCHULZ, 2001, PAFFRATH et al., 2002). Die bisher ermittelten Erträge schwankten unter Öko-Anbaubedingungen zwischen 14 – 33 dt/ha (86 % TM) und 37 – 48 % Rohprotein (i.d. TM).

**Reifegruppe 000**, 14 – 20 Tage früher als RG 00:

- **Jutro**: Sehr frühe kurze Sorte mit z.T. deutlich unterdurchschnittlichem Ertrag und geringen Gehalten an Rohprotein, sehr niedriger Hülsenansatz führt zu Ernteverlusten.

**Reifegruppe 000/00**, 10 Tage früher als RG 00:

- **Dolly (EU)**: Hoher Eiweißgehalt (geeignet für Tofu), Ertrag etwas unterdurchschnittlich, mittlere Lagerneigung.
- **Sonja**: Ertrag unter dem Durchschnitt, Proteingehalt leicht über dem Durchschnitt, geringe bis mittlere Lagerneigung.
- **Dorena (EU)**: Ertrag überdurchschnittlich, Proteingehalt etwas unter dem Durchschnitt, geringe bis mittlere Lagerneigung.

**Reifegruppe 00**:

- **Quito (EU)**: geeignet für Tofu, überdurchschnittlicher Proteingehalt, etwas überdurchschnittlicher Ertrag, geringe bis mittlere Lagerneigung.
- **Essor (EU)**: dunkler Nabel, hohe TKM, überdurchschnittlicher Ertrag, durchschnittlicher Proteingehalt, geringe bis mittlere Lagerneigung.



## Impfung des Saatgutes

Besonders bei Erstanbau von Soja ist eine Rhizobium-Impfung mit Knöllchenbakterien (*Bradyrhizobium japonicum*) unbedingt erforderlich. Dies kann auf folgende Weise geschehen (IMGRABEN, 2001):

- Aussaat von bereits geimpftem Saatgut („FixFertig“)
- Saagut-Kontaktimpfung: Impfstoff (als Flüssigprodukt oder auf Torfbasis) mit Körnern nach Gebrauchsanweisung mit wenig Wasser vermischen (sauberer Betonmischer) und zügig aussäen
- Bodenimpfung mit Mikrogranulat: das Impfmittel wird mit dem Mikrogranulat vermischt und mit Granulatstreugeräten in Saatreihe ausgebracht
- Empfehlenswerte Impfmittel: „Biodoz Soja Stabilise“, „Grip“, „NPPL“.

Die Saatgutimpfung ist oft die wirkungsvollste Maßnahme. Da die Bakterien-Impfmittel sehr lichtempfindlich (UV-Strahlen) und wärmeempfindlich sind, ist unbedingt darauf zu achten, dass sowohl die Lagerung und Aufbewahrung sowie alle Arbeiten nur im Schatten und nicht bei Temperaturen von über 25 °C ausgeführt werden. Es ist kein gechlortes Leitungswasser zu verwenden, bei Aussaat darf die Sämaschine keine Beizmittelreste enthalten (Lohnunternehmer), zwischen Impfung und Saat sollen nicht mehr als 2 – 3 Stunden vergehen, bei einigen Impfmitteln bis zu höchstens 48 Stunden. Notfalls muss die Impfung wiederholt werden. Bei Erstanbau sollte eine erhöhte Impfmittelmenge oder kombinierte Ausbringung durch geimpftes Saatgut und Granulatausbringung erfolgen. Das Rhizobium hält sich nur auf schwachsauren Böden mehrere Jahre, so dass in der Regel beim erneuten Sojaanbau eine wiederholte Impfung erfolgen sollte.

## Aussaat

Da Soja empfindlich auf Bodenverdichtungen reagiert, ist ein gut strukturierter Boden erforderlich. Dies gelingt am besten durch Zwischenfruchtanbau und Herbstfurche im Vorjahr. Die **Sattbettbereitung** ist auf gut abgetrockneten Böden mit wenigen Arbeitsgängen auf 5 cm Tiefe durchzuführen. Zur Saat sollte der Boden gut abge-

setzt und an der Oberfläche eben, steinfrei und nicht zu fein sein (Verschlammungsgefahr).

Die günstigste **Aussaatzeit** beträgt je nach Lage zwischen Mitte April und Anfang Mai (wie bei Mais). Die Bodentemperaturen (in 5 cm Tiefe) müssen ca. 10 °C betragen (Keimbeginn zwischen 8 – 10 °C), um ein schnelles Auflaufen zu gewährleisten. Zu frühe Saat ist zu vermeiden, da ein verzögertes Auflaufen zu erhöhtem Auftreten von Fußkrankheiten und Unkrautdruck führt. Ebenso ist eine zu späte Aussaat zu vermeiden, da der Blütenansatz Kurztagsbedingungen erfordert und ein Ertragsrückgang die Folge ist.

Die **Aussaatmenge** beträgt ca. 60 keimfähige Körner/m<sup>2</sup> (bei einer TKM von ca. 200 g = ca. 130 kg/ha bei 92 % Keimfähigkeit). Die Aussattiefe beträgt bei früher Saat sowie auf schweren Böden 2 cm und bei späterer Saat und auf leichten Böden bis zu 4 cm (zu tiefe Saat erschwert Herausheben der Keimblätter aus dem Boden, da epigäische Keimung). Am besten wird die Aussaat mit dem (pneumatischen) Einzelkornsäugerät vorgenommen, weil hierbei die geringsten Kornverletzungen erfolgen und Saatgutmenge gegenüber der Verwendung einer üblichen Drillmaschine eingespart wird (Fahrgeschwindigkeit bis 6 km/h). Bei sehr trockenem und lockerem Boden kann Anwalzen erfolgen. Der Reihenabstand muss mit der eingesetzten Hacktechnik abgestimmt werden und beträgt in der Regel 30 – 50 cm. Der angestrebte Feldaufgang sollte 50 – 60 Pflanzen/m<sup>2</sup> betragen (sehr frühe Sorten etwas höhere, frühe Sorten geringere Pflanzenanzahl). In der Auflauf- bzw. in der Jugendphase ist Soja besonders durch Schäden von Tauben, Krähen, Hasen und Schnecken gefährdet.

### **Vegetationsbegleitende Maßnahmen**

Durch die langsame Jugendentwicklung und den späten Bestandeschluss besteht in Sojakulturen eine hohe Gefahr der **Verunkrautung**, wodurch empfindliche Ertragsverluste die Folge sein können. Um das Unkrautpotenzial niedrig halten zu können, sind daher vorbeugende Maßnahmen, wie günstige Fruchtfolge, Auswahl von unkrautfreien Feldern, Zwischenfruchtanbau und spezielle Maßnahmen der Bodenbearbeitung zur Vorfrucht bereits zu überlegen.

Die direkte Unkrautregulierung beginnt in der Voraufbauphase durch Striegeln. Sobald die Saatreihen zu sehen sind, kann mit Hohlenschutzscheiben die Hackmaschine eingesetzt werden. Zwischen 5 cm und 12 cm Wuchshöhe ist Striegeln wieder möglich. Notfalls muss eine Handhacke erfolgen, um Problemunkräuter (Weißer Gänsefuß, Schwarzer Nachtschatten, Disteln) zu beseitigen. Die Gefahr einer Spätverunkrautung besteht nach Beginn des Absterbens der Sojapflanzen (weitere Hinweise siehe Kap. 2.6 u. 3.2). In trockenen Sommern ist eine **Zusatzberegnung** besonders zwischen Blühbeginn und Hülsenwachstum (Ende Juli bis Ende August) günstig. Je Beregnungsgang sollten 30 mm nicht überschritten werden.

### **Ernte und Lagerung**

Die Abreife im September wird durch eine warme und trockene Witterung begünstigt. Der optimale **Erntezeitpunkt** ist dann gekommen, wenn die Blätter abgestorben und abgefallen sind. Die Körner sind nicht mehr mit dem Fingernagel einzuritzen und liegen frei in der Hülse, so dass sie bei Bewegung rascheln. Die Kornfeuchte beträgt dann 14 – 18 %. Die Ernte soll vorsichtig mit dem Mähdrescher mit folgender Einstellung vorgenommen werden:

- Schneidwerk ganz flach mit Halmhebern
- Trommeldrehzahl 400 - 600 Umdrehungen
- Dreschkorb vorne 20 – 25 mm, hinten 15 – 18 mm
- Lochdurchmesser des Obersiebs 15 – 18 mm, des Untersiebs 10 – 12 mm
- $\frac{3}{4}$  der maximalen Windzufuhr
- Fahrgeschwindigkeit 2 – 3 km/h.

Diese speziellen Einstellungen sind erforderlich, damit tief genug gefahren werden kann, keine Hülsen verloren gehen und nur geringe Anteile an Bruchkörnern entstehen (Verlust einer Hülse je Pflanze = ca. 2 dt/ha Korn). Bei Ernte unter ungünstigen Bedingungen (Kornfeuchte bis 20 %) muss das Erntegut schnell auf 12 – 14 °C heruntergetrocknet werden, damit eine Verpilzung verhindert wird und die Bohnen lagerfähig sind. Eine **Trocknung** muss erfolgen, ohne dass das Korn Temperaturen von über 30 °C erreicht. So darf die Trockenluft bei 18 °C Korn-Temperaturen von 50 – 70 °C nicht übersteigen und bei 20 °C lediglich 40 °C nicht übersteigen. Bei längerer

**Lagerung** muss der Wassergehalt der Sojabohnen unter 12 % betragen.

### **3.5 Wicke**

Sommer- und Winterwicken werden nur speziell für die Saatguterzeugung bis zur Druschreife geführt. Im Allgemeinen finden sie als Grünfütter und Gründüngungspflanzen einen Platz in den Fruchtfolgen der Öko-Betriebe. Auf Grund ihres starken vegetativen Wachstums und auch wegen ihrer hohen Stickstofffixierungsleistung sind beide Wickenarten in Form von Gründüngung oder Feldfütter als Vorfrüchte für anspruchsvolle Marktfrüchte geeignet. Bei der Körnergewinnung muss vor allem die Lagerneigung sowie der späte Druschtermin berücksichtigt werden. Außerdem kann sich die Winterwicke auch als Unkraut etablieren, wenn sie die Samenreife im Feldbestand erreicht und ausfällt.

#### **Qualitätsanforderungen**

Die Nährstoffzusammensetzung in den Samen der Wicke ist mit 26 % Rohprotein, 1,7 % Rohfett, 49,8 % N-freie Extraktstoffe, 6 % Rohfaser und 3,2 % Asche mit der der Ackerbohne vergleichbar. Es werden sogar Rohproteingehalte bis 35 % genannt (Fütterwert siehe Tab. 3 u. 4). Des Weiteren werden in den lufttrockenen Körnern der Saatwicke die Glykoside Vicin und Convicin sowie 0,05 % Blausäure gefunden, die bei der Verfütterung von größeren Mengen Gesundheitsschäden verursachen können. Durch Einquellen und Wasserdampfbehandlung können die Wicken entbittert und danach bis zu 3 kg je Tier und Tag an Milchkühe verfüttert werden. Die entsprechende Technologie dafür dürfte jedoch kaum verfügbar sein. Berichtet wird jedoch auch von stärkeren Gesundheitsschädigungen, besonders bei Schweinen, durch die Fütterung von Wicken.

Die qualitative Bewertung des Kornes erstreckt sich im Zusammenhang mit der Saatguterzeugung für Gründüngungszwecke weniger auf die Inhaltsstoffe als auf Merkmale wie Reinheit, Sortenechtheit und Keimfähigkeit (siehe Kap. 2.9).

### 3.5.1 Saatwicke

Von der Saatwicke (*Vicia sativa*) ist die Subspezies *obovata* (Ser.) Gaud., Varietät *vulgaris* Gren. et Godron in Deutschland im Anbau. Weitere deutsche Bezeichnungen sind: Futterwicke, Sommerwicke, Ackerwicke, Taubenwicke. Die Saatwicke wird in unseren Breiten sommerannuell einjährig kultiviert. Im Winter friert sie meistens ab. Der Öko-Anbau der Sommerwicke zur Körnernutzung ist in Sachsen bisher ohne **Bedeutung**. Allenfalls stellt die Saatgutvermehrung eine Option in dieser Beziehung dar. Im Jahr 2001 betrug die Vermehrungsfläche in Deutschland 220 ha.

Für die **Tierfütterung** stellen antinutritive Substanzen (Glykoside, Blausäure) Risikofaktoren dar, so dass eine Verfütterung nicht angebracht erscheint. Insbesondere die Sortenabhängigkeit der Toxin-konzentration macht eine unschädliche Dosierung schwierig. Weder die Ertragserwartungen noch die bestehenden Anbauschwierigkeiten vor allem bei der Ernte lassen die Körnernutzung für die Fütterung interessant erscheinen, obwohl Gehalte an Inhaltsstoffen mit denen der Ackerbohne vergleichbar sind.

Als Gründüngungspflanze stellt die Sommerwicke aufgrund ihrer Anspruchslosigkeit in Bezug auf Boden und Klima sowie des üppigen vegetativen Wachstums ein interessantes Potenzial für den Öko-landbau dar. Auch als Grünfutter ist die Sommerwicke wertvoll. Die Kornerträge liegen zwischen 10 dt und 20 dt/ha.

#### **Boden- und Klimaansprüche**

Die Ansprüche an Klima und Boden sind gering. Die Saatwicke gilt als tolerant gegenüber Bodensäure (pH 4,5) obwohl Werte um pH 6 als günstig beschrieben werden. Gegenüber trockenen Klimaten ist die Sommerwicke unempfindlich. Besonders eignen sich kalkreiche und trockene Lagen für den Anbau. Staunässe wird schlecht vertragen. Die Anpassungsfähigkeit dieser Pflanze an die Standortfaktoren ist insgesamt aber hoch, so dass sie auf den meisten Böden anbauwürdig ist. Zur Körnergewinnung sollten steinfreie Böden in den Niederungen ausgewählt werden, da im Allgemeinen mit Lager zu rechnen ist bzw. die Ausreife der Körner (vergleichbar mit Ackerbohne) relativ spät erfolgt.

## Artengemenge

Auf Grund der späten Abreife der Wicken sowie der geringen Bodenansprüche ist eine Stützfrucht schwer zu finden. Hafer reift früher ab, Senf birgt die Gefahr von Durchwuchs der Ausfallkörner in der nächsten Vegetationsperiode, die Ackerbohne benötigt gute Standorte und schließt sich somit aus. Es gibt auch Empfehlungen für den Reinanbau. In diesen Fällen dürfte eine erfolgreiche Ernte nur mit einer Spezialausrüstung des Mähdreschers erreichbar sein (Pick-up, spezielle Ährenheber).

## Aussaat und Sortenwahl

Die **Aussaat** sollte früh erfolgen. Die Saatmengen zur Saatgutgewinnung betragen 120 – 125 keimfähige Körner/m<sup>2</sup> als Reinsaat oder mit 2 kg/ha Senf als Stützfrucht. Die Tausendkornmasse variiert von 17 – 50 g. Die beschriebenen Sorten gehören der Kategorie mit kleinen und mittelgroßen Samen an. Mit sinkender TKM ergeben sich niedrigere Aussaatkosten was insbesondere für die Gründung und den Feldfutterbau von Bedeutung ist.

## Sorten

Insgesamt sind 6 Sorten in Deutschland für den Sommerzwischenfruchtanbau geprüft und vom Bundessortenamt zugelassen worden und dürften somit für eine Saatgutvermehrung in Frage kommen. Gemeinsames Kennzeichen dieser Sorten ist die mittelviolette Blütenfarbe als auch der späte Blühbeginn:

- **Barvicos** verfügt über eine mittlere bis hohe TKM und einen hohen Rohproteinertrag im Feldfutteranbau
- **Bernina** hat eine niedrige bis mittlere Massebildung in der Anfangsentwicklung, die TKM ist niedriger als bei Barvicos
- **Berninova** hat die niedrigste TKM im Sortiment, liefert hohe Rohproteinerträge bei mittlerem bis hohem Trockenmasseertrag
- **Ebena** verfügt über mittlere Werte in der TKM, Pflanzenlänge und Lagerneigung, der Rohproteinertrag ist hoch

- **Ina** weist eine etwas erhöhte Lagerneigung auf, die Massebildung in der Anfangsentwicklung sowie der Rohproteinertrag sind mittel bis hoch
- **Jaga** besitzt vorwiegend mittlere Eigenschaften, Trockenmassertrag und Rohproteinertrag sind mittel bis hoch.

### **Vegetationsbegleitende Maßnahmen**

Die Unkrautregulierung erfolgt weitgehend durch vorbeugende Maßnahmen. Durch eine geschickte Fruchtfolgezusammensetzung und mittels Stoppelbearbeitung werden die Wurzelunkräuter wie Quecke und Distel reguliert. Mit der Saatbettbereitung werden noch gekeimte Samenunkräuter ausgeschaltet. Vorauflaufstriegeln ist möglich. Später muss wegen der geringen Halmstabilität der Jungpflanzen vorsichtig gearbeitet werden. Im Allgemeinen muss die Konkurrenzkraft der Saatwicke für die Unkrautunterdrückung sorgen. Voraussetzung hierfür ist ein dichter, gleichmäßiger Ausgangsbestand, der selbst in der Reifephase noch hohe Deckungsgrade aufweist. Trotz aller Vorsorge ist mit einer mehr oder minder intensiven Spätverunkrautung bis zum Druschtermin zu rechnen.

### **3.5.2 Winterwicke oder Zottelwicke**

#### **Boden- und Klimabedingungen**

Die Winterwicke (*Vicia villosa*) ist einjährig und winteranuell. Ihre **Ansprüche an Boden** und Klima sind geringer als die der Sommerwicke, so dass auch leichte Böden für den Anbau in Frage kommen. Eine gute Phosphorversorgung und pH-Werte über 6 sind für die Pflanzenentwicklung günstig. Für eine bessere Standfestigkeit wird die Winterwicke meistens mit Winterroggen gemischt. Auf Grund eines frühen Saattermins im Herbst sowie der schnellen Frühjahrsentwicklung (mit dem Roggen) nutzt die Winterwicke die Winterfeuchte aus, darüber hinaus gilt sie als dürretolerant. Die Frosthärte der Pflanze ist groß und wird durch den Gemengeanbau noch erhöht.

### **Saatzeit und Aussaat:**

- Saatzeit: September, für gute Vorwinterentwicklung
- TKM der Winterwicke: 20 – 40 g
- Saatstärken zur Körnerernte: Stützfrüchte 80 kg Winterroggen oder 4 kg Winterraps, Winterwicke 20 – 60 Körner pro m<sup>2</sup>, ca. 5 – 15 kg/ha
- Wickroggen zur Futternutzung: 30 – 35 kg Wicken, 150 kg Roggen
- Saattiefe: 2 – 5 cm.

### **Sorten:**

- **Hungvillosa** mit ausgewogenen, mittleren Eigenschaften (einzige durch das Bundessortenamt für den Winterzwischenfruchtanbau zugelassene Sorte, keine Vermehrungsfläche mehr in Deutschland seit dem Jahr 2000)
- Anbau von Sorten des EU-Kataloges.

### **Unkrautregulierung**

Allgemein günstige Aussaatbedingungen, ein unkrautfreies Saatbett und der Anbau im Gemenge mit Roggen bilden die Basis der Unkrautregulierung. Die Wuchsleistung des Roggens sowie der Wicke ergeben eine besonders ausgeprägte Konkurrenzkraft dieser Mischkultur gegenüber Wildpflanzen, so dass auf weitere Pflegemaßnahmen verzichtet werden kann.

### **Ernte**

Die Kornernte mit dem Mähdrescher ist schwierig, weil die Hülsen nicht gleichmäßig abreifen und der ganze Bestand ineinander verankert ist. Die Standfestigkeit wird durch eine Mischung mit Winterroggen verbessert. Die Erntezeit ist erreicht, wenn die unteren Hülsen die Vollreife erreicht haben. Dabei sollte die Drehzahl der Dreschtrummel unter 800 Umdrehungen bleiben.

Der Ausfall an Körnern kann erheblich sein. Die Keimfähigkeit der Samen im Boden beträgt zudem mehr als 5 Jahre, so dass ein erheblicher Durchwuchs in den Folgekulturen auftreten kann. Daher



sollten nur Flächen mit begrenzten Nutzungsmöglichkeiten oder speziellen Fruchtfolgen für die Körnerernte an Winterwicken in Betracht kommen. Der hohe Grünanteil des Erntegutes verlangt eine umgehende Reinigung und Trocknung. Der Roggen kann später herausgereinigt werden.

### 3.6 Linse

Die Linse (*Lens culinaris* Medik.) ist eine uralte Kulturpflanze, die in der Entwicklung des Ackerbaus neben Getreide eine wichtige Rolle spielte. Als Wildform ist wahrscheinlich *L. orientalis* anzunehmen, die im vorderasiatischen Raum beheimatet ist. Aus diesem Gebiet hat sich die Kulturpflanze zunächst in die Balkanländer und dann nach Zentraleuropa ausgebreitet. Heute ist der Körneranbau in der Türkei, Nordafrika, Asien, Indien und Amerika verbreitet. In Europa werden Linsen hauptsächlich in Frankreich und Spanien angebaut. In Deutschland kam der Linsenanbau nach dem 2. Weltkrieg, mit Ausnahme einiger Standorte auf der Schwäbischen Alb, zum Erliegen.

Linsen stellen ein vollwertiges Nahrungsmittel dar, das reich an Eiweiß, Kohlenhydraten, Mineralien und Vitamin B ist. Im Hinblick auf eine gesunde Ernährung und der Reduzierung des Fleischverzehrs gewinnt die Linse durch ihre Inhaltsstoffe an Bedeutung und kann für den ökologisch wirtschaftenden Betrieb eine interessante Marktf Frucht und eine Bereicherung der Fruchtfolge darstellen. Linsenanbau kann auch eine Nische für Grenzertragsstandorte auf Kalk sein, wenn eine Vermarktung aufgebaut werden kann.

#### **Boden- und Klimabedingungen**

Die Linse gedeiht am besten im trockenen, warmen **Klima**, so dass ihr Anbau in erster Linie in entsprechenden Gebieten Europas (z.B. Spanien, Frankreich) möglich ist. Das Temperaturminimum für die Keimung liegt bei 4 – 5 °C. Kühl-feuchte Witterung während der Blüte führt zu einem erheblichen Ertragsausfall. Gegen Spätfröste ist sie empfindlich. Das Wasserbedürfnis der Linse ist nicht sehr hoch.

Kürzere Trockenzeiten werden gut überstanden, längere Trockenzeiten führen dagegen zu Ertragseinbußen.

Der **Boden** sollte sich leicht erwärmen und gut durchlüftet sein. Günstige pH-Werte des Bodens liegen im neutralen bis alkalischen Bereich. Die Linse schätzt kalkreiche, mittlere bis leichte Böden. Sandböden müssen aber genügend Feuchtigkeit und Nährstoffe enthalten. Staunässe wird schlecht vertragen. Steinige und flachgründige Böden sind grundsätzlich geeignet, insbesondere im Bereich von Muschelkalk und Jura. So können für die Linse auch Böden in Betracht gezogen werden, deren Bearbeitung aus ökologischen Gründen und im Interesse einer vielfältigen Kulturlandschaft notwendig, aber wirtschaftlich schwierig ist.

### **Qualitätsanforderungen**

Der Handel mit verkaufsfähiger Ware setzt eine Reinigung und eine Abpackung in vom Marktpartner gewünschte Gebindegrößen voraus. Der Schalenanteil bei Speiseware sollte bei 10 % liegen. Es ist darauf zu achten, dass die „Verunreinigung“ mit Wicken und Steinen so gering wie möglich bleibt. Werteigenschaften für Mensch und Tier können den Tabellen 3 und 4 im Kapitel 2.1 entnommen werden.

### **Fruchtfolge**

Die Linse fördert als Sommerleguminose die Bodenstruktur und die Bodenfruchtbarkeit, ist mit sich selbst aber unverträglich. Es wird ein Anbauabstand von fünf Jahren empfohlen. Die Linse ist eggenempfindlich, nur mäßig bodendeckend und verlangt auf Grund ihrer niedrigen Konkurrenzkraft ein unkrautfreies Feld. Als Vorfrüchte eignen sich in abbauender Fruchtfolgestellung Wintergetreidearten besser als Sommergetreidearten. Am besten gedeiht die Linse nach Hackfrüchten, besonders nach Kartoffeln, die den Boden unkrautfrei hinterlassen. Als günstige Nachfrüchte sind Wintergetreidearten, Hackfrüchte und Mais anzusehen (weitere Hinweise siehe Kap. 2.4).

### **Sorten**

Die Linse unterliegt nicht dem deutschen Saatgutverkehrsgesetz, sie ist lediglich im „Artenverzeichnis zum Sortenschutz“ aufgeführt. Trotzdem gibt es in Deutschland seit dem Jahr 1966 keine ge-

geschützte Sorte und keine regionale Neuzüchtung. Allerdings sind in Genbanken noch Landsorten in großer Vielfalt vorhanden (HORNEBURG & BECKER, 1998). Das Saatgut- und Nahrungsmittelangebot wird aus Importen gedeckt (z.B. türkische, ägyptische und amerikanische Sorten, darunter auch Landsorten und Herkünfte). Saatgut aus biologischem Anbau kann z.B. aus Kanada importiert werden. Nachbau aus eigener Ernte ist möglich, man sollte allerdings darauf achten, dass der Bestand wickelfrei bleibt.

#### **Sortenüberblick:**

- **Landsorten:** Schreibwälder Perle, Dornburger Speise, Helle Delikatess, Feldsberger Heller, Marmorierte, Schwarze Linse, Weihenstephaner, Kyffhäuser, Gestreifte Slovenska Modra, Trebisovska
- **Zuchtsorten:** (USA und Kanada): Laird USA, Emerald, Crimson, Mason, Palouse, Eston USA, Brewer, Richlea, Laird CAN, Redchief.

#### **Artengemenge und Aussaat**

Die Linse wird im Frühjahr nicht zu zeitig ausgesät (Mitte bis Ende April). Die Keimung erfolgt ab 5 °C Bodentemperatur. Es sind einige kühlere Tage für die Vernalisation und einen guten Hülsenansatz notwendig. Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung erfolgen wie im Getreideanbau. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Linse ist eine sorgfältige Unkrautbekämpfung vor der **Aussaat** unbedingt erforderlich.

Die Saatmenge variiert zwischen 80 - 100 kg/ha für kleinsamige Sorten und 100 - 120 kg/ha bei den großsamigen Sorten (zwischen 90 – 300 Körner/m<sup>2</sup>). Die Saattiefe liegt bei 2 - 4 cm, die Reihenentfernung um 20 cm. Um ein Blindstriegeln zu ermöglichen, wird empfohlen, die Samen in 3 - 5 cm Tiefe abzulegen. Mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nach dem Auflaufen haben allerdings immer eine Schädigung an den Pflanzen zur Folge, so dass in solchen Fällen dichter gesät werden muss.

Linsen besitzen keine Standfestigkeit und lagern meistens auf dem Feld. Daher ist es sinnvoll, sie in **Gemenge** mit einer Stützfrucht an-

zubauen. Dabei verringert sich die Saatmenge je nach Anteil der Stützfrucht. Als Stütze hat sich der Hafer bewährt, da es beim Drusch kaum Bruchkörner ergibt. Möglich wäre auch Sommergerste und Sommerroggen. Eine Breitsaat ist möglich. In diesem Falle sind höhere Saatmengen (bis 300 Körner pro m<sup>2</sup>, Zuschlag von ca. 20 %) auszubringen.

### **Vegetationsbegleitende Maßnahmen und Ernte**

Die Linse besitzt ein gutes Nährstoffaneignungsvermögen, so dass der Düngbedarf sehr gering ist. Eventuell notwendige P- und K-Düngergaben sind bereits im Herbst zu verabreichen. Die Stickstoffbindung aus der Luft ist nur mäßig hoch. Krankheiten und Schädlinge sind selten und entsprechen etwa denen der Erbse.

Wesentlich ist im Linsenanbau die **Unkrautregulierung**, da die Konkurrenzskraft nicht nur während der Jugendentwicklung, sondern auch während der Hauptwachstumszeit schwach ausgebildet ist. Deshalb gehört eine intensive Stoppelbearbeitung unmittelbar nach der Vorfrucht zur Prophylaxe gegen Verunkrautung, vor allem gegen Quecken und Disteln. Im Zeitraum zwischen Aussaat und Aufgang sowie ab einem Entwicklungsstadium mit etwa drei Blattpaaren ist die Unkrautbekämpfung durch flaches Striegeln möglich. Bei Notwendigkeit kann auch noch im Entwicklungsstadium von ca. 10 cm Wuchshöhe gestriegelt werden.

Zwischenreihiges Hacken setzt größere Reihenweiten von etwa 30 cm voraus. Hierbei ist zu bedenken, dass große Reihenweiten den Bestandesschluss verzögern. Generell gilt, dass die Linse auf mechanische Maßnahmen sehr empfindlich reagiert und diese immer zu Schädigungen an den Pflanzen führen.

Die **Ernte** erfolgt mit dem Braunwerden der unteren Hülsen. Da die Linsen nicht gleichmäßig abreifen, ist ein Teil der Körner überreif, der andere noch grün. Das kann zu Problemen bei der Ernte führen. Möglich ist die Ernte mit einem durch Raps-Schneidwerk und Seitenmessern ausgerüsteten Mähdrescher. Da die Pflanzen sehr niedrig sind und fast immer lagern ist der Einsatz von Ährenhebern not-

wendig. Nach der Ernte muss das Druschgut umgehend getrocknet werden (z.B. Flächentrocknung bei 40° C).

Wenn die direkte Ernte mit dem Mähdrescher nicht möglich ist, können die Linsen auch mit Fingermesserbalken gemäht und auf Schwad gelegt werden. Der Ausdrusch erfolgt dann vom Schwad. Da die Linsen aber nicht zu lange im Schwad liegen sollten, kann auch hier auf eine Nachtrocknung nicht verzichtet werden. Die Erträge liegen zwischen 8 und 12 dt/ha.

## 4 Literatur

- ABD-EL-MONEIM, A. M. (1993): Die landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten von drei Wickenarten (*Vicia* spp.) unter natürlichen Niederschlagsbedingungen. *Journal of Agronomy and Crop Science (Germany)* 170 (2), 113-120
- ALBERT, E., H. ERNST, S. BIERMANN & D. MICHEL (1997): Stickstoffbindung durch Leguminosen sowie Möglichkeiten zu ihrer Abschätzung. Infodienst der Sächsischen Agrarverwaltung Nr. 5, 67 – 71
- ALBRECHT, R. (2002): Vorruchtwert von Körnerleguminosen in getreidebetonten Fruchtfolgen. Abschlussbericht Themenblatt-Nr. 41.04.420, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
- AUFHAMMER, W. (1998): Getreide- und andere Körnerfruchtarten. Eugen Ulmer, Stuttgart
- AYDOGDU, L. & E. ACIKÖZ (1995): Einfluß der Aussaatstärke auf den Samen- und Heuertrag der Saatwicke (*Vicia sativa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science (Germany)* 174 (3), 181-187
- BOESE, L. (2000): Saatechnik und Saatstärken beim Anbau von Ackerbohnen und Erbsen. *Bernburger Agrarberichte*, H. I, 15-21
- BÖHME, H. (1998): Körnerleguminosen. Schriftenreihe d. BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 367, 99-111
- BUNDESSORTENAMT (Hrsg.) (2002): Beschreibende Sortenliste 2002: Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover
- DEBRUCK, J. (1998): Acker- und pflanzenbauliche Aspekte des Anbaus von Körnerleguminosen. *Bernburger Agrarberichte*, H. 2, 17-23
- DIEPENBROCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND, K.-U. & N. KNAUER (1999): Spezieller Pflanzenbau. Ulmer, Stuttgart, 3. Auflage

- DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1991): DLG-Futterwerttabellen – Schweine. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main
- DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1997): DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main
- FRUWIRTH, C. (1921): Handbuch des Hülsenfruchtanbaues. 3. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin
- GEISLER, G. (1991): Farbatlas Landwirtschaftliche Kulturpflanzen. Eugen Ulmer, Stuttgart
- GEIßLER, G. (1988): Pflanzenbau, Verlag Paul Paray, Berlin
- GEMMEKE, H. (1999): Untersuchungen über die abschreckende Wirkung von gefärbtem Saatgut auf Vögel. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 51, 114-118
- GRUBER, H. (2000): Vor- und Nachteile von Erbsen-Getreide-Gemenge im ökologischen Landbau. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Gülzow, Internetpräsentation
- GRUBER, H. & A. ZENK (2001): Ergebnisse von Sortenversuchen mit Körnerleguminosen im ökologischen Landbau – deutschlandweit. SÖL-Beraterrundbrief Nr. 1, 21-22
- HANSEN, A. (1985): Körnerleguminosen. Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft (RKL), Kiel, 417-491
- HAUZ, F.-X. (1989): Untersuchungen über die Auswirkungen von Bodenverdichtungen in einer Fruchtfolge mit Körnerleguminosen. Diss., Univ. München
- HEEGE, H. J. (1989): Bestelltechnik für Körnerleguminosen. Schriftenreihe d. BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 367, 72-82
- HERRMANN, G. & G. PLAKOLM (1991): Ökologischer Landbau. Grundwissen für die Praxis. Österreichischer Agrarverlag, Wien
- HORNEBURG, B. (1999): Landsorten der Linse aus Genbankbeständen – anbauwürdig auf Grenzertragsstandorten. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 12, 107-108
- HORNEBURG, B. & H. C. Becker (1998): Landsorten der Linse. SÖL-Beraterrundbrief Nr. 2, 11-12

- IMGRABEN, H. (2001): Anbauanleitung für Sojabohnen 2001. IFUL Müllheim, Regierungspräsidium Freiburg, Internet-Präsentation ([www.iful.bwl.de](http://www.iful.bwl.de))
- JEROCH, H., G. FLACHOWSKY & F. WEIßBACH (1993): Futtermittelkunde. Gustav Fischer, Jena
- KELLER, E. R., H. HANUS & K.-U. HEYLAND (1999): Handbuch des Pflanzenbaus, Bd. 3: Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Eugen Ulmer, Stuttgart
- KIEL, W. (1954): Acker- und Pflanzenbau. Deutscher Bauernverlag, Berlin
- KIMPEL-FREUND, H., et al. (1996): Einfluß morphologischer Unterschiede bei Erbsen in Reinsaat und Gemenge mit Hafer auf die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 9, 45-46
- KÖPKE, U. (1998): Körnerleguminosen: N<sub>2</sub>-Fixierung, Vorfruchtwirkung und Fruchtfolgegestaltung – Auswirkungen auf die Belastung von Agrarökosystemen. Schriftenreihe d. BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 367, 52 – 63
- KÖRBER-GRONE, U. (1994): Nutzpflanzen in Deutschland. Theiss-Verlag, Stuttgart
- KROLL, N. (1995): Linsen im ökologischen Landbau. Lebendige Erde 3, 186-189
- KTBL (2000): Taschenbuch Landwirtschaft 2000/01. KTBL, Darmstadt
- LABER, H. (1999): Effizienz mechanischer Unkrautregulationsmaßnahmen im Freilandgemüsebau. Diss., Univ. Hannover
- LÜHE, W. & W. JACKISCH (2001): Warum Lupinen aus Australien? Bauernzeitung Nr. 3, 21-23
- LÜTKE ENTRUP, N. & J. OEHMICHEN (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaues, Band 2: Kulturpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer
- MAKOWSKI, N. & M. PSCHEIDL (2001): Mischanbau von Leindotter und Erbsen im ökologischen Landbau attraktiv. SÖL-Beraterrundbrief Nr. 2, 5-10



- MAKOWSKI, N. & U. SCHAAD (1998): Der Anbau von Körnererbsen. Neue Landwirtschaft Nr. 12, 44-46
- MENKE, K. H. (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde. Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Auflage
- NAUMANN, P., GOLZE, M., SCHRÖDER, C., SCHÖBERLEIN, L., WESTPHAL, K., DAMME, K. & W. VOGT-KAUTE (2002): Einsatz von Lupinen in der Öko-Broilerfütterung. Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Nr. 7, 94-106
- NEUERBURG, W. & S. PADEL (1992): Organisch-biologischer Landbau in der Praxis. BLV-Verlagsgesellschaft, München
- PAFFRATH, A., M. HENNEBERGER & J. MAYER (2002): Ökologischer Sojaanbau in kälteren Gebieten Deutschlands? SÖL-Berater-Rundbrief Nr. 2, 21 – 23
- PAPENFUSS, J. (1998): Pflanzenschutzliche Maßnahmen in Leguminosen. Bernburger Agrarberichte 2, Körnerleguminosen, 24-29
- PÖLITZ, B. (2002): Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Integrierter Pflanzenschutz, Dresden
- RASMUSSEN, J. (1993): Yield response models for mechanical weed control by harrowing at early crop growth stages in peas (*Pisum sativum* L.). Weed Research 33, 231-240
- RÖMER, P. (2001): Heißwasserbeize für Lupinen. Bioland Nr. 4, 20
- SAUERMANN, W. & J. GRONOW (2002): Erbsen und Bohnen mischen. DLZ Nr. 2, 46-52
- SCHEFFER, F. (1989): Lehrbuch der Bodenkunde. Verlag Enke, Stuttgart, 12. Auflage
- SCHMIDTKE, K. (2002): Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen
- SCHMIDTKE, K. & R. RAUBER (2000): Stickstoffeffizienz von Leguminosen im Ackerbau. In: MÖLLERS, Chr.: Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Initiativen zum Umweltschutz 21, 48 – 69, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- SCHMIECHEN, U. (2002): UFOP-Praxisinformation – Anbauanleitung für Blaue Süßlupine. Internetpräsentation: [www.ufop.de](http://www.ufop.de)

- SCHÖNHERR, J. (2001): Der Anbau von Blauen Süßlupinen im Ökologischen Landbau. Broschüre, Norddeutsche Saat- und Pflanzgut AG, Malchin
- SCHRÖDER-LEMBKE, G. (1994): Die Ackerwicke. Z. f. Agrargeschichte u. Agrarsoziologie 42 (2), 131-141
- SCHULZ, F. (2001): Wanted: Bio-Sojabohnen. Bioland Nr. 4, 14 – 15
- SIEBENEICHER, G. E. (1993): Handbuch für den biologischen Landbau: das Standardwerk für alle Richtungen und Gebiete. Naturbuch Verlag, Augsburg
- SNEYD, J. (1995): Alternative Nutzpflanzen. Ulmer-Verlag, Stuttgart
- STELLING, D. & W. CLAUPHEIM (1995): Erfolgreicher Anbau von Ackerbohnen. Raps 13,1, 34-38
- TREß, K. (1999): Linsen: Nischenprodukt für den Hofladen. Bioland Nr. 2, 30
- VÖLKL, G. (1997): Die „Verdrußfrüchte“ im Öko-Landbau? Top agrar Nr. 3, 104-107
- VÖLKEL, G. (1997): Erbsendrusch (k)ein Horrortrip. Top agrar spezial 7, 14-17
- WERNER, D. (1999): Biologische Stickstofffixierung. In E. R. KELLER et al.: Handbuch des Pflanzenbaus, Bd. 3: Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Eugen Ulmer, Stuttgart